

INSENERIPEDAGOOGIKA

**STEM valdkonna õppeainete
mõjus õpetamine ja õppimine**

Tiia Rüütmann

Teine, uuendatud trükk

Käsiraamat on heaks kiidetud IGIP Rahvusvahelise Seirekomitee poolt ja soovitatud kasutamiseks Kõrgkoolididaktika õppematerjalina tehnikaülikoolides STEM-valdkonna õpetajate koolituses, doktorantide pedagoogilises koolituses ning õppejõudude täienduskoolituses.

ISBN: 978-9949-83-366-5

Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus 2018

Käesolev käsiraamat on autorikaitse all vastavalt Eesti Vabariigi autoriõiguse seadusele. Autoriõigus kuulub Tiia Rüütmannile ja Rahvusvahelisele Inseneripedagoogika Ühingule IGIP. Käsiraamatut on lubatud kasutada hariduslikel eesmärkidel viitega allikale. Käsiraamatut ei ole lubatud muuta, täiendada, paljundada ega kasutada kommertseesmärgil.

Tsiteerimine:

Rüütmann, Tiia (2018). Inseneripedagoogika käsiraamat. STEM valdkonna õppeainete mõjus õpetamine ja õppimine. Teine, uuendatud trükk. TTÜ kirjastus

INSENERIPEDAGOOGIKA

**STEM valdkonna õppeainete
mõjus õpetamine ja õppimine**

Tiia Rüütmann

Teine, uuendatud trükk



„Nobeli preemiad ja teadusliku uurimistöö tulemused kujundavad küll tehniliste õppeasutuste prestiiži, ent tehnikahariduse kvaliteedi üldiselt määrab tehnikaõpetajate igapäevane töö.” IGIP Baseli deklaratsiooni preambul

„Kui me teadlikult laseme oma valgusel särada, anname alateadlikult ka teistele loa teha seda sama. Niipea, kui oleme vabanenud oma enda hirmust, vabastab meie kohalolek automaatselt ka kõik teised.“ Marianne Williams

Eesti inseneripedagoogika keskus pakub mentori ja coachi tuge. Lisaks pakume individuaalset didaktilist nõustamist õppe- ja ainekavade koostamisel, õpetamise ja hindamise metoodika valikul ning didaktikaekspertide abi õppetegevuse vaatlusel ja tagasisidestamisel. Viime läbi ka STEM valdkonna didaktika koolitusi ja seminare vastavalt tellimusele.

SISUKORD

SISUKORD	4
KASUTATUD LÜHENDEID JA TERMINEID	9
SISSEJUHATUS	10
1 AKADEEMILINE MEISTERLIKKUS	13
1.1 Nüüdisaegne ehk muutunud õpikäsitus	13
1.2 Akadeemiline meisterlikkus	18
1.3 Õpetamisfilosoofia ja õpetamise kvaliteet	25
1.4 21. sajandi põhioskused	31
1.5 Praktilisi soovitusi	37
2 INSENERIPEDAGOOGIKA TEADUSLIKUD ALUSED	38
2.1 Inseneripedagoogika kujunemislugu	38
2.2 Inseneripedagoogika eripära ja koolkonnad	41
2.3 Psühhodidaktika	47
2.4 Inseneripedagoogika ja STEM didaktika	50
2.5 Inseneripedagoogika käsitlusaine	55
2.6 Õppetegevus ja selle kandjad	57
2.7 Õppetegevuse mõjusuurused ja suhtlemise mõjusüsteem	58
2.8 Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise psühhodidaktiline põhimudel	59
2.9 Õppetegevus kui süsteem	65
2.10 Õppimist toetava õppekeskkonna loomine	67
2.11 Praktilisi soovitusi	72
3 ÕPPETÖÖ KAVANDAMINE JA DIDAKTILISED MUDELID STEM VALDKONNAS	73
3.1 Eesmärgid ja õpiväljundid kompetentsuspõhises õppes	76
3.2 Eesmärgitasandid	81
3.3 Õppetöö eesmärgistamine	81
3.3.1 Õppe-eesmärkide taksonoomiad (didaktilised mudelid)	82
3.3.2 Õppe-eesmärgid kognitiivses valdkonnas	85
3.3.2.1 Benjamin Bloom'i kognitiivne taksonoomia	85
3.3.2.2 Uuenduslikud STEM valdkonna taksonoomiad	89
3.3.2.3 SOLO – jälgitavate õpiväljundite taksonoomia	91
3.3.1 Õppe-eesmärgid psühhomotoorses valdkonnas	94
3.3.2 Õppe-eesmärgid afektiivses valdkonnas	96
3.3.3 Õppe-eesmärgid ülesannete lahendamise valdkonnas	97
3.3.4 Õppe-eesmärgid tähenduslikuks õppimiseks Dee Fink'i integreeritud ainekursuse kavandamise mudel	98
3.3.5 Õppe-eesmärgid tegevuspõhises ja probleemõppes	103
3.3.3 Õppe-eesmärgid laboratoorsete tööde läbiviimisel	104
3.3.4 Õppe-eesmärgid tehnika- ja insenerivaldkonnas	105
3.3.6 Taksonoomiate funktsionaalne seos	106
3.4 Eesmärkide täpsustamine ja tasemete määramine	107
3.5 Õppe- ja ainekava koostamine ning analüüs	108

3.6	Praktilisi soovitusi	113
4	PSÜHHOLOOGILISED JA SOTSIOLOOGILISED ASPEKTID	115
4.1	Mis on õppimine?	115
4.2	Olulisimate õpiteooriate lühiülevaade	122
4.2.1	Biheiviorism ja Thorndyke'i õpetamise seadused	124
4.2.2	Sotsiaalse õppimise teooria.....	128
4.2.3	Kognitivism	130
4.2.3.1	Geštaltpsühholoogia	132
4.2.3.2	Jean Piaget' kognitiivse arengu teooria	134
4.2.3.3	William Perry kognitiivse arengu teooria	135
4.2.4	Konstruktivism	137
4.2.4.1	David Kolb'i kogemusõppe teooria	141
4.2.4.2	Sotsiaalne konstruktivism.....	145
4.2.5	Humanism.....	146
4.2.6	Gagné mitmeastmeline õpiteooria.....	149
4.2.7	Informatsioonipsühholoogiline õpiteooria	149
4.2.8	John Boyd'i õpi- ja otsustustsükkel	153
4.2.9	Zoltan Dienes'i STEM õppeainete õppimise teooria	155
4.2.10	Konnektivism	160
4.3	Sihtrühma analüüs	161
4.3.1	Sünnipärased erinevused ja õppimine	168
4.3.2	Soolised erinevused õppimisel	174
4.4	Õpistiilid	176
4.4.1	Õpistiilide mudelid	177
4.4.2	Sensoorne ja intuitiivne õpistiil	188
4.4.3	Visuaalne ja auditivne õpistiil	190
4.4.4	Induktiivne ja deduktiivne õpistiil	191
4.4.5	Aktiivne ja kaalutlev õpistiil	192
4.4.6	Lineaarne ja holistiline õpistiil	194
4.4.7	Tasakaalustatud õpetamine	196
4.4.8	Praktilisi soovitusi erinevate õpistiilidega arvestamiseks	197
4.5	Motivatsioon	201
4.5.1	Motiveeriva õppetegevuse kujundamine	201
4.5.2	Motivatsiooniteooriad.....	206
4.6	Toestamine.....	210
4.7	Tähelepanu ja väsimine	211
4.8	Mäletamine ja unustamine	213
4.9	Suhtlemine STEM õppeainete õpetamisel	216
4.9.1	Suhtlemine.....	217
4.9.2	Kõneline suhtlemine	218
4.9.3	Kõneta suhtlemine	222

4.9.4	Selgetmõistetavus	228
4.9.5	Suhtlemise struktuur	231
4.9.6	Õpetaja juhtimisstiil	232
4.9.7	Distsipliin ja „kriisikliinik“	234
4.9.8	Mitmekultuurilise õpperühma õpetamine	243
4.10	Tehnikaõpetaja isiksus	244
4.10.1	Mõttemudel	245
4.10.2	Käitumine ja autoriteet	245
4.10.3	Diskussiooni- ja rääkimisosavus	246
4.10.4	Emotsionaalne intelligentsus	247
4.11	Praktilisi soovitusi	249
5	ÕPETATAV MATERJAL STEM VALDKONNAS	252
5.1	Õpetatav materjal ja informatsioonitülv	252
5.2	Struktuuriteooria alused	254
5.2.1	Põhjapanevad faktid ja nähtused	254
5.2.2	Õpitust aru saamine ja üldpõhimõtete ülekandmine uutesse tingimustesse	255
5.2.3	Emotsionaalne rahulolu ja positiivne õhkkond	255
5.3	Õpetatava materjali struktuur	256
5.4	Mõistete põhitüübid ja nende moodustamise protsess	260
5.5	Õppematerjali valiku ja koostamise põhimõtted	262
5.6	Praktilisi soovitusi	265
6	TEHNILISED ÕPPEVAHENDID	268
6.1	Kranzbergi tehnoloogia seadused	268
6.2	Tehnilised õppevahendid	270
6.3	Klassikalised visuaalsed tehnilised õppevahendid	271
6.3.1	Mitteprojitseeritavad õppevahendid	272
6.3.2	Projitseeritavad õppevahendid	273
6.3.3	Soovitusi visuaalsete õppematerjalide koostamiseks	274
6.4	E-õpe ja uued tehnilised õppevahendid	278
6.5	Praktilisi soovitusi	282
7	ÕPETAMISE MUDELID JA STRATEEGIAID STEM VALDKONNAS	284
7.1	Mõjusa õpetamise strateegiad	286
7.2	Otsese õpetamise mudel	292
7.3	Kaudse ehk kogemusliku õpetamise mudel	295
7.4	Loogilised õpetamise mudelid	298
7.4.1	Deduktiivne õpetamine	299
7.4.2	Induktiivne õpetamine	300
7.5	Andragoogiline mudel	302
7.6	Praktilisi soovitusi	303
8	ÕPPEMEETODID JA -VÕTTED STEM VALDKONNAS	304
8.1	Õppemeetodid ja nende liigitus	304
8.1.1	Integreeriv (lõimiv) ja interdistsiplinaarne õpe	309

8.1.2	Tasakaalustatud ja kontekstipõhine õpe ning <i>CDIO</i>	317
8.2	Otsese õpetamise meetodid.....	318
8.2.1	Loeng	318
8.2.2	Seletus ja demonstratsioon	323
8.2.3	Individuaalne töö ja harjutamine	324
8.2.4	Õppefilmide demonstreerimine.....	329
8.3	Interaktiivsed õppemeetodid	330
8.3.1	Seminar, sümpoosion ja õppevestlus.....	330
8.3.2	Rühmatöö ja meeskonnapõhine õppimine	333
8.3.3	Ümarlaud, diskussioon ja väitlus	348
8.4	Multifunktsionaalsed õppemeetodid	350
8.5	Kaudse õpetamise meetodid.....	351
8.5.1	Kriitilise ja loova mõtlemise arendamine	353
8.5.2	Aktiivõpe	364
8.5.3	Aktiivõppe meetodid loengus, seminaris ja harjutustunnis.....	370
8.5.4	Soojendustegevused ehk „jäämurdjad“	393
8.5.5	Mõistekaart, ideeskeem ja raport	395
8.5.6	Avastusõpe ja uurimuslik õpe.....	400
8.5.7	Probleemõpe	403
8.5.8	Projektõpe.....	432
8.5.9	Stuudioõpe.....	435
8.5.10	Kombineeritud õpe, „pööratud klassiruum“, hübriidklassiruum ja MOOC	436
8.5.11	Juhtumipõhine õpe	441
8.5.12	Narratiivõpe	442
8.5.13	„Õigel hetkel“ õpetamine	446
8.5.14	Simulatsioonid ja veebipõhised õppemängud	447
8.5.15	Kaudsete õppemeetodite rakendamine.....	450
8.6	Laboratoorne töö	452
8.6.1	Laboritöö – keskne õppemeetod STEM valdkonnas.....	452
8.6.2	Õppe-eesmärgid laboratoorses õppetöös	459
8.6.3	Laboratoorsete tööde läbiviimise meetodid	464
8.6.4	Laboratoorsete tööde faasid.....	465
8.6.5	Eksperiment laboratoorses õppetöös	466
8.6.6	Laboratoorsete tööde tasemed.....	467
8.6.7	Kaug-, virtuaal- ja pööratud laborid	472
8.6.8	Laboratoorsete tööde juhendamine.....	473
8.6.9	Laboratoorsete tööde hindamine.....	475
8.7	Ülesannete lahendamine.....	477
8.7.1	Ülesannete lahendamise oskus.....	478
8.7.2	Ülesannete lahendamise meetodid.....	482

8.7.3	Ülesannete lahendamise strateegiad	491
8.7.4	Probleemülesannete lahendamise strateegiad	497
8.7.5	Kuidas ülesanne lõpuni lahendada?	502
8.7.6	Ülesannete lahendamise õpetamine	504
8.8	Küsimuste ja vastuste strateegia õppemeetodite rakendamisel	507
8.8.1	Küsimuste tüübid ja küsitlemise strateegia	511
8.8.2	Küsitlemise ja vastamise tehnikad	515
8.8.3	Küsitlemise põhimõtted	519
8.8.4	Eksami ja kontrolltöö küsimused	523
8.8.5	Informeeritud õpetamise strateegiad tulemusliku õppimise toetamiseks	526
8.9	Praktilisi soovitusi	528
9	ÕPITULEMUSTE HINDAMINE JA TAGASISIDE	529
9.1	Teadmiste kontrollimine – testimine	530
9.2	Tagasiside	532
9.3	Õpitulemuste hindamine	540
9.3.1	Hindamise aspektid ja kriteeriumid	541
9.3.2	Õpitulemuste hindamise viisid	548
9.3.3	Õpitulemuste hindamise meetodid	552
9.3.3.1	Mappõpe ehk portfoolioõpe	553
9.3.3.2	Eksamite ja kontrolltööde koostamine ning hindamine	555
9.4	Praktilisi soovitusi	563
10	ÕPPETEGEVUSE ETTEVALMISTAMINE JA ENESEANALÜÜS	564
10.1	Esimene töönael	564
10.2	Esitluse ja ettekande ettevalmistamine	567
10.3	Loengu või tunni ettevalmistamine ja analüüs	571
10.4	Eneseanalüüs ja metakognitsioon	574
10.5	Õppetegevuse vaatlus ja kolleegide tagasiside	580
10.6	Praktilisi soovitusi	587
11	ÕPPIMA ÕPETAMINE JA ÕPPIMA ÕPPIMINE	589
11.1	Õpioskused	590
11.2	Mõtlemisoskuste arendamine ja mälu treenimine	602
11.3	Tulemuslik õppimine	610
11.4	Enese- ja ajajuhtimine	622
11.5	Probleemide lahendamine	626
11.6	Praktilisi soovitusi	631
12	INSENERIHARIDUSE TULEVIKUVISIOON	633
13	KOKKUVÕTE INSENERIPEDAGOOGIKA PÕHITÕDEDEDEST	639
	VIITELOETELU	645
	SOOVITUSLIKUD LINGID	660
	Autori CV	665

KASUTATUD LÜHENDEID JA TERMINEID

STEM – Rahvusvaheline akronüüm: Science, Technology, Engineering, Mathematics

STEAM – Rahvusvaheline akronüüm: Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics

STREM – Rahvusvaheline akronüüm: Science, Technology, Robotics, Engineering, Mathematics

MINT – Rahvusvaheline akronüüm: Mathematics, Information Science, Natural Science, Technology

MIT – Massachusetts Institute of Technology www.mit.edu/

ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc <http://www.abet.org/>

Inseneeria – inseneriteadus, insenerindus, inseneriala (EKI ametniku soovitusõnastik)

IGIP Rahvusvaheline Inseneripedagoogika Ühing
<http://www.igip.org>

ING-PAED IGIP Rahvusvaheline insenerpedagoogi kvalifikatsioon
<http://www.igip.org/ing-paed-IGIP.php>

SEFI Euroopa Insenerihariduse Ühing
<http://www.sefi.be/>

IEEE-ES Elektri- ja Elektroonikainseneride Liidu Hariduse Ühing
<http://www.ewh.ieee.org/soc/es/>

IFEES Insenerihariduse Ühingute Rahvusvaheline Föderatsioon
<http://www.ifees.net>

ASEE Ameerika Insenerihariduse Ühing
<http://www.asee.org/>

UNESCO Ühinenud Rahvaste Hariduse, Teaduse ja Kultuuri Organisatsioon
<http://www.unesco.org>

UNIDO Ühinenud Rahvaste Tööstusarengu Organisatsioon
<http://www.unido.org>

SISSEJUHATUS

George Bernard Shaw on naerutanud mitmeid küünikute põlvkondi oma tuntud aforismiga: „Those who can – do; those who can’t – teach” ehk siis: „Need, kes oskavad – teevad ise; need, kes ei oska – õpetavad teisi.”

Käesolev käsiraamat on koostatud kõigile neile, kes soovivad STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) valdkonna õppeainete integreeritud õpetamisel tugineda inseneripedagoogika ja STEM didaktika põhimõtetele ning rakendada oma töös kaasajastatud õppemeetodeid.

Käsiraamat koosneb kahest osast. Esimene osa käsitleb inseneripedagoogika ja STEM didaktika põhialuseid ning teine osa laboratoorse õppetöö didaktikat ja STEM valdkonna õpetamise metoodikat.

Paljud õpetajad ja õppejõud sooviksid oma õpetamist mõjusamaks muuta, kuid neil napib aega, et lugeda erialase teaduskirjanduse kõrvalt ka valdkonna pedagoogilist teaduskirjandust. Antud käsiraamat ongi koostatud just praktikutele selleks, et toetada mõjusamat õpetamist STEM valdkonnas. Käsiraamat annab ülevaate olulisemast ja uuemast inseneripedagoogika teaduskirjandusest. Käsiraamat ei anna valmis retsepte mõjusaks õpetamiseks, küll aga pakub tuge ja ideid oma õpetamise analüüsiks, kaasajastamiseks ning parendamiseks.

Käsiraamatu eesmärgiks on anda ülevaade inseneripedagoogika uusimatest ideedest, uuringutest, mudelitest, strateegiatest ja meetoditest ning aidata õpetajal ja õppejõul kujundada isikupärast STEM valdkonna õppeainete õpetamissüsteemi, tuginedes inseneripedagoogika teaduslikele põhimõtetele ja seeläbi aidata luua mõjusaid õpituatsioone, mis võimaldaksid toetada õpilaste sügavuti arusaamisega õppimist. Kui lugeja leiab käsiraamatust kasvõi ühe uue ja huvitava idee, peatub hetkeks, et analüüsida oma õpetamise mõjusust või arutab kolleegidega kohvipausi ajal mõne käsiraamatus käsitletud teema üle, on raamatu eesmärk täidetud.

Käsiraamatut ajendas koostama asjaolu, et täna puudub Eestis vastav emakeelne kirjandus, mis koondaks ülevaatlilikult STEM ja sealhulgas insenerivaldkonna pedagoogika teaduslikult tunnustatud põhimõtteid. On küll avaldatud teadusartikleid ja õppematerjale, kuid nende autorid on enamasti kas loodusteadusliku või humanitaarharidusega, kes ei oma seetõttu terviklikku ülevaadet tehnika- ja insenerivaldkonnast ja keskenduvad pigem õpetamise pedagoogilistele aspektidele põhikoolis ning gümnaasiumis, lähtudes sealjuures ainedidaktika printsiipidest. Kõik eelnimetatu loob eriti just algajale STEM valdkonna õpetajale ja õppejõule suhteliselt eklektilise pildi.

Käsiraamat on abiks STEM ja tehnikavaldkonna õpetajale/õppejõule, andes nõuandeid, kuidas muuta reaalinete ja tehnikavaldkonna erialainete õpetamine huvitavamaks, mõjusamaks, õppijakessemaks ning on abiks ka (üli)õpilasele muutmaks oma õppimist hõlpsamaks ja tulemusrikkamaks. Kõigile tehnikaülikoolide õppejõududele tuleks kasuks inseneripedagoogika põhimõtete tundmine, sest sõltumata sellest, mis erialal või valdkonnas nad õpetavad, õpetavad nad siiski tehnikaülikoolis ja tehnikaülikooli üliõpilasi, sama kehtib ka kutseõppeasutuste õpetajate kohta, kes õpetavad STEM valdkonna õppeaineid.

Hariduse eesmärk on sügavalt humanistlik ja eetiline – muuta inimene paremaks. Eestis suhtutakse haridusse tihti veel keskaegse paradigma järgi, kus haridust tõendav dokument on lõplik ja uhkuse asi ning seda saab nagu autasu rinda panna – kuid tänapäeval ainuüksi diplomist enam ei piisa – harituse tagamiseks tuleks elukestvalt juurde õppida ja olla pidevalt avatud uutele ideedele ning erialavaldkonna uuendustele. „*On olemas inimesi, kes teavad kõike, aga see on ka kõik, mida nad teavad,*“ ütles Niccolò Machiavelli.

Teadmisi ei saa ei anda, võtta ega üle kanda, need tuleb igaühel endal omandada ja see on sügavalt personaalne protsess, mis nõuab tähelepanu, keskendumist ja pingutust. Teadmiste omandamise kvaliteet ja efektiivsus sõltub paljuski õpetajast, kuid enamjaolt siiski õppija õpiharjumustest, õpistiilist ja sünnipärastest erisustest.

Õpetamine ei ole tänapäeval enam teadustöö vaene sugulane, ka ei ole õpetamine ainult ühe õnneliku õppejõu kaasasündinud anne, vaid kogu ülikooli hõlmav infrastruktuuri oluline funktsioon (Biggs 2008). Juba ülikooli nimetus ise viitab selle asutuse põhitegevusele – üliõpilaste õpetamisele.

Tehnikaülikoolide üheks missiooniks on läbi aegade olnud STEM valdkonna õpetajate ja õppejõudude koolitamine. Enam kui 190 tehnikaülikoolis on rajatud õpetamise ja õppimise parendamiseks vastavaid inseneripedagoogika keskusi (õppimise ja õpetamise laboreid) ning loodud on ka õpetamis- ja õppimissõbralikke õpikeskkondi. Parimate näidetena võiks tuua MIT, Cambridge'i Ülikooli Ühendkuningriigis, KTH – Kuningliku Tehnoloogiainstituudi ja Chalmersi Tehnoloogiaülikooli Rootsis, Taani Tehnoloogiaülikooli ja Aalborgi Ülikooli Taanis, Aalto Ülikooli ja Tampere Tehnikaülikooli Soomes, ETH – Zürichi Tehnikaülikooli, Dresdeni Tehnikaülikooli, Moskva Riikliku Tehnikaülikooli MADI, Praha Tehnikaülikooli, Viini Tehnoloogiaülikooli jpt. Tehnikaülikoolidele esitatakse üha suuremaid nõudmisi õpetamise kvaliteedi ja tulemuslikkuse tõstmiseks ning siin on abi just inseneripedagoogika keskuste tegevusest – mõjusa õpetamise ja õppimise toetamisest ning täienduskoolitustest.

Üks Cambridge'i Ülikooli professor vastas alati, kui küsiti tema elukutset, et ta on õpetaja. Kui aga järgnevalt päriti, et kus koolis ta õpetab, vastas ta ikka: „Koolis, mis annab head haridust ja kus õpetaja on autoriteet!” ***Käesolevas käsiraamatus antakse nõuandeid õpetajale, sõltumata sellest, kus ta õpetab – kas gümnaasiumis, kutsehariduskeskuses, kõrgkoolis või ülikoolis, ja nende õpilased võivad õppida nii kesk- kui ka kõrgharidustasemel.***

UNESCO ametliku terminoloogia kohaselt õpetab **tehnikaõpetaja** (*technical teacher*) tulevastele inseneridele ja teadmustöötajatele tehnilisi erialaaineid nii kesk- kui ka kõrghariduse tasemel (*upper-secondary level*). Tehnikaõpetajal on kõrgem akadeemiline tehniline haridus (STEM või inseneriharidus) õpetataval erialal ning ta on läbinud teoreetilise ja praktilise inseneripedagoogilise koolituse. Tehnikaõpetaja on seega *insenerpedagoog* (*Technical and Vocational Teacher Education and Training*, UNESCO, Paris, 1973). *STEM õpetaja* õpetab aga loodusteaduse-, tehnoloogia- ja insenerivaldkonna õppeaineid ning matemaatikat nii üldharidus-, kutse-, kõrg- kui ka ülikoolis.

STEM valdkonna erialaainete õpetamine ei ole nagu ostunimekirjaga poes käimine – õpilastel tuleb õpingute jooksul omandada lisaks laiapõhjalistele erialastele teadmistele veel ka tehniline mõtteviis, erialaterminoloogia ja –oskused, eluliste interdistsiplinaarsete probleemide lahendamise oskus ning täita 21. sajandi insenerile esitatud ootused. Uuteks väljakutseteks on esimese õppeaasta huvitavamaks muutmine insenerivaldkonnas, e-tugi, aktiivõppe rakendamine, interdistsiplinaarne meeskonnatöö, lõiming ja eluliste probleemülesannete lahendamine probleemioppes.

Inseneripedagoogika on pedagoogikateaduse noor interdistsiplinaarne haru, mis annab ülevaate STEM valdkonna õppeainete õpetamisel üleskerkivatest spetsiifilistest probleemidest ja aitab omandada oskusi, et isikupäraselt, edukalt, mõjusalt, pädevalt ning kvalifitseeritult neid õppeaineid õpetada. Inseneripedagoogikat ei ole võimalik õppida kui eraldiseisvat õppeainet, omamata tehnilist kõrgharidust, sest see on alati integreeritud õpetatava tehnilise erialaga.

Tsiteerides prof *Richard M. Felder*'it: „*Tehnikaülikoolides ja tehnikakõrgkoolides ei tohiks süüdistada suures väljalangevuses mitte ainult rumalat õpilast, vaid mõnikord ka õpetajat, kes mitte alati ei valda STEM valdkonna erialaainete õpetamise kunsti ja muudab seeläbi tehnilised õppeained „kuivaks“, ebahuvitavaks ning keerulise esitlusviisi tõttu tihti ka arusaamatuks.*”

Käesoleva käsiraamatu tuuma moodustab Austria teadlase, elektroonikainseneri ja pedagoogikadoktori, professor *Adolf Melezinek*'i (1932-2015), poolt rajatud Klagenfurti Inseneripedagoogika koolkonna teaduslik alus, mida on edasi arendanud tema õpilased ja inseneripedagoogika teadlased. Eelnevale tuginevalt on väljatöötatud õpetamise põhialused ning soovitusel STEM, sh tehniliste erialaainete mõjusaks õpetamiseks, mida omakorda toetavad antud käsiraamatu autori doktoritöö materjalid ja professorite *Edward F. Crawley*' (Massachusetts Institute of Technology, USA), *Erik de Graaff*'i (Taani Tehnoloogiaülikool), *Kristina Edströmi* (KTH), *Phillip C. Wankat*'i ja *Frank S. Oreovic*'i (Purdue University, USA), *Richard M. Felder*'i (North-Carolina State University, USA), *Madhu S. Gupta* (University of Illinois, Chicago, USA), *Calvin S. Kalman*'i (University of Quebec, Kanada), *John Heywood*'i (Trinity College, Dublin, Iirimaa), *Caroline Baillie*' (Queens University, Kingston, Kanada), *Parham Aarabi*' (University of

Toronto, Kanada), Wilbert J. McKeachie' (University of Michigan, USA), Thomas A. Angelo' (California State University, Long Beach, USA), Linda B. Nilson'i (Clemson University, USA), Donald C. Orlich'i (Washington State University, USA), Reggie Byram'i (Leeds University, Inglismaa), Daniel C. Elliott (Azusa Pacific University's School of Education, California, USA), Gary D. Borich'i (the University of Texas at Austin, USA), Hellmut R. Lang'i ja David N. Evans'i (University of Regina, Kanada) jpt rahvusvaheliste autorite tsiteeritud teadustööd, mille põhiideed langevad kokku Klagenfurti Inseneripedagoogika põhiideedega.

Soovin tänada mitmeid üldnimetatud autoreid, kes võimaldasid antud käsiraamatus kasutada autoriõigusega kaitstud materjale. Samuti kuulub suur tänu rahvusvaheliste insenerihariduse organisatsioonidele IGIP, IEEE, ASEE, IFEEES ja SEFI.

Olen tänulik paljudele kaasteeliste IGIP-ist, kes on andnud oma panuse minu arusaamadesse inseneripedagoogikast, eriti tänan professoreid *Dana Dobrovská't, Martin Bilek'it, Antonín Slaby't, Pavel Cyrus't, Federico Flückiger'i, Norbert Kraker'it, Viacheslav Prichodko't, Robert Ruprecht'i, Stephanie Farrell'it ja Kruno Hernaut'i.*

Erilised tänud kuuluvad *prof dr Adolf Melezinek'ile* (1932-2015) tema hindamatute nõuannete ja väärtuslike soovitude eest antud käsiraamatu koostamisel, meisterliku mentorluse ning minu doktoritöö professionaalse juhendamise eest. Minu suureks auks on olnud, et inseneripedagoogika loojaks peetav professor Melezinek on olnud minu doktoritöö juhendaja ja pikaajaline mentor.

Tänan *prof dr Richard Felder'it* tänaseni kestvate huvitavate, innustavate ja harivate mõttevahetuste ning jätkuva mentorsuhte eest.

Suur tänu TTÜ õppeprorektor *prof Jakob Kübarsepale* TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse tegevuse järjepideva väärtustamise ja toetamise eest, tänu millele oli antud käsiraamatu koostamine ja ilmumine võimalik.

Tänan väga *prof Peep Leppik'ut* väärtuslike nõuannete ja huvitavate mõttevahetuste eest pedagoogilise psühholoogia ja Eesti hariduselu vallas. Võtan endale julguse parafraseerida tema aegumatut väidet: „Inseneripedagoogika on huvitav!”

Palju tänu *prof Jaak Umborgi'le* hindamatu abi ja nõuannete eest laboratoorset õppetööd käsitleva materjali koostamisel, IGIP põhimõtete Eestisse toomise ja suure toetuse eest IGIP Eesti Seirekomitee tegevuses.

Suur tänu *dr Urve Läänemetsale* väärtuslike nõuannete eest pedagoogika, sh õppekavateooria ja didaktika vallas, lootuses, et meie huvitavad ja harivad diskussioonid jätkuvad ka edaspidi.

Eriline tänu kuulub *dr Jüri Vanaveskile*, kes TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse juhatajana motiveeris mind inseneripedagoogikaga tegelema, viis kokku IGIP-i ühtse perega ja toetas igati antud käsiraamatu loomist, lüües kaasa mitmete selete kujundamisel.

Tänan häid kolleege, kes on mind julgustanud ja toetanud käesoleva käsiraamatu koostamisel, neist suurimat ja pikaajalisemat tuge sain alati positiivsetelt ja päikselistelt *Reet Neudorfilt ja Lja Stõunilt.*

Viimasena, kuid mitte vähemtähtsana soovin tänada oma peret, kes on toetanud minu doktoriõpinguid Tšehhi Vabariigis ja kindlustanud kodus turvalise tagala minu teadustööks ning külalisprofessori tööks mitmes välisülikoolis.

Kõik käsiraamatus esinevad vead ja puudujäägid tunnistan omaks. Olen tänulik, kui tähelepanelik lugeja neist teada annab ja kindlasti parandan need juba järgmises, uuendatud trükis.

1 AKADEEMILINE MEISTERLIKKUS

„Me õpime õpetama ja muutume paremateks õpetajateks läbi õpetamise, läbi tulemuste analüüsimise ja tagasiside tulemustega arvestamise. Õpetajakoolituse programmid ei õpeta meile, kuidas õpetada, parimal juhul õpetavad nad meid omandama vajalikke professionaalseid teadmisi ja oskusi, et neid rakendades oma õpetamist paremaks muuta ning ennast pidevalt täiendada.“ Bob Kizlik

Inseneridel on olnud meie tsivilisatsiooni arengus võtmetähtsus. Tänapäeval on inseneride roll isegi tähendusrikkam kui kunagi varem. Inseneril peavad olema väga laiapõhjalised kompetentsused: alates tehniliste probleemide lahendamise oskusest kuni oskusteni töötada meeskonnas ja analüüsida innovatsiooni võimalikke ökoloogilisi ning eetilisi tagajärgi.

Tehnikaülikoolide olulisust inseneride erialases ettevalmistamises on raske ülehinnata. Millisena näevad meie õpilased maailma tulevikus, sõltub omakorda, kuidas on selles kiirelt muutuv maailmas tulevased insenerid valmis lahendama mittestandardseid interdistsiplinaarseid ülesandeid. Just STEM valdkonna ja tehniliste erialaainete õppejõud on tehnikaülikoolides õppeprotsessi võtmetegelasteks. Õppejõud on ja jääb (vaatamata kaasaegsetele õpikeskkondadele ja uutele rakendatavatele tehnoloogiatele) õppeprotsessi juhtfiguuriks, tema teadmised, kogemused, seisukohad ning eeskuju on õpiastele olulised. Mitte alati ei anna me endale aga aru, et oma erialas pädevatel õppejõududel pole sageli piisavat akadeemilist meisterlikkust.

Käesolevas peatükis käsitletakse akadeemilise meisterlikkuse, õpetamisfilosoofia ja 21. sajandi põhioskustega seonduvaid küsimusi.

1.1 Nüüdisaegne ehk muutunud õpikäsitus

„Enne, kui Te sisenete klassiruumi, küsige endalt: „Kas ma saaksin teha algavas tunnis kõike seda, mida olen kavatsenud ka siis, kui klassiruumis ei oleks ühtegi õpilast?“ Kui Teie vastus on „jah“, siis ärge seda tehke.“ Ruben Cubero

Õppimist on kõikidel aegadel mõistatud kui uute teadmiste, oskuste, kogemuste ja väärtushoiakute omandamist. Teadmiste, oskuste ja kogemuste tuginevad leidlikkus ja loovus võivad viia õpilase suutlikkuseni näha uusi seoseid inimeste, objektide, sündmuste vms vahel – nii seatakse tihti kahtluse alla olemasolevad tõed, jõudes avastuse ehk uute teadmiseni, kusjuures tsüklil kordub uuel tasemel ja uutest tingimustes. Õppimise eesmärgiks insenerihariduses ei ole mitte ainult uute teadmiste, oskuste ja kogemuste omandamine, vaid ka mõtlemisoskuse sh tehnilise, loogilise ja kriitilise mõtlemise, analüüsi- ning integreerimisoskuste arendamine.

Nüüdisaegne ehk muutunud õpikäsitus. Õppimises kui protsessis ei ole mitte midagi muutunud: õpitu omandamise mehhanism, õpistiilid, mälu- ja temperamenditüübid, jms on läbi aegade jäänud samaks – me õpime ikka endistviisi – omandame uusi teadmisi, kordame olulisimat, seostame uusi teadmisi varemomandatud teadmistega, lõimime erinevate aine- ja eluvaldkondadega, lahendame erialaprobleeme, rakendame, harjutame ja kinnistame õpitu, analüüsime, reflekteerime ja mõtestame jne. Psühholoogia ja sh pedagoogilise psühholoogia seisukohti ei ole tänaseni ümber lükatud – õppimises kui protsessis ei ole midagi muutunud.

Muutunud on õpikeskkonnad ja uuenenud on ainesisu ning metoodika. Muutunud on õpikultuur, -oskused, -strateegiad, -harjumused ja õpilaste enesehinnang ning huvid. Mis aga kõige olulisem - muutunud ja uuenenud on tehnoloogia.

Meie ülesanne õpetajatena on õpetada oma õpilasi mõtlema ja õppima. Mõtlemise aluseks on teadmised - faktid ja mõisted, millele tuginedes on võimalik hakata seoseid looma. Õpetaja peab tundma õpiteooriaid ja mõistma, kuidas toimub õppimine. Samas üksi õpiteooria ei ole teisest parem. Õpetaja ülesanne on otsustada, millises õpituatsioonis millisele õpiteooriale tugineda või milliseid õpiteooriaid integreerida, et õppimine toetaks õpilaste arengut ja loovust ning arvestaks õpilaste erisuste ja õpioskustega. Hoiakud, oskused ja teadmised täiendavad üksteist, ühtegi komponenti ei saa ka kaasajal pidada õppimisel teisejärguliseks ega ühtegi õpiteooriat aegunuks.

Kaasajal on STEM valdkonna tulemuslikuks õpetamiseks seatud eesmärgiks jõuda tagasi (üli)kooli, päris õppimise juurde (Back to school and real learning! Nii on üles kutsunud rahvusvahelised inseneriorganisatsioonid), millele aitavad kaasa akadeemiline meisterlikkus, õppimiskeskus, suhtlemisoskus, meeskonnatöö, õppija arengu toetamine, individuaalse ja rühmatöö tasakaal, kogukonna tekkimine nii õpetamisel kui ka õppimisel ja igakülgne koostöö.

Muutused hariduses. Tänapäeval on vahendid asetunud eesmärkide asemele. Räägitakse õpikäsitusest, selle asemel et rääkida õpitava sisust. Digitaliseerimisest on tehtud eesmärk omaette, kuigi see on vaid üks paljudest vahenditest. Valitsema on pääsenud meetodikultuur, mis teeb tühjaks õppesisu. Meetodid on protsesside juhtimise ja valitsemise viisid, paraku on neist tasapisi saamas tähtsaim osa õpetajate ettevalmistamises ja õppesisele ei pöörata tähelepanu (Autio 2016). Haridus on see, mis jääb õpitust järele ja väljendab inimese kvaliteeti. Teadmiskäsitus, seda ka ülikoolides, on muutunud pinnaliseks. Räägime oskustest, kompetentsustest, kvaliteedist, ent mitte enam teadusest ja teadmisest. Õppimine on väga individuaalne tegevus. Kui inimene saab õppida vabalt ja ise õpitut tõlgendada, ei saa temast pime reeglite järgija, vaid loov isiksus. Loov isiksus näeb igasuguses olukorras alati võimalusi (Autio 2016). Sotsiaalsete oskuste ületähtsustamisel on hakanud tekkima teadmistest võõrandumise oht.

Millised on nüüdisaegse õpikäsituse sihid? Olulisimaks sihiks on süvaarusaamisega elukestev õppimine – see omakorda eeldab õpioskusi (õppima õppimist) ja enesejuhitud õppimist, vastutuse võtmist oma õppimise eest ning avatud hoiakuid. Avatud hoiakud eeldavad koostööd, kaasatust, valimisolekut ebaõnnestumisteks, seoste leidmise oskust, kriitilist mõtlemist, oma vigadest õppimist, huvi ja sisemist motiveeritust. Õpingute jooksul tuleks nimetatud oskuste omandamist toetada.

Traditsioon ja innovatsioon. Õpetaja on seoste looja ja väärtushoiakute kujundaja, kelle ülesandeks on olnud arendada õppijas kriitilist ja loovat mõtlemist, analüüsioskust, meeskonnatööoskust. Hariduses on kesksel kohal traditsioon ja innovatsioon. Selleks, et mõista, kas tegemist on innovatsiooniga, uuendusega, muutustega, tuleb omada ülevaadet traditsioonist, sh pedagoogika ajaloost. Nii arvatakse tihti näiteks ekslikult, et aktiivõpe, õuesõpe või õhinapõhisus on midagi uut ja innovaatilist – kuid **juba**

17. sajandil on Comenius oma teostes soovitanud:

- et õpilane peab olema õppimisel aktiivne;
- vii õpilased õue tõsielulistesse tingimustesse õppima, et nad saaksid ise ümbritsevat kogeda ja tegelikult mõista;

- analüüs, süntees ja võrdlemine loovad õpilasele õpitavast tervikpildi ja aitavad ümbritsevat maailma mõista;
- enne uue materjali õpetamist tuleb õpilaste meeled ette valmistada;
- õpilastes tuleb tekitada õpihuvi ning neid motiveerida;
- õppimisel tuleb aru saada ja alles siis meelde jätta, aga selleks, et õpilased aru saaksid, peab õpetaja tundma erinevaid õpetamise meetodeid;
- seletada tuleb lihtsalt ja arusaadavalt, tuues mitmeid näiteid võimalikult paljudele meeltele (didaktika kuldreegel);
- õpetamisel tuleks liikuda lihtsamalt keerulisemale, võttes arvesse mõõdukaid õppemahtusid ja aega;
- õpitavat materjali tuleb aru saamiseks rakendada ja seoseid luua, põhjused ja tagajärjed välja tuua;
- õpitavat materjali tuleb läbi arutada ja analüüsida;
- harjutamine on oluline, vead tuleb kohe parandada;
- leia selline õpetamise meetod, mille puhul õpetajad vähem õpetaks ja õpilased rohkem õpiks.

Seega kehtib sageli tuntud ütlus, et kõik uus on hästi äraunustatud vana ja ilmneb, et mitte alati ei ole tegu innovaatilise idee või meetodiga. Vaid pseudoteadused rahuldavad nüüdishetkega. Mõjus õpetamine ei tähenda kõige traditsioonilise väljaviskamist, vaid õpilaste suuremat kaasamist. Kindlasti ei suuda 100% õpilastest saavutada õpiväljundeid ja me ei suuda neid kõiki kaasata, kuid meie eesmärgiks võiks olla kaasata neist enamust ja õpetada nii, et võimalikult suurem osa meie õpilastest läbiks ainekursuse edukalt. Comeniuse õpetus on siin meile abiks.

Jackson on käsitlenud erinevaid õppimise traditsioone läbi aegade („Curriculum Encyclopaedia“, 1992):

- *õpipoisi traditsioon* – omandatavad teadmised seostatakse oskustega (vaatlus, praktika jne);
- *filosoofiline traditsioon* – õppimise aluseks on kaalutlev mõtlemine (dialoog, dispuut, küsimused jne);
- *retooriline traditsioon* – teadmiste allikaks on kirjalikud tekstid (küsimused, probleemid jne);
- *teaduslik traditsioon* – tõeni jõutakse vaid seda tõestava eksperimenteerimise kaudu;
- *psühhoteraapeutiline traditsioon* – õppimise aluseks on õpilase ja õpetaja vestlus avastamiseks üldisi tõdesid ja iseennast;
- *müstiline traditsioon* – teadmised võrduvad valgustatud saamisega (meditatsioon, intuiitvne mõistmine jne).

Soome teadlane Tuomo Kuosa on määratlenud hariduse ja õppimise paradigmade mudelid (Kuosaa 2007):

- **autoritaarne mudel** (1920 -1970), mida iseloomustab õpetaja „ülevall alla“ monoloog, mehaaniline õppimine, distsipliin ja kord, „jooksev“ sobitamine, meistri-õpipoisi suhe ja monotoonsus;
- **diskussioonimudel** (1970 – 2010), mida iseloomustab teadmiste rakendatavus, debatid ja diskussioonid, kriitiline mõtlemine, iseseisev teadmiste otsimine, õppima õppimine, IKT ja tehnoloogilised oskused, interaktsioon ja võrdsus, planeerimine ja ekspertiis;
- **võrgustikumudel** (2010 – 2030), mida iseloomustavad võrgustikutöö kompetentsused, suutlikkus luua sotsiaalselt teadmused, sotsiaalse interaktsiooni

oskus, teadmiste ja reeglite pidev muutumine, meeskonnaakadeemia (Team Academy) mudel.

Võrgustikumudel is rõhutatakse (Kuosa 2007):

- õppimine ja õpetamine on loomulikke, suunatud ja eesmärgistatud protsessid;
- õppimise juhtimine, analüüs ja süstemaatiline tagasiside on kesksed õpetamise strateegiad;
- oluline on süvaarusaamisega õppimine ja omandatud teadmiste-oskuste integreerimine tegevuspõhises õppes;
- õpetamine peaks olema õppijakeskne, arvestades õppija lähteteadmisi, eripära ja vajadusi;
- õppeaine eesmärgid, ainesisu, kaasaegsed õpikeskkonnad ja tehnilised õppevahendid määravad õppeaine õpetamise metoodika;
- toetada tuleks õppija arengut, õppima õppimist, analüüsioskust, kriitilist mõtlemist, loovust, ettevõtlikkust, kirjaliku ja suulise eneseväljendamise oskust;
- tähelepanu tuleks pöörata uute teadmiste loomisele erinevate aine- ja eluvaldkondadega, probleemilahendamise-, suhtlemis- ja meeskonnatöö oskustele.

Igasuguse õpetamise, sh STEM valdkonna õpetamisel on esmatähtis ainesisu tundmine – ainesisule vastavalt valitakse selle õpetamiseks sobiv metoodika. STEM valdkonna õppeainete mõjusa õpetamise puhul on kõige olulisem ainesisu tundmine ja selle oskuslik valik õpilaste loogilises järgnevuses. Metoodika ei ole eesmärk omaette. Õpetaja valib ainesisule vastavalt selle õpetamiseks kõige sobivama metoodika – metoodika on seega õpetaja tööriist. Õpetamiseks sobiva metoodika valikul on määravad õpetatava aine sisu, õppe-eesmärgid, õpilaste eelteadmised ja erisused, tehnilised vahendid ning kaasaegsed õpikeskkonnad. STEM valdkonna õpetamisel peab õpetaja tundma ainesisu sügavuti, sest ainuüksi hea õpetamisoskuse ehk metoodika tundmisega selles valdkonnas mõjusalt õpetada pole võimalik (vt jaotis 2.6 – Õppetegevuse mõjusuured ja suhtlemise mõjusüsteem).

Õppimine ja õpetamine STEM valdkonnas – faktid või seosed – või hoopis mõlemad? Pidevalt on kuulda innustavaid üleskutseid, et kaasaja õpilastele tuleb ennekõike õpetada seoste loomist ja eluliste interdistsiplinaarsete ülesannete lahendamist, aga mitte kuivi faktiteadmisi, sest need koormavad liigselt mälu ega anna kaasaegset haridust. Siinkohal tuleb kohe selgeks teha STEM valdkonna õpetamise keskne põhimõte – teadmised tuginevad valdkonna seostatud faktidele, mõistetele, teooriatele, printsiipidele jne. Mõtlemise aluseks on teadmised, faktid ja mõisted, millele tuginedes on üldse võimalik seoseid luua.

Seoseid ei ole võimalik luua STEM valdkonna erialateadmisi omandamata. Mõelda ei ole võimalik ilma mõteteta. Samamoodi nagu pole võimalik ehitada silda, mis ei toetuks tugevatele alustaladele. Analüüsida ja hinnanguid anda ning uusi ideid arendada ja luua on võimalik vaid siis, kui erialateadmised on kindlalt omandatud, neist on sügavuti aru saadud ning neid on ka rakendatud ja analüüsitud. Seetõttu pole ka võimalik õppida alusteadmisi integreerima neid eelnevalt omandamata.

E-õpe. IKT ei ole kuldvõtmeke. IKT sh e-õpe on õppimist toetavad tehnilised vahendid. STEM valdkonna õpetamise puhul on oluline ainesisu. Ainesisule vastavalt valitakse õpetamise metoodika ja õpetamiseks sobivad tehnilised vahendid. E-õpe on õppimine, mis toimub kas osaliselt või täielikult digitehnoloogiliste vahendite abil ja annab õpilasele võimaluse õppimiseks just talle sobivas kohas ja sobival ajal. Ollakse seisukohal, et tulevikus langeb STEM valdkonnas teooriaõppes põhiraskus e-õppele, mida toetavad kaug- ja virtuaallaborid, virtuaalne rühmatöö, netiseminarid jms. Kontaktõpe ei kaota aga STEM valdkonna õpetamisel-õppimisel oma tähtsust ka tulevikus, sest valdkonna õppimine eeldab lisaks reaalsete laboritööde teostamist, erialaseadmete käsitlemist, eriala töövõtete harjutamist, praktikat ja

reaalset meeskonnatööd jms. Uuringud on tõestanud, et reaalne meeskonnatöö toetab kõige enam innovaatiliste ideede genereerimist, loovust ja innovatsiooni ning interdistsiplinaarsete probleemide lahendamist – reaalne meeskonnatöö on tunduvalt efektiivsem ja tulemusrikkam kui virtuaalne. STEM valdkonnas jääb e-õpe kontaktõpet alati toetama, sest seda on raskem iseseisvalt õppida, alati võib tekkida oht, kus internetis loetut interpreteeritakse erinevalt tegelikkusest ja see takistab süvaarusaamisega õppimist (Pentland 2012, Warber 2014) (vt jaotis 8.5.9).

Probleemõpe. Probleemõpe (*Problem-Based Learning* ehk *PBL*) on õppijakeskne õppe kavandamise (aktiiv- ehk tegevuspõhise õppe) meetod, mille käigus omandatakse õppesisu elulise probleemi analüüsimise ja lahendamise kaudu ja mis arendab loovat, analüütilist ning kriitilist mõtlemist. Probleemi lahendamisel integreeritakse erinevates ainetes omandatud teadmised, struktureeritakse ümber ja konstrueeritakse uusi teadmisi. Strateegias on oluline roll meeskonnatööl, mida kombineeritakse iseseisva tööga. Tänu õppijakesksusele arenevad probleemõppes lisaks erialastele pädevustele ka mitmed üldpädevused. Probleemid on tavaliselt interdistsiplinaarsed ja sobivad seepärast hästi erinevate õppeainete lõimimiseks. Probleemõppe üks vorme on ka **nähtuse- ehk ilmingupõhine õpe** (*Phenomenon-Based Learning, PhenoBL*), mille raames õpitakse läbi holistiliste tõsieluliste probleemide lahendamise ja õppeainete integreerimise (vt jaotised 8.1.1. ja 8.5.7).

Pingutustevaba õppimise sündroom. Pingutustevaba õppimise (ja ka töö) sündroom on umbes 25 aastat tagasi heaoluühiskonnas tekkinud ja nakkuslikult leviv haigus. Ei ole midagi ilusamat kui tõestada inimesele, et tal on õigus valida talle meeldivat haridust ja et kool peaks olema pingevaba ning huvitav suhtlemiskeskond, kus puudub diskrimineeriv hindamine. Sellist ideaalkooli on kerge luua ja viimase mõnekümne aasta jooksul on maailmas nähtud mitmesuguse uudse suunitlusega koole - huvitav kool, hinneteta kool, õnnelik kool, pingutustevaba kool, õppejõududeta ülikool jne (Reedik 2015).

Tegelikult on need kõik eelpoolnimetatud sündroomi erinevad ilmingud ja nende ühine tunnus on **õppimise ja teadmiste asendamine vaba mõttevahetuse, vaidluse ja hinnangutega**. Kirjeldatud haigus süveneb esimeste hariduslike valikute tegemisel ja üha harvem on nendeks raskemini omandatavad reaalained - matemaatika, füüsika ja keemia. **Õppimist STEM valdkonnas ei saa ega tohigi asendada vaba mõttevahetuse, vaidluste ega hinnangutega.**

Vaimne laiskus kui „nakkushaigus“. Vaimne laiskus on soov mitte tegeleda vaimse tegevusega, mitte mõelda, mitte analüüsida, pingutada ega arutleda. **Vaimne laiskus kui nakkushaigus on reeglina õpioskuste puudumise ja pingutustevaba õppimise tulemus.** Vaimne laiskus on haiguslik nähtus, mille väljenduseks on ükskõiksus, kõrge ärrituvus ja nõrk töövõime.

Õpetaja väljakutsed 21. sajandil. Kindlasti ei tea me, mida tuleks õpilastele õpetada, et nad 21. sajandi kodanikena tulevikus hakkama saaksid, küll aga peaksime täna keskenduma mõtlemise käivitamisele, toetava õppekeskkonna loomisele, kontekstipõhisele õpetamisele, tõsieluliste õpituatsioonidele ja tegevuspõhisele õppimisele ning õppima õpetamisele. Õpilased peaksid oskama leida vajalikku informatsiooni ja selle õigsust hinnata. Vajalik on STEM valdkonna alusteadmiste omandamine füüsikas, matemaatikas, keemias, õpitavas erialavaldkonnas, IKT-s ja lisaks insenerile vajalike analüüsioskuste arendamine. Insenerivaldkonna õppeainete õpetamisel tuleks õpilastele anda võimalus aktiivselt tegutseda, õpitut analüüsida, osaleda probleem- ja projektõppes, teha meeskonnatööd. Kindlasti peaks ka kaasaegses insenerihariduses jääma oma koht loengutele ja praktikumidele, aga teemaprojektid, probleemilahendus, kogemusõpe, aktiivõpe jms peaksid lisaks ilmestama inseneride väljaõpet (Melezinek 1999, Felder 2006).

Õppimine toimub läbi raskuste ja vastuolude ületamise. Kõlab ju kaunilt, kui räägime 21. sajandil vaid õhinapõhisest ja särasilmsest õppimisest, mis on siiski vastuolus looduse ja psühholoogia seaduspärasustega. Areng kulgeb ikka ainult läbi protsesside, mida õpilane üle elab, ka läbi negatiivsete ja positiivsete emotsioonide, läbi pingutuste, läbi aktiivse tegutsemise, õnnestumiste ja ebaõnnestumiste, metakognitsiooni, tagasiside ning oma vigadest ja eksimustest õppimise – õppimises ei ole mitte midagi muutunud (Vygotski 1978, Leppik 2016).

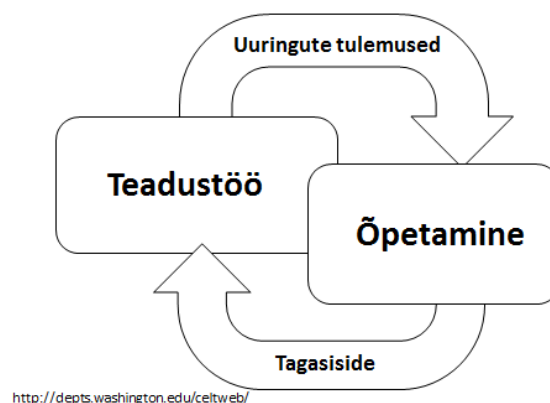
1.2 Akadeemiline meisterlikkus

„Enamus alustavaid kõrg- ja ülikoolide õppejõude on samas olukorras nagu autojuhid, kellele ulatatakse autosalongis uue auto võtmed ilma, et nad eelnevalt peaksid läbima kursusi autokoolis. Nii sõidavadki ühed ainult otse, tehes vaid parempöördeid, teised jõnksutavad käsipidurit maha võtmata, kolmandad aga kihutavad õigest teeotsast mööda ega pööra tähelepanu summutajast tulevale tumedale tossule, kusjuures keegi neist ei vaata ei külje- ega tahavaate-peeglisse.“ Richard Felder

Akadeemiline meisterlikkus (Scholarship of Teaching and Learning ehk SoTL). Akadeemiline meisterlikkus on õpetamise kvaliteedi mõõdupuuks ja mõjusa õpetamise arengumootoriks.

Akadeemiline meisterlikkus eeldab, et õpetamist on uuritud, kriitiliselt ja didaktiliselt analüüsitud, tagasisidestatud ja dokumenteeritud (näiteks õppejõu portfoolios, eneseanalüüsil, kolleegide tagasisidel) ning erialakogukonna liikmed väärtustavad, rakendavad, jagavad, soodustavad ja arendavad ühiselt meisterlikku õpetamist ning õppimist (näiteks läbi mentorluse, tagasiside, õpetamise kvaliteedi tõstmise ja uurimistulemuste publitseerimise).

Akadeemilise meisterlikkuse sünergia. Rahvusvaheliselt tunnustatud insenerihariduse teadusuuringute alusel parendatakse pidevalt valdkonna õppeainete õpetamise kvaliteeti, kusjuures teadusuuringute, õpetamise mõjususe ja arendustegevuste vahel tekib sünergia (**sele 1.1**).



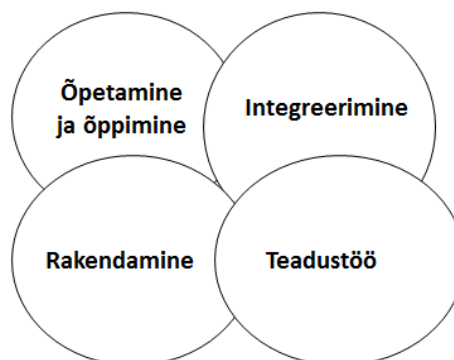
Sele 1.1 - Teadustöö ja õpetamise [integreerimine](#)

Akadeemilise meisterlikkuse eesmärgiks on, et õpilased õpiksid sisukamalt, sügavuti ja eesmärgipäraselt (Hutchings 1999, Shulman 1999, Boyer 1990). Akadeemiline meisterlikkus STEM valdkonnas eeldab õpetajalt sügavaid ja laiapõhjalisi erialaseid teadmisi, õpilaste eelteadmistega

arvestamist, erinevate õppemeetodite rakendamist, rakendatud meetodite mõjususe analüüsi ja tulemuste jagamist tagasisides ning mentorluses.

Boyer (1990) eristab õppejõu akadeemilise meisterlikkuse nelja vormi (sele 1.2), mis moodustavad ühtse süsteemi ja täiendavad üksteist:

- *akadeemiline meisterlikkus õpetamises ja õppimises* – toimub õppimise ja õpetamise süstemaatiline uurimine ning analüüs, kolleegide tagasiside, parimate praktikate jagamine, enesetäiendamine (teaduskirjandusega tutvumine, konverentsidel osalemine, mentorlus), innovaatiliste ideede rakendamine ja hindamine, enesetäiendamine nii õpetatavas erialas kui ka pedagoogikas. Eesmärgiks on õpetamise ja õppimise parendamine, aktiivõppe kasutamine, õppurite kaasamine, loovuse toetamine, inspireeriv õpetamine, koostöö õppuritega jne;
- *akadeemiline meisterlikkus integreerimises* – oskus integreerida õppeaine isoleeritud fakte, erinevaid teemasid, erinevaid õppeaineid, õpetada integreeritult, luues seeläbi sügavuti õppimiseks vajalikke seoseid, kasutades probleemipõhist integreerivat ja interdistsiplinaarset õpet (vt jaotis 8.1.1 – Interdistsiplinaarne ja integreeriv õpe);
- *akadeemiline meisterlikkus teadustöös* – osalemine erialavaldkonna teaduslikes uurimisprojektides, oma õpetamise ja õpilaste õppimise uurimine;
- *akadeemiline meisterlikkus rakendamises* – koostöö ettevõtetega uurimistöö tulemuste rakendamisel, eluliste probleemide lahendamisel, ettevõtetele vajaliku uurimistöö läbiviimine, tööandjate vajadustega arvestamine õppekavade väljatöötamisel, ühiskonna teenimine.



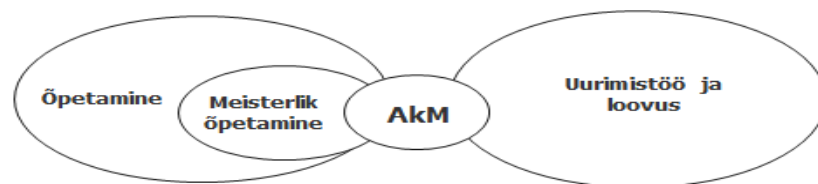
Sele 1.2 – Õppejõu akadeemilise meisterlikkuse vormid (Boyer 1990)

Meisterlik õpetamine (*Scholarly Teaching*). Meisterliku õpetamise puhul analüüsib õpetaja õppetegevust eesmärgiga parendada õpetamist ja toetada õppureid õppimisel. Õpetaja on teadlik uuematest arengutest erialas ja pedagoogikas ning rakendab uuemaid meetodeid oma aine õpetamisel. Meisterlik õpetamine moodustab kvaliteetsema õpetamise vormi, millest omakorda kõrgema kvaliteediga on akadeemiline meisterlikkus (vt **sele 1.3**).

Glassick (1997) toob välja meisterliku õpetamise põhitunnused:

- *selgelt mõistetavad eesmärgid* – realselt saavutatavate eesmärkide püstitamine, nende tutvustamine õppuritele ja olulisima materjali eesmärgipärane õpetamine;

- *õppejõudude vastav ettevalmistus* – õppejõudude kvalifikatsioon, erialane ja pedagoogiline kompetentsus, selle tõstmise vajalikkuse mõistmine, vajalike ressursside kasutamise oskus;
- *õppimise ja õpetamise teoreetilise ja filosoofilise aluse mõistmine*;
- *kaasajastatud ainesisu ja selle õpetamiseks sobiva metoodika valik ning rakendamine* – ainesisu ja õppematerjali õpetamiseks sobiva metoodika valik, hindamismeetodite valik, valitud metoodika rakendamise oskus, ainemahule vastav õpetamine, õppetegevuse loogiline ülesehitus, paindlikkus;
- *tähtenduslik õppimine* – õpitulemuste analüüs ja tagasiside. Kas õpilased omandasid õppeaine õpiväljundid, mida olulist ja vajalikku õppeaines omandati, kas tekkis huvi edasiõppimiseks?
- *mõjus suhtlemine* – õppejõudude suhtlemine nii õppurite, kolleegide kui ka avalikkusega. Selgelt mõistetavus, väljendus- ja esitlusoskus, õppurite motiveerimine ja kaasamine, parimate praktikate jagamine, uudsete õppemeetodite rakendamine, konverentsidel ja seminaridel osalemine, kirjandusega tutvumine;
- mõjusa õpetamise kaudu õpilaste õppimise toetamine;
- *kriitiline analüüs ja eneseanalüüs* – õpetamise ja õppimise analüüs, enesearendamine ja -analüüs, mentorlus, kolleegide tagasiside, sh ülikoolisisesed uurimisgrandid oma õpetamise uurimiseks ja parendamiseks.



Thompson 2001

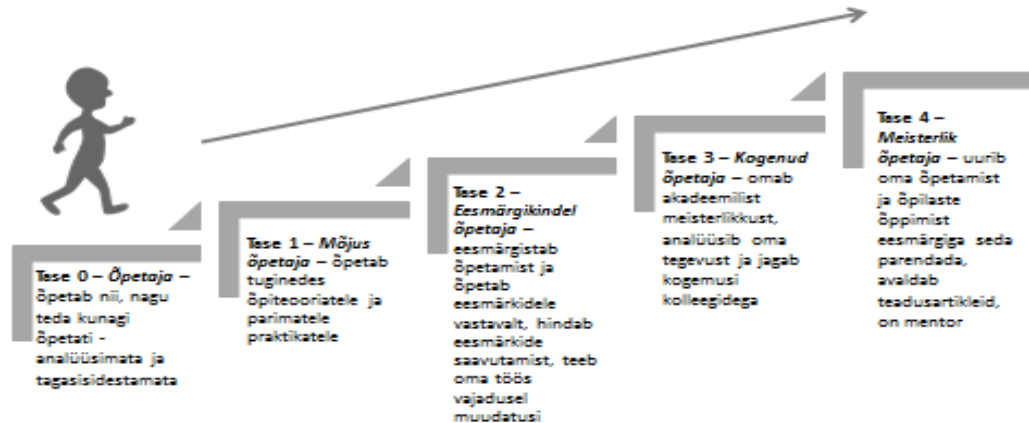
Sele 1.3 – Meisterlik õpetamine STEM valdkonnas (Thompson 2001)
(AkM – akadeemiline meisterlikkus)

Õpetaja akadeemilise meisterlikkuse areng. Tavaliselt algab STEM valdkonna õpetaja töö õppejõuna magistriõppe järel või doktoriõppes, kusjuures tihti alustatakse õpetajatööga ilma eelneva pedagoogilise ettevalmistusega ja õpetaja õpetab nii, nagu teda ennast kunagi õpetati (vt **sele 1.4**). Seejärel läbib õpetaja akadeemiline meisterlikkus **selel 1.4** esitatud arengutasemed (Oreta 2015).

STEM õpetamise uurimine. Oma õpetamise uurimisel rakendatakse tavaliselt järgmisi uurimismeetodeid (Oreta 2015):

- sisuanalüüs;
- eksperiment;
- fookusgrupi intervjuu;

- tegevusanalüüs;
- küsimustikud;
- juhtumianalüüs;
- multimeetodiline uurimus;
- portfoolio;
- Delfi meetod;
- jne.



Sele 1.4 – STEM õpetaja akadeemilise meisterlikkuse areng (Oreta 2015)

STEM õpetamise uurimise protsess koosneb järgmistest etappidest (Oreta 2015):

- õpetamise analüüs;
- uurimisprobleemi defineerimine;
- uurimisküsimuste täpsustamine (näiteks: Kas aktiivõppe kasutamine parendab õpitulemusi? Kas interaktiivsed loengud on mõjusamad kui klassikalised loengud? Kas rühmatöö sobib STEM õppeainete õpetamiseks? Milline õppekeskkond toetab kõige paremini STEM valdkonna õppeainete õppimist? Kas tehnoloogia kasutamine soodustab STEM õppeainete õppimist? jne);
- kirjandusega tutvumine;
- eetiliste probleemidega arvestamine;
- uurimistöö kavandamine, hüpoteeside püstitamine;
- andmete kogumine ja analüüs (vt <http://samm.ut.ee/avaleht>);
- tulemuste kokkuvõte, järeldused, soovitusel;
- uurimistulemuste publitseerimine ja rakendamine õpetamise kvaliteedi parendamiseks.

Akadeemilise meisterlikkuse 3 põhiküsimuste valdkonda (Andrawis 2009, Kreber 2001) (**sele 1.5**):

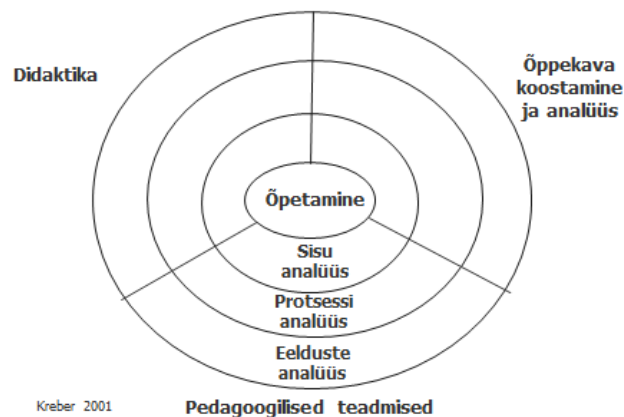
- *didaktikaga seonduvad küsimused* – õppetöö kujundamisega seonduv, ainekursuse ülesehitus, hindamise põhimõtted, meetodika jne;
- *õppekava koostamise ja arendamisega seonduvad küsimused* – õppe-eesmärgid, õpiväljundid, moodulid, õppe- ja ainekavad, ainesisu jne;
- *pedagoogilised küsimused* – kuidas toetada õpilaste õppimist, kuidas õpetada õpilasi sügavuti õppima, eneseanalüüs, motivatsioon jne.

Kreberi (2001) akadeemilise meisterlikkuse mudel. Mudel tugineb akadeemilise meisterlikkuse eelpool tutvustatud põhiküsimustele ja jaotab iga küsimuse omakorda kolmeks tasemeks, seega tuleks Kreberi (2001) akadeemilise meisterlikkuse mudeli alusel analüüsida õppejõu akadeemilist meisterlikkust kolmes põhiküsimuse valdkonnas:

- õppekava sh ainekava koostamine ja analüüs;
- didaktika;
- pedagoogilised teadmised.

Ja seda kolmel erineval tasemel (seega kokku 9 tasemel) (vt **sele 1.5**) :

- eelduste analüüs;
- protsessi analüüs;
- sisu analüüs.



Sele 1.5 – Kreberi (2001) akadeemilise meisterlikkuse mudel

Kolb'i kogemusõppe mudeli alusel võib öelda, et õpetamine ja meisterlik õpetamine (**sele 2.13** alusel) toimuvad tavaliselt Kolbi mudeli 2. sektsioonis. Akadeemiline meisterlikkus rakendub aga Kolbi mudeli 4. sektsioonis, kus rakendatakse omandatud teadmisi uutes tingimustes ja probleemilahenduses (vt **sele 1.6**) (vt jaotis 4.2.4.1 – Kolbi kogemusõppe teooria ja õpistiilide mudel).

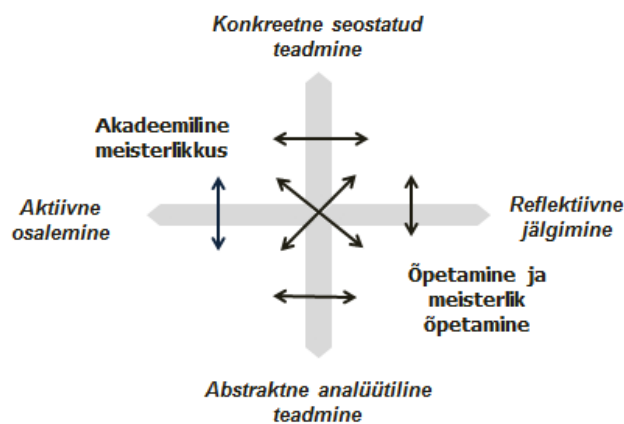
Akadeemilise meisterlikkuse rakendamist ülikoolis mõjutavad järgmised faktorid:

- ülikooli prioriteedid;
- teaduskonna ja instituudi prioriteedid;
- tasustamise võimalused;

- aeg ja vajalikud ressursid;
- õppejõudude isiklikud prioriteedid ja huvid;
- õpetatava õppeaine ja professionaalsusega seonduvad väärtused.

Miks akadeemiline meisterlikkus? Akadeemiline meisterlikkus (Andrawis 2009):

- annab ülevaate õppetöö kvaliteedist ja võimaldab seda parendada;
- võimaldab luua interdistsiplinaarseid praktikakogukondi ja anda ning saada kolleegidelt tagasisidet;
- toetab õpilaste tähenduslikku ja sügavuti arusaamisega õppimist;
- väärtustab õppejõudude tööd ja professionaalsust.



Kolb 1999

Sele 1.6 – Akadeemiline meisterlikkus kogemusõppes (Kolb 1999)

Akadeemilist meisterlikkust toetab õpetamispraktika (vt sele 1.7), mille aluseks on järgmised tööriistad (Fink 2014):

- *teaduskirjanduse lugemine, õppimine ja enesetäiendamine* – õpetamise ja õppimise parendamine, enesetäiendamine õpetatavas erialas, pedagoogikas ja didaktikas, e-õpe, meedia ja tehnoloogia kasutamine, tagasiside, kaasajastatud õppemeetodid jne;
- *õpetamispraktika arendamine ja parendamine* – oma õpetamise uurimine, kontrollimine, kas õpetamine toetab õppimist, ainekursuse sh ainesisu analüüs, õpilaste teadmiste, oskuste ja kompetentsuste analüüs, hindamise analüüs, õpilaste edasijõudmise analüüs, õpilaste enesejuhtimisega õppimise analüüs, õpianalüütika, õpilaste aktiivsuse ja kaasatuse analüüs, õpetaja rahulolu analüüs jne;
- *publitseerimine ja tulemuste esitlemine* – kogemuste jagamine kolleegidega, tagasiside, uuringutulemuste publitseerimine, esinemine konverentsidel, mentorlus jne.

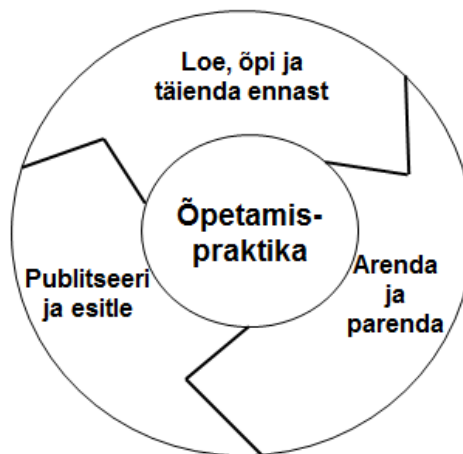
Ühiskond meie ümber kipub nii kiirelt muutuma, et ajaga kaasaskäimiseks peaksime kogu aeg kõvasti pingutama. Ülikooli eesmärgiks on luua vajalikud tingimused sügavuti õppimiseks ja võimalikult hästi toetada üliõpilasi õppimisel. Kiiresti muutuvas maailmas on kõige olulisem õpilaste kohanemisvõime.

Erialateadmised, tulevikus ka mitme eriala teadmised samaaegselt, on olulised eeldused kohanemisvõime saavutamisel.

Dee Fink (2014) on koostanud õppejõududele enesearendamise mudeli:

- valmistuge pidevalt tulemuslike ainetundide läbiviimiseks;
- investeerige 35-40 tundi aastas enesearendamiseks – ülikooli poolt pakutavasse õpetaja- ja õppejõukoolitusse;
- õpetage kolleegidega üksteist, jagage parimaid praktikaid;
- küsige ja andke perioodiliselt kolleegidelt tagasisidet, samuti küsige tagasisidet õpilastelt;
- arutlege, analüüsige, kuidas paremini õpetada ja oma õpilaste õppimist toetada;
- koostage oma õpetamise portfoolio, täiendage seda pidevalt ja vaadake aeg-ajalt üle;
- osalege mentorluses ja/või coachingus.

Kui õppejõud on oma eriala spetsialist (omab laiapõhjalisi teadmisi õpetatavas õppeaines), tunneb õpiteooriaid, omab ülevaadet erinevatest didaktilistest mudelitest ja oskab neid rakendada, oskab valida oma ainesisule ning õpikeskkonnale sobivaid õppemeetodeid, annab tagasisidet ja arvestab oma töös õppurite tagasisidega, on empaatiline ning oskab suhelda õpilastega ja juhtida õpiprotsessi – siis on tegemist igati professionaalse ja kõrge akadeemilise meisterlikkusega õppejõuga.



Sele 1.7 – Akadeemilise meisterlikkuse tööriistad

Akadeemilist meisterlikkust hinnatakse õppejõu järgmiste näitajate alusel:

- õpetamisoskused – praktilised kogemused õppetegevuse kavandamisel, organiseerimisel, juhtimisel ja juhendamisel, rakendamisel, hindamisel, arendamisel, õppematerjalide koostamisel, õppijate erisustega arvestamisel jne.

- teoreetilised teadmised – pedagoogilised teadmised õppimisest ja õpetamisest, õpiteooriatest, oma valdkonna õpetamise eripärast, aga ka erialased teadmised.
- arengusoo – õppejõud täidab eesmärgid ja parendab ning arendab õpetamist, näeb nn suurt pilti, seob teooria ja praktika ning toetab õpilaste arengut, aga pühendub ka enesearendamisele.
- analüüsioskus - analüüsib kriitiliselt oma tegevust, jälgib, annab tagasisidet, hindab ja arendab jne.
- suhtlemisoskus - osaleb pedagoogilises tegevuses, kollegiaalses tagasisides, õpikogukonna tegevustes, mentorluse jne.
- koostöö – teeb kolleegidega koostööd, osaleb rahvusvahelistes võrgustikes, teeb koostööd tööstusettevõtetega, töandjatega jne.

Adolf Melezinek, Rahvusvahelise Inseneripedagoogika Ühingu IGIP looja ja tunnustatud insenerpedagoog on öelnud: „Ärge leppige sellega, kui Te õpetate väga hästi – püüelge akadeemilise meisterlikkuse ja suurepärase õpetamise poole!“

1.3 Õpetamisfilosoofia ja õpetamise kvaliteet

“Me oleme kõik ebaõnnestunud, vähemalt parimad meist” J.M. Barrie

Õpetamisfilosoofia ehk –kreedo (*Teaching Philosophy, Teaching Credo* või *Teaching Philosophy Statement*) on viimasel ajal populaarsust koguv meetod õppejõu/õpetaja õpetamisalaste seisukohtade, kogemuste ja pühendumuse kirjeldamiseks (kuni 2 lk), mis omakorda moodustab keskse osa õppejõu/õpetaja portfooliost, mida täiendavad õpilaste ja kolleegide tagasiside, lisamaterjalid sh koostatud õppematerjalid, fotod, videolingid, eneseanalüüs jm. Õpetamisfilosoofia on analüüs, mis kirjeldab õppejõu arusaama mõjusast õpetamisest ja õppimisest, see on reeglina eriala- ning organisatsioonispetsiifiline. <https://tl.mit.edu/help/developing-teaching-philosophy-statement>

Õpetamisfilosoofia kujundamisel oleks soovitav keskenduda näiteks järgmistele küsimustele:

- mis on minu arvates õppimine ja õpetamine?
- millised on minu õpetatava õppeaine eesmärgid, ainesisu?
- mida peavad tegema õpilased, et minu õppeaines hästi hakkama saada?
- kuidas saaksin oma õpilaste arengut toetada?
- kuidas on võimalik minu õppeaines hinnata õppimise-õpetamise kvaliteeti?
- kuidas paremini küsida ja anda tagasisidet?
- kuidas huvitavamalt ja motiveerivamalt oma õppeainet õpetada?
- milliseid õppemeetodeid võiksin kasutada oma õppeaine õpetamisel?
- millisele õpiteooriale oma õppeaine õpetamisel tugineda?
- jne.

Õppekvaliteet on parameeter, mis hindab kui hästi toetatakse õppija arengut (Henard 2012).

Kvaliteetne õpetamine STEM valdkonnas. Õpilastes peituvate võimete avaldumisel ja õppimise kvaliteedis mängib põhilist rolli õpetamise kvaliteet. Õpetamise kvaliteeti näitab õpilaste suutlikkus õpitust aru saada, kuidas nad oskavad omandatud mõistetele rajada uusi teadmisi, kuidas nad kasutavad, seostavad uusi ideid, mõtteid ja uut omandatud infot oma isikliku mõtlemisstruktuuri arendamiseks (Henard 2012).

Õpetatakse ja õpitakse mitut moodi. Teatud õppimisviisid on õpilastele enam meelepärased kui teised, aga kas õpetajad samu lähenemisi ilmtingimata vajalikuks peavad, on omaette küsimus – õpetamise põhieesmärk on ju kokkuvõttes siiski õppija areng.

Wilbert McKeachie (2006) toob õpetamisfilosoofia koostamiseks välja järgmised mõtted:

- oluline ei ole niivõrd õpetamine kui õppimine. Õpetamine hõlmab nii rääkimist kui ka kuulamist, aktiivset tegevust ja mõtlemist. Õppuritel on oma kogemused, ootused ja nad võivad uut materjali erinevalt interpreteerida;
- õpetajad võivad vahel ka eksida. Kui nad eksivad liiga tihti, ei peaks nad õpetama. Kui nad ei eksi mitte kunagi, siis peaksid nad olema taevas, mitte õpetama koolis. Kui eksite, siis tunnistage seda ja parandage viga;
- klassid ja õpperühmad on erinevad ja seetõttu muutub ka õpetamine. Ärge kaotage lootust, kui mõnele õppurile Teie õpetamine ei meeldi. Kõigile ei saa ega peagi meeldima. Te võite kaasata kõiki õppureid vahetevahel, mõningaid õppureid kogu aeg, kuid Te ei saa alati kaasata kõiki õppureid;
- õpiväljundite saavutamine ei garanteeri veel seda, et õppurid täiendaksid ennast Teie õppeaines ka edaspidi elukestvas õppes – selleks tuleks huvi äratada;
- õppimine toimub kõige sagedamini pärast tundi, väljaspool klassiruumi tegevusi, seega andke kindlasti ka kodutöid kordamiseks ja kontrollige neid, et õppurid saaksid tagasisidet;
- õppurite tagasiside küsimisel tuleb arvestada tõsiasjaga, et õppurid ei ole pädevad andma tagasisidet pedagoogika, didaktika ja õpetamise vaatevinklist, seega peaks nendelt tagasisidet küsima õppimise vaatevinklist;
- üks paremaid võimalusi õpetamise kvaliteedi parendamiseks on refleksioon, et mõista mida teha teisiti, et õppurid paremini õpiväljundeid saavutaks ja süvaarusaamisega õpiksid.

Milline on hea õpetaja? Linda Darling-Hammond (2011) Stanfordin ülikoolist on välja toonud järgmised hea õpetaja tunnused:

- kaasab tunnis aktiivselt kõiki õpilasi;
- koostab intellektuaalset väljakutset esitavaid probleemülesandeid;
- kasutab erinevaid õpetamise strateegiaid ja meetodeid;
- hindab õpilasi pidevalt ja kohandab ülesanded vastavalt õpilaste eelteadmistele ning vajadustele;
- võimaldab ja loob mõjusat toetust ning tuge;
- kehtestab selged nõudmised ja põhimõtted, annab tagasisidet ja võimalusi tööd üle vaadata;
- loob ja juhib koostööd, kus kõik on ühteviisi aktiivsed ja kaasatud.
- tal peab olema tugev erialane teadmispagas ja läbitud pedagoogiline koolitus, soovitatavalt omab ta ka vastavat tunnistust (kvalifikatsiooni).

The Delta Gamma Kappa Society International (DKG) uuring "What Makes a Good Teacher?" (n=974, essee alusel Eestis 2013.a DKG toimetistes publitseeritud teadusartikli andmetel) enamesinenud õpilaste vastuste alusel on hea õpetaja:

- *fair* – ehk aus ja õiglane;
- laia silmaringiga;
- oma ainet tiptasemel valdav;
- sõbralik ja heatahtlik;
- usaldusväärne;
- huumorisoonega.

Euroopa komisjoni raportis „Kõrghariduse kaasajastamine“ (juuni 2013) on püstitatud eesmärk moderniseerida Euroopa kõrgharidus ja välja toodud soovitus, et aastaks 2020 oleksid ülikoolide õppejõud läbinud lisaks erialasele õppele ka pedagoogilise (täiendus)koolituse. Nimetatud dokumendis on esitatud ka kvaliteetse õpetamise järgmised tunnused.

Kvaliteetne õpetamine (Kõrghariduse kaasajastamine 2013):

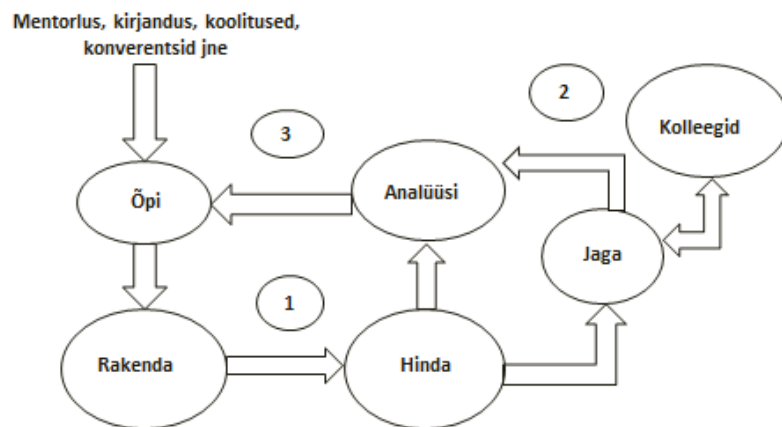
- annab üliõpilastele enesekindlust, toetab nende loovust ja uudishimu;
- motiveerib ja on õpilasekeskne kahepoolne protsess, kus on olulisel kohal õppurite enesejuhtimine ning vastutus;
- aktiveerib kõrgemal tasemel mõtlemist, julgustab küsimusi esitama ja õpetab lahendama elulisi probleemülesandeid;
- võimaldab loovat ja kriitilist mõtlemist, arvestab õppurite erisuste ning õpistiilidega;
- eeldab kaasaegsete mõjusate õppemeetodite rakendamist. Õpetamise kvaliteedi parendamine.

L. Dee Fink (2010) on rõhutanud, et õpetajad ja õppejõud peaksid õpetamise kvaliteedi parendamise eesmärgil keskenduma järgmistele küsimustele (http://www2.suffolk.edu/files/CTE/fink_joy_presentation.pdf) :

- **mida me õpetame?** Mida me soovime, et me õpilased oskaksid ja teaksid pärast meie ainekursuse läbimist? Täna anname me reeglina edasi erialaseid teadmisi, ainesisu, st edastame informatsiooni. Tuginedes Dee Fink'i tähendusliku õppimise taksonoomiale (vt jaotis 3.3.6) peaksime ainesisu valikul lähtuma kaasaegsest erialakirjandusest, õpetama oma õpilasi nii, et nad saaksid sügavuti aru ja mäletaksid õpitut, oskaksid õpitut rakendada ning integreerida teiste õppeainetega õppekavas, väärtustaksid õpitut ja jätkaksid elukestva õppe raames oma teadmiste täiendamist ka tulevikus, mõistaksid teadmiste järeloomu nii isiklikus kui ka sotsiaalses plaanis.
- **kuidas õpilased õpivad ja õpetajad õpetavad?** Me peaksime aru saama, kuidas õpilased õpivad, mis on üldse õppimine ja mis õpetamine. Me võime informatsiooni edastada, aga teadmisi me edastada ei saa. Edastatud info ja loodud seoste alusel saavad õpilased ise konstrueerida oma teadmispagasi ja mõista, mida selle pagasiga peale hakata, seda ka sotsiaalses plaanis – me võime küll oma teadmised ise konstrueerida, kuid koostöös, dialoogis ja meeskonnas jõuaksime me tunduvalt paremale tulemusele. Mõjusam õpetamine eeldab ka mõjusamaid õppemeetodeid (vt jaotis 8 – Õppemeetodid ja strateegiad STEM valdkonnas). Samas on

tänapäeva õppurid muutunud, nende õpistiilid ja õppimine ise on omandanud sootuks uue dimensiooni (vt jaotis 4 – Psühholoogilised ja sotsioloogilised aspektid).

- **kuidas me õppejõududena ise õpime ja oma teadmisi täiendame?** Kui täiendame end iseseisvalt, raamatuid ja teadusartikleid lugedes, läbime õppejõu õpitsükli 1. taseme (vt **sele 1.8** ja **sele 1.9**), kui arutame kolleegidega omavahel või analüüsime seminaril parimaid õpetamispraktikaid, jõuame õppejõu õpitsükli 2. tasemele. Siin on abiks kindlasti ka tagasiside (kolleegide tagasiside õpetamisele, toetamaks õppejõu enesearengut). Kui aga osaleme lisaks veel ka teaduskonverentsidel, täienduskoolitustel ja väärtustame mentorlust, jõuame õppejõu õpitsükli kõrgeimale, 3. tasemele (Fink 2010).
- **kes me oleme õppejõududena?** Reeglina oleme me oma eriala tippspetsialistid. Kuid me peaksime end ise erialaselt pidevalt arendama, oma professionaalsuse taset tõstma ja osalema täienduskoolitustel, et olla lisaks ka head õppejõud, pedagoogid. Peaksime lugema vastavasisulist erialast ja pedagoogilist kirjandust, tutvuma parimate praktikatega, andma tagasisidet ja osalema seminaridel, peaksime end pidevalt täiendama ja viima end kurssi nii oma eriala kui ka õpetamise uute arengutega. Dee Fink (2010) on toonud näite, et lennufirmade piletibroneerijad peavad USA-s igakuiselt läbima 4 tunni ulatuses täienduskoolitusi, et olla oma töös tasemel – kas õppejõud ei peaks siis olema tasemel? Kas midagi nii tavalist, nagu õpetamine ja õppimine oleks võimalik muuta eriliseks, motiveerivaks ja huvitavaks? Kas õppejõud võiksid olla heas mõttes õpetamise „alkeemikud“? Kui võtame endale vastutuse oma õpetamise parendamise eest, siis suudame muutuda professionaalselt veelgi paremaks.



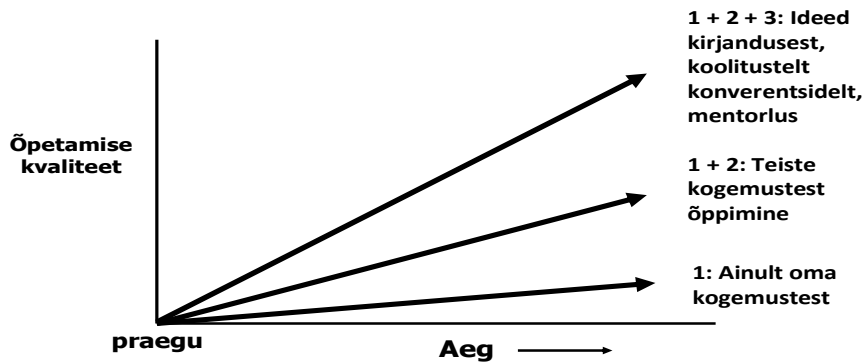
L. Dee Fink: The JOY and RESPONSIBILITY of TEACHING WELL

Sele 1.8 – Õppejõu õpitsükkel ja selle tasemed (Fink 2010)

Kvaliteetse õpetamise tagamiseks on soovitav:

- tutvuda kirjandusega õpetamise parendamiseks;
- kasutada õpetamises “parimaid praktikaid”;
- parendada õpetamist, rakendades oma eriala ja pedagoogika uusimaid ideid;
- osaleda täienduskoolitustel ja konverentsidel;

- väärtustada mentorlust.

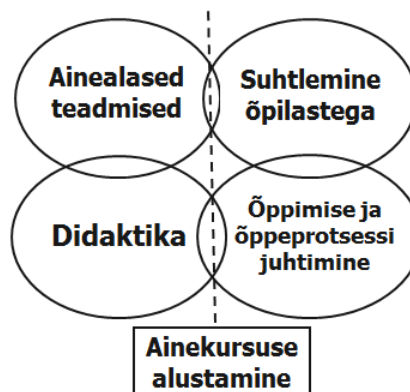


L. Dee Fink: The JOY and RESPONSIBILITY of TEACHING WELL

Sele 1.9 –Õpetamise kvaliteedi parenemine (Fink 2010)

➤ **ainekava koostamisel peame eelnevalt valdama nelja õpetamise põhialust** (vt sele 1.10):

- ainealaseid laiapõhjalisi teadmisi, ainesisu;
- valdkonna- ja ainedidaktikat;
- õppimise ja õppeprotsessi juhtimise oskust;
- suhtlemisoskust, suhtlemaks nii kolleegide kui ka oma õpilastega.



L. Dee Fink: The JOY and RESPONSIBILITY of TEACHING WELL

Sele 1.10 – Õpetamise neli alustala (Fink 2010)

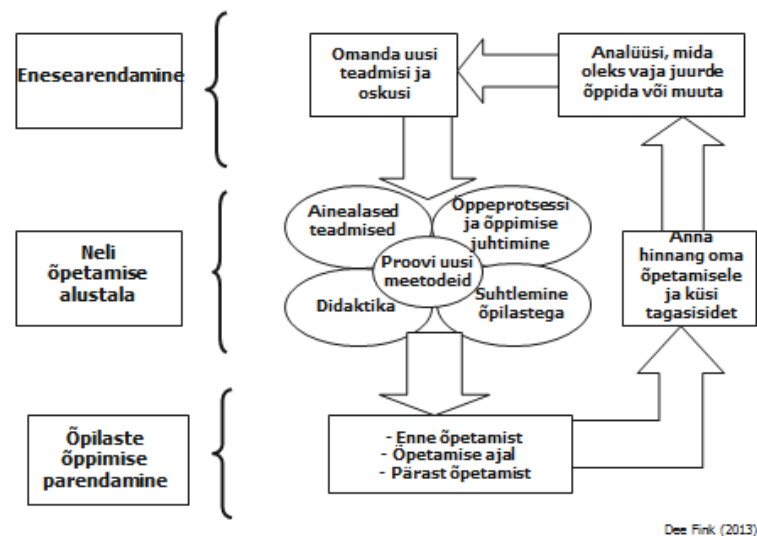
Ainekava koostamisel peaksime tuginema ainesisule, õppekava ja aine õppe-eesmärkidele, õpiväljunditele vastavale õpetlikule hindamisele ja tagasisidele (vt jaotis 9 - Õppetulemuste hindamine ja tagasiside), aga ka õppimise ja õpetamise mõjususele – mõjusatele õppemeetoditele (aktiivõppele, erinevate õpetamisstrateegiatega kombineerimisele, sh meeskonnapõhine õpe ja probleemõpe) ja arvestama õpilaste erinevuste, sh õpistiilidega (Fink 2010), analüüsides pidevalt oma õpetamist ja küsides ning andes tagasisidet. Aktiivõpe omakorda peaks tuginema ainesisule, eriala teaduslikele ideedele ja nende mõjusale õpetamisele. Holistiline aktiivõpe annab õppuritele ennekõike teaduspõhiseid

teadmisi ja aktiivseid õpikogemusi (jälginine, ise tegemine, laborid, simulatsioonid, videod, rikkalikud õpikogemused, meeskonnapõhine õpe, aktiivne tegevus interaktiivses loengus jne), kuid annab ka eneseanalüüsi võimalusi analüüsima õpitut, oma õppimist sh läbi arengumapi (portfoolio) ning toetab enesejuhtimisega õppimist (vt jaotis 8 – Õppemeetodid ja strateegiad STEM valdkonnas ja jaotis 10 - Õppetegevuse ettevalmistamine ja eneseanalüüs).

Õppejõu õpitsükkel. Õpilaste õppimise toetamiseks ja parendamiseks on soovitatav õppejõul oma õpetamise neli alustala perioodiliselt üle vaadata ning neid analüüsida enne õpetamist, õpetamise ajal ning ka pärast õpetamist, andes oma õpetamisele hinnangu, õppeprotsessi analüüsida ja küsida õpilastelt tagasisidet (Fink 2010). Eneseanalüüsi alusel saame oma õpetamist hinnata, kas oleks vaja midagi juurde õppida või oma õpetamist kaasajastada. Vajadusel saab täienduskoolitustelt ja teaduskonverentsidelt uusi teadmisi omandada. Kindlasti ei tohiks aga unustada ka mentorlust, sest kogunud mentor annab meile tihtipeale enam teadmisi ja motivatsiooni kui nii mõnigi täienduskoolitus. Õppejõu õpitsükli kirjeldab **sele 1.11** (Fink 2010).

Õpetaja tegevus toimub kolmel erineval tasemel (sele 1.11), (Fink 2003):

- õpetamise alustalad – õpetaja ainealased teadmised, didaktika, õppeprotsessi ja õppimise juhtimine, suhtlemine nii õpilaste kui ka kolleegidega, analüüs ja tagasiside. Kaasajal muutuvad STEM valdkonnas kiiresti nii õpikeskkonnad, ainesisu, kui ka meetodid, mis muutunud õppuritele sobivaimad on (vt **sele 1.11**);



Sele 1.11 – Õppejõu õpitsükkel (Fink 2003)

- õpilaste õppimise parendamine ja toetamine – oma tegevuse analüüsimine enne õpetamist, õpetamise ajal ja pärast õpetamist, õpilaste õppimise analüüs - õpianalüütika;
- enesearendamine – eneseanalüüs (mida oleks vaja õpetajana ja erialaspetsialistina juurde õppida või muuta) ja uute teadmiste omandamine.

Dee Fink toob välja järgmised STEM valdkonna õpetamise kvaliteeti parendavad õpetamispraktikad (Fink 2012, 2012/1, 2014):

- õpilaste arusaamade ja suhtumise muutmine õppimisse õppeedukuse parendamiseks – metakognitiivne õppimine (mõtlemine oma mõtlemisest, oma vaimse tegevuse monitooring ja kontrollimine, arusaam endast kui probleemilahendajast, oma õpistiili ja õppimise liigi mõistmine, ajajuhtimine, eneseanalüüs);
- õpilasekeskse ainekursuse väljatöötamine kasutades STEM valdkonnale sobivaid didaktilisi mudeleid, arusaam õpiteooriatest ja sellest, kuidas õpilased õpivad (info edastamine, konstruktivism, sotsiaalne konstruktivism aktiiv- ja meeskonnapõhises õppes, suhtlemine), fookusseerides õpetamist ja hindamist õppe-eesmärkidele vastavalt ning tähenduslikku õppimist toetavalt;
- aktiivõppe, probleemõppe ja meeskonnapõhise õppe kasutamine (3D mõtlemine = iseseisev mõtlemine (**D**ialoog iseendaga), **D**ialoog rühmas, rühmadevaheline **D**ialoog = õpilased on aktiivsed, õpetavad üksteist, uus materjal analüüsitakse läbi mitme erineva vaatenurga alt, seejärel tehakse kokkuvõtte ja toimub metakognitsioon), õpetab lahendama tõsielulisi probleeme ja parendab õppe kvaliteeti;
- õpilaste õppimise juhtimine õppimise toetamiseks ja õpimotivatsiooni tõstmiseks, õppejõudude enesearendamine, täiendusõpe;
- õpilaste vastutus, enesejuhtimine – vastutus oma õppimise eest, enesearendamine, oma teadmiste ja uskumuste analüüs ning arendamine, oma mõtlemise analüüs, soorituste ja käitumise analüüs ning juhtimine, väärtushinnangud ja hoolivus. Portfoolio (Mida ma õppisin? Kuidas ma õppisin? Milline õppija olen? Õpitu tähendus ja olulisus? Mida veel sooviksin juurde õppida? Kuidas ma edaspidi peaksin õppima?);
- tagasiside küsimine ja andmine;
- vastastikune- ja enesehindamine;
- coaching, mentorlus, kolleegide tagasiside ja enesetäiendamine;
- ülikooli tugisüsteem – akadeemiline meisterlikkus, õppejõudude töökoormuse vähendamine, nõutavate teadusartiklite arvu vähendamine õpetavatele õppejõududele, didaktikaekspertide tugi, õpianalüütika, õpetamise analüüs, õppejõudude portfoolid.

Õpetamise kvaliteedi parendamise eest peaksid seisma nii õpetajad kui ka õpilased, see ei ole üksnes õpetaja/õppejõu vastutusalal. Mõlemal on vastutus – õpetajal mõjusalt õpetada ja õpilasel tulemuslikult õppida.

1.4 21. sajandi põhioskused

„See, mida me ütleme, ei õpeta meile veel midagi. Kui tahame midagi tõesti õppida, peame hoolega vaatama, kuulama ja kõike ise läbi tegema.“ Larry King

Info ja kommunikatsioon. Tänapäeval on toimunud mitmeid tormilisi muutusi: veel 20 aastat tagasi tuli selleks, et uut infot leida või midagi juurde õppida, minna kooli, raamatukogusse, kursusele jne. Praegu on enamus teadmisi pea kogu maailmast meile väga lihtsalt kättesaadavad, pole vaja kodunt välja minnagi. Kommunikatsioon on kiirenenud ligi 200 000 korda ja teadmiste allikad asuvad paljuski juba väljaspool kooli.

Tööturu muutustega toimetulekuks peavad inimesed omama erinevaid **põhioskusi**, sealhulgas kirja- ja arvutamisoskust, võõrkeeli, loodusteadusalaseid teadmisi ja digitaalseid oskusi.

21. sajandi (üldisteks) põhioskusteks peetakse eelkõige loovust, kriitilist mõtlemist, suhtlemis- ja koostööoskust (inglise keeles: 4C = *Creativity, Critical thinking, Communication and Collaboration* (P21 2007)).

Alusteadmised kujunevad lugemise, kirjutamise ja aritmeetika õppimise tulemusel, millele lisandub uue tehnoloogia kasutamise oskus (inglise keeles 4R = *Reading, wRiting, aRithmetics and Realistic new technology*). Teadmised ja oskused kokku (4R+4C) moodustavad õpi- ja innovatsioonioskused, mis omakorda on kompetentsuste aluseks (vt **sele 1.12**) (P21 2007).

Ülekantavad oskused (*transferable skills*) on teadmised, oskused ja hoiakud, mis ei ole seotud ühegi kindla eriala ega teadmusvaldkonnaga, vaid mis aitavad inimesel neis edukalt hakkama saada ning ka tegevusvaldkondi vahetada. Ülekantavate oskuste loetelu osas ei valitse veel üksmeelt. Tavaliselt käsitletakse nendena sotsiaalseid oskusi (suhtlusoskus, meeskonnatöö), ettevõtlikkust, õppimisvõimet, kriitilist mõtlemist, arvutioskust, eneseväljendusoskust, silmaringi, võõrkeelteoskust, juhtimisoskusi.

Ülekantavate oskustena võib käsitleda ka Euroopa Parlamendi ja Nõukogu soovitusi **võtmekompetentsuste kohta elukestvas õppes** (Euroopa Liidu 8 võtmepädevust):

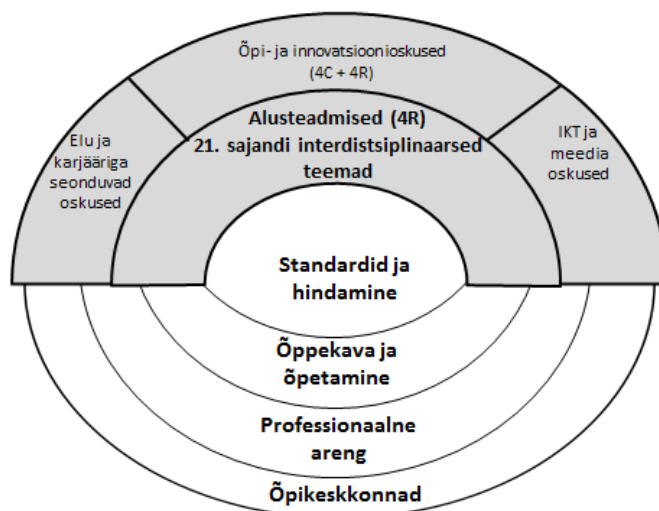
- emakeeleoskus;
- võõrkeelteoskus (soovitavalt vähemalt 2 võõrkeelt);
- matemaatika-alased kompetentsused ja loodusteaduste ning tehnoloogia baaskompetentsused;
- infotehnoloogiline kompetentsus;
- õpioskused;
- sotsiaalsed ja kodaniku kompetentsused;
- initsiatiivikus ja ettevõtlikkus;
- kultuuriteadlikkus ja väljendussuutlikkus.

21. sajandi õpi- ja innovatsioonioskuste aluseks on loovus ja innovatsioon, kriitiline mõtlemine ja probleemilahendusoskus, suhtlemine ja koostöö, uuenduste rakendamise julgus ja oskus, otsuste langetamise oskus, süsteemse mõtlemise oskus ja selgelt mõistetav suhtlemine (vt sele 1.12).

21. sajandi interdistsiplinaarsed teemad on näiteks kodanikuteadlikkus, ettevõtlusalane kirjaoskus, kodanikukirjaoskus, keskkonnateadlikkus, tervisteteadlikkus, tehnoloogiline kirjaoskus jne.

IKT ja meediaga seonduvate oskuste aluseks on infotehnoloogiline kirjaoskus, meedia ja IKT kasutamise oskus, meediaproduktide loomise oskus jne.

Elu- ja karjääriga seonduvate oskuste aluseks on paindlik ja tulemuslik tegutsemine, muutustega kohanemine, enese- ja ajajuhtimine, vastutustunne, oskus iseseisvalt töötada, õppida ja projekte juhtida, meeskonnatööoskus, juhendamisoskus, sotsiaalsed oskused ja oskus töötada mitmekultuurilises meeskonnas jne.



Sele 1.12 – 21. sajandi õpioskused (P21 2007)

21. sajandi õpioskuste tugisüsteemi moodustavad 21. sajandi standardid õppimises (süva arusaamisega õppimine, seoste loomine, eluliste probleemide lahendamine jne) ja hindamissüsteem (tasakaalustatud, erinevad meetodid, tagasiside, portfoolio jne), õppekava koostamine ja analüüs ning eesmärgistatud õpetamine (interdistsiplinaarsus, teadmiste rakendamine, uudsed õppemeetodid, probleemõpe jne), professionaalse arengu toetamine (erialane professionaalsus, kaasaegsete õppemeetodite rakendamine, otsese õpetamise ja projekt- ning probleemõppe tasakaalustamine, kriitiline mõtlemine, õpilaste erisustega arvestamine, õppejõudude enesearendamine, tagasiside jne) ja kaasaegsed õpikeskkonnad (kombineeritud õpe, õpikogukondade toetamine, eluliste probleemide lahendamine, kvaliteetsed õpitehnoloogiad ja allikad, rühma ja individuaalse töö tasakaal jne).

21. sajandil vajalike oskuste õpetamise kujundamine. Tänapäeva kiirelt arenevas maailmas on suur teadmiste võõrandumise oht. 21. sajandi põhiküsimus ei ole mitte selles, mida õpetada, vaid hoopis tihtilugu selles, mida õpetamata jätta, et oma tegevusalal toime tulla. Millised teadmised ja oskused on 21. sajandi õpilasele vajalikud? Kuidas neid oskusi ja teadmisi õppeprotsessis kujundada? Meie õpilased ei peaks õppima mitte ainult seda, kuidas kasutada arvutit, iPadi, mobiiltelefoni vms selleks, et suhelda, kirjutada kirja, arvutada jne, vaid nad peaksid õppima ka seda, kuidas teha kõike seda ka siis, kui ei ole käepärast meile nii omast arvutit või nutiseadet. Me peame keskenduma sellele, et meie õpilased saaksid oma tulevases elus hakkama igas olukorras, ka siis, kui *Google* ei aita (näiteks tehnoloogia valdkonnas on õpetajale abiks <http://www.howstuffworks.com/>).

21. sajandil olulised oskused võib jagada neljaks komponendiks (Binkley et al, 2012):

- *mõtlemine* – mõtlemisega seotud oskused: loov ja kriitiline mõtlemine, probleemide lahendamine ja otsuste tegemine, õpioskus (erinevad strateegiad) ja metakognitsioon;
- *töötamine* – töötamiseks vajalikud oskused: suhtlemis- ja koostööoskus, sh meeskonnas töötamise oskus;
- *töövahendid ja tööviisid* – infoallikate otsimine, teadusliku ja mitteteadusliku tõestusmaterjali eristamine, infotehnoloogiliste vahendite kasutamise oskus;
- *väärtushinnangud ehk elulised oskused*, mille arendamist tuleks ka STEM valdkonna õppeprotsessis jälgida – iseenda määratlemine, karjääriteadlikkus, vastutustunne otsuste tegemisel (nii kultuuriline kui sotsiaalne intelligentsus).

Kõigis eelnevas neljas komponendis sisalduv koosneb omakorda nii teadmistest, oskustest kui ka väärtushinnangutest. Näiteks loov mõtlemine on küll mõtlemisoskus, kuid sisaldab ka ideede genereerimise tehnikat (ajurünnak), oskust arusaadavalt edastada oma ideid teistele (sh esinemis- ja esitlusoskus) ning väärtushinnangutest, näiteks olla positiivselt meelestatud ja avatud uutele ideedele. Vastavat mudelit nimetatakse **KSAVE mudeliks** – teadmised (Knowledge), oskused (Skills) ja väärtushinnangud (Attitudes, Values, Ethics) (Binkley, 2012).

Ootused insenerivaldkonna õppekavade õpiväljunditele (Davies 2008):

- teadmised ja arusaam erialavaldkonna põhiideedest ning probleemidest;
- intellektuaalsed võimed;
- praktilised oskused;
- üldised ülekantavad oskused.

Harris (2010) toob välja õppejõudude ees seisvad väljakutsed: STEM valdkonna kiire areng ja muutuvad teadmised, muutunud õppurid, demograafilised muutused, muutused tööturul, muutused tööstuses ja tehnoloogias.

21. sajandi insenerivaldkonna üliõpilaste üldised õpiväljundid (ABET, 2009):

- matemaatika, füüsika ja insenerivaldkonna teadmiste rakendamine;
- eksperimentide kavandamine ja läbiviimine, andmete analüüsimine ja interpreteerimine;
- eeldatavatele vajadustele ja piirangutele vastava süsteemi, komponendi või protsessi kavandamine, võttes arvesse majanduse, sotsiaalseid, poliitilisi, eetilisi, ohutus-, säästlikkuse ja tootlikkuse tingimusi;
- töötamine multidistsiplinaarsetes meeskondades;
- inseneriprobleemide defineerimine, formuleerimine ja lahendamine;
- professionaalse ja eetilise vastustuse mõistmine;
- tulemuslik suhtlemine;
- laiapõhjalise hariduse omamine mõistmaks insenerilahenduste mõju nii globaalses, majanduslikus, keskkonnahoiu kui ka sotsiaalses kontekstis;
- elukestva õppe olulisuse ja vajalikkuse mõistmine;
- kaasaegsete teemavaldkondade valdamine;
- tehnikate, oskuste ja kaasaegsete insenerivaldkonna tehnoloogiate, tööriistade ning tehnoloogiliste vahendite rakendamine inseneripraktikas.

Insenerihariduse motiiviks on õppurite ettevalmistamine teadustööks, õppurite ettevalmistamine inseneritööks tööstusettevõttes, valmistada ette ühiskonnale reaalinetes ja insenerivaldkonnas kompetentseid töölisi, pakkuda intellektuaalselt stimuleerivat haridust, kaasajastada õppeprogramme ja –aineid vastavalt muutustele ühiskonnas ja muutunud õppuritele, arvestamine õppurite lähteteadmiste ja 21. sajandi õppurite kogemustega.

Üliõpilaste Õiguste Deklaratsioon (Carnegie Foundation, Kenny 1998). Boyeri komisjon koostas Carnegie Fondi eestvedamisel Üliõpilaste Õiguste Deklaratsiooni, mis sisaldab tervet rida soovitusi ülikoolidele. Alljärgnevalt mõned olulisemad pidepunktid nimetatud deklaratsioonist (Kenny 1998):

- üliõpilastel peab olema võimalus osaleda teadusuuringutes võimalikult paljude ainekursuste raames,... [ja] nad peavad õppima, kuidas esitada kõige efektiivsemalt oma töö tulemusi nii suuliselt kui ka kirjalikult;

- asudes õppima teadusülikooli, peavad üliõpilased olema vastavalt ette valmistatud, et vastata valitud õppekava intellektuaalsetele väljakutsetele, vajadusel tuleb läbida täiendavaid õpinguid, et vastata õppekava vastuvõtutingimustele;
- kõikidel algajatel peab olema õpingute jooksul võimalus osaleda koostöös, nagu näiteks ühisprojektid ja hinnata vastastikku oma kaaslaste suulisi ettekandeid ning kirjalikke töid;
- uurimuslik õpe, rühmatöö, suulised esitlused ja kirjalikud tööd peavad olema läbi viidud kogu õppekava jooksul;
- õppekava raames peavad vastavad valdkonnad olema integreeritud toetavate ainekursustega, et õppekava oleks pigem integreeritud tervik kui üksikute ainekursuste või moodulite jada;
- üliõpilaste vajadused peavad olema ülemuslikud ja pidevalt analüüsitud, eelistada ei tuleks ülikooli vajadusi või mugavust;
- üliõpilastele pandud hinded peavad peegeldama nii teoreetiliste teadmiste omandamist kui ka nende rakendamise oskust, mõlemal juhul peavad üliõpilastel olema selged arusaamad ja ootused;
- kõik õppekava moodulid ja õppeained peavad tugevdama ja arendama üliõpilaste suhtlemisoskusi läbi rutiinsete kirjalike ülesannete ning suuliste esinemiste;
- õppejõud peavad olema valmis toetama üliõpilasi, suunama ja soovitama kirjandust, andma vastuseid olulistele küsimustele, mitte laskma otsida vastuseid internetist. Mõtlemisprotsess probleemide identifitseerimiseks peab olema toetatud esimesest aastast alates läbi kogu õppekava, samuti peavad üliõpilased olema valmis paremini kasutama kaasaegset tehnoloogiat;
- eriala olulisemad ainekursused peavad olema juba ka bakalaureuse õppekavades, ideaalis peaksid need ainekursused ühendama ja kokku viima õppejõud, bakalaureuse- ja magistritaseme üliõpilased läbi ühiste projektide (olulisemateks ainekursusteks võib lugeda ka kursusetöid, projekte, lõputööd või -projekti);
- ülikooli juhtkond peab toetama õppejõudude kvaliteetset õpetamist ja õpetamisele pühendumist samal tasemel kui teadustööd ja mitte eelistama ühte teisele;
- korrelatsioon kvaliteetse õpetamise ja kvaliteetse teadustöö vahel peab olema tunnustatud nii edutamise kui ka tennuri otsuste näol;
- „hea õpetamise kultuur“ peab olema ülikooli arendustöö üks olulisemaid eesmärke, et tõsta õpetamise prestiiži ja rõhutada õpetamise ning teadustöö vahelise seose olulisust;
- preemia (autasu) meisterliku õpetamise, interdistsiplinaarsetes programmides osalemise ja väljapaistva mentorluse eest peab olema korraldatud pigem järjepideva palgatõusu kui ühekordsete toetustena.

21. sajandi inseneri kvaliteedinäitajad (Farrell 2015):

- erialavaldkonna teoreetiliste põhialuste tundmine;
- inseneritöö / disaini /projekteerimise oskused;
- praktilised ja probleemilahenduse oskused;
- suhtlemisoskus;
- meeskonnatöö oskused;
- juhtimisoskused;
- kriitilise mõtlemise oskus, paindlikkus;
- eetiliste standardite olemasolu;
- õppimisoskus, soov ennast elukestvalt täiendada.

UNESCO Task Force on Education for the Twenty-first Century toob välja elukestva õppe alussambad, mis on igati kohased ka insenerihariduses (<http://www.unesco.org/delors/fourpil.htm>):

- *õppida tundma, omandada teadmisi* – insenerid peavad mõistma elukestva õppe vajadust ja teadma elukestva õppe erinevaid võimalusi;
- *õppida tegema* – insenerid peavad oma töös pidevalt tegema, mitte ainult mõtlema ja kirjutama;
- *õppida üheskoos elama* – inseneride töö on suuresti fookuseeritud ühiskonnale ja koostööle;
- *õppida olema* – insenerid peavad mõistma kasu, mida saadakse haridusest ja õppimisest, mis arendab iseseisvat ja kriitilist mõtlemist, mida saab rakendada elu erinevates olukordades.

Väljakutsepõhine õpetamine. VaNTH ja MIT. Vanderbilti, Northwesterni, Texase ja Harvardi Ülikoolide insenerid koostöös MIT inseneridega alustasid 2000.a oma õppekavade restruktureerimist ja nimetasid protsessi Väljakutsepõhiseks õpetamiseks (*Challenge Based Instruction*), mida võib täna samastada probleemõppega. Väljakutsepõhise õpetamise aluseks on järgmised seisukohad (Goodhew 2010):

- õppimine ja õpetamine peavad olema teadmispõhised (olulised on teaduslikud faktid ja ideed);
- õpilasekesksus – õpetamisel võetakse arvesse õppurite lähteteadmisi ja erisusi;
- hindamiskesksus – kõik vajavad tagasisidet, kuidas neil õppimisel läheb ja kuidas nad arenevad;
- kogukonnapõhisus – õppurid peavad mõistma, et nad on praktikute kogukonna liikmed (keemiainseneride, mehhaanikainseneride, ehitusinseneride jt kogukonnas).

2016. a Maailma Majanduse Foorum võttis vastu tuleviku erialade raporti, milles tuuakse välja töötajate 2020. aasta oodatavad põhioskused (World Economic Forum. Future of Jobs Report. 10 Top Skills by Year 2020):

- kompleksne probleemilahendusoskus;
- kriitiline mõtlemine;
- loovus;
- inimeste juhtimine;
- koostöös koordineerimine;
- emotsionaalne intelligentsus;
- arvamuste avaldamine ja otsustamine;
- karjäärriorientatsioon;
- läbirääkimisoskus;
- kognitiivne paindlikkus.

Eeltoodud ootused määratlevadki insenerihariduse erinevaid eesmärgi nii teoreetilistes kui ka praktilistes õpingutes. Mitmete ootuste saavutamiseks on abiks nii laboratoorne õppetöö kui ka probleemõpe, interdistsiplinaarsete probleemide lahendamine, ülesannete lahendamine jms. Ainesisule vastavalt tuleks valida ka õpetamise strateegiad, meetodid ja mudelid. Ja kindlasti ei tohiks loosungite ning kampaaniana eelistada ainult e-õpet, loenguid, laboritöid, probleemipõhist või projektõpet. Väga hea inseneriharidus saadakse siiski kõigi eelnimetatud meetodite väga oskuslikul ja läbimõeldud tasakaalustamisel

Järgnevates peatükkides tutvustatakse inseneripedagoogika ja STEM didaktika rakenduslikke ideid ning STEM valdkonna mõjusa õpetamise põhimõtteid, mida soovi korral kohe ka õppetöös ise katsetada ja analüüsida saab.

1.5 Praktilisi soovitusi

„Meie õpilased on just täpselt nii tublid ja andekad, kui me neil olla laseme“ Eric Michael Leventhal



Analüüsige oma õpetamise kvaliteeti. Kuidas toetate oma õpilasi 21. sajandi vajalike oskuste omandamisel?

Kavandage enesearendamist täiendusõppes, et parendada õpetamise kvaliteeti.

Alustage oma õpetamisfilosoofia (kreedo) kujundamist ja täiustage seda antud õppematerjali läbimise ning töö käigus pidevalt.

Alustage õpetaja/õppejõu portfoolio koostamisega ja täiendage seda edaspidise töö käigus.

2 INSENERIPEDAGOOGIKA TEADUSLIKUD ALUSED

Kui teed üheks aastaks plaane, siis istuta riisi.

Kui teed kümneks aastaks plaane, siis istuta puu.

Kui teed sajaks aastaks plaane, siis õpeta õpilasi.

Confucius

Inseneripedagoogika poolt käsitletavat teaduslikud ideed on eelkõige suunatud STEM valdkonna praktikutele: inseneridele, doktorantidele, õppejõududele, teadmustöötajatele, õpetajatele ja koolitajatele, kes õpetavad gümnaasiumides, kutseõppeasutustes, kõrgkoolides ning ülikoolides või viivad läbi täiendusõpet nii haridusasutustes kui ka ettevõtetes. Seetõttu moodustab õpetamise teaduspõhine praktika ka inseneripedagoogika ühe põhilise raskuspunkti (Melezinek 1999).

Edukaks õpetamiseks peaks iga õpetaja teadma, millal ja miks on mingi konkreetne tegevus õpetamisel mõttekas. Inseneripedagoogika-alased, sh didaktika-alased baasteadmised võimaldavad kujundada õpetamist mõjusalt, paindlikult ja situatsioonile vastavalt nii, et halvast õppetööst saab hea ja heast õppetööst – veelgi parem. Õpetaja teeb oma töös pidevalt valikuid, inseneripedagoogika on abiks õpetajatele tegemaks mõjusamaid, eesmärgistatud ja tulemuslikumaid valikuid (Melezinek 1999).

Antud peatükis käsitletakse inseneripedagoogika ajalugu, käsitlusainet, teaduslikke aluseid, suhtlemise mõjusüsteemi määravaid faktoreid õppetegevuses ja tutvustatakse mõjusa õpetamise mudelit.

2.1 Inseneripedagoogika kujunemislugu

„Õpetaja mõjutab igavikku – ta ei saa kunagi teada, kus tema mõju tegelikult lõppeb...” Henry Brooks Adams

Sõna „insener“ tuleneb ladinakeelsest sõnast „*ingenium*“, mis tähendab „kujutlusvõime, leidlikkus“ ja on pea kõikidesse Euroopa keeltesse üle võetud vana-prantsuse keelsest sõnast „*engigneor*“, mis XII sajandil omas tähendust „arhitekt, sõjaväeliste ehitiste ja seadmete looja“. XV sajandi algusest omas see sõna üldist tähendust „projekteerija, leiutaja“ (Prichodko 2015).

Insenerikultuuri kujunemine. Tehnika ja tehnoloogia areng ühiskonnas toob kaasa erilise inseneritehnilise (sub)kultuuri kujunemise. Tekib inseneri ideoloogia, mille keskmes on inseneri huvid ja vajadused. Inseneri, kui selle ideoloogia kandja, põhiülesandeks on tehnika ja tehnoloogia arendamine. Tekkivad inseneride kutseorganisatsioonid. Inseneri ülesandeks saab tehniliste vahendite selline arendamine, mille puhul minimaalsete operatsioonide juures saavutatakse maksimaalne tulemus. Parimate tulemuste saavutamiseks saab oluliseks küsimuseks, kuidas arendada spetsialistide kutseoskusi. Tähtsaks kujuneb erialaste kogemuste vahetamine. Selles valdkonnas on tähtis osa olnud Rahvusvahelisel Inseneripedagoogika Ühingul (IGIP, www.igip.org), mis loodi 1972. aastal Klagenfurti Ülikoolis (Austria).

Insener-tehnilise alase kommunikatsiooni universaalseks keeleks saab insenergraafika (piktogrammide keel) ja matemaatika. Inseneri mõtlemise eriliseks tunnuseks saab konkreetsete tehniliste sõlmede ja protsesside väljendamine matemaatiliste mudelite abil. Mida keerulisemaks muutuvad tehnilised süsteemid ja protsessid, seda suuremat abstrahheerimise astet vajavad neid süsteeme modelleerivad

matemaatilised mudelid. Nende mudelite loomine (süntees) ja interpreteerimine (analüüs) nõuab erilist teaduslik-tehnilist mõtlemiskultuuri.

Insenerihariduse kujunemislugu. Insener rakendab omandatud teadmisi, et luua praktilisi seadmeid, ehitisi, mehhanisme, tehismaterjale, uusi tehnoloogiaid, sh arvutiprogramme jms, eesmärgiga muuta inimeste elu lihtsamaks, paremaks ja mugavamaks. Egiptuse püramiidide, Rooma akveduktide, Appiuse tee, Hiina müüri, Babüloni rippaedade, jpm ehitamine oleks olnud võimatu ilma iidsete inseneride teadmiste, kogemuste, meisterlikkuse ja nutikuseta (Prichodko 2015).

Meie tsivilisatsiooni areng on põhinenud teadmiste omandamisel ja edastamisel. Iidsetel aegadel anti väärtuslikke tehnilisi teadmisi edasi põlvest põlve, vanematelt lastele, meistritelt õpilasele. Üheks näiteks teadmiste edastamisest on Makedoonia Aleksandri õpetamine Aristotelese poolt. Vanas Kreekas nimetati sellist õpetajat pedagoogiks – „*paidagogos*“ või „*pedagogue*“. Tekkisid Socrate, Aristotelese ja Platoni filosoofilised koolid ehk akadeemiad. Tol ajal ei eristatud teoreetilisi ja praktilisi teadmisi üksteisest ning neid edastas tavaliselt üks ja sama õpetaja (Flückiger 2003).

Keskajal tekkisid Euroopas ülikoolid, mis olid teaduse ja hariduse keskuseks ning kus õpetati juurat, meditsiini ja teoloogiat.

XI sajandil arenes ülikoolides skolastika kui tunnetuse ja õpetamise meetod, mille olulisemaks saavutuseks oli formaalloogika arendamine. Mõne aja pärast hakkas õpetaja õpetama mitte ainult ühte õpilast, vaid tervet õpilaste rühma.

Toona ei vastandatud ega eristatud kunsti ja tehnikat, nii näiteks pidi purskkaevude rajaja oskama luua nii kunstiliselt kauneid purskkaevusid kui ka teostama nende tehnilisi lahendusi. Parimaks näiteks on siin Leonardo da Vinci, kes ei olnud mitte ainult suurepärane kunstnik, vaid ka suure hulga tehniliste kavandite ja seadmete looja. Näiteks on tema kavandatud hüdrauline pump, helikopter, langevari, aurukahur, tank, kalkulaator jpm. Leonardo da Vinci parendas olulisel määral inimkonna teadmisi tsiviiltehnikast, optikast ning hüdrodünaamikast.

XVI sajandil alustati inseneride koolitamisega Euroopas. Esimesed ülikoolid, kus insenere koolitama hakati, olid Altdorfi Ülikool (Saksamaal, Nürnbergis) ja Leideni Ülikool (Madalmaades). Keskajal keskendusid ülikoolid inseneride koolitamisel topograafiale ja kindlustuste rajamise teoreetilistele alustele, praktilisi oskusi selles vallas andsid üliõpilastele vastava ala meistrid (Prichodko 2015).

XVII sajandil muutus suurtükikindluste ja erinevate sõjaväerajatiste ehitamine niivõrd keerukaks, et erinevate riikide sõjaväed alustasid spetsiaalselt matemaatika ja mehaanika valdkonna ohvitseride ettevalmistamist. Nii pani sõjaväeinseneride koolitamine tegelikult aluse tsiviilinseneeria tekkele.

XVIII sajandil 1712. a Thomas Newcomeni poolt leiutatud kolbpumbaga aurumootor ja 1781. aastal James Watti poolt leiutatud universaalne aurumasin panid aluse tööstusrevolutsioonile. XVIII sajandil tormiliselt arenev tööstus vajab insener-mehhaanikuid, kes mitte ainult ei projekteerinud ega tootnud tööstusseadmeid, vaid ka hooldasid ja remontisid neid. Tekkis suur vajadus tehnikaeriala spetsialistide järele, mis omakorda soodustas inseneride koolituse laialdasemat arengut ja hoogustumist.

1701. aastal andis tsaar Peeter I korralduse avada Moskvas Matemaatika- ja Navigatsiooniteaduste kool. 1709. aastal avati Moskva Inseneride Kool, 1713. aastal avati Peterburi Inseneride Kool ja 1715. aastal Peterburi Mäekool (Prichodko 2015).

1771. aastal pani Austria prints Eugene aluse Sõjaväeinseneride koolile, mis Maria Teresa valitsemise ajal, 1747.a, muudeti Insenerihariduse Akadeemiaks (Academy of Engineering), kus koolitati nii sõjaväe- kui ka tsiviilinsenere. Kooli üks kuulsamaid lõpetajaid oli Balthasar Neumann, kes on veevarustussüsteemide looja ja Würzburgi Residentsi ehitaja (Prichodko 2015).

1775. aastal andis Prantsusmaa kuningas Luis XV korralduse Jean Perronet'ile panna alus Tee- ja sillaehituse koolile (*Ecole des ponts et chaussées*), kus töötati välja kolmeaastane inseneride koolituse programm. Toonased inseneriharidust andvad koolid tegelesid põhiliselt fundamentaalsete teooriate arendamisega (Prichodko 2015).

1794. aastal rajas Prantsuse keiser Napoleon Bonaparte 1775.a loodud Tee- ja sillaehituse kooli alusel uue Polütehnilise kooli (*Ecole Polytechnique*), kuhu kutsuti õpetama tolle aja parimad matemaatikud ja insener-mehhaanikud, nagu näiteks Jean Baptiste Fourier. Kooli lõpetajad said kõrgetasemelise kvalifikatsiooni, misjärel jätkasid erialast ettevalmistust spetsialiseeritud kõrgemas koolis. **Polütehnilise kooli rajamist Prantsusmaal loetakse rahvusvaheliselt ametliku insenerihariduse alguseks Euroopas.** (Prichodko 2015).

1795. aastast õpetati USA-s West Pointis sõjaväeteadusi, 1819.a avati seal sõjaväeakadeemia, mille loomisel võeti eeskuju inseneride koolitamisest Pariisis. Tsiviilinsenere hakati USA-s koolitama 1828. a Rensselaer'i Polütehnilises Instituudis ja 1833. a Virginia Ülikoolis. **Esimene doktorikraad insenerihariduses anti Yale'i Ülikoolis 1863.a** (Greyson 1993).

Tehnilise mõtlemise kujunemisele pandi alus 18. sajandi lõpus - 19. sajandi algul. Seda aega tähistavad mitmed olulised leiutised tehnikas ja arengud tehnoloogias: auru kasutuselevõtmine tööstuses, tekstiilitööstuse masinad, kompaktsed kellamehhanismi loomine, keerukate optiliste riistade ehitamine jpm.

XIX sajandi esimese kolmandikus avati Euroopas terve rida kõrgkoolide insenerihariduse omandamiseks, kusjuures õpetamine neis erines juba oluliselt õpetamisest Prantsusmaa kõrgkoolides. 1806.a avati Prahas Polütehniline Instituut ja 1815.a Viini Tehnoloogiaülikool. 1809.a avati Peterburis Raudteeinseneride kool ja 1828.a Peterburi Tehnoloogiaülikool. 1886.a avati Moskvast Kõrgem Tehnikakool ja 1896. a Imperaatorlik Inseneride Kool (Prichodko 2015).

Tehnikahariduse kujunemislugu Eestis sai alguse 1881. aastal, mil avati Tallinna Raudtee Tehnikakool, sellega pandi alus pidevale tehnikahariduse traditsioonile. 1918. pandi Eesti Tehnika Seltsi poolt Tehniliste Erikursuste näol alus Eesti inseneriharidusele. Aastal 1938 hakkas õppeasutus kandma nime Tallinna Tehnikaülikool.

Juba XIX sajandil pidasid ülikoolide õppejõud ennast pigem teadlasteks kui õpetajateks ja suhtusid õpetamisesse kui teisejärgulisse tegevusse. Õppejõudude hindamine on läbi aegade sõltunud teadussaavutustest: alates teadusartiklite tsiteeritavusest kuni Nobeli preemiade omistamiseni ja õpetamine on häbelikult seina ääres seisnud nagu tütarlaps oma esimesel ballil, sageli jäädeski kavalerita.

XX sajand. Selleks, et vähendada lõhet inseneride teoreetilise ja praktilise ettevalmistamise vahel, hakkasid XX sajandil Euroopas, eriti Saksamaal, Austrias ja Šveitsis, tekkima uut laadi kõrgkoolid – rakenduskõrgkoolid (*Fachhochschulen*), mis keskendusid just enam praktiliste oskustega inseneride rakenduslikule väljaõppele. Saksamaa eeskujul hakkas enamuse Euroopa riike eristama akadeemilist inseneriharidust ülikoolides praktilisest inseneriharidusest rakenduskõrgkoolides (Flückiger 2003).

XX sajandi teisel poolel hoogustus teaduse ja tehnika areng: toimusid esimesed kosmoselennud, võeti kasutusele tuumaenergia ja uued tehismaterjalid, ilmusid esimesed arvutid ja mikroprotsessorid - see omakorda suurendas veelgi vajadust inseneride ja teadustöötajate järele. Prof Victor Schutz, IEEE-ES president kirjeldas toona USA-s tekkinud olukorda järgmiselt: „Üliõpilaste arv suurenes plahvatuslikult, samas oli 50% õppejõududest nn uustulnukad tööstusest, kuna õppejõudusid lihtsalt ei jätkunud. Uued õppejõud, kes õpetasid abstraktseid teoreetilisi õppeaineid, ei omanud aga mingeid õpetamisalaseid kompetentsuseid ja kinnitasid oma üliõpilastele keerulise materjali õpetamisel, et uskuge, teil läheb seda kõike tulevikus vaja, varsti läheb palju huvitavamaks! Tööstusest tulnuile pakuti klassikalisi pedagoogilisi koolitusi, kuid neist ei olnud tehnikavaldkonna õppeainete õpetamisel suuremat kasu ja õppejõudude usaldus ning huvi nende koolituste vastu kadus.“ (Schutz 2002).

XX sajandi teist poolt peetakse ka kõrgkoolipedagoogika ja –didaktika arengu algusajaks.

Tehnika ja tehnoloogia kiire areng avaldas mõju inseneride koolitamisele kogu maailmas ja pani õppejõudusid juurdlema selle üle, kuidas oma õppeainet mõjusamalt õpetada. Tehnikavaldkonnas saab mõjusalt õpetada see õppejõud, kes valdab õpetatavat õppeainet sügavuti, kuid ainult ainetundmisest enam ei piisanud, vaja oli ka õpetamise oskusi, seda enam, et tehnoloogia areng võimaldas kasutada õppetöös uusi tehnilisi õppevahendeid. Lisaks eeltoodule, kasvas ühiskonna tähelepanu õpetamise kvaliteedi vastu ülikoolides.

2.2 Inseneripedagoogika eripära ja koolkonnad

„Ma olen tänu võlgu oma isale selle eest, et ma elan, aga õpetajale selle eest, et elan hästi.“ Aleksander Suur

Pedagoogika ehk üldine kasvatusteadus tegeleb üldpedagoogika, kasvatusteooria ja didaktikaga:

- üldpedagoogika ehk pedagoogika üldised alused annavad enamasti ülevaate pedagoogika ajaloost, uurimismeetoditest, hariduskorraldusest ja õppekavateooriast;
- didaktika ehk õppimis- ja õpetamisteaduse põhiküsimuseks on – miks, mida ja kuidas õpetada, käsitledes õppesisu ja –metoodikaga seonduvaid probleeme;
- kasvatusteooria käsitleb üldjuhul kasvatuse põhimõtteid, meetodeid, eesmärgi ja vorme.

Pedagoogika ei ole universaalne ega anna ühesuguseid valmis retsepte erinevate valdkondade õpetamise puhul. Kui tehnikateadustes tuntud Pascali seaduse ehk hüdrostaatika põhiseaduse kohaselt kandub rõhk vedelikus või gaasis edasi igas suunas ühtviisi, siis pedagoogikas analoogsed tingimused ei kehti. Pedagoogikas tuleb arvestada arengupsühholoogiaga, õpetatava valdkonna iseärasustega, õppurite õpioskusteta, vanuseliste iseärasustega õppimisel ja arusaamiseni jõudmisel jne. Seetõttu peab õpetaja lisaks üldpedagoogikale ja ülddidaktikale kindlasti omama teadmisi ka valdkonna pedagoogikas ning didaktikas. Nii tuleb muusika, kunsti, STEM valdkonna, militaaria, spordi, meditsiini jpm valdkondade õpetamise puhul arvesse võtta valdkonna erisusi ning õppurite vanust ja erisusi.

Inseneripedagoogika on pedagoogikateaduse interdistsiplinaarne haru, mille tuumaks on Klagenfurti inseneripedagoogika koolkonna teaduslik alus ja mis tegeleb insenerivaldkonna, sh STEM (sh STEAM, STREM ja MINT) valdkonna õppeainete mõjusa õpetamise pedagoogiliste probleemide, sh hariduskorralduse, uurimismeetodite, õppekavateooria, didaktika (sh metoodika) ja praktikaga, aga ka

inseneripedagoogika ajalooga ning süvaarusaamisega õppimise toetamisega. Inseneripedagoogika on üks paljudest pedagoogika nüüdisaegsetest harudest, nagu näiteks andragoogika, eelkooli-, kooli-, militaar-, muuseumi-, meditsiini-, interpretatsiooni-, muusika-, elamus-, kunsti-, ettevõtlus-, spordi-, religiooni-, sotsiaalpedagoogika jpt.

Erinevus humanitaar- ja tehnikateaduste vahel seisneb selles, et tehnikavaldkonnas toetub teadmine reeglina matemaatilistele meetoditele ja mudelitele ning füüsika põhitõdedele – inseneripedagoogika keskendub enam õpilaste mõtlemale, analüüsima ja integreerima ning rakendama õpetamisele. Klassikaline pedagoogika tugineb filosoofiale, tunnustatud ekspertide teadusuuringutele, kusjuures enamalt jaolt on määravaks ekspertide autoriteet ja teadussaavutused, mitte loogiline matemaatiline tõestus. Klassikaline pedagoogika keskendub enam väärtushinnangute õpetamisele.

Inseneripedagoogika on oma algusaastatest alates (1960.-ndatest aastatest) keskendunud mitte ainult õpetama õppimisele, vaid ka õppima õpetamisele. Inseneripedagoogika erineb klassikalisest pedagoogikast ka seetõttu, et **toetab üheaegselt mõlemat – nii õpetajat kui ka õppijat, et õpetamine oleks mõjus ja õppimine tulemuslik ning edukas.** Inseneripedagoogika soovitusel on seega kahepoolsed, interaktiivsed, eesmärgiga parendada õpetamise-õppimise kvaliteeti. Samas klassikalise pedagoogika eesmärk on seni olnud reeglina toetada õpetajat.

Inseneripedagoogika tugineb psühhodidaktika teaduslikele põhiideedele (vt ptk 2.3).

Inseneripedagoogika on juba oma kujunemise algusest olnud oma „ajast ees“, inseneripedagoogika koolkonnad rõhutasid juba 1960-ndatel aastatel mõtestatuse olulisust õppimisel:

- **õpitakse vaid siis, kui õpitavat materjali on rakendatud, analüüsitud, seoseid loodud, diskuteeritud ja elulisi ülesandeid lahendatud ning reflekteeritud** – ja seda nii üldhariduskoolis reaalinete õpetamisel kui ka ülikoolis inseneriõppes;
- rõhutati **harjutamise vajalikkust, õppe eesmärgistatuse olulisust, kogemustest ja vigadest õppimise ning loovuse tähtsust tulemuslikus õppimises;**
- **samuti peeti tulemuslikuks õpetamiseks oluliseks ainesisu, millele vastavalt valiti metoodika;**
- **tähtsaks peeti selgeltmõistetavust õpetamisel, et saavutada süvaarusaamisega õppimine;**
- õpetaja pidi ennekõike olema pädev õpetatavas erialas, et teada, mida õpetada ja seejärel pidi juurde õppima ka pedagoogikat, et mõista, kuidas saaks kõige mõjusamalt õpetada.

Eeltoodu on tekitanud pedagoogika erinevate koolkondade vahel mõistmatust, võõristust ja vimma, halvustust ning hukkamõistu, seda ka Eestis.

Tänaseks on enamuse inseneripedagoogika ideid muutunud iseenesestmõistetavaks nii üldhariduskoolis kui ka ülikoolis õpetamisel (vt lisaks ptk 4.1 – Mis on õppimine?) - toome vaid mõned näited:

- eksimine ja sellest õppimine on olnud inseneripedagoogika üks olulisimaid õpiprotsessi osasid;
- inseneripedagoogika on põhinenud õpilase ja õpetaja partnerlusel põhinevatel suhetel;
- inseneripedagoogika on läbi aegade olnud interdistsiplinaarne lähenemine ja lõimitud õppesisu – insenerid õpivadki lõimitult, st loodusteadused ja matemaatika on pidevalt lõimitud erialaõppes;

- inseneripedagoogikas on pidevalt olnud kasutusel probleem- ja projektõpe, elulised erialased probleemsituatsioonid, disainipõhine lähenemine, meeskonnapõhine õpe, koostõine õppimine erialased uurimispõhised ülesanded.

Inseneripedagoogikas on õpetamine isikupärane looming ja kordumatu kunst. Seetõttu tuleb alati arvesse võtta, et eelnevalt kavandatud tegevused, plaanitud teemad jms võivad tegelikus õpetamise protsessis muutuda sõltuvalt kujunenud õpisisuolukusest ja õppurite eelteadmistest ning uue materjali mõistmisest. Vahel tuleb mõnele teemale enam keskenduda ja midagi võib ka läbimata jääda, aga tsiteerides professor Richard Felderit: „Pigem seletada olulised teemad süvitsi lahti kui jätta kõik teemad pinnapealseks ja segaseks.“

Klassikalise humanitaar- ja sotsiaalteaduse, sh pedagoogika erinevust tehnikateadustest rõhutavad järgmised seadused (Žukov 2014, Nainiš 2015):

- *uue tõrjumise seadus* – igasugune uus teadmine võetakse humanitaar-, sotsiaal- ja üldpedagoogikateadustes vastu suure eelarvamuse ning usaldamatusega;
- *faktide ignoreerimise seadus* – humanitaar-, sotsiaal- ja üldpedagoogikateadustes eelistatakse ignoreerida ja eirata neid fakte, mida ei suudeta mõista või seletada oma maailmavaatele ja oma valdkonna tunnustatud teaduslikele teooriatele tuginedes;
- *probleemi kunstlikult keerukamaks muutmise seadus* – humanitaar-, sotsiaal- ja üldpedagoogika valdkonna võõrsõnade liigne kasutamine muudab selle valdkonna teadmised „võhikutele mõistmatuks“, mis võimaldab nende valdkondade teadlastel kunstlikult tõsta oma tähtsust ja kasutades rohkelt erilist keerukat terminoloogiat, muuta keerulisemaks ka oma valdkonna probleeme, ületähtsustades nii suhteliselt lihtsaid probleeme, nende teaduslikkust kui ka olulisust. Samas STEM ja tehnikavaldkonnas kehtib kindel põhimõte, et mida lihtsamalt suudetakse valdkonna keerulisi probleeme seletada, seda suurema spetsialistiga on tegemist ja seda arusaadavam on probleem nii õpilastele kui ka üldsusele.

Eelnevat arvesse võttes, soovitasid rahvusvahelised inseneriorganisatsioonid, et STEM valdkonna õpetajad-õppejõud läbiksid pärast erialaõpet ka pedagoogilise koolituse ja adapteeriksid pedagoogilise terminoloogia STEM valdkonna õpetamisesse. See oligi üheks inseneripedagoogika tekkepõhjuseks. Inseneripedagoogika hakkas tegelema STEM valdkonna õpetamise pedagoogiliste probleemidega (Melezinek 1999, Žukov 2014, Nainiš 2015).

Inseneripedagoogika kujunemine ja koolkonnad Euroopas. 1945.-1950. aastateks oli kiiresti arenevas STEM valdkonnas tekkimas olukord, kus klassikaline pedagoogika oli kaugenenud STEM valdkonnast ega suutnud enam pakkuda piisavalt sobivaid lahendusi STEM valdkonna õppeainete mõjusaks õpetamiseks. Olukorrast väljapääsu leidmiseks tekkisid Euroopas tehnikaülikoolide juures algul üksikud instituudid ja seejärel terved koolkonnad, kes hakkasid rajama inseneripedagoogika kui uue teadusharu põhialuseid. Inseneripedagoogika tekkimine oli tol ajal suur samm edasi, kuna esmakordselt ühendati teaduslikul tasemel inseneriteadused ja pedagoogika (Heinze 1995, Melezinek 1999).

Pedagoogilised uurimused klassikalistes ülikoolides jäid kaugeks neile inseneridele, kes õpetasid tehnilisi õppeaineid tehnikaülikoolides, sest uurimused tehniliste õppeainete õpetamise kohta puudusid. Mõjusa pedagoogilise süsteemi väljatöötamine nõuab teaduslikke uuringuid, samas suur töökoormus ei andnud inseneridele võimalusi vajalike uuringute läbiviimiseks tehnikaülikoolides. Tekkis vajadus inseneripedagoogika arenguks, mis tegeleks vastavate uuringutega just insenerivaldkonnas.

Tuntuimateks inseneripedagoogika koolkondadeks kujunesid *Dresdeni inseneripedagoogika koolkond* (Saksamaal), *Praha inseneripedagoogika koolkond* (Tšehhi Vabariigis ja Slovaki Vabariigis) ning *Klagenfurti inseneripedagoogika koolkond* (Austrias). Viimane on täna valdkonna lipulaevaks kogu maailmas (Heinze 1995, Melezinek 2001 <http://www.ineer.org/events/icee2001/proceedings/papers/469.pdf>).

Dresdeni inseneripedagoogika koolkond sai alguse 1951. aasta novembris, kui Dresdeni Tehnikaülikoolis loodi inseneripedagoogika instituut. Selle esimeseks direktoriks oli *dr Hans Lohmann*. 1963. aastast jätkas instituudi direktorina ja inseneripedagoogika edasiarendajana *dr F. Lichtenecker*, 1986. aastast juhtis instituuti *dr Günter Lehmann*. Instituut jätkab edukat tegutsemist ka tänapäeval, olles Berliini Tehnikaülikooli inseneripedagoogika keskuse kõrval üks suurimaid Saksamaal.

Praha inseneripedagoogika koolkond sai alguse 1960. aastal, mil Praha, Libereci, Brno, Olomouci, Bratislava ja Košice tehnikaülikoolide eestvedamisel rajati Praha Tehnikaülikoolis Kutseõpetuse instituut, mis 1965. aastal nimetati ümber Tehniliste õppeainete õpetamise instituudiks. Selle direktoriks ja loojaks oli *dr Stanislav Novák*. Nimetatud instituut jätkas oma tegevust ja teadustööd 1991. aastani, mil selle baasil loodi Praha Tehnikaülikooli juurde Masaryk'i Haridusuuringute Instituut, kus dr Nováki poolt alustatud teadustööd jätkavad täna ülemaailmselt tunnustatud inseneripedagoogikateadlased *dr Jiří Měřička*, *dr Pavel Andres* ja *dr Dana Dobrovská*. Slovaki Tehnikaülikoolis Bratislavas jätkab inseneripedagoogika-alast teadustööd inseneripedagoogika kateedris *dr Roman Hrmo* koos oma kolleegidega.

Klagenfurt'i inseneripedagoogika koolkonna rajajaks oli prof *dr Adolf Melezinek (1932-2015)*, kellele „Praha Kevade“ sündmustes osalemise tõttu oli sunnitud toonasest Tšehhoslovakkias põgenema. Prof Melezinek osales Klagenfurti Ülikooli rajamisel Austrias. 1971. aastal avati Klagenfurti Ülikoolis Tehniliste õppeainete didaktika õppetool, mille etteotsa valiti prof Melezinek ja siit algas süstemaatiline ning teaduslik inseneripedagoogika areng Austrias. Inseneripedagoogika kaasaegsed, fundamentaalsed printsiibid, nn Klagenfurti koolkonna põhialused, on välja töötatud ja edasiarendatud *dr Melezinek*i poolt. Tema aktiivne töö sel alal on olnud väga viljakas ja õigustatult peetakse teda „kaasaegse inseneripedagoogika isaks“.

Inseneripedagoogika kui noor teadusharu on akadeemiliselt tunnustatud Euroopas, Ameerika Ühendriikides, Kanadas, Austraalias, Aafrikas, Indias, Hiinas, Ladina-Ameerikas, Venemaal ja Aasias.

Rahvusvaheline Inseneripedagoogika Ühing IGIP (IGIP – *Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogik* www.igip.org) moodustati inseneripedagoogika erinevate koolkondade ühinemise tulemusena 1972. a Austrias Klagenfurti Ülikoolis prof dr Adolf Melezineki eestvedamisel. Ühingu presidendiks oli esimese 30 aasta jooksul *dr Melezinek*. 2002. aastal valis IGIP *dr Melezinek*i oma eluaegseks aupresidendiks. Enam kui 40 tegevusaasta jooksul on ühing laienenud ülemaailmseks inseneride ühenduseks ja sellel on tänaseks liikmeid 75 riigis, sh Eestis. IGIP on konsultatiivorganiks nii UNESCO-le kui ka UNIDO-le. Inseneripedagoogika-alaseid publikatsioone avaldatakse regulaarselt IGIP'i iga-aastastel rahvusvahelistel sümposiumidel, mis toimuvad maailma erinevates tehnikaülikoolides, aga ka IGIP-i elektroonilises teadusajakirjas iJEP (International Journal of Engineering Pedagogy, klassifikaatoriga 1.2, mida antakse välja koostöös IEEE-ga). 2006. aastal toimus analoogne sümposium ka Tallinna Tehnikaülikoolis, kus osales ligi 300 delegaati 35 riigi 119 tehnikaülikoolist.

IGIPi põhieesmärgid on:

- STEM valdkonna, sh tehniliste õppeainete õpetamismeetodite, mudelite ja strateegiate täiustamine ning kaasajastamine;
- STEM valdkonna õppeainete integreeritud õpetamine;
- üliõpilaste ja tööandjate vajadustele vastavate, praktikale orienteeritud õppekavade arendamine;
- kaasaegsete tehniliste vahendite, e-õppe ja meediakasutuse ergutamine STEM valdkonnas ning tehnikaõpetuses;
- keelte ja humanitaarainete ühendamine insenerihariduses;
- inseneride juhtimiskoolituse edendamine.

IGIP õppekava. Aastast 1975 on IGIP liikmesriikide esindajatest koosnev Täitevkomitee koostöös Teaduskomitee ja Rahvusvahelise Seirekomiteega koostanud ja pidevalt arendanud IGIP inseneripedagoogika õppekava (<http://www.igip.org/igip/ing-paed-igip>). Inseneripedagoogika õppekava on koostatud koostöös maailma 17 tehnikaülikooliga ja seda on tunnustanud kõik rahvusvahelised inseneriorganisatsioonid. Inseneripedagoogika õppeaine on selle õppekava keskseks õppeaineks. Õppekava tugineb Klagenfurti inseneripedagoogika koolikonna põhiideedele.

ING.PAED IGIP kvalifikatsioon. IGIP omistab rahvusvahelise inseneripedagoogi tiitlit ING.PAED IGIP (<http://www.igip.org/igip/ing-paed-igip>) ja peab inseneripedagoogide ülemaailmset registrit (asukohaga Viinis, Austrias). Rahvusvahelise inseneripedagoogi tiitel ING.PAED IGIP omistatakse inseneripedagoogile, kes omab akadeemilist kõrgharidust STEM valdkonnas (minimaalselt 5 aastat – magistri tasemel), kel on vähemalt üheaastane töökogemus STEM valdkonna õpetamises ja kes on läbinud IGIP'i poolt tunnustatud tehnikaülikoolis inseneripedagoogi koolituse IGIP inseneripedagoogika õppekava alusel. ING.PAED IGIP kvalifikatsioon tagab tehnikavaldkonna õppejõududele vajaliku kompetentsusepagasi mõjusaks õpetamiseks nii oma ülikoolis kui ka rahvusvahelise mobiilsuse tingimustes.

IGIP pöörab erilist tähelepanu uute kaasaegsete tehnoloogiate, meetodikate ja õpikeskkondade rakendamisele STEM valdkonna õpetamisel, sest ainult kõrgeltkvalifitseeritud ja oma eriala valdavad õppejõud, kes rakendavad meisterlikult õpetamise kaasaegset arsenalit, suudavad arendada inseneriharidust, mis on ühiskonna dünaamilise arengu üks olulisimaid mootoreid.

Lisaks IGIP-ile loodi ka teiste rahvusvaheliste inseneriorganisatsioonide juurde (IEEE, SEFI, ASEE, AAEE, LACCEI) haridusühinguid, et parendada STEM valdkonna õppeainete ja tehnikaerialade õpetamise kvaliteeti ning tõsta noorte huvi reaalarvete vastu. 2006. aastal ühines enamus neist organisatsioonidest Rahvusvahelise Insenerihariduse Föderatsiooni IFEES raames ja arendavad ühiselt edasi IGIP õppekava, olles selle tunnustanud sobivaimaks alusõppekavaks STEM valdkonna õpetajate ja õppejõudude koolitamiseks. Ühiselt luuakse akrediteeritud koolituskeskusi tehnikaülikoolide juurde. Rahvusvaheliste inseneriorganisatsioonide toel on STEM õpetajate, sh reaalarvete ja tehnikaõpetajate koolitamine muutunud tehnikaülikoolide pärusmaaks pea kogu maailmas.

Inseneripedagoogika teerajajateks Eestis on olnud *prof Jaak Umborg*, kes 1992. aastast tänaseni on selle valdkonnaga aktiivselt tegelenud. 1999. aastal loodi IGIP Eesti Riiklik Seirekomitee (IERS) ja selle esimeseks presidendiks sai prof Rein Küttner. 2000. aastal sai IERS-i presidendiks Jüri Vanaveski ja aastatel 2010 - 2016 oli IERS-i presidendiks Jaan Tamm ning 2016. aastast jätkab seda tööd prof Jakob

Kübarsepp. IGIP Eesti Seirekomitee kureerib tehnikaõppejõudude ja -õpetajate koolitust Eestis, kontrollib selle vastavust IGIP nõuetele ja edastab IGIP Rahvusvahelisele Seirekomiteele rahvusvahelise insenerpedagoogi kvalifikatsiooni taotlusi.

Inseneripedagoogika laiem levik Eestis algas 2001. aastal, mil Tallinna Tehnikaülikoolis loodi Eesti inseneripedagoogika keskus (EIPK), mida tunnustasid kõik avalik-õiguslikud ülikoolid ning Haridus- ja Teadusministeerium (HTM), eesotsas toonase ministri *Tõnis Lukas'ega*. Loodud keskus (juhataja *dr Jüri Vanaveski*) on olnud järjepidevaks teaduslikuks inseneripedagoogika arendajaks ja STEM valdkonna didaktikakeskuseks Eestis (www.ttu.ee/ipk).

Aastatel 2000–2007 osales keskus koostöös Tartu Ülikooliga tehnikavaldkonna õpetajate koolitamises, nimetatud aastase õpetajakoolituse on lõpetanud kokku 264 õpetajat. 2007.–2011. aastal oli keskusel oma MBA-tüüpi 1-aastane Tehnikaõpetaja magistriõppekava neile, kel juba eelnevalt omandatud vähemalt magistri tasemel akadeemiline haridus STEM-valdkonnas, mis 2008. aastal rahvusvaheliselt akrediteeriti IGIP'i poolt ja mille lõpetajad said taotleda rahvusvahelise insenerpedagoogi *ING-PAED IGIP* tiitlit. Õppekava oli ainus konkursiga õpetajakoolituse õppekava Eestis. 2011. aastal toimunud üleminekuhindamise hariduspoliitilises tõmbetuules Tehnikaõpetaja magistriõppekava suleti. Kokku lõpetas Tehnikaõpetaja magistriõppekava 135 tehnikaoõpetajat.

2018. aastal töötas Eestis juba 98 *ING-PAED IGIP* tiitlit omavat insenerpedagoogi, neist 54 Tallinna Tehnikaülikoolis.

Eesti inseneripedagoogika keskus akrediteeriti IGIP'i rahvusvahelise insenerpedagoogika koolituskeskusena esmakordselt 2003. aastal ja on seejärel korduvalt akrediteeritud 2008. ning 2013. aastal. Alates aastast 2011 toimub keskus õpetajate ja õppejõudude õppekavapõhine koolitus IGIP poolt rahvusvaheliselt akrediteeritud Inseneripedagoogika täiendusõppekava alusel, mis annab Tehnikaõpetaja lisaeriala ja tugineb *IGIP õppekaval* <http://www.igip.org/igip/ing-paed-igip> (täiendusõppe oli 2016. aastaks läbinud üle 130 osaleja). 2015. aastast osaleb keskus TLÜ ja TTÜ Kutseõpetaja ühise magistriõppekava Tehnikaõpetaja spetsialiseerumise ja Tehnikaõpetaja kõrvaleriala koordineerimisel, mis samuti põhineb IGIP'i õppekaval.

Inseneripedagoogika on vaatamata suurele konkurentsile õpetajakoolituses kogunud populaarsust just STEM valdkonna õpetajate ja tööandjate seas, sest see on ainus, spetsiaalselt STEM valdkonna õpetamiseks loodud pedagoogika haru. Üldpedagoogika ja –didaktika ei anna õpetajatele STEM valdkonna õpetamiseks piisavalt vajalikke pädevusi ja teistes Eesti ülikoolides napib teadmisi inseneripedagoogikast ning STEM integreeritud valdkonna didaktikast. Ikka ja jälle püütakse maha salata tõsiasi, et Tallinna Tehnikaülikool on Eestis ainus tehnikaülikool ja STEM valdkonna didaktikat õpetatakse maailmas reeglina just tehnikaülikoolide juures, samuti toimub tehnikaülikoolide juures ka tehnikaoõpetajate taseme- ja täienduskoolitus.

Seni, kuni vaid sõnades rõhutatakse STEM erialade tähtsust Eestis, ei parane ka reaali- ja tehnoloogiaainete õpetamise tase Eesti üld- ja kutsehariduses. Täna ei valda osa õpetajatest oma õpetatavat õppeainet piisavalt sügavuti ega oma ka teadmisi, kuidas STEM õppeaineid mõjusalt ning huvitavalt õpetada – seetõttu ei ole neil ei võimalik tekitada huvi oma õppeaine vastu ega ka vähendada eelkõige õpilastes hirmu eksimise ees. Kaotajaks on paraku meie õpilased, kes tihti ebakvaliteetse õpetamise tõttu ei ole huvitatud reaalinest (ja tihti ka pelgavad neid) ning valivad seetõttu oma tulevase eriala humanitaarvaldkonnast, elimineerides need erialad, kus on nõutud reaalinete valdamist. Viimasel ajal on üha enam hakanud juurduma seisukoht, et parimad reaalinete õpetajad on eelnevalt

insenerihariduse omandanud spetsialistid, kes on läbinud pedagoogilise koolituse, sest nad valdavad oma õpetatavat ainet sügavuti ja oskavad seda õpetada (tõsi)eluliselt ning integreeritult.

TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse eesmärgiks on lisaks läbiviidavale õppe- ja teadustööle tutvustada ja õpetada õpetajatele inseneripedagoogikat, et ka Eestis, nii nagu teistes arenenud riikides, aktsepteeritaks inseneripedagoogika põhimõtteid ja mõistetakse selle pedagoogika haru olulisust STEM õppeainete õpetamisel nii üld-, kutse- kui ka kõrghariduses.

2.3 Psühhodidaktika

„Heatahtlikkus on keel, mida tunnetavad ja mõistavad kõik - ka kurdid ning pimedad õpilased“ Mark Twain

Pedagoogiline psühholoogia ja didaktika ei arene alati paralleelselt, tihti ei ole nende kahe teaduse piirid eristatavad, sest uurimisprobleemid sageli kattuvad.

Psühhodidaktika on integreeritud teadus, mis uurib psühholoogia ja pedagoogika, sh didaktika õpetamispõhimõtete vahelisi seoseid ja nende põhimõtete rakendamist, psühholoogilisi seaduspärasusi ning mehhanisme sotsiaalkultuuriliste kogemuste omandamisel õpiprotsessis. Uuritakse teadmiste omandamisprotsessi sõltuvalt uue informatsiooni integreeritusest, aga ka õppimise, taju ja tunnetuse, õppimise ja arengu, õppimise ja loovusega ning õppesisu koostamise ja meetodikaga seonduvaid protsesse süvaarusaamisega õppimisel.

Psühhodidaktika on multidistsiplinaarne teadusvaldkond, mis ühendab psühholoogiat ja didaktikat ning mis on reaalse õpetamispraktika aluseks individualiseeritud hariduse tagamisel.

Psühhodidaktika teaduslikud ideed on Inseneripedagoogika ja STEM didaktika üheks olulisimaks alustalaks.

Kuigi termin „psühhodidaktika“ on olnud kasutusel alles XX sajandi lõpust, on selle integreeritud valdkonnaga tegelenud juba Aristoteles ja Komensky, aga ka Dewey, Vögtski, Bruner, Frank, Taba, Anderson, Melezinek, Läänemets jpt. Tänapäeval asub üks suuremaid psühhodidaktika uurimiskeskusi Venemaal, kusjuures seal on avaldatud ka mitmeid tsiteeritavaid teadusartikleid (Razumovski, Gavrilov, Krutskiy, Gibelgauz jpt).

Psühhodidaktika uurimisvaldkondadeks on psühhodidaktika metodoloogia, psühholoogia ja didaktika seosed õpetamise teooria ja praktikaga, aga ka tehnoloogia ja haridusuuendustega, jm olulisega õpetamisel.

Psühhodidaktika on saanud uue hingamise pärast aktiiv- ja probleemõppe, interdistsiplinaarse õppe, õppe diferentseerimise, õppeainete vaheliste seoste loomise, lõimingu, hariduslike õppemängude, simulatsioonide ja mudeldamise rakendamise õppetegevuses.

Psühhodidaktika struktuur ja harud:

- hariduse sisu valiku psühholoogilised alused;
- haridusliku tegevuse organiseerimine eri vormide psühholoogia;
- õppemeetodite valiku ja rakendamise psühholoogilised alused;
- õppevahendite kasutamise psühholoogilised alused.

Psühhodidaktika eesmärgiks on isiksuse emotsionaalse, intellektuaalse ja eetilise arengu toetamine ning väärtushinnangute arendamine õppeprotsessis. Oluline on kriitilise mõtlemise õpetamine ja metakognitsiooni toetamine.

Kui didaktika põhiküsimused eesmärkide määratlemiseks on „*mida õpetada?*“, „*kuidas õpetada?*“ ja „*miks õpetada?*“, siis psühholoogia lisab omalt poolt küsimused „*kes õpetab?*“, „*keda õpetatakse?*“ ja „*kus õpetatakse?*“. Laiendades didaktika põhiküsimusi õppekeskkonna määratlemise ja õpilase-õpetaja psühhoanalüüsiga – tuleb rõhutada, et õpetamisel on olulise tähtsusega õppuri erisused ja lähteteadmised ning õpetaja professionaalsus ja kompetentsused tunnetusliku õppetegevuse aktiveerimisel (Савенков 2012).

Nii didaktilised kui ka psühholoogilised põhimõtted õpetamisel sõltuvad õpetatavast valdkonnast, erialast, ja õppeainest. Seetõttu on soovitatav iga õppeaine puhul läbi mõelda, analüüsida ja koostada ka vastava õppeaine õppimise tunnetuslik alus (Крутский, Гибельгауз 2015).

Psühhodidaktika objektiks on inimese psüühika, mis areneb toetavas õppekeskkonnas.

Psühhodidaktika aineks on psühholoogiliste seaduspärasuste ja mehhanismide mõju uurimine inimese psüühikale toetavas õppekeskkonnas. Laiemalt võiks psühhodidaktika aineks pidada ka eesmärkide püstitamise, ainesisu valiku, õppetöö organiseerimismvormide, meetodite, õppevahendite psühholoogiliste seaduspärasuste ja -mehhanismide mõju uurimine omandamisprotsessis ning kogemusõppes.

Psühhodidaktika ülesandeks on uurida psühhodidaktika metoodilisi probleeme, õpipsühholoogiat ja õpetamise psühholoogiat, kusjuures kõigil neist on veel omaette ülesanded:

- ***Psühhodidaktika metoodilised probleemid:***
 - kognitiivsete funktsioonide arengumehhanismide ja seaduspärasuste uurimine õppeprotsessis;
 - isiksuse arenguprotsesside transformatsioonimehhanismide ja seaduspärasuste uurimine enesearendamisel ja iseseisval õppimisel;
 - isiksuse psüühilise arengu erisuste uurimine ja arvestamine ainesisu, õppetöö organiseerimise vormide, metoodika, õppevahendite vallikul õppeprotsessis;
 - õpimotivatsiooni uurimine.
- ***Õpipsühholoogia probleemid:***
 - teadmiste, oskuste ja kogemuste omandamise seaduspärasuste uurimine;
 - teadmiste, oskuste ja kogemuste omandamise individuaalsete ja ealiste iseärasuste uurimine;
 - kognitiivsete funktsioonide arengu seaduspärasuste uurimine;
 - isiksuse arengu seaduspärasuste uurimine õppeprotsessis ja iseseisval õppimisel;
 - isiksuse psüühilise arengu seaduspärasuste uurimine sõltuvalt ainesisust, metoodikast, õppetegevuse organiseerimisest ja õppevahenditest;
 - õpimotivatsiooni uurimine.
- ***Õpetamise psühholoogia probleemid:***
 - pedagoogilise tegevuse psühholoogiliste aluste uurimine;
 - pedagoogi individuaalsete psühholoogiliste ja professionaalsete omaduste uurimine;
 - pedagoogilise tegevuse motivatsiooni uurimine;
 - õppetegevuse juhtimise erisuste ja seaduspärasuste ning nende mõju uurimine õppurite kognitiivsele ja psühhosotsiaalsele arengule;
 - psühholoogiliste aluste väljatöötamine õppeprotsessi täiustamiseks.

Psühhodidaktika pakub järgmist metodoloogilist tuge:

- konkreetsete didaktiliste eesmärkide püstitamine, toetamaks kriitilist mõtlemist;
- õppurite erisustega arvestamine, et tagada eesmärkide saavutamine;
- ainesisu valimine arvestades õppe-eesmärke ja ainesisu;
- õppemeetodite ja -vahendite valik ja analüüs, et õppurid suudaksid saavutada õpiväljundeid ja omandada süvaarusaamisega teadmisi.

Süsteemsed teadmised kujunevad õppuril vastavalt õpetatava teooria struktuurile. Süsteemsus tagab struktuursete seoste mõistmise sõltuvalt õpitava teooria sisemisest struktuurist. Süsteemsed teadmised

kujunevad vaid seoste mõtestamisel ja tervikliku arusaamiseni jõudmisel, vastasel juhul toimub päheõppimine, mitte süvaarusaamisega õppimine.

Psühhodidaktika põhimõtetele tuginedes on STEM valdkonna süvaarusaamisega õppimiseks vajalikud järgmised elemendid:

- valemi lahtiseletamine, iga suuruse mõistmine, näiteks $v = s/t$;
- defineerimine valemi alusel – kiirus on füüsikaline suurus, mis on võrdne teepikkuse ja aja suhtega;
- matemaatiline seletus – kiirus näitab kui pika tee läbib keha ühes ajaühikus;
- ühiku seletamine – kiiruse ühikuks on selline kiirus, mille jooksul keha läbib ühes ajaühikus ühe pikkuseühiku (valemi kirjeldus vastupäeva);
- mis on suuruse ühik SI süsteemis – SI süsteemis on kiiruse ühikuks selline kiirus, kus keha läbib 1 s jooksul teepikkuse 1 m (valemi kirjeldus vastupäeva);
- SI ühiku tuletamine $v = s/t = [m/s]$.

Teadmiste süsteemsus ja süsteemne-struktuurne lähenemine STEM ainete õpetamisel.

Süsteemsete teadmiste omandamine psühhodidaktikas on seotud metodoloogilise lähenemisega õpetamisel ja tugineb didaktilisele, psühholoogilisele ja metoodilisele süsteemsusele. Enne õpetamist tuleb selgeks teha õpetatava teooria struktuur.

STEM valdkonnas on aluseks võetud järgmine õpetamise struktuur:

- teaduslikud faktid;
- hüpoteesid;
- ideaalsed objektid;
- suurused;
- seadused;
- praktiline rakendus.

Teaduslikud faktid - Teooria arendamine algab uute teoreetiliste faktidega, mida ei ole võimalik seletada eelnevalt teadaolevate hüpoteesidega

Hüpoteesid – uued faktid vajavad uusi, neid seletavaid hüpoteese. Faktid ja hüpoteesid õppeprotsessis vastavad teooria arendamise **kvaliteetsele** tasemele – algab püstitatud hüpoteeside kontrollimine, mis tugineb saadud tulemuste õigsuse kontrollimisel. Kui teoreetilised tulemused saavad praktikas kinnituse, oli hüpotees õige.

Edasi liigub teooria STEM teaduste **kvantiteetsele** tasemele. Selleks on vajalikud erinevad mõõtmised ja katsed. STEM kvantiteetseks mõõduks on **suurused**. Suuruste ja tulemuste mõõtmine aitab leida nende vahelise sõltuvuse. Püsivaid korduvaid sõltuvusi, püsivaid seoseid nimetatakse **seadusteks**. Teaduliku uurimise lõppeesmärgiks on saadud teoreetiliste teadmiste **rakendamine praktikas**. Teadusliku uurimise põhialuseks on loodusteaduste **tunnetus** ja nende rakendamine inimkonna hüvanguks on teaduse ja praktika põhiülesandeks.

Teadmised teadusliku teooria praktilisest rakendamisest liigitatakse struktuurielementideks järgnevalt:

- erinevad arvutused, tundmatute suuruste otsing;
- nähtuse positiivsete omaduste rakendamine praktikas;
- võitlus nähtuse negatiivsete ilmingute vastu.

Eeltoodud loogika rakendamise alusel õppeprotsessis on võimalik koostada nähtuse uurimise ja tundmaõppimise struktuurne skeem.

Näiteks tiheduse õpetamisel esitame demonstatsioonkatse abil rida teaduslikke fakte:

- asetame kaalukaussidele kaks võrdse mahuga keha: vahtplastist ja puidust – kaal ei ole tasakaalus. Teeme järelduse, et kehad, millel on võrdne maht, ei pruugi olla sama kaaluga;

- asetame kaalukaasile kaks erinevast materjalist keha, näiteks tsingist ja puidust, mille puhul kaal jääb tasakaalu, seejuures näeme, et kehade maht ei ole võrdne. Teeme järelduse, et kehad, mille kaal on võrdne ei pruudi olla võrdse mahuga;
- püstitame hüpoteesi selle nähtuse selgitamiseks: erinevad ained omavad erinevat sisemist struktuuri. Erinevate ainete molekulid on erinevad ja on erineva paigutusega;
- viime läbi demonstratsioonkatse: valmistame puitprussist 3 erinevat keha nii, et teise keha mass oleks kaks korda ja kolmanda keha mass kolm korda suurem kui esimese keha mass. Näeme, et ka nende mahud erinevad analoogselt – kaks ja kolm korda, kusjuures suhe on konstantne: $m/V = 2m/2V = 3m/3V = \dots = nm/nV = m/V = \text{const}$;
- esitame endale mõned küsimused, et seda suhet süvitsi mõista:
 - kas see iseloomustab keha massi? Ei, mass muutub;
 - kas see iseloomustab keha mahtu? Ei, maht muutub;
 - mis antud suhtes ei muutu? Ei muutu aine, millest kehad on tehtud.
- järelikult see suhe iseloomustab aine omadust. Tähistame selle suuruse tähega ρ ja nimetame aine tiheduseks. Leidsime füüsikalise suuruse – tiheduse:
 - $\rho = m/V$
- tiheduseks nimetatakse füüsikalist suurust, mis on võrdne aine massi ja ruumala suhtega;
- tiheduse SI ühik tuleneb tiheduse võrrandist: $[\rho] = [m]/[V] = \text{kg/m}^3$
- tiheduse võrrandist on võimalik tuletada ka mass ja ruumala:
 - $m = \rho \cdot V$ ja $V = m/\rho$
- edasi arutame teooria rakendamise võimalusi praktikas:
 - antud teooria võimaldab teha erinevaid arvutusi, mis on seotud tiheduse, massi ja ruumalaga;
 - seal, kus tihedus omab olulist osa, püütakse seda suurendada, näiteks hantlite, kaaluvihtide, telliskivide jne tootmisel;
 - seal, kus vajatakse kergeid tooteid, valmistatakse neid väikese tihedusega ainetest, näiteks spordijalatsid, matkatarbed, magamismatid jne;
- õpilased toovad oma näiteid erineva tihedusega ainete kasutamisest tegelikus elus;
- ühiselt lahendatakse ülesandeid tiheduse, massi ja ruumala arvutamiseks;
- viiakse läbi laboratoorsed tööd tiheduse, massi ja ruumala määramiseks.

Psühhodidaktika põhimõtte rakendamine STEM õppeainete õpetamisel on end õigustanud, seda toetavad pikaajalised rakenduskogemused. Psühhodidaktika põhimõtete rakendamine toetab süvaarusaamisega õppimist, sest arvestab õppeaine teaduslikku struktuuri ja toetab õpitu rakenduslikku analüüsi, taju, tunnetust, mõtestatust ja metakognitsiooni.

2.4 Inseneripedagoogika ja STEM didaktika

„Õpetajaid on kahte liiki: ühed lasevad Su “teadmistehaavleid” nii täis, et Sa ei jaksa enam ennast liigutadaagi, teised aga annavad Sulle vaid sõbraliku müksu ja Sa lendad kõrgustesse.“ Robert Frost

Inseneripedagoogika tegeleb **STEM**, **STEAM**, **STREM**, **MINT** jt integreeritud valdkondade mõjusa õpetamise probleemidega. Antud käsiraamatus on eelnimetatud valdkonnad edaspidi käsitletud ühise STEM valdkonnana.

STEM on akronüüm inglisekeelsetest valdkondade esitähedest (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). STEM programmid integreerivad loodusteadusi, tehnoloogiat, inseneeriat ja matemaatikat, et õpetada õpilasi kriitiliselt mõtlema, lahendama elulisi probleeme, tuginedes loodusteaduste ja insenerivaldkonna põhitõdedele ning matemaatikale.

STEAM programmid lisavad STEM valdkonnale kunsti/disaini valdkonna *Arts (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)*, interpreteerides loodusteadusi ja tehnoloogiat läbi inseneeria ning kunsti (disaini) prisma, tuginedes sealjuures matemaatikale.

STREM programmid integreerivad loodusteadusi, tehnoloogiat, robotikat, inseneeriat ja matemaatikat.

MINT programmid integreerivad matemaatikat, informaatikat, loodusteadusi ja tehnoloogiat.

Õpetamine STEM valdkonnas peab tuginema teadusele ja olema teaduslik. STEM valdkonna õppeainete sisu on valdkonna õpetamisel keskse tähtsusega - sisu peab tuginema eriala uusimatele teadusuuringutele. STEM valdkonna õpetamine peab aga samuti põhinema teaduslikel alustel, st olema pedagoogiliselt pädev, tuginedes inseneripedagoogika kaasaegsetele teadusuuringutele.

Nii mõnigi kord kipub meil olema õpetaja pedagoogilisest tegevusest lihtsustatud ettekujutus. Ühed arvavad, et õpetaja peaks tundma õpetatavat ainet, teised jälle, et õpetamise puhul on oluline eelkõige meetodika tundmine. **STEM õppeainete õpetamisel peab õpetaja ennekõike sügavuti valdama õpetatava õppeaine sisu ja alles seejärel omandama õppeaine õpetamiseks vajalikke pedagoogilisi teadmisi.** Tehnikavaldkonna õppeaineid õpetades peaks õpetaja ennekõike omama sügavaid teadmisi õpetatavas tehnilises õppeaines ja seejärel inseneripedagoogikas, sest hea õpetaja peaks teadma nii seda, mida õpetada, kui ka seda, kuidas vastavat ainesisu mõjusalt õpetada. Ainuüksi õpetamisioskusega STEM valdkonnas õpetada pole võimalik (Melezinek 1999). Ainesisule vastavalt valitakse õpetamise meetodika - kui aga tähtsustame meetodikat enam kui ainesisu, siis rakendame piltlikult väljendudes vankri hobuse ette (Melezinek 1999).

Didaktika mõiste on pärit saksa keelest ja tuletatud ladinakeelse uudissõnana saksa õpetlase *Wolfgang Ratke* poolt (*Didaktika entsüklopeedia* 1619). Ratke mõjutustel kirjutas 1627. aastal tšehhi kirikutegelane, filosoof ja pedagoog *Jan Amos Komenský (Comenius)* ühe tuntumatest pedagoogika tähtteostest läbi aegade - „*Didaktika*“, kus oli toodud universaalne õpetus, „kuidas õpetada ükskõik mida ükskõik kellele“ ja mis 1657. aastal ilmus ladina keeles nimetuse all „*Didactica Magna*“. Selles defineeris *Comenius* didaktika kui õpetamisteaduse või õpetamisõpetuse: „Didaktika ehk õpetamisõpetus tähendab õpetamisoskust. Pedagoogika on õpetamise kunst.“ Rootsi haridusteadlased *Jank ja Meyer* (1997) on didaktika mõiste defineerinud järgmiselt: „Didaktika on õpetamise ja õppimise teooria ning praktika.“

Didaktika on pedagoogika haru, mis uurib üldisi õpetamise seaduspärasusi. Didaktika põhiobjektiks -on õpetamise ja õppimise (õpetaja ja õpilase tegevuse) ühtsena käsitatav protsess. Didaktika toetub kõigi ainete õpetamise meetodikaile ja üldistab neid.

Didaktika tegeleb ainesisu ja selle õpetamise meetodikaga.

Metoodika on õpetus meetoditest ehk meetodite kogum, mis uurib õppeaine õpetamise seaduspärasusi. Metoodika põhiülesanne on ainele eriomaste õppemeetodite organiseerimise vormide uurimine.

Didaktika uurimismeetoditeks on vaatlus, pedagoogiline eksperiment, tunnianalüüs ja eneseanalüüs.

Didaktika kolm igihaljast põhiküsimust on:

- miks õpetada (selle määravad vastava aine õppe-eesmärgid);
- mida õpetada (selle määrab ainesisu);
- kuidas õpetada (selle määravad õpetamismeetodid ja -võtted).

Didaktika eesmärgiks on õppeprotsessi mõjus kujundamine ja informeeritud otsuste tegemine, kuidas õppetööd korraldada ning millega arvestada igal konkreetset juhul (Läänemets 2013).

Traditsiooniliselt jaotatakse didaktika üld- ja ainedidaktikateks. Ülddidaktika on teadus õpetamise üldistest seaduspärasustest, õppesisu valiku alustest ja valitud õppesisu omandamise põhimõtetest ning võimalustest erinevate õppimise ja õpetamise meetodite, vormide ja viiside kaudu. Ainedidaktikad tegelevad ainevaldkonna spetsiifikast sõltuvate õpieesmärkide määratlemise, õppesisu valiku ja selle omandamiseks sobivate õppimise/õpetamise meetodite, vormide ja viiside valiku, uurimise ning arendamisega.

Teine levinud viis struktureerida didaktika ainevaldkonda lähtub õpetatavate õpilaste vanuseastmetest – eristatakse eelkooli-, algklasside-, kõrgkoolididaktikat. Kuid didaktika ei pruugi piirduda üksnes akadeemilise haridusega. Kahtlemata on didaktikal palju kasulikku kaasa öelda ka täiskasvanute koolituse tõhustamisel.

Comeniuse õpetus. Õpetaja kasutatav õppemeetod peab olema lihtne, kerge ja usaldusväärne. Õpilasel on õppimisel vaja aru saada ja luua ettekujutus maailmast kui süsteemist ning tervikust. Comenius rõhutas, et õpilane peab olema õppimisel aktiivne, tarkust ei ole võimalik omandada ainult päheõppimise teel – analüüs, süntees ja võrdlus on see, mis loob õpitavast tervikpildi ja aitab ümbritsevat maailma mõista. Comenius võttis kasutusele deduktsiooni, psühholoogeeris kogu õpetuse ja süstematiseeris õpetamise teaduseks. Teda peetakse pedagoogika, sh didaktika, koolikorralduse, kasvatusteooria ja pedagoogilise psühholoogia rajajaks. Comenius soovitas võtta kasutusele 45 minutiline koolitund (Läänemets 2013). Comeniust peetakse kaasaegse hariduse isaks, ta töötas välja õppetunni metoodika alused ja pooldas näitlikustamist õppetöös. Ta jaotas esimesena kooliastmed lapse vanuse järgi ja määras, mida mingis vanuses õppida tuleks. Comenius rõhutas, et õpetajat peab austama ja õpilast ei tohi alandada.

Comenius sõnastas ka metoodikaprintsiibid:

- sõnu tuleb õppida ja õpetada ainult seostades neid reaalsete asjade ja eluga, õpilased peavad oskama oma sõnadega seletada, mis toetab arusaamist;
- **didaktika „kuldprintsiiip ehk kuldreegel“:** õpitavat tuleb kõigile meeltele arusaadavalt esitada ja nii palju kui võimalik (nägemine, kuulmine, haistmine, kompimine; kui reaalseid esemeid näidata ei saa, näidake pilte, kujundeid) ja mida rohkem, seda parem. Mida pole tunnetatud, seda ei mõisteta ega jäeta ka meelde;
- enne abstraktsete reeglite õpetamist tuleb tuua näiteid tegelikust elust;
- ükskõik mida tuleb õppida, seda tuleb teha läbi isetegemise ja proovimise – kirjutama õpitakse läbi kirjutamise, lugema läbi lugemise, arvutama läbi arvutamise – kõik meistrid panevad oma sellid töövõtteid ise läbi tegema;
- mitte ainult loodusteadusi ja teadmisi ei tule õpetada, vaid ka käitumist, moraali, eetikat, kasinust ja viisakust, haridust peab omandama vabatahtlikult, heatahtlikult õhkkonnas ja läbi huvi.

Tänapäeval on au sees Comeniuse poolt XVII sajandil formuleeritud klassikalised didaktikaprintsiibid:

1. Õppe eesmärgipärasus;
2. Õppe süstemaatilisus, süsteemsus ja järjepidevus, õppesisu korrastatus;
3. Õppe adekvaatsus – lihtsamalt keerulisemale, tuntult tundmatule, konkreetselt abstraktsele, jõukohasus;
4. Õppija aktiivsus, loovus, iseseisvus ja teadlikkus (motivatsioon, probleemilahendus, küsimuste esitamine);

5. Õppe näitlikkus, tajutavus ja kujutlusvõime, mõtestatus, seotus eluga;
6. Õppeks vajalike tingimuste loomine, hea õhkkond, emotsionaalsus, huvi, positiivsus.

Tänapäeval tuntakse arvukamalt didaktikaprintsiipe. Kuigi osa alljärgnevatest printsiipidest on sõnastatud juba sadu aastaid tagasi, pole need kaotanud oma väärtust, vaid saanud hoopis soliidse teadusliku põhjenduse:

- 1 *Teaduslikkuseprintsiip* – õpitava vastavus teaduslikele tõdedele.
- 2 *Jõukohasuseprintsiip* – õpitava vastavus õppija arengutasemele.
- 3 *Kasvatusteaduslikkuseprintsiip* – õpilase kasvatamine õpetamisel.
- 4 *Teaduslikkuseprintsiip* – arusaamine õpitavast, loovmõtlemine.
- 5 *Näitlikkuseprintsiip* – õpitava esitamine meelelise kaemuse kaudu.
- 6 *Jadaprintsiip, lineaarsus- ehk järjestatuseprintsiip* – õpitava loogiline, järjestikune esitus.
- 7 *Kontsentriprintsiip* – õpitava korduv, järjest keerukam esitus.
- 8 *Regionaalsuseprintsiip* – piirkonna eripära arvestamine.
- 9 *Rahvuslikkuseprintsiip* – rahvusliku eripära arvestamine.
- 10 *Süsteemilisuseprintsiip* – kajastub õppetöös, õppesisus ja õppekavas.
- 11 *Järgepidevuseprintsiip* – kajastub õpilase ja õpetaja töös, õppekavas.
- 12 *Õpitu püsivuse printsiip* – teadmiste, oskuste ja vilumuste kindel omandamine.
- 13 *Individaalsuseprintsiip* (ka individuaalse lähenemise printsiip) – õpilase eripära arvestamine õpetamisel.
- 14 *Koduloolisuseprintsiip* – lähtumine kodukoha eripärast.
- 15 *Aktiivsuseprintsiip* – õpilaste aktiveerimine õppetöös, õppetöö mitmekesisus.
- 16 *Looduspärasuseprintsiip* – õpilase loomuse arvestamine.
- 17 *Eakohasuseprintsiip* – õpetuse vastavus õpilase eale.
- 18 *Keskustuseprintsiip* – õpitava keskendamine õppeaine või teema ümber.
- 19 *Polüfunktsionaalsuse printsiip* – ainetevahelised seosed, lõiming.
- 20 *Positiivsuse printsiip* – positiivse õpihoiaku ja õpimotivatsiooni kujundamine.

Phillip C. Wankat ja Frank S. Oreovicz on esitanud oma raamatus „*Teaching Engineering*“ (Wankat & Oreovicz 1993 https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpTE000011/viewerType:toc/root_slug:teaching-engineering/url_slug:teaching-engineering/) **didaktika printsiipide kogu STEM valdkonna õppeainete õpetamiseks:**

- Teavitage õppurit. Olge kindel, et õpilane teab õppe-eesmärke. Õelge alati, mida õpetate järgmisena. Planeerige ja struktureerige õpetatav materjal õpilaste algteadmiste tasemele vastavalt. Tehke tunni lõpus alati kokkuvõtte õpitust, seda võivad teha ka õpilased ise.

- Koostage kursuse sisu struktureeritud hierarhia. Teatud osa materjalist peaks olema kindlalt paigas. Materjal peaks sisaldama teaduslikke kontseptsioone, rakendusi ja ülesannete lahendusi.
- Kasutage näitlikke õppematerjale. Paljudel õpilastel on nägemismälu ja nad saavad materjalist kergemini aru, kui esitletakse rohkelt visuaalset materjali. Julgustage oma õpilasi ka ise endile visuaalseid õppevahendeid, visandeid ja skeeme koostama.
- Õpilane peaks olema tunnis aktiivne. Õpilaste aktiivsust ja kaasatõotamist tunnis võib korraldada kirjalikult või suuliselt.
- Nõudke praktiliste ülesannete lahendamist. Kompleksselt kontseptsioonide ja ülesannete lahendamise õppimine nõuab vajadust harjutamiseks rahulikus olustikus. Selleks, et saada kiireks ja täpseks ülesannete lahendamisel, on vaja harjutada ja drillida.
- Andke tagasisidet. Tagasiside peaks olema kiire ja positiivne. Kiitmine toob paremaid tulemusi kui karistus. Õpilastel peaks olema veel üks võimalus pärast tagasiside saamist, et õpiväljundite omandamist edukalt tõestada.
- Oodake alati õpilastelt positiivseid tulemusi. Õpetaja positiivsed ootused ja tunnustus motiveerivad õpilast eriti kõrgelt. Tõeliselt hea õpetaja on alati kindel, et tema õpilased on võimalised suurteks tegudeks.
- Õpetatav materjal peaks olema jõukohane, tagama edu, aga olema ka väljakutseks. Selgitage välja õpilaste algteadmised, millele vastavalt kohandage oma õpetatav materjal. Andke õpilastele piisavalt aega, et nad saaksid edukalt hakkama, kuid samas oleksid siiski piisavalt koormatud õppetööga. Edu on motiveeriv.
- Kasutage erinevaid õppemeetodeid, et kõik üliõpilased saaksid kasutada õppimisel oma lemmikstiili ja saada kogemusi teistes õpistiilides.
- Kasutage meeskonnatööd. Kasutage rühmaülesandeid, kuid andke ka individuaalseid ülesandeid. Hindamisel kasutage soovitatavalt absoluutset (eesmärgile orienteeritud) standardit.
- Esitage mõtlemist provotseerivaid küsimusi. Neil ei olegi tihti üheseid vastuseid, kuid ergutavad õpilasi loovusele, aktiivsusele ja panevad kaasa mõtlema.
- Olge entusiastlik ja näidake üles õpetamisrõõmu. Entusiasmi muudate oma õpilased aktiivsemateks ja heatujulisemateks.
- Julgustage üliõpilasi oma kaaslasid õpetama. Need, kes teisi õpetavad, õpivad ka ise rohkem, saades lisaks enesekindlust.
- Hoolige sellest, mida teete. Automaatjuhtimise ja ükskõiksusega ei saavutata erilisi tulemusi.
- Kui võimalik, eraldage teineteisest õpetamine ja hindamine. Kui keegi teine õpilasi hindab, muutub õpetaja juhendajaks, kelle eesmärgiks on oma õpilasi igati aidata, arendada ja suunata.

Eesti pedagoog ja kooliuuendusliikumise juht, Johannes Käis (1928), on koostanud „Didaktika kümme käsku“:

- Ole huvitatud oma tööst ja ela kaasa sellele, siis suudad äratada huvi ka õpilastes.
- Püüa loov olla oma töös, tuues igasse korduvassegi tundi midagi uut töö-sisus ja -võtetes.
- Ühelegi tunnil ei tohi minna ilma tõsise, mitmekülgse ettevalmistuseta tunni sihi, aine valiku ja töökäigu suhtes.
- Aine valikul peab hoolega silmas pidama aine lapsepärast ja eluligidust.
- Ehita õpetuskäik õigele psühholoogilisele ja loogilisele alusele.
- Võimalda õpilasele suurimat isetegevust.

- Hoolitse järjekindlalt harjutus- ja kordamistöö eest, ilma milleta võib ka parim õppeviis jääda tagajärgedeta.
- Õpetusel tuleb alati silmas pidada ka kasvatuslikke ülesandeid.
- Ole eeskujulik oma töös.
- Kõigi puuduste ja ebaõnnestumiste põhjusi otsi kõigepäält iseendas.

Johannes Käisi „Didaktika kümmet käsku” võib pidada teoreetiliseks ja samas kogemusel põhinevaks, lihtsaks ja samas väljakutseks õpetajale, omas ajas uuenduslikeks ja samas tänapäeval järgitavaks.

2.5 Inseneripedagoogika käsitlusaine

„Teadlased avastavad seda, mis juba eksisteerib, insenerid loovad maailma, mida pole varem olemas olnud“ Theodore von Kármán

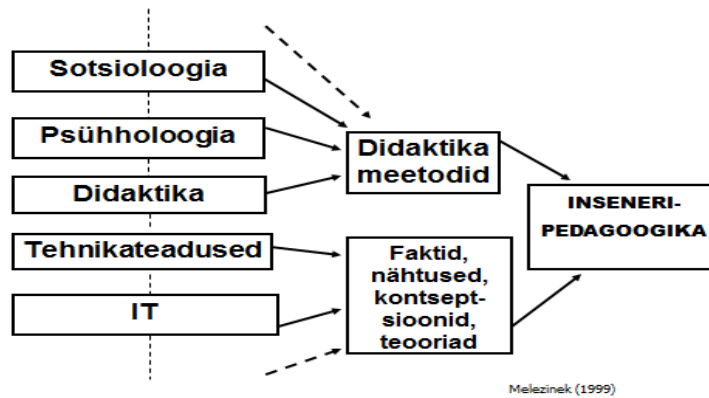
Mida tähendab mõiste *inseneripedagoogika*? Kui piirduda pragmaatilise definitsiooniga siis võib lühidalt öelda, et ***inseneripedagoogika all mõistetakse kõiki tehniliste teadmiste õpetamise ja õppimise parendamisele suunatud ja selle eesmärkide, sisu ning vormiga seotud tegevusi.*** Inseneripedagoogika üheks uurimisobjektiks on ka STEM valdkonna didaktika (Melezinek 1999).

Juba sõnaühend *inseneripedagoogika* – sõnade *insener* ja *pedagoogika* ühend – tähistab selle teadusliku distsipliini süмптоomaatilisust, nimelt tehnikateaduste vastastikust mõju pedagoogikaga, haridusvaldkonnaga. Vajalikke tehnilisi alusteadmisi (ainesisu, mis on STEM valdkonna õpetamisel kõige olulisema tähtsusega) pakuvad inseneripedagoogikale loodus- ja tehnikateadused: elektrotehnika, energeetika, masinaehitus, füüsika., keemia-, ehitusvaldkond jt. Inseneripedagoogika ja pedagoogilise psühholoogia (sh didaktika) põhimõtteid kasutatakse tehniliste erialaainete õpetamisel ja õpetamise kavandamisel, kusjuures mõjule pääsevad ka teiste teaduste nagu näiteks psühholoogia, sotsioloogia, informatsiooniteooria jt põhiideed (vt **sele 2.1**) (Melezinek 1999).

STEM valdkonna õppeainete õpetamisel peavad õpetatavad teadmised rajanema vastaval erialateaduslikul baasil, lisaks sellele peaks õpetaja valdama ka STEM valdkonna didaktikat. Seega on STEM ja tehniliste erialade õpetamisel omavahelises tihedas seoses kaks aspekti – erialane ja didaktiline (Melezinek 1999).

Inseneripedagoogika ei ole lihtsate retseptide kogum, mida saaks kasutada alati ja kõikjal ühtviisi, vaid pidevalt muutuv ja arenev õpetamiskunst, teadus tehniliste erialade mõjusast õpetamisest.

Inseneripedagoogika uurimisaineks on kõik see, mis on suunatud STEM valdkonna õppeainete mõjusamale õpetamisele ja õppimisele – õppejõu tegevuse viisid, mis toetavad õppe-eesmärkide saavutamist ja kriitilise mõtlemise käivitamist ning kõrgema taseme mõtlemise arendamist. Inseneripedagoogika uurib STEM ja tehnikavaldkonna erialade pedagoogikaga seotud probleeme, sh õppekavade koostamise ja analüüsi ning didaktikaga seonduvat (näiteks mõjus õpetamine, valdkonna kaasaegne metoodika, aktiivõppe meetodid, erinevate õpistiilidega arvestamine, kriitilise mõtlemise arendamine, tegevus- ja probleemõpe, kombineeritud õpe ja pööratud klassiruum, hübriidklassiruum, praktika jne), aidates kaasa valdkonna õppeainete mõjusamale õpetamisele, sügavuti arusaamisega õppimisele ja õppimise-õpetamise kvaliteedi parenemisele STEM valdkonnas (Melezinek 1999).



Sele 2.1 – Inseneripedagoogika allikad (Melezinek 1999)

STEM valdkonna õpetamisel tuleb arvesse võtta valdkonna omandamisprotsessi eripära, tajujärgseid protsesse lühimälu perioodil (vt jaotis 4.1 – Mis on õppimine?), tuginedes kujutlusvõimele, ruumitajule ja mälule. Õppimisel on oluline roll keelel, kõnel ja mõtlemisel. Tähendust omavad ka huvi, tähelepanu ja tahe.

Inseneripedagoogika definitsioon toetub Klagenfurti koolkonna looja ja valdkonna tuntuima esindaja dr Adolf Melezineki formuleeringule, millele vastavalt: ***inseneripedagoogika on pedagoogika haru, mis toetab tehniliste õppeainete õpetamisel õppejõu didaktiliselt mõjusat õppe-eesmärkide saavutamist, luues tingimused süvaarusaamisega õppimiseks, kusjuures õpilaste eelteadmised, ainesisu, sobivate õppevahendite valik ja sotsiokultuuriline keskkond määravad rakendatavad õppemeetodid*** (Melezinek 1999).

Lühidalt öeldes, on inseneripedagoogika interdistsiplinaarne pedagoogika haru, mis tegeleb STEM valdkonna õppeainete mõjusa õpetamise ja süvaarusaamisega õppimise toetamisega.

Inseneripedagoogika on loonud teadusliku platvormi teadusuuringute läbiviimiseks, et anda vastuseid inseneriharidust puudutavatele olulistele küsimustele ja pakkuda lahendeid STEM valdkonna õpetamise mõjusamaks muutmiseks, seda inseneride professionaalse tegevuse kiirete muutuste tingimustes ning haridussüsteemi reformimise tingimustes Bologna protsessi raames. Tehnilist kõrgharidust omavate õppejõudude kaasamine inseneripedagoogika teadusuuringutesse on võimaldanud saada STEM valdkonna mõjusaks õpetamiseks olulisi uusi teadmisi, mis on omakorda avaldanud mõju ka üldpedagoogiliste teadusuuringute teemaatikale ja metoodikale. IGIP-i poolt pideva õppekava arendamise käigus välja töötatud inseneripedagoogika baasõppekava on läbi teinud ajaproovi 45 aasta vältel (www.igip.org). Põhilised IGIP-i poolt teadusuuringute alusel väljatöötatud õpetamise printsiibid, mudelid, strateegiad ja meetodid on end praktikas täielikult õigustanud ja võimaldavad käia kaasas arengutega insenerihariduses. IGIP rahvusvahelised suvekoolid, akrediteeritud koolituskeskused ja nende õppekavad, seminarid, meistriklassid, õpitoad ning iga-aastased teaduskonverentsid on võimaldanud koolitada suurel hulgal tehnikavaldkonna õppejõude, mis on omakorda võimaldanud kaasas käia kiirete muutustega insenerihariduses ja pakkunud õppejõududele valdkonna didaktika uusimaid põhimõtteid mõjusaks õpetamiseks.

Bologna protsess üldiselt ei ole soodustanud insenerihariduse arengut tervikuna, sest rahvusvaheliste inseneriorganisatsioonide seisukohale vastavalt omab insener viieaastast (integreeritud) akadeemilist kõrgharidust.

Pedagoogikat iseloomustavad erinevad koolkonnad ja voolud, mille puhul saab lihtsustatult ning väga üldistatult eristada kahte põhivoolu. Üks neist esindab traditsioonilisi teaduslikke filosoofilisi ja psühholoogilisi aluseid ning on suunatud õppetegevuses toimuvate protsesside mõistmisele. Teist voolu aga esindavad teadlased, kes suuremal või vähemal määral esindavad nn küberneetilist koolkonda ja tuginevad oma uuringutes peamiselt arvutuslikele kriteeriumitele. Kuigi nende mõlema voolu siseselt esineb hulgaliselt erinevaid koolkondi, on neile kõigile siiski ühised teatud võtmeideed.

Saksakeelsetes maades võib muuhulgas eristada järgmisi koolkondi (Melezinek 1999):

- *Berliini koolkond* (Heimann, Otto, Schulz);
- *Aacheni koolkond* (Zielinski, Schöler, Tulodziecki, Zifreund, Witte);
- *Gisseni koolkond* (Correll jt);
- *küberneetiline koolkond* (Frank, Arlt, Graf, Lahn, Lánský, Lehnert, Riedel, Rollett, Schmid, von Cube, Weltner jt).

Inseneripedagoogika alused rajanevad küll traditsioonilise filosoofilis-psühholoogilise pedagoogika arusaamadele, rõhutavad aga tugevalt (lähtuvalt tehniliste teaduste spetsiifikast) küberneetilise pedagoogika aluseid.

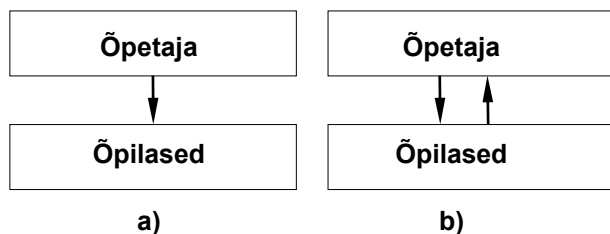
Inseneripedagoogiline lähenemine ühendab õpetamise kui teaduse õpetatava eriala didaktika ja kompetentsuspõhise õpetamiskunstiga – loomingulisusega, seega õpetaja isiksusega (Melezinek 1999).

Õpetamine kui protsess peab olema teaduslik (tuginema erialavaldkonna ja inseneripedagoogika teadusuuringutele) ja kui võimalik ka arvutuslik – õppetegevust tuleks uurida, mõtestatult algoritmida, aga inimene ja koos temaga ka õpetamise kunst, mis inspireerib õpetamist ning annab sellele loomingulise ja empaatilise iseloomu, peavad oma rolli õpetamisel säilitama. Õpetamise kunst tuleks teaduslikul alusel õppetegevuse mõjudest esile tõsta.

2.6 Õppetegevus ja selle kandjad

“Õppimise ilu seisneb selles, et mitte keegi ei saa seda Sinult ära võtta.” B.B. King

Õpetamine on keeruline pedagoogilis-psühholoogiline protsess. Õpetamist mõistame kui õppimise võimaldamist ja toetamist. *Õppetegevus* toimub kahe pooluse vahel – sellel on kaks kandjat: *õpetaja* ja *õpilased*.



Sele 2.2 – Mõlemad õppetegevuse poolused:
õpetaja ja õpilased:
 a) – informatsiooni edastatakse vahel ühepoolset, st õpetajalt õpilastele;
 b) – informatsiooni edastatakse enamasti vastastikusest, st ka õpilastelt õpetajale (tagasiside)

Õpetaja ja õpilaste vahel vahetatakse informatsiooni ja toimub suhtlemine. Informatsiooni edastatakse õpetajalt õpilastele mõni kord *ühepoolset*, enamasti aga tasakaalustatult mõlemas suunas (*interaktiivselt* ehk *vastastikusest*) (vt **sele 2.2** - Melezinek 1999).

Esitatud mõttekäikudest järeldeb, et **inseneripedagoogika mõistab õpetamist**

protsessina, mis allub nagu iga teinegi, kindlatele seaduspärasustele ja mille kulgemise käigu määrab terve rida faktoreid.

Vaatleme järgnevalt õppetegevuse mõjusuurusi ja nende seoseid.

2.7 Õppetegevuse mõjusuurused ja suhtlemise mõjusüsteem

“Ülikool õpetab meile oskusi ja annab võimalusi, kuid ei anna mõistust ega arusaamist. Nendeni peame me ise jõudma.” C. JoyBell C.

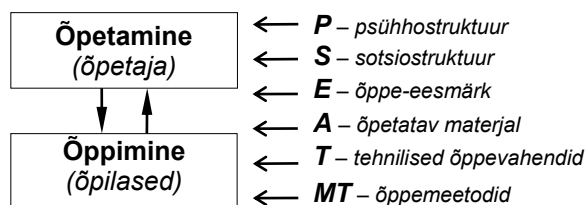
Õppetegevust mõjutavaid faktoreid võib tuletada küsimustikust, mis pärineb juba *Comeniuselt* (Tšehhi õpetlaselt *Jan Amos Komensky'lt*):

keda–kus–miks–mida–millega–kuidas õpetatakse?

Lähtuvalt eelnimetatud küsimustest defineeris Saksa pedagoogikateadlane *Helmar G. Frank* kuus pedagoogilist muutujat (Melezinek 1999).

Inseneripedagoogika Klagenfurti koolkonna mõjusa õppeprotsessi mudel, mis osaliselt tugineb Frank'i mudelil, on esitatud **selel 2.3** (allikas: Melezinek 1999) ja lähtub järgmistest didaktilistest küsimustest:

1. küsimus: **„Keda õpetatakse?”** on esitatud õppija määratlemiseks – eriti huvitatud ollakse tema psühholoogilistest, aga ka bioloogilistest tunnustest (millised on õpilase eelteadmised, kuidas ta õpib, millised on tema õpistiil ja erisused). Sihtrühma kirjelduste kogum võetakse kokku pedagoogilises muutujas **psühhostruktuur (P)**. Siin kerkib üles ka küsimus **„kes õpetab?”** – milline peaks olema õpetaja/õppejõu ettevalmistus ja kvalifikatsioon.



Sele 2.3 – Õppetegevuse inseneripedagoogiline mudel. Õppetegevus allub kindlatele seaduspärasustele. Sellel on kaks poolust, mille vahel vahetatakse informatsiooni. Tegevuse määravad mõjusuurused *E, A, P, S, T, MT*

2. küsimus: **„Kus õpetatakse?”** on esitatud sotsiokultuurilise keskkonna määratlemiseks, milles õpetamine toimub või millisest sotsiaalsest keskkonnast kuulajad pärinevad. Mõjusuurust tähistatakse lühidalt **sotsiostruktuurina (S)**. Siin arvestatakse ka õppekeskkonna ja ruumikeskkonnaga.

3. küsimus: **„Miks õpetatakse?”** on esitatud õpetamise eesmärkide täpsustamiseks ja määrab õppetegevuse mõjusuuruse **õpetamis- või õppe-eesmärk (E)**. Siin tuleks arvestada õppe- ja ainekava eesmärkide, kutsestandardite, tööandjate ootuste, riiklike regulatsioonide, vastavate erialaspetsialistide vajadusega jne.

4. küsimus: **„Mida õpetatakse?”** on esitatud õppeaine sisu kohta ja määrab ühe tähtsaima õppetegevuse mõjusuuruse STEM valdkonnas - **õppesisu või õpetatava materjali (A)**, mis põhineb valdkonna teadusuuringutel. Siin oleks vaja kindlaks määrata ka õppeaine maht (**kui palju?**) ja õpetamise aeg, st

koht õppekavas (*millal?*), teooria-, harjutus- ja praktikatundide vahekord, eeldusained, õppeainete järjekord õppekavas jne.

5. küsimus: „**Millega õpetatakse?**” on esitatud õpetamisel kasutatavate tehniliste õppevahendite (sh IKT, meedia, e-õppe, kaasaegsed õppekeskkonnad, laborisisseseaded jm) kohta, mille abil sihtrühmale õppeainet õpetatakse – see küsimus määrab pedagoogilise muutuja **tehnilised õppevahendid (T)**. Siin tuleks leida ka vastus küsimusele **kus õpetatakse?** Kas õppeainet oleks kõige parem õpetada laboris, harjutustunnis, loengu- või seminariruumis või hoopis e-õppes? Millist õpikeskkonda oleks parim kasutada?

Praktikuid vist kõige enam huvitav 6. küsimus: „**Kuidas õpetatakse?**” on esitatud õpetamise strateegiate, mudelite ja õppemeetodite määratlemiseks ehk teisisõnu on see küsimus õpetamisalgoritmi ehk ainemetoodika kohta. Vastavat pedagoogilist muutujat tähistatakse **õppemeetodina (MT)**.

Õppetegevus sõltub seega järgnevatest mõjusuurustest (Melezinek 1999):

- *psühhostruktuur (P);*
- *sotsiostruktuur (S);*
- *õppe-eesmärk (E);*
- *õpetatav materjal (A);*
- *tehnilised õppevahendid (T);*
- *õppemeetodid (MT).*

Õppetegevus muutub oluliselt, kui neid mõjusuurusi varieerida. Õppetöö ettevalmistamisel kerkib õpetaja ette didaktiline ülesanne: leida antud väärtuste *E, A, T, P* ja *S* korral sobivad *MT* väärtused. Teisisõnu, tuleb leida vastus *inseneripedagoogika põhiküsimusele: missugune õppemeetod (MT) antud õpetatava materjali (A), kasutatavate tehniliste õppevahendite (T), antud sihtrühma (P) ja sotsiokultuurilise keskkonna mõju (S) korral võimaldab saavutada püstitatud õppe-eesmärgi (E)?* (Melezinek 1999).

Õppemeetod on seega erinevate mõjusuuruste funktsioon. Matemaatiliselt võib seda kirjeldada funktsioonivõrrandina:

$$MT = f(P, S, E, A, T)$$

See võrrand kirjeldab ülimalt komplitseeritud seoseid (Melezinek 1999): kõik mõjusuurused mõjuvad üheaegselt. Üksikud mõjusuurused võivad mõjuda ühe- või vastassuunaliselt. Kui muutub kasvõi üks mõjusuurus, siis mõjutab see koheselt ka kõiki teisi mõjusuuruseid. Kui aga mõni mõjusuurus on konstantne, siis on sellega juba määratud ka kõik ülejäänud suurused.

2.8 Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise psühhodidaktiline põhimudel

„Inseneridest on võimalik koolitada väga häid õpetajaid, õpetajatest väga häid insenere on tunduvalt raskem koolitada.“ *Adolf Melezinek*

Alustame näitega igapäevaelust. Näiteks tehakse Teile ettepanek esineda erialase ettekandega teemal, millega olete juba aastaid tegelnud. Oletame, et Te nõustute. Mida teete järgmisena? Tavaliselt hakatakse kohe koostama ettekande teksti, mis on enamasti kirjalikult vormistatud ja väikseimategi detailideni viimistletud, keskendumata sellele, missugused eelteadmised, huvid ja seisukohad selle eriala ja antud teema kohta on kuulajatel. Missugune ainesisu sobiks sihtrühmale? Missugust esitlustehnikat peaksite oma ettekande toetamiseks kasutama? Missugust huvitavat informatsiooni peaksite lisaks esitama, et Teie esinemine oleks paeluvam ja arusaadavam? Kuidas õpilased õpivad ja kuidas peaks sellest sõltuvalt õpetama?

Klagenfurti koolkonna inseneripedagoogika psühhodidaktiline põhimudel mõjusa õppeprotsessi kavandamiseks. See psühhodidaktiline mudel on koostatud inseneripedagoogika looja, Adolf Melezineki poolt. Inseneripedagoogikas kasutatav, teaduslikult tõestatud didaktiline mudel mõjusa õpetamise, loengu, tunni, ettekande või ainekava kavandamiseks on esitatud **selel 2.4**, see põhineb eelmises peatükis tutvustatud inseneripedagoogika mõjusuurustel ning koosneb järgmistest üksteisele järgnevatest **põhistrateegiatest** (Melezinek 1999):

1 Määrake eesmärgid – miks me õpetame? Ei ole mõtet arutleda, milline tee viib kõige kiiremini Teile poolt valitud sihtpunkti, kui Te ei tea, kuhu üldse välja jõuda tahategi. Sama kehtib ka Teie kõne, loengu, kirjatöö, tunni või ettekande kohta. *Seetõttu tuleb endale enne kõike püstitada selged ja täpsed eesmärgid!* Määrake eelnevalt kindlaks oodatavad teadmised, mis peaksid olema kuulajatel pärast Teie loengut, teadusartikli või tehnilise teksti lugemist. Õppe-eesmärkide saavutamisega loome oma õpilastele tingimused ja võimalused õpiväljundite saavutamiseks (vt peatükk 3).

2 Hinnake sihtrühma – keda me õpetame? Edukaks teadmiste edastamiseks peate arvestama oma kuulajate taustaga. Õpetajana tuleb Teil kindlasti arvestada kuulajate eelteadmiste, hoiakute, huvide, ettekujutluste ja motiividega. Loomulikult mängivad tähtsat rolli ka Teie kuulajate psühholoogilised, sotsiaalsed jm individuaalsed eripärad. Vajadusel võite kursuse alguses eelteadmiste testiga kindlaks määrata oma kuulajate lähteteadmiste taseme, et selle alusel kohandada õpetatav materjal neile sobivaks. Selgitage välja, kuidas õpilased õpivad ja õpetage vastavalt sellele. *Kontrollige, kas püstitatud eesmärgid on sobivad õppurite lähteteadmistega* (vt peatükk 4).

3 Valige materjal (õppesisu) – mida me õpetame? Iga päev toob meile uut informatsiooni ja tehniliste erialade õpetamisel tuleb hakkama saada üha suureneva teadmistetulvaga. Valige olemasolevast informatsioonist, vastavalt seatud eesmärkidele ja õppurite eelteadmistele, ainult tähtsaim ja teemale vastavaim ning uuem teadusuuringutel tuginev õppematerjal! Ärge koormake oma kuulajaid üle liigse infoga! Kontsentreerumine tähtsaimatele fenomenidele ja mõistetele on pedagoogiliselt eriti väärtuslik – sel juhul joonistub välja teema olulisim ja täpseim olemus. Koostage didaktiliselt mõjusaid õppematerjale. Arvesse tuleks võtta õppeaega kui ressursi, saavutamaks tasakaalu õppimiseks etteantud aja ja omandamiseks valitud õppesisu mahu ning keerukuse vahel. Kindlaks tuleks määrata õppetegevuste loogiline järjestus ja interdistsiplinaarne lähenemine, analüüsida õppesisu ja õpikogemuse ratsionaalset lõimingut. *Viige esitatav materjal vastavusse eesmärkide ja kuulajate eelteadmiste tasemega, et nad saaksid paremini materjalist aru ja seda ka kergemini sügavuti omandaksid!* (vt peatükid 5, 8).

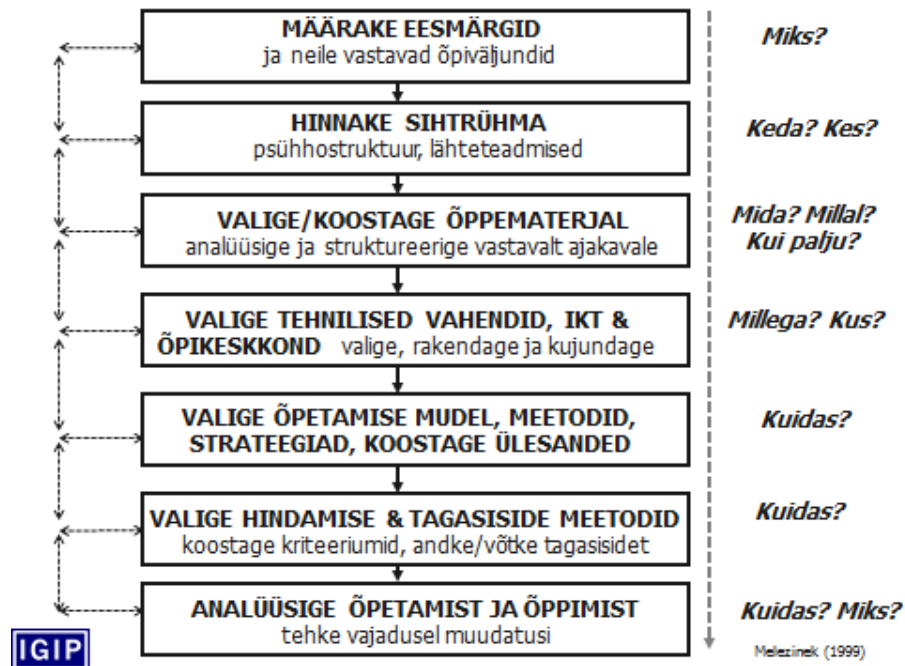
4 Valige tehnilised vahendid – millega ja kus me õpetame? Keda meist poleks erinevatel eluetappidel mõjutanud suurepärased õpetajaisiksused? Inimlikku isiksust ei ole võimalik õpetamisel mitte millegi vastu vahetada. Inimlik eeskuju on asendamatu ja selle tähtsus säilib ka tulevastes suhtlusprotsessides ning õpetamisel. Tänapäeva infotulva juures pakub aga õpetajale asendamatu abi informatsiooni edastamise tehnika ehk tehnilised vahendid: *klassikaliste* tehniliste vahendite

(tekstimaterjalid, tahvel, laboriseadmed, mudelid jm) ja *uute* tehniliste vahendite (videosüsteemid, kompuutrid, internet, smartboard, nutiseadmed jm) ning kaasaegsete õppekeskkondade (sh e-õpe, e-laborid, kauglaborid, virtuaallaborid, simulatsioonid jm) abil saame mõjusamalt oma õppeainet õpetada. *Tehnilised vahendid ja õpikeskkond tuleks valida vastavalt püstitatud eesmärkidele, õppurite erisustele ning valitud õppesisule* (vt peatükid 6, 8).

5 Valige õpetamise mudelid, meetodid ja strateegiad – kuidas me õpetame? Tähtsaim, millel peatume, on tehnilise informatsiooni edastamise, tehnilise eriala õpetamise ja omandamise meetodid – õppemeetodid, strateegiad ja mudelid, suhtlemisvahendid ja -vormid, mida mõjusalt õpetamisel kasutada. Siin tutvute mitmete võimalike teedega, mida mööda võite oma sihtrühma mõjusalt juhtida püstitatud eesmärkideni. Eesmärgimõjusate diskussioonide kõrval tutvute ka end õigustanud suhtlus-, õpetamis- ja treeningutehnikatega. Mõni esineja ähib rääkimisel ja katkestab kõnevoolu tihti ebaorgaaniliselt lause keskel. Mis sel juhul ei klapi? Mõni esineja jälle räägib liiga monotoonselt, pausideta ja ühtlaselt. Ta on igav ja lülitab ise oma kuulajad välja. Tähtis on ka miimika (näoilme kõik vormid) ja žestid (kehahoid ja liikumine). Miimika ja žestid peaksid kõnet mõtestatult saatma ja toonitama. Miimika ja žestideta õpetamisel ei ole värvi. *Õpetamise mudelid, meetodid ja strateegiad tuleks valida vastavalt püstitatud eesmärkidele, õppurite erisustele ja tehnilistele vahenditele ning õpikeskkonnale toetamaks ainesisu tulemuslikku omandamist* (vt peatükid 4, 7, 8, 11).

6 Valige hindamise ja tagasiside meetodid – kuidas me hindame? Valige oma ainesisule, tehnilistele vahenditele, õpikeskkonnale ja rakendatavatele õppemeetoditele sobivad hindamise ning tagasiside meetodid. Kontrollige, et püstitatud õpiväljundid oleksid hinnatavad ja valige hindamismeetodid just õpiväljundite hinnatavuse valguses. Analüüsige, mida peaksid õpilased tegema, et tõestada õpiväljundite saavutamist, kuidas oleks kõige parem kontrollida, kas ja mis tasemel on õpilased saavutanud püstitatud õpiväljundid. Küsige ja andke pidevalt tagasisidet oma õpilastele, andke hinnanguid nende tegevusele, selgitage oma nõudmisi, hindamismeetodeid ja –kriteeriumeid juba esimeses tunnis. Õpetage seda, mida hiljem hindate ja vastupidi. *Valitud hindamise ja tagasisidestamise meetodid peaksid kontrollima õpiväljundite saavutamist, sobituma õppurite erisuste, ainesisu, õpetamise meetodite piirangute, õpikeskkonna ja tehniliste vahenditega* (vt peatükk 9).

7 Analüüsige õpetamist ja õppimist, tehke vajadusel muudatusi. Analüüsige oma õppetööd juba planeerimisel, enne õpetamist, õpetamise ajal ja pärast õpetamist. *Kas püstitatud eesmärkide-õpiväljundite, õppurite eripära, valitud ainesisu, tehniliste vahendite ja õpikeskkonnale vastavalt valitud õppe- ja hindamismeetodid on olnud mõjusad ja tulemuslikud?* Küsige õppuritelt ja kolleegidelt tagasisidet. Tehke vajadusel muudatusi õpetamise ja õppimise kvaliteedi parendamiseks. Täiendage oma õpetamisioskusi ja õpetage õpilased õppima (vt peatükid 10 ja 11).



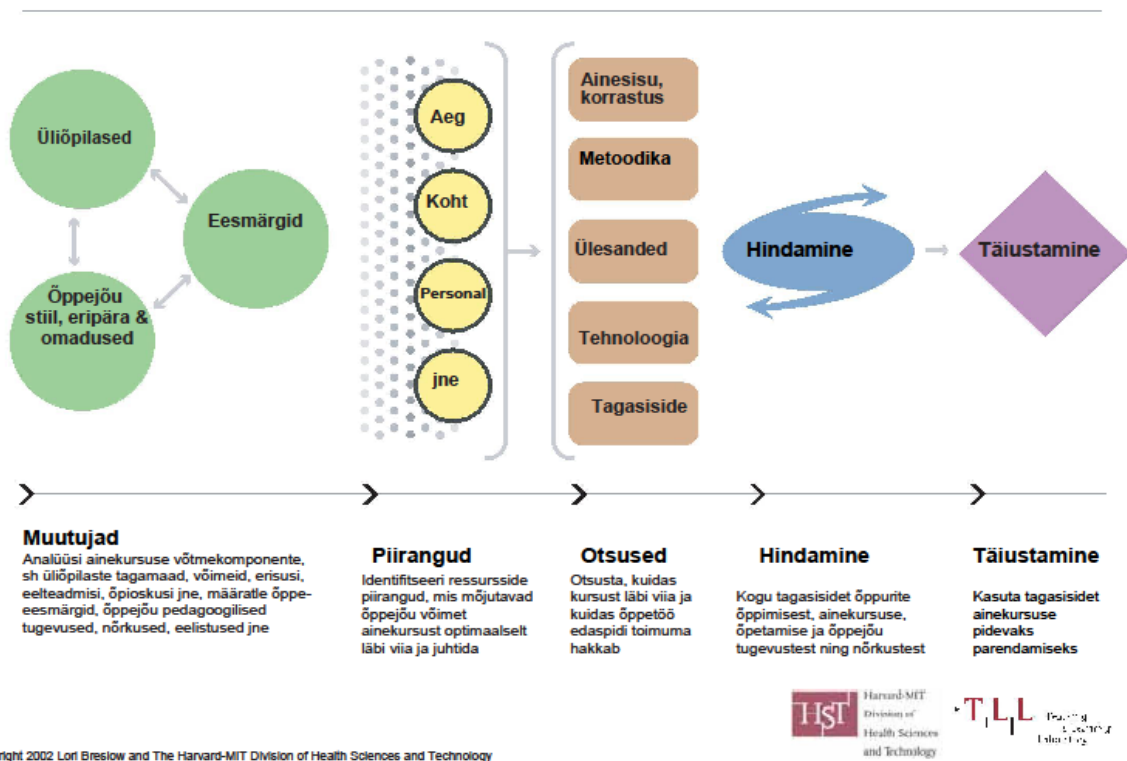
Sele 2.4 – Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise psühhodidaktiline põhimudel (Melezinek 1999)

Õpetaja vajab mõjusa õpetamise mudeli rakendamisel järgmist (Melezinek 1999):

- teadmisi, kuidas püstitada õppe-eesmärke ja neile vastavaid õpiväljundeid - mida meie õpilased peaksid oskama pärast meie kursuse läbimist? (miks me üldse õpetame?);
- teadmisi sihtrühma kohta õpilaste õppimise toetamiseks: õpilaste eelteadmised, õpistiilid, individuaalsed erisused, huvid jne (keda me õpetame?);
- ainealaseid teadmisi, ainesisu (mida, millal, kui palju me õpetame?);
- teadmisi tehnilistest õppevahenditest, tehnoloogiast, meediast, IT-st, erinevatest kaasaegsetest õpikeskkondadest ja nende kasutamise oskust õppetöös (millega ja kus me õpetame?);
- teadmisi ainedidaktikast, õppemeetoditest, mudelitest, strateegiatest (kuidas ja millal me õpetame?);
- teadmisi hindamisest ja tagasisidest (mida peavad õpilased tegema, et tõestada õpiväljundite saavutamist ja kuidas seda hinnata? Kas õpiväljundid on hinnatavad? Kuidas küsida ja anda tagasisidet?);
- teadmisi, kuidas analüüsida õppetööd (kuidas parendada õpetamist vastavalt õpitulemustele, tagasisidele ja analüüsi tulemustele?) ja kuidas analüüsida oma tegevust.

Strateegilise õpetamise mudel (MITs ja Harvardi Ülikoolis <http://tll.mit.edu/help/what-strategic-teaching>) on välja töötatud Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise psühhodidaktilise põhimudeli (**sele 2.4**) edasiarendamisel.

Selel 2.5 on esitatud MIT ja Harvardi Ülikooli poolt koostatud strateegilise õpetamise mudel. Mudel on otsustusprotsessi aluseks ainekursuse, üksiku ainetunni või kogu õppekava koostamisel ja seda tuleks analüüsida nii õppeaine, instituudi, ülikooli, õpikogukonna, meeskonna, tööandjate jms kontekstis.



Sele 2.5 – Strateegilise õpetamise mudel (MIT/Harvard <http://til.mit.edu/help/what-strategic-teaching>)

Strateegilisel õpetamise mudelil on järgmised sammud, kus arvestatakse alljärgnevate mõjusuurustega:

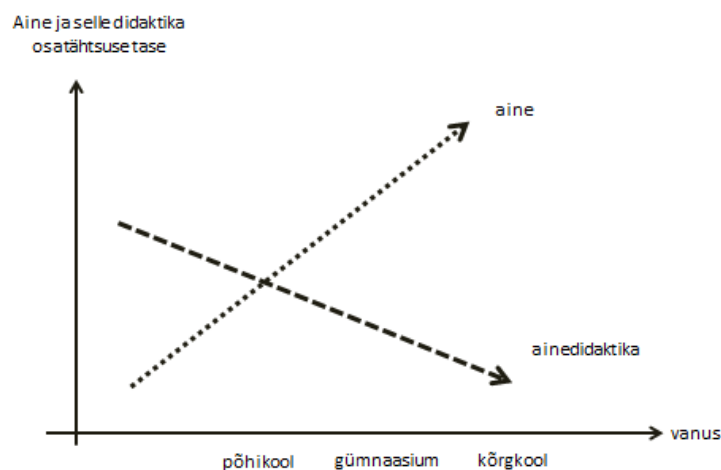
- **muutujad** – strateegilise mudeli alusel tuleks ennekoike arvesse võtta õppetegevust mõjutavaid tegureid, pedagoogilisi muutujaid. Muutujatega arvestamisel analüüsitakse ainekursuse võtmekomponente:
 - analüüsitakse õpilaste tagamaad, võimeid, erisusi, eelteadmisi, õpioskusi jne;
 - määratletakse õppe-eesmärgid ja ainesisu;
 - analüüsitakse õppejõu pedagoogilisi tugevusi, nõrkusi, kompetentse, eelistusi jms.
- **piirangud** – identifitseeritakse ressursside piirangud, mis mõjutavad õppejõu võimet ainekursust optimaalselt läbi viia ja juhtida;
- **otsused** – otsustatakse, kuidas kursust läbi viia ja kuidas õppetegevus edaspidi toimuma hakkab;
- **hindamine** – kogutakse tagasisidet õppurite õppimisest, ainekursuse, õpetamise ja õppejõu tugevustest ning nõrkustest jm hindamisega seonduvast;
- **täiustamine** – kasutatakse tagasisidet ainekursuse pidevaks täiustamiseks ja parendamiseks.

USA ja Kanada Strateegilise Õpetamise ja Õppimise Ühingu presidendi, Donna Walker Tilestoni (Tileston 2007) uuringute alusel võib öelda, et 99% õpitust omandame me oma meelte kaudu. Ajul kulub umbes 6-15 sekundit otsustamiseks, missugusele informatsioonile tuleks tähelepanu pöörata ja mida tuleks kõlbmatuks tunnistada. Ligikaudu 98% meelte kaudu vastuvõetud informatsioonist tunnistatakse kõlbmatuks, seega 98% informatsioonist, mida me esitame oma õpilastele kas suuliselt, joonistel, graafikutel, demonstratsioonkatsel või mõnel muul võimalikul moel, on tegelikult meie õpilaste jaoks juba kadunud. Ei ole ka siis mingi ime, et nad ei mäleta tunnis õpitut-nähtut!

Igasugune õpetamine, koolitus, ainetund, esinemine jms koosneb reeglina järgmistest etappidest (Melezinek 1999):

- sihtrühma häälestamine, positiivse õhustiku loomine;
- sissejuhatus, tunnikava ja eesmärkide tutvustus, eelnevalt õpitu või lähteteadmiste meenutamine;
- uue materjali interaktiivne ja didaktiliselt läbimõeldud esitamine;
- kokkuvõte (võivad teha ka õpilased);
- vastastikune tagasiside;
- esmane eneseanalüüs (kuidas mul täna läks, millised on minu esmamuljed?), mentoriga vestlemine;
- õppetegevuse konstruktiivne analüüs, tagasivaade (mis läks hästi, mida oleks võinud teha teisiti, miks?), mentoriga vestlemine;
- vajadusel muudatuste tegemine järgmiseks korraks (mida teha järgmisel korral teisiti, mida parandada?), mentoriga vestlemine.

Selel 2.6 on esitatud õppeaine ja ainedidaktika vahelised empiirilised tendentsid. Kõrgkoolis, eriti doktoriõppes tuleks õpe kujundada rohkem ainesisu keskselt, kusjuures didaktika on vaid mõjusama õpetamise tagamiseks. Põhikoolis ja gümnaasiumis omab ainedidaktika tunduvalt olulisemat tähtsust.



Sele 2.6 – Aine ja ainedidaktika vahelised empiirilised tendentsid õpetamisel (Umborg 2011)

Järgnevat peatükki tutvustatakse inseneripedagoogika mõjusa õpetamise psühhodidaktilise põhimudeli kõiki eelnimetatud põhistrateegiaid eraldi lähemalt, esitletakse inseneripedagoogika erinevaid õpetamise strateegiaid, mudeleid ja meetodeid, mis aitavad nimetatud põhistrateegiaid loomingulisemalt ja mõjusamalt ellu viia.

2.9 Õppetegevus kui süsteem

„Teadus koosneb faktidest, nagu maja koosneb kividest. Kuid üksikute faktide kogumine ei ole veel teadus, nii nagu ka kivihiinik ei ole veel maja.“ Henri Poincare

Inseneripedagoogikas peetakse õppetegevust süsteemseks protsessiks, nagu iga teist inimtegevusega seonduvat protsessi (Melezinek 1999, Žukov 2014, Nainiš 2015). Süsteemsus ilmneb eriti just pedagoogilistes protsessides, kus õpetajal on oluline roll. Õpetaja tegevus võib olla kas organiseeriv või desorganiseeriv. Esimesel juhul on õpetaja tegevus mõjus ja see ei ole vastuolus õppetegevuse põhiliste seaduspärasustega. Õpetaja desorganiseeriv tegevus on enamalt jaolt põhjustatud sellest, et ta ei ole teadlik õppetegevuse olulisematest seaduspärasustest, mõjusuurustest ja suhtlemise mõjusüsteemist. Selle tulemusel sattuvad vastuollu õpilaste huvid ja õpetaja tegevus, langevad õppetegevuse mõjususe ning tulemuslikkus. STEM valdkonna õpetajad-õppejõud ei oma reeglina pedagoogilist ettevalmistust ja jõuavad seetõttu mõjusa tegevuseni katse-eksituse meetodiga, mis üldkokkuvõttes ei tule aga valdkonna õpetamisel kasuks. Üheks võimalikuks teeks ongi STEM valdkonna õpetajatele inseneripedagoogika põhitõdede tutvustamine.

Kaasajal on STEM valdkonna õpetamisel süsteemse lähenemise kasutamine üheks efektiivsemaks strateegiaks.

Õppetegevuse süsteemi elementideks on (vt jaotis 5.2 – Struktuuriteooria alused) (Žukov 2014, Nainiš 2015) :

- mõisted (mõistete süsteem ja struktuur – nn teadvuse instrument,);
- objektid, seadmed ja sisseseaded (rajatised, ehitised, tehnilised sisseseaded, tehnoloogia, aparatuur, arvutid jne);
- isikud (õpilased, õpetajad, tugi-, abi- ja teenindav personal jne);
- protsessid (tootmine, kvaliteedikontroll, tagasisidestamine, teadus- ja õppetöö, õppetegevuse eesmärgistamine jne).

Õppetegevusel kui süsteemil on suur elementide hulk, mis teatud tingimustes võivad muutuda ka õppetegevuse alamsüsteemideks, olles omavahel seotud, terviklikud, integratiivsete omadustega ning funktsiooniga saavutada teatud kindlaid eesmärke. Süsteemsus on suhteline, sest iga süsteem võib olla mõne teise kõrgema süsteemi elemendiks ja sisaldada samas endas teisi madalama taseme süsteeme.

Õppetegevuse kui süsteemi olulised seaduspärasused (Žukov 2014, Nainiš 2015):

- *seotus eesmärkide, ülesannete ja funktsioonidega – eesmärgipärasus, emergentsus, sünergia.* Õppetegevus ühendab süsteemi elemendid nagu õpetaja, õpilased, õppekava, ainekursused, õppe-eesmärgid, tehnilised õppevahendid, õppeks ettenähtud aeg, materiaaltehniline baas jne. Kõik eelnimetatud elemendid on omavahel seotud ja sõltuvuses. Nii ei saa näiteks õpetaja, tundmata kõiki teisi elemente kellelegi midagi õpetada – seega on STEM valdkonna

erialateadmiste edastamine emergentne. Sünergia võimaldab õpetajal, kes on teadlik kõigist olulistest õppetegevuse süsteemi elementidest, püstitada eesmärged, valida õppematerjali, ainesisule vastavat metoodikat, juhtida õppetegevust, osaleda administratiivses töös, kasutada aega efektiivselt jne. Samas, kui administratsiooni ainus eesmärk on näiteks ressursside kokkuvõtte, mitte aga õppetegevuse kvaliteet, siis tekib siin vastuolu õppeprotsessi eesmärkidega – selle tulemusel ei osteta uusi arvuteid, tarkvara, laborisisseseadeid, materjale jne, mille puudumine omakorda vähendab õppeprotsessi mõjusust ja kvaliteeti, suureneb õppejõudude koormus, mis vähendab nende motivatsiooni – sel moel võib administratsiooni desorganiseeriv tegevus avaldada omakorda mõju õppeprotsessile;

- *seotus struktuuriga – struktuursus, hierarhilisus, terviklikkus, aditiivsus – süsteemi ülesehitus ja elementide seos.* Siia kuulub pedagoogiline kollektiiv (erialane ja pedagoogiline ettevalmistus, tehnilised õppevahendid, õppesisu. õppeaeg), õpilaskond, õppesisu (moodulid, õpiaeg, õppekava, ainekava, metoodika jne), õppetegevuse materiaalne-varustatus (töökohad, kaasaegne laborisisseseade, mööbel, ohutustehnika, õppematerjalid, metoodika, õppeaeg, spordivahendid, majapidamistarbed jne), õppeaeg (õppejõud, materiaalne-varustatus, finantsid jne), finantsid (materiaalne varustatus, sisseseade, õpiaeg, õppejõud, ainesis, metoodika jne), tehnilised õppevahendid ja sisseseaded. Õppetegevuse olulised elemendid on siin omavahel tihedas seoses, muutused ühes elemendis kutsuvad esile muutused kogu süsteemis;
- *seotus ümbritseva – kommunikatiivsus.* Õppetegevus omab oma sisemist süsteemi, kuid on tihedalt ühendatud ka väliste süsteemidega – ühiskondlikud suhted, standardid, seadusandlus suhtlemine tööandjate, vilistlaste ja üldsusega jne.

Kui õnnestub välja tuua õppetegevuse üldnimetatud seaduspärasused, siis avaneb võimalus määrata mehhanism ja muuta need õpetamisel mõjusaks.

Õppetegevuse süsteemi üldine algoritm (Žukov 2014, Nainiš 2015):

- **1. etapp – teadmiste omandamine** – õpilased saavad uusi teadmisi kas õpetajalt (võttes arvesse õppeaine eripära ja õppesisu - loengus, seminaris, harjutustunnis jne), õppekirjandusest või aktiivõppes (sh probleemõppes ja laboritöös jne). Õpetaja ülesanne on sellel etapil võimaldada õpilastel saada vajalikud teadmised vastavalt ainesisule;
- **2. etapp – teadmiste rakendamine** – õpitu kinnistamine, harjutamine, ülesannete lahendamine jne – teadmiste, oskuste ja kogemuste omandamine individuaalselt või meeskonnatöös, vajadusel õpetaja juhendamisel vastavalt didaktika põhimõtetele;
- **3. etapp – teadmiste kontrollimine** – omandatud teadmiste, oskuste kvaliteedi kontrollimine, õpilased demonstreerivad omandatud teadmisi ja oskusi, õpetaja kontrollib kvaliteeti vastavalt õppe-eesmärgile ja õpiväljundile;
- **4. etapp – hindamine** – õpiväljundite omandamise taseme klassifitseerimine vastavalt hindamise kriteeriumile ja põhimõtetele (jooksevhindamine, kokkuvõttev hindamine, kontrolltöö, eksam, arvestus jne);
- **5. etapp – parandamine** – selle etapi olulisus kerkib üles siis, kui on tekkinud erinevus püstitatud õpiväljundi ja õpilase poolt omandatud teadmiste-oskuste vahel.

Õppetegevuse süsteem on pidevas muutumises – nii kvalitatiivses kui ka kvantitatiivses muutumises – igal aastal astuvad õppeasutusse õppima uued õpilased, igal aastal muutub õppeedukus, õppekvaliteet, muutub õppejõudude kvalifikatsioon, töötatakse välja uusi erinevaid tehnoloogiaid, sh kaasajastatud haridustehnoloogiat, arenevad IT lahendused ja parenevad õpivõimalused, muutub rahastamine, arendatakse õppekavu, muutuvad tööandjate nõudmised lõpetajatele jne.

2.10 Õppimist toetava õppekeskkonna loomine

„Mida enam sa õpid, seda rohkem tahad sa juurde õppida.“ Lailah Gifty Akita

Sobivaima õppetegevuse ja mitmekesise metoodika valikuks on vaja luua õppeaine õpetamiseks sobivad tingimused – õppekeskkonnad, mis toetavad õppimist. Õppekeskkonnad peavad olema funktsionaalsed, võimaldades just seda tegevust, mida vastava õppeaine õppimiseks on vaja.

Õppimist toetav õppekeskkond on ainespetsiifiline ja kultuuripõhine.

Õppekeskkonna aluseks on ressursid (raha, inimesed ja kompetents), koolituse, arendustegevus, oskuste omandamine läbi praktilise tegevuse, inspiratsioon ja motivatsioon ning ülikooli-teadusasutuste-majanduse koostöö.

Õppekeskkond jaotatakse traditsiooniliselt järgnevalt (Läänemets 2013):

- **ruumikeskkond** – eesmärgiks on funktsionaalsus, vastavalt standarditele ja vajadustele kujundatakse õppetegevuseks vajalikud ruumid ja terviklahendused (hooned, klassid, kabinetid, laborid, tööruumid, töökojad, tualetid, sööklad, raamatukogud, puhkeruumid, spordirajatised, sh *campus*, mööbel, ergonoomika, valgustus, ventilatsioon jne);
- **õppevara** – igale õppetegevusele oma spetsiifilised vahendid, innovaatilise ja traditsioonilise õppevara tasakaal, õppevahendid, õpikud, raamatud, instrumentarium, spordiinventar, laboriseadmed, IT vahendid, virtuaalne keskkond, e-õpe, õppe diferentseerimine ja individualiseerimine, museoloogia, lihtne ja arusaadav keel, loogilisus jne;
- **inimkeskkond ja selles toimiv töökorraldus** – usaldusväärsed ja professionaalsed õpetajad, õpilased, didaktika ja mitmekesine metoodika, psühhokliima, individualiseeritud õpe ja

paindlikkus, konstruktiivne suhtlemine, koostöö, meeskonnatöö, tulemuslikkus, heatahtlikkus, usaldus, empaatia, õppe tulemuslikkus jne;

Õpikeskkonda kuulub kõik õppekeskkonna puhul eelnimetatu, väljaarvatud õpetaja.

Virtuaalne keskkond. IT vahendid, virtuaalne õpikeskkond, simulatsioonid jne, jagatud *online* platvorm, kus on õppeainete e-õppe materjalid ja mida õpilased saavad kasutada nii õppetöö ajal kui ka väljaspool õppetööd individuaalseks ning rühmatööks ja suhtlemiseks. TTÜ kasutab MOODLE'i keskkonda. Virtuaalse keskkonna kasutamise küsimustes soovitame konsulteerida haridustehnoloogidega.

Õppekeskkonna analüüsioskus on psühhodidaktika osa, mis võimaldab korraldada tulemuslikku õppetööd. Kui õppejõud ei oska struktureerida ja analüüsida, siis ei oska ta ka luua toetavat õppekeskkonda.

Antud peatükis pööratakse tähelepanu ennekõike inimkeskkonnale ja ruumikeskkonnale. Õpetaja ülesanne on luua soodne keskkond, mis võimaldaks igal õpilasel saavutada oma võimetele vastavat maksimaalset arengut.

Inimkeskkond tähendab eelkõige üldist õhkkonda ja suhteid. Õpetaja on „kapten laevas“ ja tema ülesanne on toetava keskkonna loomine ning selle püsimise tagamine, vaba õhkkonna loomine, et kõik julgeks avaldada oma arvamust, õppida läbi eksimuste nii, et teda selle eest ei naeruvääristataks ega kiusataks. Kui õpetaja seda ei suuda või ei taha, siis annab ta alust tõdemuseks, et koolikiusamine algabki just õpetajast.

Õpilased on õpetaja ja kaaslaste mõjuväljas, kusjuures just õpetajal on oluline roll, et õppurid suudaksid tulevikus oma elu ja karjääri juhtida.

Meredith & Steele (2011) toovad õppijat toetava keskkonna loomiseks välja järgmised punktid:

- **aeg** – mõttevahetuseks ja tagasisideks tuleks anda piisavalt aega. Ka on iga inimese mõtlemiskiirus erinev. J. Käisile toetudes "ei ole mingisuguseid kaaluvaid põhjusi pidada kiire loomulaadiga inimest paremaks ja väärtuslikumaks aeglaselt töötavast, sest aeglase mõttelaadiga seltsib sageli tõsine järelekaalumine ja süvenemine" (Eisen 1996). Slavin (2009) rõhutab aja efektiivset kasutamist ja tunnis mõttetu ajaraiskamise vältimist. Ainetunniga tuleks alati alustada õigeaegselt ja see tuleks ka lõpetada õigeaegselt (Melezinek 1999).
- **salliv õhkkond** – õpilased ei sõanda alati oma mõtteid vabalt väljendada ja ootavad õpetajalt "õiget vastust". Kui õpilased mõistavad, et nende vaba mõtlemist tunnustatakse, osalevad nad kriitilises analüüsis üha aktiivsemalt.
- **ideede ja arvamuste paljususe tunnustamine probleemilahenduses** – kui õpilastel on võimalus vabalt arutleda, tekib palju uusi ideid ja arvamusi. Kui on kummutatud usk ainuõige vastuse võimalikkusesse, avaldub sageli niisama palju erinevaid seisukohti, kui on õpilasi. Püüd piirata eriarvamuste väljendamist on õpilaste mõtlemise piiramine. Iseseisva mõtlemise edendamiseks peaks looma arvamuste ja ideede paljusust soosiva õhkkonna.
- **osalemine ja kaasatus** – iseseisvas kriitilises mõtlemises on määrav aktiivne osalemine. Kui õppimisprotsessis ei osaleta, ei ole ka iseseisvat mõtlemist. Aktiivõpe, analüüs, hindamine, diskussioonid, arutelud, meeskonnaõpe jne

- **riskijulgus** – vaba mõtlemine võib olla riskantne, ideed võivad pöimuda veidral, naljakal või vasturääkival moel. Mõtlemine toimub paremini turvalises, riskivabas õhkkonnas, kus hinnatakse ideede paljusust. D. Golemani sõnul tuleks koolis luua õhkkond, mis muudab kooli “hoolivaks kogukonnaks” – kohaks, kus õpilased tunnevad, et neist lugu peetakse, neist hoolitakse, kus nad tunnevad sidet kaaslaste, õpetajate ja kooliga (Goleman, 2000: 329) (vt ka jaotis 4.10.4 – Emotsionaalne intelligentsus).
- **austus** – see on usu näitamine, et iga õpilane suudab teha iseseisvalt järeldusi. Kui õpilased mõistavad, et nende seisukohti hinnatakse, et õpetaja austab nende arvamust, vastavad nad sellele harilikult suurema vastutustunde ja hoolega. Kui õpetaja näitab üles suuremat respekti, hakkavad ka õpilased ise oma mõtteid enam hindama ning oma tegevust ja selle tulemusi tõsisemalt võtma.
- **väärtushinnangud** – vastused, mida me õpilastelt ootame, näitavad, mida me väärtustame. Selleks, et õpilased hakkaksid iseseisvalt mõtlema, on oluline neile teada anda, et nende arvamused, st nende iseseisev analüüs on väärtuslik. Püstitatud nõudmiste ja ootustega antakse õpilastele teada, mida tegelikult hinnatakse. Kui õpilastel lastakse ainult esitatut korrata näiteks testide tegemisel, mõistavad nad peagi, et kõige tähtsamaks peetakse kellegi teise mõtete kordamist.
- **jõukohasus** – kui õpiülesanded ei paku õpilasele piisavat väljakutset ning on liiga hõlpsasti sooritatavad, ei arenda see õpilast. Arengut ei toimu ka siis, kui õppimine on ülejätkuiv või on õpiülesanded liiga mahukad. Melezineki väitel on tegemist soodsate õpitingimustega siis, kui õpilastele antakse sobivalt kavandatud õppeühikud, mille suurus võimaldab neid seostada teiste ühikutega (Melezinek 1999). Kui õppimine pakub õppijale ühelt poolt väljakutset oma võimete proovilepanekuks ning teiselt poolt kindlustunnet, et õppimine on jõukohane, ongi loodud eeldused õppija maksimaalseks arenguks.
- **õppematerjalid ja -kirjandus** – ainelooikat toetav, struktureeritud ja eesmärkidele ning lähteteadmistele vastavate õppematerjalide olemasolu süvaarusaamisega õppimiseks.
- **kaasaegne tehnoloogia** – uudne tehnoloogia nii laboris kui ka klassiruumis, sh e-õpet toetavad materjalid.
- **tugisüsteem, nõustamine ja toetamine** – nõustamiskeskus, tuutorid, mentorlus, toetamine (*scaffolding*), tagasiside, metakognitsioon, kaaslaste toetus.
- **tulevikku suunatud hindamine** – õpiportfoolio, testid, hindamiskriteeriumid,
- **ressursside olemasolu** – rajatised sh õppe- ja spordihooned, ühiselamud, raamatukogu jms, toitlustus, vajalikud finantsid õppevahenditeks ja kompetents, sh inimressurss, professionaalsed õppejõud ja tugipersonal.

Fisher (2004) lisab järgmised olulised tingimused:

- **lojaalsus** – ühtekuuluvustunde kasvatamine, suhtlemises lojaalsuse ülesnäitamine;
- **usaldus** – kaasamine otsuste tegemisel, igal õpilasel on osa vastutusest õpitulemuseni jõudmisel;
- **toetus** – õppimisel abi ja julgustuse pakkumine, lähteteadmistega arvestamine, õpilaste arengule ja õppimisele pühendumine;

- **dünaamika** – eesmärkide järgimisel energilisuse ja entusiasmi ülesnäitamine, moraali ülalhoidmine, kui tekivad õpiraskused, enesemotivatsioon;
- **selged ootused** – eesmärkide seadmine, väljendades selgelt, mida oodatakse, milliseid õpitulemusi soovitakse;
- **suhtlemine ja tagasiside** – informatsiooni jagamine edu ja ebaedu kohta, omavaheline teadmiste jagamine, üksteise õpetamine.

Õpilastelt oodatakse toetava õppekeskkonna loomisel järgmist (Fisher 2004):

- **hoolikas kuulamine** – pöörata tähelepanu üksteise sõnadele ja tunnetele, hoolida kaaslastest, austada teisi ja arvestada teistega;
- **üleolekutunde puudumine** – hinnata teisi, anda abi, vältida negatiivseid märkusi ja solvamist;
- **õigus osalemisest loobuda** – õigus soovi korral vaikida;
- **võimalus eneseväljenduseks** – võimalus väljendada oma arvamust, lootusi ja ootusi;
- **konfidentsiaalsus** – austada rühmas jagatud infot, kindlustunne, et räägitu jääb vaid osalejate teada;
- **mõtetes kohalolek ja kaasatöötamine** – maksimaalse tähelepanuga õppetöös osalemine;
- **tunnustus** – me kõik vajame tunnustust, mis kinnitaks, et meid on kuulatud ja kuuldu on heaks kiidetud.

Ruumikeskkond. Juba õppeaine väljatöötamisel ja õpetamise planeerimisel tuleks arvestada, kuidas ruumikeskkond õppimist toetada saaks, kuidas see toetaks õpiväljundite saavutamist ja kavandatavate erinevate õppemeetodite rakendamist. Õpperuum peaks toetama õpilaste suhtlemis- ja liikumisvõimalusi. Ruumikeskkonda võib ümber kujundada ka mööbli ümberpaigutamisega.

Traditsiooniline klassiruum, kus õpetaja laud asub õpilaste lauaridade ees, on kõige tüüpilisem klassiruumi paigutus nii üldharidus- kui ka ülikoolides. Selline klassiruum mahutab suuremal hulgal õpilasi, on funktsionaalne, sest võimaldab õpetajale pidevat silmsidet õpilastega, õpilased on tavaliselt kõik näoga ühes suunas. Küll aga võib see olla veidi ebamugav rühmatööks ja suhtluskeskkonnaks.

Rühmatöö ruum. Rühmatööks kujundatud ruumis on igale rühmale eraldi laud, mille ümber on õpilastel lihtsam suhelda, koostööd teha, ülesandeid lahendada. Reeglina on ühes rühmas kuni 8 õpilast. Rühmatööks kujundatud ruum võimaldab koostööd nii õpilaste ja õpetaja vahel kui ka õpilastel omavahel. Õpetaja saab siin juhendada nii rühmi eraldi kui ka kõiki koos, näiteks kui on tarvis töötada mõne ühise projekti kallal. Küll aga tuleks siin kindlasti jälgida, et ükski õpilane ei istuks õpetaja või ekraani poole seljaga või ei oleks mõnes teises mitteergonoomilises asendis.

Hobuseraua-kujuline ehk U-kujundus. Selline ruum on igati sobilik õpilastega vastastikuseks suhtluseks, näiteks seminaril. Siin on õpetajal lihtne suhelda nii iga õpilasega eraldi kui ka kogu rühmaga korraga. Rühmatöös saavad õpilased suhelda oma mõlema naabriga. Siin on õpilasel ka lihtsam kõigi oma kaaslastega silmsidet hoida, õpetajal on lihtsam ringi liikuda. Kõrvuti istujatel puudub silmside, raskem on rühmadesse jaguneda, ruumi mahub vähem õpilasi.

Banketi- ehk kalasabakujundus. Lauad on paigutatud kalasabamuustris, õpilased on grupeeritud, saab kasutada erinevaid rühmatöö vorme, õpetaja saab osalejate vahel ringi liikuda. Ruumi mahub vähem õpilasi, õpilastel ei ole kõigiga silmsidet, laua otstel istujad võivad jääda vestlusest kõrvale.

Konverentsilaud. Lauad on seatud ühte pikka ritta. Enamikul õpilastest on üksteisega silmside. Rühmadesse jagunemine on raskem, konverentsilaud mahutab vähem osalejaid.

Toolide ring või poolring. Õpilased suhtlevad vabalt, õpetaja ei asu erilisel, tähtsamal positsioonil, lihtne korraldada rühmatööd. Puudub mugav tööpind, kuhu toetuda ja panna materjale, vahemaa õpilaste vahel on sageli liiga suur.

Arvutiklassid. Arvutiklassides töötavad õpilased reeglina üksinda, omaette, siin võib olla takistuseks see, et arvuti võib segada õpilase vaadet ja nii ei pruugi ta alati õpetajat näha. Võimalusel peaks õpetaja siin ringi liikuma ja õpilasi juhendama. Võimalik on ka õpilaspaaridel töötada ühe arvuti taga ja nii saab õpetaja juhendada mitut õpilast korraga.

Kaasaegsed õpperuumid on kujundatavad igasuguse rühmatöö jaoks ja nii on õpperuumi võimalik ka vastavalt vajadusele ümber tõsta, kasutades näiteks vahel vestlusringiks kujundatud ringikujulist toolirida ilma laudadeta vms. Seetõttu oleks arukas enne tunni läbiviimist vaadata õpperuum eelnevalt üle ja planeerida selle kujundus eelseisvaks tunniks vastavalt vajadusele. Lisaks on võimalus kasutada rühmatööks ka koridore, puhkealasid, soojade ilmade puhul ka õueala.

Kui soovite rakendada paremat vastastikust suhtlust, püüdke olla õpilastega „samal lainepikkusel“. Ärge peitke end oma töölaua taha, selle asemel liikuge ruumis ringi, istuge õpilaste juurde ja osalege rühmaarutelus või seiske enne tunni algust ukse juures ja tervitage õpilasi tundi saabumisel. Jälgige, et Teie hääl kostuks igasse ruumi osasse ja kasutage vajadusel reväärimikrofoni, mis lubab ruumis vabalt ringi liikuda (vt ka jaotis 4.9).

Toetav õppekeskkond on eduka õppimise alus. Õpetamine ja õppimine on kahepoolne protsess, mis eeldab osapoolte head koostööd, vastastikuseid kokkuleppeid ja nendest kinnipidamist, samuti üksteise mõistmist, austamist ja toetamist (Melezinek 1999). Vaata ka ptk 5.2.3 - Emotsionaalne rahulolu ja positiivne õhkkond.

2.11 Praktilisi soovitusi

„Õpetajad peavad oma õpilasi enam inspireerima, aga ka inseneeria peaks ennast õpilastele palju huvitavamaks muutma.“ Bruce Dickinson



Arvestage õpetamisel klassikaliste ja Wankati STEM valdkonna didaktika printsiipidega.

Arvestage õpetamisel õppetegevuse mõjusuuruste ja suhtlemise mõjusüsteemiga.

Lähtuge nii õppetegevuse kavandamisel kui ka läbiviimisel Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise mudelist või Strateegilise õpetamise mudelist.

Koostage oma õpetamise filosoofia ja analüüsige oma õpetamist õpetaja/õppejõu akadeemilises portfoolios, kavandage enesearendamist täiendusõppes, et parendada õpetamise kvaliteeti.

Looge õppimist toetav õppekeskkond, meeles pidades, et STEM valdkonna õppeaineid ei ole võimalik õppida pingutusteta, vabas mõttevahetuses või vastu tahtmist.

Analüüsige oma õpetamist inseneripedagoogika psühhodidaktilise põhimudeli alusel. Kuidas saaksite oma õpetamist muuta mõjusamaks?

Analüüsige oma õpetamist strateegilise õpetamise mudeli alusel. Mida võiksite oma õpetamises muuta, et see oleks veelgi mõjusam?

Kumb mudel sobiks enam Teie õpetamise edasiseks täiustamiseks ja analüüsiks – kas inseneripedagoogika psühhodidaktilise põhimudel või strateegilise õpetamise mudel? Kavandage oma õpetamine Teile, Teie õppeainele ja õpilastele sobivaima mudeli alusel.

3 ÕPPETÖÖ KAVANDAMINE JA DIDAKTILISED MUDELID STEM VALDKONNAS

„Hea tulemus ei ole kunagi juhuslik õnnestumine, vaid pühendumise tiptase, intelligentne planeerimine ja eesmärgistatud pingutus“ Paul J. Meyer

Õppetöö kavandamisel eristuvad kaks tasandit: kursuste, teemade, tundide üldtaotluste teadvustamine ja formuleerimine ning õpetaja mõjusa õpetamise strateegia kavandamine. Õpetaja töö eesmärgistamise ja korraldamise lähtealuseks on õppekava. Õppekava koosneb reeglina üldosast ja ainekavadest.

Õppekava struktuurist ja kohustuslikkuse astmest lähtuvalt eristatakse nn **Lehrplan-** ja **curriculum-tüüpi õppekavasid** (Läänemets 2013). **Lehrplan-tüüpi** õppekavad on professionaalselt koostatud süsteemsed õppesisu ja metoodikat detailsemalt ettekirjutavad dokumendid ja eeldatakse nende täpset järgimist, õpetajat käsitatakse vaba ja loova professionaalina ja õppeprotsessi täpse määratlusega loodetakse saavutada eesmärgiks seatud õpitulemusi. **Curriculum-tüüpi** õppekavad on samuti süsteemsed dokumendid, kuid need on raamkavad, kus piiritletakse õppesisu põhiteemade ja –mõistete tasemel. Õpetajat käsitatakse vaba ja loova professionaalina, kelle loominguks eneseteostuseks jääb õppesisu täpsustamine konkreetse sisuvaliku tasandil ja täielik vabadus õppemetoodika valikul, arvestades õpilasi ja õppekeskkonda. Tänapäeval eelistatakse enam **curriculum-tüüpi** õppekavu (Läänemets 2013).

Õppekavade koostamisel võetakse arvesse haridusvajadust, kutsestandardit, tööandjate vajadusi, eeldatavat sihtrühma, kompetentsusi ja pädevusi, mida õppekava läbinud õppurid peaksid omama ja mille alusel koostatakse õppekava eesmärgid (ning neile vastavad õpiväljundid), õppekava struktuur, ainekava (õppekava ainekavade koostamine, sisu ja vastava metoodika valik), õppekeskkond ja nominaaljaotus, mille järel õppekava integreeritakse ülikooli õppekavade süsteemi.

Pedagoogikas on suurt tähelepanu ja rakendust leidnud R.M.Gagné käsitlused õppimisest. Oma teoses „*Conditions of Learning*“ eristab **Gagné viit õpetamise kategooriat**:

- intellektuaalsed oskused;
- kognitiivsed strateegiad;
- verbaalne informatsioon;
- motoorsed oskused;
- hoiakud.

Gagné 9 sammu õppetöö planeerimiseks:

- eesmärgid koos omandatavate teadmiste ja oskustega;
- õppimise sisemised tingimused eesmärgi saavutamiseks;
- välised tingimused ja õpetajapoolne juhendamise/õpetamise vajadus;
- kontekst, milles/kus toimub õppimine;
- õppijate suutlikkus;
- vahendid õppimiseks;
- plaan, kuidas õpilasi motiveerida;
- kontrolli võimalused õpilaste saavutuste pidevhindamiseks;
- kontrolli võimalused eesmärgi saavutatusest kokkuvõtva hindamisega, mis ühtlasi iseloomustab ka õppimise/õpetamise tulemuslikkust.

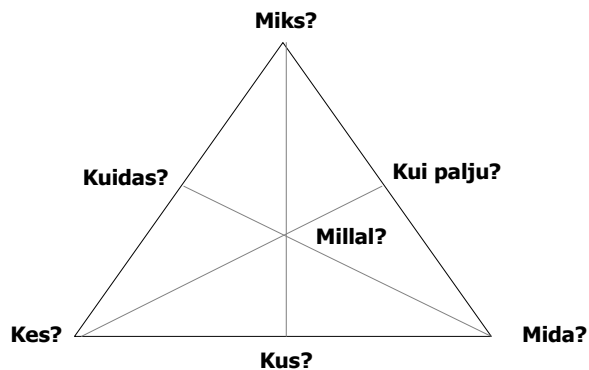
Õppeprotsessi edukaks kujundamiseks keskendub didaktika (Läänemets 2013) :

- õppe-eesmärkide kavandamisele;
- õppe sisu kavandamisele;
- üliõpilaste lähtetaseme (eelteadmiste) arvestamisele;
- õppimise ja õpetamise sobivate meetodite valikule;
- õppemahu arvestamisele, et saavutada tasakaal ettenähtud aja ja valitud õppesisu mahu ning keerukuse vahel;
- mõjusa õppekeskkonna kavandamisele;
- õppetegevuse järjestusele;
- interdistsiplinaarsele lähenemisele, õppesisu ja õpikogemuse ratsionaalsele lõimimisele.

Urve Läänemetsa õppeprotsessi kujundamise didaktiline mudel võimaldab suhteliselt täpselt prognoosida kui edukaks kavandatud tegevus saab kujuneda või millised probleemid võivad tekkida teatud küsimuste ignoreerimisel (vt **sele 3.1**). Siinkohal soovitame kõigil õpetajatel võimalusel tutvuda Urve Läänemetsa raamatuga „Didactica Minima“ (Läänemets 2013).

Urve Läänemetsa didaktilise mudeli rakendamisel tuleks analüüsida järgmisi õppeprotsessi kujundamisega seonduvaid küsimusi:

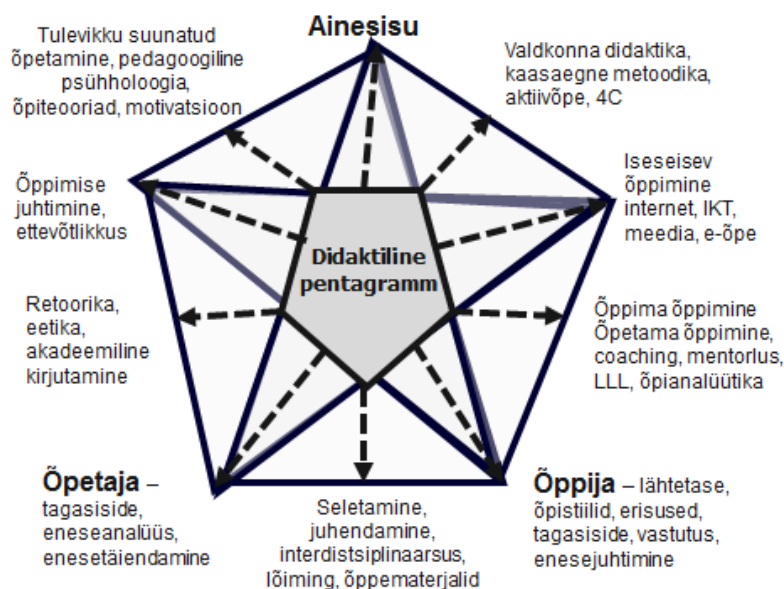
- **küsimus miks?** nõuab eesmärkide sõnastamist. Eesmärgid seatakse kavandatud protsessi ulatuse järgi kas riigi, kooli, klassi, kursuse, ainetunni või õpilase tasandil.
- **küsimus mida?** tähendab õppe sellise sisu määratlemist, mida tunnustatakse ja väärtustatakse konkreetsetes ühiskonnas ja kultuuris, kujundamaks võimalusi haridustee jätkamiseks.
- **küsimus kes?** puudutab õppeprotsessis osalevaid õpetajaid ja õpilasi. Siin tuleks arvestada õpilaste lähtetaset ja õppematerjali jõukohasust. Õpetaja puhul eeldatakse tema kompetentsust õpetatavas õppeaines (erialas) ja pedagoogilist kompetentsust.
- **küsimus kuidas?** eeldab valikuid õppimise ja õpetamise meetodite ja õppevormide hulgast, korraldamaks arusaamisega õppimist.
- **küsimusele kui palju?** vastamiseks tuleb arvestada õppeaega kui ressursi, saavutamaks tasakaalu õppimiseks etteantud aja ja omandamiseks valitud õppesisu mahu ning keerukuse vahel.
- **küsimusele kus?** vastates kaalutakse, kuidas luua toetavat keskkonda erialaspetsiifiliseks õppeks või lõimitud õppetegevuseks (nt projektid jm).
- **küsimusele millal?** vastamine võimaldab kindlaks määrata õppetegevuste järjestuse ja interdistsiplinaarse lähenemise, õppesisu ja õpikogemuse ratsionaalseks lõiminguks.



Läänemets (2013)

Sele 3.1 – Urve Läänemetsa õppeprotsessi kujundamise didaktiline mudel (Läänemets 2013)

Õpetamise ja õppimise kavandamisel on soovitav arvestada ka didaktilise pentagrammiga (vt sele 3.1.1) (Uljens 1997, Hopmann 2010). Pentagramm moodustub erinevatest üksteisele asetatud didaktilistest kolmnurkadest, mille tippudeks on õpilane, õpetaja (nendevaheline pidev ja vastastikune tagasiside), õppimise juhtimine, ainesisu sügavuti tundmine, iseseisev õppimine. Olulist tähtsust omavad ka pentagrammi küljed: õppima õppimine ja õppima õpetamine, tulemuslik seletamine, juhendamine ning didaktiliselt mõjusate juhendmaterjalide koostamine, retoorika valdamine ja väljendusoskus, aine- ja ülddidaktika tundmine ning tulevikku suunatud ja õppija erisusi arvestav õpetamine (eesmärgiga, et õpilased tulevikus hakkama saaksid) (Uljens 1997, Hopmann 2010). Didaktiline pentagramm on mõjusa õpetamise kavandamise aluseks.



Sele 3.1.1 – Didaktiline pentagramm (Uljens 1997, Hopmann 2010)

Õppetöö kavandamisel tuleb alati arvestada tõsiasjaga, et õpetamine on looming, mis on kordumatu ja ainulaadne ning tegelik õppeprotsess kujuneb elulises keskkonnas, klassis. Nii võib sõltuvalt õppurite eelteadmistest, õpioskustest, arusaamisest muutuda kavandatud õppesisu, metoodika, õpituatsioon jm ning tegelik tund kujuneb välja jooksvalt vastavalt olukorrale. Seetõttu aitab didaktika tundmine teha ka kiireid, informeeritud otsuseid ning teha vajalikke muudatusi, et toetada süvaarusaamisega õppimist.

3.1 Eesmärgid ja õpiväljundid kompetentsuspõhises õppes

„Mida iganes sa ka soovid, hoia oma silmad lahti, keskendu ja ole kindel selles, et tead täpselt, mida soovid saavutada. Mitte keegi ei taba suletud silmadega märki.“
Paulo Coelho



Sele 3.2 – Mõiste „õppe-eesmärk“ kirjeldab stuudiumi planeeritud tulemust

Erialakirjanduses, õppe- ja ainekavades ning diskussioonides tarvitatakse sageli mõisteid õpetamise eesmärk, õpieesmärk või õppe-eesmärk. Inseneripedagoogika mõistab õppe-eesmärke vastavalt **selel 3.2** kujutatule (allikas: Melezinek 1999). Lähtume õppetunnist, kursusest, harjutustunnist, laborist vms.

Kõike, mida õppija peab eelnevalt oskama, et õpetatavat materjali jälgida ja sellest aru saada, tähistame **eeldustena** ehk **eelteadmistena**.

Teadmised on õppeprotsessis omandatud teave – seostatud faktide, põhimõtete, mõistete, teooriate ja tavade kogum. **Teadmised on oskuste aluseks**, kusjuures arusaamisel muutub oluliseks ka moraalne ehk eetiline mõõde.

Oskused on suutlikkus rakendada omandatud teadmisi ja kasutada neid erialaülesannete täitmisel ning eluliste probleemide lahendamisel. Eristatakse kognitiivseid oskusi (loogilise, intuiitivse ja loova mõtlemise kasutamine) ja praktilisi oskusi (meetodite kasutamine, käelised oskused, töövõtted jms).

Lühikirjeldus informeerib ainekursuse sisust ja defineerib tavaliselt mittedetailset, kuid täpselt kursuse oodatava tulemuse, mille poole püüeldakse. Kursuse lühikirjeldusest on küll näha kursuse objekt, aga mitte teadmised, mida õppija on omandanud kursust lõpetades (Melezinek 1999).

Eesmärgina mõistetakse inseneripedagoogikas õpetaja poolt kursuse planeeritavaid tulemusi. Eesmärgid peaksid inseneripedagoogikas olema kompetentsuspõhiselt kirjeldatud (Melezinek 1999).

Eesmärkide määratlemisel tuleks arvestada nii tulevikuarengutega kui ka erialateaduse mõjudega (vastavad struktuurianalüüsid aitavad siin otsustada, mida õppekavasse kaasata).

Kursuse eesmärk kirjeldab inseneripedagoogikas õpetaja poolt kavandatavat, oodatavat ja saavutatavat õppetegevuse tulemust. Eesmärgid vastavad kutseala reguleerivate rahvusvaheliste õigusaktide nõuetele ja suundumustele ning nende olemasolul arvestavad kirjeldatud teadmiste ja oskuste kompleksi (kompetentsuse) omandamist ning rakendamist. Inseneripedagoogikas keskendutakse seetõttu enam eesmärkidele, sest õpetaja peab oskama eesmärke püstitada ja neile vastavalt ka mõjusalt õpetada, valides selleks sobivad paindlikud õppe- ja hindamismeetodid (Melezinek 1999).

Kompetentsus on kogum teadmistest, oskustest ja väärtushinnangutest, integreeritud erialane asjatundlikkus.

Kompetentsuspõhine õppimine – viimastel aastatel on insenerihariduses üha olulisemaks muutunud mitte saavutatud õpiväljundid, vaid omandatud kompetentsused (teadmiste ja oskuste kompleksid), mis kestavad ja mida on alati võimalik arendada ning täiendada. Igal õppuril on kogum (mikro)kompetentsusi, millest igaühes on saavutatud teatud tase. Õppimise käigus on võimalik kompetentsuste taset pidevalt tõsta. Oluline ei ole mitte ainekursuse läbimine ja õpiväljundite omandamine, vaid ka selle ainekursuse käigus omandatud kompetentsused ja nende edasine arendamine. Omandatud kompetentsus ei ole mitte õpiväljundite kirjeldus, vaid oskus, suutlikkuse tase, mida rakendatakse eriala ja integreeritud probleemide (ülesannete) lahendamiseks. Üldreeglina kasutatakse iga probleemi lahendamisel mitmeid kompetentsusi ning tulemuste analüüsil võivad suutlikkuse tasemed muutuda erinevalt. Rahvusvaheline Inseneripedagoogika Ühing IGIP on koostanud tehnikaõpetajate/õppejõudude kompetentsusmudeli ja selle alusel loonud personaliseeritud moodulõppekava õpetajale/õppejõule vajalike kompetentsuste saavutamiseks, kus ühel õppeainel on mitu erinevat mahtu, vastavalt kompetentsuste saavutamise tasemele (1 EAP, 2 EAP, 3 EAP jne) (vt www.igip.org).

Kompetentsused põhinevad teadmistel, mis omakorda on ka loovuse aluseks. Meil kõigil on mõnevõrra erinevad teadmised ja kogemused ning me seostame neid individuaalsel viisil, mistõttu teadmised ei ole kunagi täpselt ühesugused. See on ka põhjuseks, miks kompetentsused ei ole alati täpselt mõõdetavad/hinnatavad.

Ainesisu ja õpiväljundite saavutamise hindamine. Iga muutusega kaasnevad probleemid, mis vajavad analüüsimist ja lahendamist. Eriti hästi kirjeldab seda ütlus, mille kohaselt last ei tohiks pesuveega välja visata. On ilmne, et lisaks sisendile (õppejõud, õpilased, vahendid, aeg), on olulised ka õppeprotsess ja saavutatud suutlikkus ning omandatud kompetentsus. Iga uue asjaga on oht seda ületähtsustada ning antud juhul on oht kalduda liigsesse õpiväljundite-kesksesse mõtlemisse ja õpiväljundite saavutamise kontrollimisse-hindamisse (Heywood 2005). Lihtne on kontrollida ja mõõta saavutatud õpiväljundit, kuid siiski ei peeta vajalikuks analüüsida, kuidas õpitulemusteni on jõutud ja kuidas üldse õpilased õpivad. **Õpetamise puhul on kõige olulisem, et ainesisu ja olulised teadmised-oskused ning nende rakendussuutlikkus oleksid õpilastele tagatud. Meeles tuleks pidada, et teadmiste taset ei tõsteta mitte kontrollimisega, vaid mõjusa õpetamisega** (Heywood 2005). Seetõttu tuleks õpetada just seda, mida hiljem ka kontrollitakse ja vastupidi.

Õpiväljundite ületähtsustamise oht. Ühe juhtiva insenerierialade õppe- ja ainekavade ning nende koostamise asjatundja prof John Heywoodi (2005) sõnul on kahetsusväärset tekkinud suured segadused terminoloogias ja rõhuasetustes. Tänapäeval eelistatakse ja ületähtsustatakse teadmatusest terminit „õpiväljund“ (*learning outcome, objective*) terminile „eesmärk“ (*aim, goal*), mis tegelikult ei ole olnud õppekavaarendajate sihiks omaette. Nii kasutatakse inglise keeles (USA-s ja Euroopas) segadustekitavalt tähenduselt täiesti erinevaid sõnu (*outcome, aim, goal, attribute, competencies, performance outcome*) sünonüümidenä, tähistamaks seda, mida õpilased peaksid õpinguid lõpetades oskama, kui tegelikult tähistavad need terminid erinevatel tasemetel eesmärgi (Heywood 2005), ja püstitatakse eesmärkidest erinevaid õpiväljundeid. Rõhutame veelkord: õpetajale on ennekõike tähtsad eesmärgid, mille saavutamine loob õpilastele vajalikud eeldused õpiväljundite saavutamiseks, seega peavad eesmärgid ja õpiväljundid olema võrdväärsed. **Kõige tähtsam on, et ei ületähtsustataks õpiväljundeid, vaid pöörataks tähelepanu sellele, miks on õpiväljundeid üldse tarvis, kuidas õpilased õpivad, kuidas õpilaste õppimist toetada ja mõjusalt õpetada** jne. Heywood (2005) rõhutab, et mitte kõik õpilased ei tutvu oodatavate õpiväljunditega ega ka pinguta seetõttu nende omandamiseks.

Õppimiskeskne õpe. Üha enam on väljundipõhise õppe kõrval oluliseks muutumas õppimiskeskne õpe, kus õpetamine toetab õppimist ja õppima õppimist ning õppurid võtavad vastutuse oma õppimise eest. Sel juhul on õppimine ja õpetamine vastastikku üksteist toetamas ja õpilane ei istu ega oota, et teda piisavalt hästi õpetataks, vaid võtab vastutuse, õpib õppima ja pingutab tulemuste saavutamiseks.

Väljundipõhine õpe. Õpilase poolt saavutatud õpiväljundid ehk õpitulemused peaksid olema võrdväärased õpetaja poolt püstitatud õppe-eesmärkidega ja moodustavad seega õpilase õppimise tulemusel omandatavad kompetentsused (teadmised, oskused ja hoiakud), mis on kirjeldatud õppekava, mooduli või õppeaine läbimiseks vajalikul miinimumtasemel (Heywood 2005). Ohuks võib siin saada orientatsioon miinimumtasemele ja miinimumtasemel kompetentsustega leppimine, mis toob kaasa madala motivatsiooni.

Õpiväljundite saavutamist miinimumi ületaval tasemel diferentseerib hindamine. Õpiväljundi kirjeldus peaks sisaldama väljendit, mis lõppkokkuvõttes määrab õppija oodatavad õpitulemused – omandatud teadmised ja oskused ehk õppija lõppkäitumise pärast ainekursuse läbimist.

Väljundipõhisus STEM valdkonnas, sh **insenerihariduses eeldab:**

- õppetöö eesmärgistamist ja eesmärkidele vastavat õpetamist;
- õppekava koostamisel ainealaste teadmiste ja erialaste oskuste integreerimist;
- ainekava koostamist – õpiprotsessi kavandamist ja koostamist ainealaste teadmiste ning erialaste oskuste integreerimiseks, vastavate õppetegevuste ja hindamismeetodite valikut;
- õpilaste lähteteadmiste ja erinevustega arvestamist, vastutuse õpetamist, enesejuhtimisega õppimist, õpioskuste omandamist, paindlikku hindamist.

„SMART“ eesmärgistamine STEM valdkonnas. Akronüümi SMART alusel peaksid eesmärgid ja neile vastavad õpiväljundid olema (Heywood 2005):

- **S (Specific)** – spetsiifilised, selged, üheselt mõistetavad, näidates, mida peaks õpilane olema võimeline tegema/teadma pärast ainekursuse läbimist;
- **M (Measurable)** – jälgitavad, mõõdetavad, hinnatavad, kas õpingute jooksul või õpingute lõpus;
- **A (Attainable)** – reaalselt saavutatavad ettenähtud aja ja määratletud tingimuste puhul;
- **R (Relevant)** – relevantset, asjakohased, vastates nii õpilaste kui ka ülikooli ja tööandjate ootustele ning vajadustele;
- **T (Time-framed)** – ajaliselt piiritletud, olles saavutatavad õppeaine läbimiseks ettenähtud aja jooksul.

„SMART“ eesmärgi kirjeldamine. Õppe-eesmärgi kirjeldus peab vastama õppejõu planeeritavale tegevusele (mis võimaldab õpilasele õpingute läbimise järel omandada vastavad teadmised ja oskused).

Õppe-eesmärgid peaksid olema koostatud

ühemõtteliselt – iga lugeja peaks eesmärgikirjeldusest selgelt ja üheselt aru saama, mida õpetaja õpetada tahab. Õpiväljundid peaksid vastama õppe-eesmärkidele ja need tuleks formuleerida nii, et ka sihtrühm (tudengid, õpilased) saaks selgelt aru, kuidas nad peavad tõestama, et nad on õpiväljundid saavutanud. Nii näiteks, kui õpetaja eesmärgiks on õpetada õpilasi lahendama ruutvõrrandeid, siis õpilased peaksid õpiväljundi saavutamise tõestuseks oskamagi lahendada ruutvõrrandeid (Heywood 2005).

Ühemõtteliselt kirjeldatud „SMART“ eesmärgid ja õpiväljundid peaksid:

- kirjeldama õpilase oodatavat lõppkäitumist, st õppija oodatavat tegevust (näit. lahendab ülesande);
- kindlaks määrama lisatingimused, mille täitmisel eesmärk saavutatakse (näit kalkulaatorit ja käsiraamatuid kasutades);
- kindlaks määrama hindamiskriteeriumid ehk künnised, näitamaks, kui hästi tuleks eesmärgile vastavat oodatavat käitumist väljendada, et olla minimaalselt piisaval tasemel (näit minimaalselt 60 punktiga).

Eesmärkide ja õpiväljundite sõnastamine. Kuna on olemas palju mitmetähenduslikke sõnu, mis võimaldavad erinevaid interpretatsioone, tuleks õpieesmärkide ja –väljundite formuleerimisel kasutada vaid neid sõnu ja sõnade kombinatsioone, mis fikseerivad õpiväljundi võimalikult ühemõtteliselt. Näiteks sõnad: *teadma, oskama, mõistma, uskuma, tähendusest aru saama jne* võimaldavad mitmeid interpretatsioone ja neid ei ole soovitatav kasutada ei õppe-eesmärkide ega õpiväljundite formuleerimisel.

Seevastu sõnad: *loendama, kirjutama, võrdlema, identifitseerima, graafiliselt kujutama, lahendama, seletama jne* annavad tunduvalt vähem interpretatsioonivõimalusi, neid on võimalik hinnata ja neid tuleks eelistada vastavate õppe-eesmärkide kirjeldamisel. Seetõttu ei ole mõtet õpiväljundiks kirjutada *oskab lahendada ülesannet*, vaid *lahendab ülesande*.

Eesmärkide ja õpiväljundite sõnastamisel on soovitatav aluseks võtta vastavate didaktiliste mudelite tasemeid kirjeldavad verbid, näiteks kognitiivses valdkonnas oleks soovitatav STEM õppeainete õpetamisel aluseks võtta Bloomi taksonoomia erinevaid tasemeid kirjeldavad verbid (vt jaotised 3.3.1 ja 3.3.2).

Lisatingimuste määramine. Eesmärgikirjelduste suuremat täpsust on võimalik saavutada täiendavate tingimuste lisamisega, mille abil määratakse kindlaks lõppkäitumine (õpiväljund). Ka siis, kui eesmärgikirjeldus formuleerib õpiväljundi, võivad lisaks loetletud tingimused (nagu näiteks: kas tohib kasutada valemitekogu ja käsiraamatut või peaks töötama ilma abimaterjalideta; kas ülesannete lahendamisel loetakse otsustavaks ainult õige vastus või eeldatakse ka täielikku lahenduskäiku; kas tohib kasutada taskuarvutit, nutivahendit, internetti jne) mõjutada õppemeetodite valikut. Vajalike lisatingimuste täpsustamine lubab ka õppureil eesmärgile vastavamalt õppida. Seetõttu on alati soovitatav koostada õpilastele tegevus- või õpijuhised õppeaine läbimiseks.

Soovitatav oleks lisada õpiväljunditele täiendavaid lisaviiteid, näiteks:

- võimaldatakse kasutada vajalikke tehnilisi seadmeid (mõõteriistu vms);
- valemitekogu kasutades;
- käsiraamatuid kasutades;
- taskuarvutit kasutades;
- internetti kasutades;
- õppematerjale kasutades;
- rühma- või meeskonnatööna, jne;

Hindamiskriteeriumide kindlaksmääramine. Eesmärgikirjelduste edasise täpsustamise võib saavutada hindamiskriteeriumi määramisega minimaalse, õppeaine läbimiseks piisava õpiväljundi kohta. Alumise piiri, nn künnise ehk lävendi, määramisega minimaalse vastuvõetava õpiväljundi kohta ei

defineerita mitte ainult tähtsat informatsiooni sihtrühma jaoks, vaid antakse ka õpetamise kujundamisele nõutav tulemuskriteerium. Samuti võib lisaks künnisele määrata ka sihtrühma keskmise vastuvõetava õpiväljundi (vt jaotis 9). Hindamismeetodite valikul tuleks siiski ennekõike arvesse võtta õppemeetodite erisusi.

Eesmärgikirjelduse täpsustamine võib toimuda:

- *õigete vastuste miinimumarvu või punktide kindlaksmääramisega;*
- *vastuse täpsusastme kindlaksmääramisega.*

Kindlasti püüeldakse STEM valdkonnas ka *afektiivse valdkonna eesmärkide* poole (mille tulemusel peaks sihtrühm omandama teatud kriitilised hoiakud ja väärtushinnangud), ka need tuleks õppe-eesmärkidena kirjeldada nii täpselt, kui võimalik.

Konstruktiivne joondus (sidusus) (Biggs 2008) toetub nii õppimise konstruktiivsele iseloomule kui ka õpetamise ja hindamise sidususele. Konstruktiivse sidususe puhul on loodud seosed ainesisu, kavandatud eesmärkide, õpiväljundite, õpetamis- ja õpitegevuse, õppemeetodite ning hindamisülesannete vahel. Kui eesmärgid ja neile vastavad õpiväljundid on püstitatud, siis planeeritakse õppetegevused ja valitakse ainesisule sobiv metoodika ning alles seejärel valitakse hindamisülesanded, mis aitavad otsustada, kas ja kui hästi iga õpilane on suutnud saavutada õpiväljundites sõnastatud kriteeriumid. Seejärel koostatakse hindamiskaala, mis aitab määrata, kui hästi on õpiväljundid saavutatud. Sidusa õppeaine, mooduli või õppekava korral langevad kokku ainesisu, õpiväljunditena lubatav, õpetatav, õppijate poolt omandatu ja hinnatav.

Vertikaalse joonduse (sidususe) (Biggs 2008) määravad vastav kutsestandard ja õppekava, üldhariduse puhul riiklik õppekava ja kooli õppekava, kusjuures õppekava õpiväljundid on sisendiks moodulite loomisel ja moodulite õpiväljunditest lähtuvalt kujunevad nende raames vaadeldavad õppeainete teemad (ainesisu ja hindamismeetodid).

Horisontaalne joondus (sidusus) (Biggs 2008) moodulite tasandil hõlmab lisaks moodulisisesele (teemadevaheline ja teemasisene) ka moodulite omavahelist sidusust, õppe-eesmärgid on õpiväljunditega loogilises seoses.

Sidususe (joonduse) õppetöö mahu ja õppekorraldusega tagavad realistlik arvestamine õppijate lähteteadmistega, asjakohase õppetöö liigi valik, optimaalne jaotumine õppeperioodi lõikes ning õppimiseks vajaliku ajakulu realistlik hindamine.

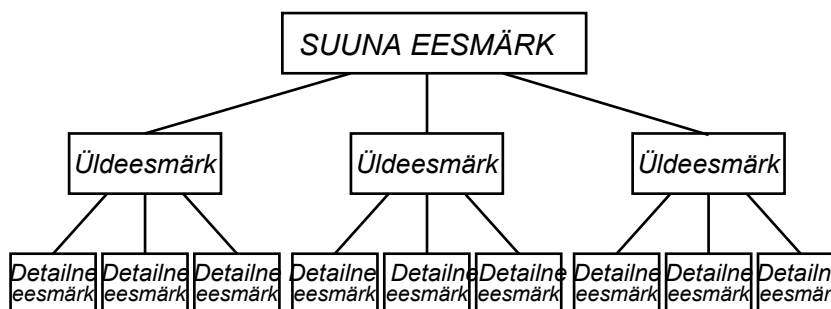
3.2 Eesmärgitasandid

“Takistused on need, mida me näeme, kui laseme eesmärgi silmist.” E. Joseph Cossman

Inseneripedagoogika eristab järgmisi eesmärgitasandeid (vt **sele 3.3**, allikas: Melezinek 1999):

- *suuna eesmärgid ehk siht;*
- *üldeesmärgid;*
- *detailsed eesmärgid.*

Suuna eesmärgid sisaldavad üldisi juhtmõtteid ja juhtettekujutusi ning neil on ulatuslik iseloom. Suuna eesmärgid määravad õpetamise üldraamid ja tulenevad reeglina õppe- või ainekavast.



Sele 3.3 – Eesmärgitasandid: Kõige kõrgemal tasandil asuvad *suuna eesmärgid*. Neil on ulatuslik iseloom, nad pakuvad üldraame, nt õppe- ja ainekava. *Üldeesmärgina* võite mõista nt ettekande, õppetunni eesmärgi. *Detailsed eesmärgid* on konkreetsed eesmärgid, mis võimaldavad *üldeesmärgi* saavutamist

Lähtuvalt suuna eesmärkidest formuleeritakse sihtrühma oodatava lõppkäitumise kirjeldamise kaudu üldised eesmärgid. Üldiste eesmärkide kaudu, mis ei kirjelda veel piisavalt püüeldavat lõppolukorda, töötatakse välja optimaalne detailsete eesmärkide struktuur (Melezinek 1999).

3.3 Õppetöö eesmärgistamine

„Hea õpetaja teeb midagi enam kui õpetab – ta paneb Su õppima.” Raheel Farooq

Järgmine aspekt õppe-eesmärkide formuleerimisel on *eesmärgitaseme kindlaksmääramine*.

Eesmärgitaseme abil on võimalik kontrollida, kas materjalist saadakse ka aru või lihtsalt reprodutseeritakse fakte. Eesmärkide püstitamisel on soovitatav orientiiriks võtta õppe-eesmärkide hierarhilised taksonoomiad (didaktilised mudelid) õppimise kolmes valdkonnas (Melezinek 1999):

Õppimise saab jagada kolmeks suuremaks valdkonnaks (Krull 2001):

- kognitiivne ehk tunnetuslik (arusaamine);
- afektiivne ehk väärtushinnanguline-hoiakuline (tegutsemine);
- psühhomotoorne ehk ümberkujundav-soorituslik (hoiakud, väärtushinnangud).

Meeles tuleks aga pidada, et STEM valdkonna, sh eriti insenerhariduse puhul on olulisimad just omandatud teadmiste, oskuste ja hoiakute kompleks - kompetentsused, mis võimaldavad rakendada õpitut loovalt uutes tingimustes, lahendada tõsielulisi probleeme ja integreeritud erialaülesandeid.

Teadmised, oskused ja väärtused muutuvad ajas, sest muutuvad keskkonnad, kus neid kasutatakse.

3.3.1 Õppe-eesmärkide taksonoomiad (didaktilised mudelid)

„See ei ole õppimine, kui õpitut ei rakendata. See ei ole teadmine, kui ei osata ise teha.“
Stephen R. Covey

Taksonoomia on õpetus keerulise ehitusega objektide klassifitseerimiseks ja süstematiseerimiseks, mis on üles ehitatud hierarhiliselt, eeldades, et kõrgema astme mõtlemisvõime saavutamiseks on vältimatu eelnevale kategooriale vastavale arutlusastmele jõudmine (st iga järgmine aste sisaldab eelnevat).

Õppe-eesmärgid (ja neile vastavad õpiväljundid) liigitatakse taksonoomiate (didaktiliste mudelite) alusel tehnikaõpetuses järgmistesse valdkondadesse (Heywood 2005):

- **kognitiivne valdkond** (*äratundmine* – arusaamisele suunatud, kirjeldab teadmisi ja intellektuaalseid võimeid) hõlmab kõiki neid õppe-eesmärke, mis rõhutavad intellektuaalseid tulemusi, näiteks spetsiifilised faktid, mõisted, teooriad jne. Selle valdkonna didaktilised mudelid on:
 - Benjamin Bloomi taksonoomia;
 - Biggs'i SOLO taksonoomia;
 - Belpalko taksonoomia.
- **psühhomotoorne valdkond** (*tegutsemine* – tegevusele suunatud, kirjeldab manuaalseid ja motoorseid oskusi). Sellesse valdkonda arvatakse eesmärgid, mis rõhutavad motoorset osavust (masinate, erialavaldkonna aparatuuri ja seadmete käsitlemine, õigete töövõtete valdamine, käeline tegevus, peenmotoorika jne), tegemist on peamiselt teadliku kehalise tegevusega. Selle valdkonna didaktilised mudelid on:
 - Simpson'i taksonoomia;
 - Harrow' taksonoomia;
 - Dave'i taksonoomia;
 - Hauensteini taksonoomia;
- **afektiivne valdkond** (*tunnetamine* – tunnete ja tunde väärtustele suunatud, püüeldakse hoiakumuudatuste poole) sisaldab eesmärke, mis rõhutavad tundeid, emotsioone ja tunde väärtusi (esteetilisi, kombelisi jt). Selle valdkonna didaktiline mudel on:
 - D. Krathwohli, B. Bloomi ja B. Masia afektiivne taksonoomia.
- **ülesannete lahendamise valdkond** (*õige meetodi kasutamine ülesannete lahendamisel* – määratletakse ülesandes esitatud andmed ja puuduvad suurused, langetatakse õiged otsused lahenduskäigu valikul, valitakse õiged võrrandid, tehakse järeldused analoogsete ülesannete lahendamiseks edaspidi jne). Selle valdkonna didaktiline mudel on:
 - Plants'i, Dean'i ja Sears'i ülesannete lahendamise taksonoomia.

- **insenerivaldkond** (õpetamiseks inseneri- ja tehnikavaldkonnas):
 - Feisel-Schmitz'i tehnikavaldkonna taksonoomia;
 - G. Gibbs'i akadeemilise insenerihariduse taksonoomia.
- **Dee Fink'i tähendusliku õppimise taksonoomia** (integreeritud didaktiline mudel);
- **Hmelo-Silver'i tegevuspõhise õppe taksonoomia** (kaudse õppimise, sh aktiivõppe, tegevus- ja probleemõppe didaktiline mudel)
- **Domini laboratoorsete tööde läbiviimise taksonoomia** (laboratoorsete tööde läbiviimine ja õpetamisstiilid).

„**Uued tuuled**“. Õppe-eesmärkide määratlemiseks on soovitatav aluseks võtta Benjamin Bloom'i kognitiivse valdkonna taksonoomia. Viimastel aastatel on insenerialadel vajalikeks osutunud ka ülesannete lahendamise, meeskonnatööoskuste, suhtlemisoskuste jms valdkondade õppe-eesmärgid. Suhtlemisoskuste ja meeskonnatööoskuste omandamise eesmärkide kirjelduseks sobivad afektiivse valdkonna kategooriad, ülesannete lahendamise oskuste omandamise eesmärkide kirjeldamiseks aga ülesannete lahendamise valdkonna kategooriad jne (Heywood 2005). John Heywood on esitanud mitmeid USA-s ja Euroopas erinevate autorite poolt õppe-eesmärkide kirjeldamiseks koostatud kaasaegseid taksonoomiaid ja tutvustanud inseneriharidusele igati sobivaid uusi eesmärkide tasemeid (vt jaotis 3.3.8).

Tabelis 3.1 on erinevate valdkondade õppe-eesmärkide põhikategooriad esitatud hierarhiliselt.

Tabelis 3.1 esitatud valdkondade teravapiiriline eristamine ei ole loomulikult võimalik, nimetatud valdkonnad omavad ka erinevaid raskuspunkte eesmärkide määramisel.

Tähtis on, et õpetajad formuleeriks oma õppeaine eesmärgid (ja neile vastavad õpiväljundid) selgelt ning üheselt, et õpilased mõistaksid, mida nad peavad teadma või tegema pärast õpingute läbimist, tõestamaks õpiväljundite saavutamist. Oluline on ka see, et ei püstitataks liiga palju eesmärgi, sest siis tekitab oht, et õpilased ei suuda saavutada ühtegi neist. Seetõttu oleks soovitatav keskenduda olulisimale ja määratlema õppekavale mitte üle 8 eesmärgi ja õppeainele mitte üle 6 eesmärgi.

Järgnevates peatükkides tutvustatakse lähemalt tabelis 3.1 esitatud olulisemaid didaktilisi mudeleid (taksonoomiaid).

Tabel 3.1 – Õppe-eesmärkide/õpiväljundite põhikategooriate hierarhia

Valdkond	Õppe-eesmärkide põhikategooria	Põhikategooria tase
Kognitiivne valdkond (äratundmine – arusaamisele suunatud, kirjeldab teadmisi ja intellektuaalseid võimeid)	Mäletama	1. (madalaim)
	Aru saama	2.
	Rakendama	3.
	Analüüsima	4.
	Hindama	5.
	Looma	6. (kõrgeim)
Psühhomotoorne valdkond (tegutsemine – tegevusele suunatud, kirjeldab manuaalseid ja motoorseid oskusi)	Reflektorsed liigutused	1. (madalaim)
	Baas- ehk põhiliigutused	2.
	Tajuvõimed	3.
	Füüsilised võimed	4.
	Motoorsed oskused	5.
	Kõneta suhtlemine	6. (kõrgeim)
Afektiivne valdkond (tunnetamine – tunnete ja tundeäärtustele suunatud, püüeldakse hoiakumuudatuste poole)	Vastuvõtmine (tähelepanuvõime)	1.
	Reageerimine	2.
	Väärtustamine	3.
	Väärtuste süstematiseerimine	4.
	Väärtuste reastamine (eelistamine)	5.
Ülesannete lahendamise valdkond (õige meetodi kasutamine ülesannete lahendamisel – määratletakse ülesandes esitatud andmed ja puuduvad suurused, langetatakse õiged otsused lahenduskäigu valikul, valitakse õiged võrrandid, tehakse järeldused analoogiliste ülesannete lahendamiseks edaspidi jne)	Rutiin	1.
	Diagnoos	2.
	Strateegia	3.
	Interpretatsioon	4.
	Genereerimine	5.
Insenerihariduse valdkond Inseneri- ja tehnikavaldkonna õpetamiseks	Alusteadmiste omandamine	1. (madalaim)
	Teadmiste omandamine erialaainetes	2.
	Iseseisvalt õppima õppimine	3.
	Suhtlemisoskuste omandamine	4.
	Teadmiste ja oskuste ülekandmise oskus uutesse olukordadesse	5.
	Uue leiutamise oskus	6.
	Kvaliteedi hindamise oskus	7. (kõrgeim)
Dee Fink'i tähendusliku õppimise valdkond Antud kategooriad ei ole hierarhilised, vaid pigem üksteisega suhtelised ning isegi vastastikku mõjutatud	Baasteadmised	1. (madalaim)
	Teadmiste rakendamine	2.
	Integratsioon	3.
	Inimlik mõõde	4.
	Huvi	5.
	Õppima õppimine	6. (kõrgeim)
Hmelo-Silver'i tegevuspõhise õppe valdkond Kaudse õpetamise mudelile sh probleemõppe läbi viimiseks	Selgitamine	1. (madalaim)
	Kirjeldamine	2.
	Protseduuriline teadmine	3.
	Metakognitsioon	4. (kõrgeim)
Domini laboratoorsete tööde läbiviimise valdkond	Kirjeldav õpetamine	1. (madalaim)
	Küsitlev õpetamine	2.
	Avastuslik õpetamine	3.
	Stuudioõpe	4. (kõrgeim)

3.3.2 Õppe-eesmärgid kognitiivses valdkonnas

“Õppimine ilma mõtlemiseta on tühi töö. Mõtlemine ilma õppimiseta on lausa ohtlik.” Confucius

Kognitiivne valdkond kätkeb endas ainealaste teadmiste omandamist ja intellektuaalsete oskuste arengut, spetsiifiliste faktide meenutamist või äratundmist ning kontseptsioone, mille omandamine omakorda arendab intellektuaalseid võimeid ja oskusi.

3.3.2.1 Benjamin Bloom'i kognitiivne taksonoomia

„Hariduse eesmärk on muuta õpilaste mõtteid, tundeid ja tegutsemist.“ Benjamin Bloom

Benjamin Bloomi didaktilise mudeli esialgses variandis (Bloom 1956) oli 6 põhikategooriat (madalamalt kõrgemale tasemele, kusjuures iga eelmine sisaldub järgmises tasemes: teadmine, mõistmine, kasutamine, analüüs, süntees ja hinnangu andmine) ja seda on peetud üheks 20. sajandi olulisemaks pedagoogilis-psühholoogilise taustaga mõttetööks. See taksonoomia on olnud õpetamise üheks põhiliseks aluseks ja põhikategooriad on ära toodud ranges hierarhilises järjestuses. See on just STEM valdkonnas eriti tähtis. Kui meil ei ole STEM valdkonnas piisavalt teadmisi, ei saa me ka valdkonna teemasid mõista – ja ka vastupidiselt paljude humanitaarharidust omavate inimeste arvamusele – ei saa me seda ka sel juhul hinnata või sellele hinnangut anda. Kui on olemas valdkonna teadmised ja mõistmine, aga ei osata teadmisi ise rakenduslikult kasutada, ollakse ikka ja jälle kanged olude analüüsijad ning hindajad!

Tõeline hindamine on võimalik vaid kõigile eelnevatele põhikategooriatele toetudes. Kuna aga ilma teadmisteta ei saa püstitada teisi õppe-eesmärke ja seega saavutada ka teisi õpitulemusi, on sageli teadmiste andmine ületähtsustatud, teiste eesmärkide ja tulemuste nimel aga eriti enam ei pingutatagi. Selle tulemuseks on pooliku haridusega inimesed. Seetõttu on ülioluline, et STEM valdkonna õppeainetes oleks lisaks teadmiste omandamisele õpitulemusteks antud ka valdkonna mõistmine, teadmiste rakendamine, õpitu analüüsimine, kõige eelneva põhjal erinevate otsuste langetamine (hinnangu andmine) ja uue loomine – uute teadmiste sünteesimine, uute mudelite loomine jne.

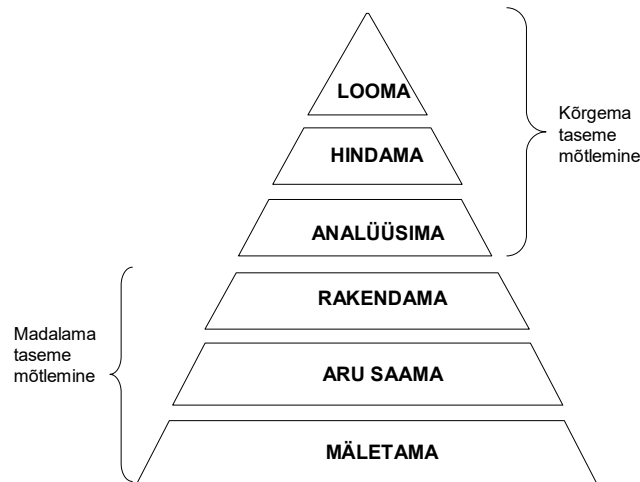
Eesmärkide hierarhia algab kognitiivses valdkonnas lihtsate teadmistega ja kasvab kompleksseks käitumisvormiks **hinnangu andmine**, s.o väärtuse määramine ja **loomine**.

Bloomi kognitiivse taksonoomia uuendatud versioon. Bloomi õpilane, Lorin Anderson (2001), uuendas oma meeskonnaga Bloomi taksonoomia põhikategooriaid 1990-ndate aastate lõpus. Põhiliseks muudatuseks oli kategooriate nimetuste muutmine nimisõnast tegusõnaks, sest kategooriad peegeldavad mõtlemise erinevaid vorme ja tasandeid ning mõtlemine on aktiivne protsess (vt **sele 3.4**) (Anderson 2001). Kategooria „teadmine“ asendati kategooriaga „mäletama“, sest teadmine on mõtlemise produkt, mitte mõtlemise vorm. Kategooria „mõistmine“ asendati kategooriaga „aru saama“ ja kategooria „süntees“ asendati kategooriaga „looma“, et täpsemalt kirjeldada vastaval tasemel toimuvat. Uuendatud Bloomi kategooria madalaim tase on seega „mäletama“ ja kõrgeim tase „looma“.

Bloomi kognitiivse valdkonna taksonoomia uuendatud versiooni põhikategooriad on (madalamalt kõrgemale), kasutuses alates 2001. a (Anderson 2001):

- 1. tase – **mäletama**;
- 2. tase – **aru saama**;

- 3. tase – **rakendama**;
- 4. tase – **analüüsima**;
- 5. tase – **hindama**;
- 6. tase – **looma**.



Sele 3.4 – Uuendatud Bloomi taksonoomia (Anderson 2001)

Iga järgmise põhikategooria puhul eeldatakse, et see sisaldab juba eelneva, madalama taseme käitumist – nii sisaldab näiteks põhikategooria „**aru saama**“ tase juba põhikategooria „**mäletama**“ käitumist jne.

Uuendatud Bloomi taksonoomial on kaks dimensiooni. Taksonoomia kuus uuendatud kategooriat moodustavad kognitiivse protsessi ja asuvad kognitiivse protsessi dimensiooni horisontaalteljel (vt **tabel 3.1**). „Vana“ Bloomi taksonoomia kategooria „Teadmine“ moodustab aga uuendatud taksonoomia vertikaalteljel omaette *teadmiste dimensiooni*, nagu on näha ka **tabelis 3.2**. Antud tabel sobib ka väga hästi õppeaine eesmärkide-õpiväljundite taseme analüüsiks, kontrollimaks, et eesmärgid ja õpiväljundid ei oleks koostatud ainult madalamatele kognitiivsetele tasemetele.

Teadmiste dimensioon koosneb järgnevatest kategooriatest, mis omakorda on mõtlemise instrumentideks:

- *faktiteadmised* - erialaterminoloogia, erialaspetsiifilised seostatud faktid, detailid – nn baaselemendid, mida õpilased peavad oma erialast teadma, et lahendada erialaülesandeid;
- *teooria- ehk kontseptsiooniteadmised* – eriala põhielementide-vahelised seosed laiemas struktuuris, mis võimaldavad neil koos toimida, üksteist võimalusel asendada, need on teadmised erialakategooriatest ja klassifikatsioonidest, teadmised erialastest põhimõtetest ja üldistustest, teadmised teooriatest, mudelitest ja struktuuridest;
- *protseduurilised teadmised* – teadmine, kuidas oma erialas midagi praktiliselt teha, erialased uurimismeetodid, erialaste oskuste kasutamise kriteeriumid, algoritmid, tehnikad ja meetodid, teadmised erialastest oskustest, tehnikatest ja meetoditest, teadmised kriteeriumitest, määramaks, millal vastavaid protseduure kasutada;
- *metakognitiivsed teadmised* – teadmised oma tunnetusest üldiselt, teadlikkusest, teadmistest, oma enese tunnetusest, strateegilised teadmised, teadmised kognitiivsetest ülesannetest ja eesmärkidest, sealhulgas teemaga kaasnevad ja tingimuslikud teadmised.

Tabel 3.2 – Uuendatud Bloomi taksonoomia tabel (Anderson 2001)

Teadmiste dimensioon	Kognitiivse protsessi dimensioon					
	Mäletama	Aru saama	Rakendama	Analüüsima	Hindama	Looma
Faktiteadmised (erialaterminoloogia, erialaspetsiifilised faktid, detailid jne)	Loetlema	Summeerima Kokku võtma Ümber sõnastama	Vastama Liigitama	Valima Korrastama Omistama	Kontrollima Järjestama	Genereerima Kombineerima
Teooriateadmised (teooriad, mudelid, üldistused, klassifikatsioonid jne)	Kirjeldama Ära tundma	Klassifitseerima Interpreteerima Illustreerima Kategoriseerima	Katsetama Kindlustama	Diferentseerima Seletama	Määrama Hindama Kritiseerima	Koostama
Protseduuriadmised (erialased oskused, meetodid, tehnikad, nende kasutamine)	Meenutama Tabeldama	Selgitama Seletama Võrdlema Tõlkima	Arvutama Läbi viima	Integreerima Korraldama	Hinnangut andma Järeldama	Planeerima Disainima
Metakognitiivsed teadmised (strateegilised teadmised, individuaalsed kognitiivsed teadmised)	Identifitseerima Sobivalt kasutama	Eeldama Ennustama Esitama	Konstrueerima Rakendama Teostama	Saavutama Dekonstrueerima	Üldistama Analüüsima	Aktualiseerima Täide viima Looma, Teostama Tootma

Uuendatud Bloomi taksonoomiat on soovitatav aluseks võtta nii õppematerjalide koostamisel, teadusartiklite ja tekstide kirjutamisel, kontrolltööde ja eksamiküsimuste koostamisel, õpetamise eesmärkide ja õpiväljundite koostamisel ja nende analüüsil, õpilaste mõtlemise aktiviseerimisel, küsimuste esitamisel jne.

Kõrgema taseme mõtlemine ja kriitiline mõtlemine toimuvad uuendatud Bloomi taksonoomia kolmel kõrgemal tasemel – *analüüsima, hindama ja looma* (Pohl 2000). PISA-testide tulemused on näidanud, et meie õpilased omavad väga häid faktiteadmisi, aga ei oska analüüsida ja mitte alati ka hinnangut anda, seega on raskusi just kõrgema taseme mõtlemisega. Sageli ei jõutagi koolis ajapuuduse tõttu rakendamise tasemest kõrgemale ja asutakse juba uue teema juurde, eelnevat analüüsivõimet ning hinnangut andmata. Bloomi didaktilise mudeli kõiki tasemeid ei läbitagi. See on mõtlemiskoht õpetajatele ja haridusjuhtidele.

Eesmärkidel peab olema järjepidevus. Kui soovime õpetada õppuritele loovust, tuleb eelnevate õpingute käigus läbida kõik Bloomi didaktilise mudeli tasemed.

Järgnevalt kirjeldatakse lähemalt kognitiivse valdkonna Uuendatud Bloom'i taksonoomia põhikategooriaid (Anderson 2001) liikudes madalaimalt kategooria kõrgeimale ja illustreeritakse neid ka mõningate tüüpiliste oodatavate käitumisväljenditega, mida võiks õppe-eesmärkide ning neile vastavate õpiväljundite koostamisel kasutada:

1. tase – **mäletama** – tegemist on taksonoomia madalaima tasemega, õpetatava aine – faktide, fenomenide, seaduste, teooria jne – reproduktsiooniga, varemõpitu mäletamisega, meenutamise, ära tundmise ja püsimalust „välja otsimisega“. Näiteks tuleb nimetada π väärtust, kirjutada Newtoni III seaduse vörrand, identifitseerida päikese, soojus-, mehaanilise, keemilise jt energiaallikad, loetleda imetajate eluks vajalikud tingimused, jne. Mõned tüüpilised käitumisväljendid: defineerib, kirjeldab, järjestab, tähistab, kirjutab, nimetab, loetleb, vaatleb, ühitab, toob välja, seostab, esitab, identifitseerib, iseloomustab, kordab, jätab meelde, reprodutseerib, sõnastab, valib, tuletab meelde, tunneb ära, seab vastavusse, otsib välja, leiab, meenutab jm.

2. tase – **aru saama** – oskus haarata küll õpetatava aine mõtet, kuid veel mitte oskus lahendada ülesandeid. Sellel tasemel on omandatud oskus suuliselt ja kirjalikult juhiseid, ideid, mõisteid, jooniseid, graafiliselt esitatud andmeid seletada, interpreteerida, võrrelda, kokku võtta, jne. See on arusaamise madalaim tase. Näiteks tuleb võrrelda katseandmeid, seletada Newtoni III seadust oma sõnadega, seletada Kuu faaside tekke põhjusi ja selle nähtuse seost mõõnaga, seletada Päikesesüsteemi ehitust ja planeetide liikumist, seletada kuuvarjutuse tekkepõhjuseid, seletada valkude, rasvade ja süsivesikute funktsiooni inimorganismis jne. Mõned tüüpilised käitumisväljendused eesmärkide sõnastamiseks: eristab, võrdleb, viitab, tõlgendab, teisendab, sõnastab ümber, kaitseb, seletab, annab ülevaate, laiendab, paigutab, üldistab, toob näiteid, järeldeb, selgitab, võtab kokku, arutab, täpsustab, parafraseerib, väljendab, tuvastab, illustreerib, formuleerib, klassifitseerib, ütleb teisiti, kategoriseerib, esitab, tõlgib jms.

3. tase – **rakendama** – õpitud materjali rakendama (etteantud ja uutes olukordades) ülesandeid lahendama – näiteks määrama ideaalse gaasi rõhku, arvutama vedeliku voolukiirust torus, ülesandeid lahendama (näiteks kasutades Newtoni III seadust), katseseadmeid ja -instrumente õigesti kasutama, arvude ümardamise reegleid kasutama nii arvutustes kui ka katsetulemuste registreerimisel jne. Tüüpilisemad käitumisväljendused: arvestab, avastab, muudab, ennustab, lahendab, kasutab, leiab, arvutab, arendab, abstrahmeerib, demonstreerib, käsitleb, produtseerib, modifitseerib, näitab, valib, rakendab, visandab, tõestab, illustreerib, seostab, opereerib, valmistab, korrastab, suhestab, ehitab, projekteerib, planeerib, praktiseerib, kasutab, üldistab, viib läbi, ekstrapoleerib, interpoleerib, eristab, eeldab, kaardistab, sobitab, konstrueerib mudeleid jms.

4. tase – **analüüsima** – seoseid eristama ja mõtestama, võime jaotada materjal komponentideks, et saada aru selle ülesehitusest, struktuurist ja eesmärgist. Inseneriülesannete lahendamine kuulub selle taseme alla, sest keerulisi süsteeme peab alati analüüsima ja oskama osadeks jaotada. Õpilane lahendab ülesandeid, kasutades erinevaid võrrandeid, analüüsib katse käiku jne. Tüüpilised käitumisväljendused: analüüsib, jaotab, identifitseerib, teeb osadeks, diferentseerib, hõlmab, eraldab, vastandab, koostab diagrammi, eristab, kontrollib, toob välja, uurib, visandab, võrdleb, korrastab, lahendab, testib, kalkuleerib, küsib, võtab kokku, eristab, valib, keskendub jms.

5. tase – **hindama** – väärtust määrama – anda kindlal eesmärgil hinnang materjalide (dokumendid, uurimistulemused, ülesande lahend jne) või tegevuse väärtusele, kontrollida, kritiseerida, vigu leida ja parandada ning nendest õppida jne. Anda hinnangut tuginedes kriteeriumitele ja standarditele. Kritiseerida teaduslike uurimistööde tulemuste alusel järeldusi. Õpilane hindab oma ülesande lahendust ja uurimistöö tulemusi, eristab eeldusi ja järeldusi, organiseerib ja interpreteerib kontrollitud uurimistöö katseandmeid ning mõistab, kas need kinnitavad või lükkavad hüpoteesi ümber. Tüüpilisemad käitumisväljendused: langetab otsuse, määrab, kritiseerib, põhjendab, interpreteerib, hindab (kriitiliselt), võrdleb, eristab, järeldeb, leiab, vastandab, annab hinnangu, valib, reastab, retsenseerib, eraldab, arvustab, küsib, määratleb, mõõdab, õigustab, tõlgendab, märkab, testib, monitoorib, integreerib, suhestab, väärtustab, võtab kokku, leiab seoseid, visandab, pärsib, sõelub, struktureerib, dekonstrueerib, koordineerib jms.

6. tase – **looma (sünteesima)** – õpitut loovalt rakendama, moodustama üksikutest osadest uut koherentset ja funktsionaalset tervikut, organiseerima elemente uueks struktuuriks või mudeliks – sellel tasemel sisaldavad eesmärgid kõiki eelnevaid kategooriaid ja moodustavad kognitiivses valdkonnas kõrgeima taseme. Õpilane kavandab, viib läbi kontrollitud teaduslikku uurimistööd ja hindab selle tulemusi. Siin on tegemist mitterutiinsete ülesannete lahendamisega, võimega genereerida ja formuleerida uusi struktuure, ideid, vaatenurki, jne. Näiteks, kui on antud kompressori karakteristikud,

koostab õpilane erinevaid skeeme suure gaasikoguse kokkusurumiseks kõrgel rõhul, kui gaasi kogus ja rõhk ületavad ühe kompressori maksimaalse võimsuse. Tüüpilised käitumisväljendused: püstitab hüpoteese, disainib, koostab, esitab, seletab, kombineerib, loob, tekitab, korraldab, moodustab, ehitab, arendab, formuleerib, korrastab ümber, planeerib, kategoriseerib, struktureerib, integreerib, arendab, koostab, konstrueerib, pakub välja, töötab välja, laiendab, leiutab, kavandab, muudab, modifitseerib, produtseerib, organiseerib, sünteesib, täpsustab, võtab kokku, parandab vead jms.

Õpiväljundite sõnastamisel on soovitatav vältida järgmisi verbe: *teab, saab aru, õpib ära, oskab.* Pigem võiks kasutada konkreetsemaid verbe, nagu näiteks *arvutab, lahendab ülesande, kavandab* jne, mille saavutamist on lihtsam hinnata.

3.3.2.2 ***Uuenduslikud STEM valdkonna taksonoomiad***

„Eduka õpetaja üks saladus on see, et ta on endale selgelt lahtimõtestanud, mida tema õpilased peavad pärast tema ainekursust teadma ja oskama.“ Alfred North Whitehead

Paljud uurijad on olnud seisukohal, et Bloomi taksonoomia ei ole kõige sobivamaks didaktiliseks mudeliks STEM valdkonna õppe-eesmärkide koostamisel. Antud peatükis tutvustatakse spetsiaalselt STEM valdkonna õppe-eesmärkide püstitamiseks ja sõnastamiseks koostatud didaktilisi mudeleid (taksonoomiaid).

Niemierko taksonoomia. Niemierko (1990) koos oma kolleegidega on tõestanud, et STEM valdkonnas ei kehti alati Bloomi kõrgema taseme mõtlemise hierarhia (3 kõrgemat taset). Niemierko taksonoomiale tuginetakse õppekava arenduses Slovakkias, Poolas ja Tšehhi Vabariigis (Kundratova 2001). Niemierko töötas välja nn „ABC-taksonoomia“ õppe-eesmärkide koostamiseks, mis on jaotatud kaheks dimensiooniks, millele omakorda vastavad järgmised kategooriad:

- **1.tase – teadmised**, mille kategooriad on:
 - A - teadmiste mäletamine;
 - B - teadmistest aru saamine;
- **2.tase – oskused ja võimed**, mille kategooriad on:
 - C – teadmiste rakendamine tüüpilistes probleemsituatsioonides;
 - D – teadmiste rakendamine uutes probleemsituatsioonides.

Rakendamine kategoorias D sisaldab (Bloomi kategooriaid) analüüsi, loomist (sünteesi) ja hindamist.

Tollingerova taksonoomia. Tollingerova taksonoomial on 5 hierarhilist tegevuskategooriat (Kundratova 2001):

- teadmiste reprodutseerimine mälu järgi;
- teadmiste kasutamine madalama taseme mõtlemises;
- teadmiste kasutamine kõrgema taseme mõtlemises;
- teadmiste edastamine, infovahetus, suhtlemine;
- loov mõtlemine.

Bespalko on koostanud STEM valdkonnale järgmise taksonoomia (Žukov 2014):

- *I tase* – tagab varemomandatud informatsiooni äratundmise ja meeldetuletamise, kas selle korduval esitlemisel, taasomandamisel või lugemisel (raamatust, konspektist, õppematerjalist jne);
- *II tase* – võimaldab iseseisvat informatsiooni taasesitamist (mälu järgi) ja reproduktiivset algoritmilist tegutsemist tüüpülesannete lahendamisel;
- *III tase* – võimaldab iseseisvat tegutsemist olukordades, mis nõuavad eelnevalt omandatud info täiendamist, täpsustamist jne, ja seejärel eelnevalt omandatud tegevuste iseseisvat sooritamist õppeülesande laiendamiseks, mis taandub kas tüüpülesandeks või juba eelnevalt lahendatud lihtsamate ülesannete kombineerimiseks;
- *IV tase* – vastab loomingulisele tegutsemisele.

Bespalko taksonoomia puhul kehtivad järgmised tingimused:

- II tase võimaldab nii teadmisi kui ka praktilisi tegevusi omandada, kusjuures tegevuste omandamine on tunduvalt töömahukam kui info meeldejäätmine;
- IV tase vastab subjektiivsele loomingulisele tegevusele, mis STEM valdkonnas on iseloomulik erinevate probleemülesannete lahendamiseks, mille puhul ei ole olemas täielikku infot ja ühest ainuõiget lahendit;
- II tase jaguneb:
 - iseseisvaks juba omandatud info äratundmiseks selle korduvasitlemisel (kontrollitakse testimise, eksami ja õppevestlusega);
 - iseseisvaks info taasesitamiseks mälu järgi (kontrollitakse õppevestlusel, eksamil, testimisel);
 - tüüpülesannete lahendamiseks (kontrollitakse iseseisval ülesannete lahendamisel, eksamil ja testimisel);
 - erinevate õppeülesannete lahendamiseks tõestamaks õpiväljundite omandamist (kontrollitakse testimisel, õppevestlusel, eksamil, probleemilahenduses jne).

Niemierko, Tollingerova ja Bespalko taksonoomiad omavad sarnaseid jooni Bloomi taksonoomiaga, kuid esitavad erinevad dimensioone teadmisele ja rakendamisele. Niemierko taksonoomia eeldab sünteesi kogu didaktilise mudeli ulatuses.

Facione (1990) kriitilise mõtlemise taksonoomia järjestab kriitilise mõtlemise oskused hierarhiliselt (Fuller 2007):

- interpreteerimine;
- analüüs;
- hindamine;
- järeldamine;
- seletamine;
- metakognitiivne enesejuhtimine.

De Block'i unifitseeritud taksonoomia. De Block (Fuller 2007) on koostanud unifitseeritud taksonoomia, mis ühendab kognitiivse (K), afektiivse (A) ja psühhomotoorse (P) valdkonna:

- 1. teadmine:
 - K: näita, defineeri, nimeta, korda jne;
 - A: kuula teiste arvamust, mõista, arvesta teiste märkustega jne;
 - P: näita, maitse, nuusuta, kuula, imiteeri jne;
- 2. arusaamine:
 - K : seleta, iseloomusta, ütle oma sõnadega, kirjelda, võrdle jne;
 - A: arvesta teiste arvamusega, vasta küsimustele, tegutse korrektselt reeglite kohaselt, esita kohaseid ja vastavaid küsimusi, osale aktiivselt jne;
 - P: demonstreeri põhiprintsiipe, võta midagi tuttavat osadeks ja pane uuesti kokku jne;
- 3. rakendamine:
 - K: lahenda, arvuta, loenda, illustreeri, analüüsi, teosta jne;
 - A: tegutse automaatselt vastavalt nõuetele (reeglitele), tunnusta norme ja väärtusi, rakenda norme ja väärtusi, osale kooperatiivses rühmatöös jne;
 - P: tee, tooda, katseta, paranda, kohanda, lõika, pane kokku, koosta, võta osadeks jne;
- 4. Integreerimine:
 - K: disaini, loo, summeer, hinda, otsusta, planeeri jne;
 - A: tegutse spontaanselt vastavalt nõuetele (reeglitele), rakenda spontaanselt, algata koostööd, püüdle rahulolu poole nii töös, käitumises kui ka suhtluses jne;
 - P: tegutse lodusalt, kõhkluste ja vigadeta, automaatselt, tööta täpselt ja kiiresti jne;

Õppe-eesmärkide püstitamisel valib õpetaja, millist taksonoomiat aluseks võtta. Ka on oskusliku lähenemise ja suurte kogemuste puhul võimalik erinevaid taksonoomiaid vastavalt õpetatavale õppeainele kombineerida.

3.3.2.3 SOLO – jälgitavate õpiväljundite taksonoomia

„Haridus ei ole eluks ettevalmistamine. Haridus ongi elu.“ John Dewey

SOLO (*Structure of Observed Learning Outcomes*) didaktilise mudeli alusel on mõistmine järk-järguline protsess, mille käigus õpilane omandab õpitu selgema struktuuri. Seetõttu defineerisid Biggs & Tang (Biggs 2008) mõistmise tasemed nii, et need vastaksid õpetatavatele teemadele ja aine sisule, sobitudes vastava õpinguaasta nõudmistega. Oluline on määratleda, milline tase millisele õppeaastale vastab, arvestades eriala ja omandatava kraadi spetsiifikat. SOLO taksonoomia on väga hindamiskeskne.

Biggs eristab kahte liiki teadmisi (Biggs 2008):

- **deklaratiivne ehk propositsiooniline teadmine** – abstraktsed, kontseptuaalsed teadmised, sellised teadmised omandatakse uurimistööst, mitte isiklikust kogemusest, alluvad tõendamise reeglitele, mis muudavad teadmised tõendatavaks, korratavaks ja loogiliselt ühtseks praktika aluseks (eristamine, klassifitseerimine, põhjendamine jne, näiteks Freudi tsitaat, võrrandi tingimused, lahuste liigid, ajaloosündmused jne). Õpilased deklareerivad antud teadmisi õpetajale tagasi, oma sõnade ja näidetega.

- **funktsionaalne teadmine** – spetsiifiline, praktiline teadmine, lähtub arusaamast, et inimtegevuse paljusus toetub mõistmisprotsessile. Funktsionaalne teadmine on lahutamatu seotud õppija kogemustega, õppija rakendab siin deklaratiivseid teadmisi probleemide lahendamiseks, katsete planeerimiseks, hoonete planeerimiseks, õppetöö kavandamiseks jne. Funktsionaalne teadmine nõuab tugevat deklaratiivse teadmise vundamenti.

Need kaks teadmiste liiki määravad reeglina õppekava orientatsiooni. Tihti on õppekavad suunatud valdavalt deklaratiivsete teadmiste õpetamisele, rakendatakse teavitavaid ja selgitavaid õppemeetodeid. Tulevased erialaspetsialistid õpivad seega ülikoolis enim eristamist, klassifitseerimist, täpsustamist ja põhjendamist, kuigi pärast ülikooli, tegelikult tööelus läheb neil tarvis hoopis teostamist, rakendamist ja prioriteetide määramist.

SOLO pakub meetodi kirjeldamiseks õppija mõistmise struktuuri keerukuse kasvu, kui õppija omandab teadmisi ja vilumusi akadeemiliste ülesannete täitmisel. Taksonoomiat võib kasutada ainekursuse õpiväljundite sõnastamisel, osutamaks, millisel mõistmise tasemel peaksid õpilased olema, aga ka õpitulemuste hindamisel, selgitamaks, millisel tasemel õpilased tegelikult on (Biggs 2008) (vt **tabel 3.3**).

SOLO taksonoomia tasemed (madalamalt kõrgemale) (Biggs 2008):

- **korrastamatus** – vähene arusaamine, mõistmise ebapiisavus, ei tõenda asjakohast õppimist;
- **üheplaanilisus** – üheplaaniline, pinnapealne teadmine, ühe aspekti, ühe ülesande osaga tegelemine, kvantitatiivsete teadmiste kogumine, terminoloogiale keskendumine;
- **mitmetahulisuus** – rohkelt struktureerimata fakte ja teadmisi, õpilane näeb puid, mitte metsa, puudub nn „suure pildi“ nägemise oskus ja adekvaatne mõistmine;
- **seostatus** – teadmised on lõimitud ühtseks tervikuks, tuuakse näiteid ja osatakse õpitut praktiliselt rakendada. Puudest on saanud mets, on toimunud õppimise ja mõistmise kvalitatiivne muutus, ei loetleta vaid üksikuid fakte ja detaile, vaid osatakse seletada ja näha õpitut kui struktureeritud tervikut. See on esimene tase, kus võib rääkida mõistmisest korrektses akadeemilises tähenduses;
- **üldistus** – üldistav vastus ületab etteantud raamid, samas, kui eelmise taseme seostav vastus jääb etteantud piiridesse. Sidus tervik moodustub kõrgemal abstraktsioonitasemel ja seda rakendatakse uutes ning avaramates valdkondades. Probleem on selles, et mis täna on mõtlemist avardav üldistus, võib homme uute teadmiste valguses olla seostav vastus.

Tabel 3.3 – SOLO taksonoomia tasemeid kirjeldavad tegevused (Biggs 2008)

Tase	Kirjeldavad tegevused
Korrastamatus (prestructural) Vastus läheb märgist mööda	---
Üheplaanilisus (unistructural) Lihtne ja osaliselt õige vastus	Meelde jätta, ära tunda, identifitseerida, kokku lugeda, defineerida, joonistada, leida, pealkirjastada, leida sobivad paarid, nimetada, tsiteerida, meelde tuletada, järele korrata, öelda, kirjutada, järele aimata.
Mitmetahulisuus (multistructural) Muutus võrreldes üheplaanilisusega on kvantitatiivne. Õigeid vastuseid võib olla rohkem	Klassifitseerida, kirjeldada, loetleda, teha kokkuvõtte, arutada, illustreerida, välja valida, jutustada, arvutada, järjestada, koostada kava, lahutada ühed elemendid teistest.

Seostatus <i>(relational)</i> Muutus võrreldes eelmisega on kvalitatiivne, eeldab teadmise osiste ümberstruktureerimist, terviku omaduste märkamist osade lõimimise käigus	Rakendada, lõimida, analüüsida, selgitada, prognoosida, järeldada, teha üksikasjaline kokkuvõte, kirjutada arvustus, argumenteerida, tõendada, kohaldada, teha plaan või kava, iseloomustada, võrrelda, vastandada, eristada, organiseerida, väidelda, seisukohta põhjendada, konstrueerida, anda hinnang ja ümber kirjutada, uurida, tõlkida, ümber sõnastada, probleemi lahendada.
Üldistus <i>(extended abstract)</i> Annab kogu argumentatsioonile uue mõõtme	Teooriat luua, hüpoteesi püstitada, üldistada, analüüsida, välja töötada, luua, koostada, leiutada, algatada, tõestada aluspõhimõtteid kasutades, originaalset tõenduskäiku esitada, lahendada aluspõhimõtteid kasutades.

SOLO taksonoomia koostamisel võeti aluseks erinevaid faktoreid, mis mõjutavad õpilaste õppimist, nagu näiteks eelteadmisi, motivatsiooni, eesmärgid ja õpistrateegiaid. SOLO taksonoomial on nii kvalitatiivne kui ka kvantitatiivne dimensioon. Esimene tase on mõistmatuse, oskamatus, teadmatuse tase. Järgmised kaks taset on pinnapealse mõistmise tasemed, kus õpilastel on kvantitatiivselt enam konkreetseid teadmisi. Teadmiste kvantitatiivne kasv (rohkelt uusi fakte ja ideid) ei too aga endaga reeglina kaasa veel sügavuti mõistmist. Sügavuti mõistmine saab alguse siis, kui toimub kvalitatiivne muutus, st kui uusi ideid ja fakte osatakse seostada ja neid mõistetakse integreeritult. Seosed tihenevad abstraktsuse kasvuga, seega kaks kõrgemat taset SOLO taksonoomias ei ole kirjeldatud mitte ainult läbi integratsiooni ja seoste, vaid ka läbi kasvava abstraherituse. Selline kvaliteetne muutus esitab väljakutseid, kuid samas ei ole kõrgemad tasemed ka mitte alati „raskemad või keerulisemad“. Teadmiste sügavus ei kaasne alati õpitu raskusastmega. Seega tuleks õpetajatel pöörata tähelepanu mitte ainult detailide keerukusele ja raskusastmele, vaid ka kõrgema taseme mõtlemisele (Biggs 2008).

Kuigi SOLO taksonoomias on viis taset, rõhutatakse enamalt jaolt just selle taksonoomia esimest ja kõrgeimat taset. Õppima asudes ei ole õpilane alustanud õpitsükli läbimist, õpitsükkel haarab endasse tasemed 2-4, kus meie teadmised kasvavad ja süvenevad. Kui õpitsükli jooksul saame juurde uusi teadmisi, siis läbime tasemeid 2-4 mitmeid kordi. Meie eesmärgiks on aga jõuda viimase tasemeni. Oluline on mees pidada, et erinevate teemade ja õppeainete õppimisel võime läbida erinevaid õpitsükleid erinevas järjestuses ja olla erinevatel tasemetel. Nii näiteks võib õpilane olla mingi teema läbimise järel SOLO kõrgeimal tasemel, kuid uue informatsiooni ilmnemisel võib ta end leida mõnel madalama tasemel ja õpitu sügavuti mõistmiseks peab ta uuesti kogu õpitsükli läbima (Biggs 2008).

Soovitav on õpiväljundite koostamisel nii STEM kui ka tehnikavaldkonnas siiski aluseks võtta Bloomi taksonoomia või mõni sobiv uuenduslik taksonoomia. SOLO taksonoomia on STEM ja tehnikavaldkonnas väga harva kasutatav ja liialt hindamiskeskne. Siiski, kui õpetaja tunneb, et tema aine puhul on just SOLO taksonoomia sobivaim, võib selle ka õpetamisel aluseks võtta.

3.3.3 Õppe-eesmärgid psühhomotoorses valdkonnas

“Ma olen alati valmis õppima, aga mulle ei meeldi, kui mind kiputakse õpetama” Winston S. Churchill

Psühhomotoorne valdkond hõlmab endas motoorseid oskusi, silma-käe koordineerimist, lihaste liikumist, kõnet jne. Selle valdkonna tähtsus insenerihariduses on järk-järgult vähenemas – kalkulaatorid on asendanud arvutuslühikateid ja digitaalseadmed - analoogseadmeid. Kuid siiski on psühhomotoorsed oskused insenerihariduses alati vajalikud, eriti eksperimentaalses töös (laboritöös erialaste töövõtete omandamisel) – näiteks keevitamine, treimine, puutöö, tööriistade käsitlemine, klaasipuhumine, kraani keeramine (õiges suunas!), näitude lugemine, tiitrimine, žestikuleerimine, korrektne kõne, probleemilahendus ja disain jne.

Simpson'i (1972) koostatud **psühhomotoorse valdkonna õppe-eesmärkide taksonoomia** põhikategooriad kirjeldavad füüsilise liikumise, mootorika ja koordineerimisega seotud oskusi, mille arendamiseks on vaja harjutada ning mida hinnatakse kiiruse, täpsuse, tehnika jm alusel. Järgnevalt kirjeldame antud taksonoomia seitset põhikategooriat alustades madalaimast:

- **tajumine** – võime kasutada tunnetust motoorse tegevuse suunamisel. Näiteks osata määrata, kuhu pall peale viskamist maandub ja osata liikuda õiges suunas, et seda püüda. Tüüpilised käitumisväljendused: valib, kirjeldab, määrab, isoleerib, valib, identifitseerib, diferentseerib, eristab, suhestab jne.
- **valmisolek** – valmisolek tegutsemiseks nii füüsiliselt, vaimselt kui ka emotsionaalselt. Teab oma võimete piire, teab ja tegutseb vastavalt igal erineval toomisprotsessi astmel, näitab üles soovi omandada uusi oskusi (motivatsioon), vastab afektiivse taksonoomia kategooriale „reageerimine“. Tüüpilised käitumisväljendused: alustama, välja panema, kuvama, seletama, liigutama, toimima, jätkama, reageerima, näitama, väitma, sõnastama, vabatahtlikult osalema jne.
- **juhendatud tegutsemine** – komplekse oskuse omandamise esimene staadium, mis sisaldab katsetamist, praktikat, imiteerimist läbi katse ja eksituse. Sooritab arvutuse matemaatilise võrrandi alusel, nagu näites toodud. Järgib juhiseid mudeli ehitamisel. Jälgib õpetaja signaale uue oskuse õppimisel. Tüüpilised käitumisväljendused: jälgib, kopeerib, imiteerib, järgib, reageerib, reprodutseerib, vastab jne.
- **mehhanism** – komplekse oskuse omandamise vaheetapp, õpitav oskus on muutunud harjumuspäraseks, liigutused toimuvad juba mõningase oskuse ja enesekindlusega. Näiteks kasutab arvutit, juhib autot jne. Tüüpilised käitumisväljendused: paneb kokku, kalibreerib, konstrueerib, kuvab, demonteerib, kiirendab, parandab, fikseerib, jahvatab, kuumutab, mõõdab, manipuleerib, mõõdab, segab, tiitrib, organiseerib, visandab jne.
- **kompleksne tegutsemine** - motoorse tegutsemise meisterlik esitus, kasutades keerulisi liigutusi. Liigutused on kiired, täpsed, keerulise mootorikaga ja minimaalse energiakuluga. Automaatne ja kõhkluseta tegutsemine. Näiteks tennisemängija oskab ette arvata, kuhu servitud pall liigub. Auto täpne parkimine paralleelsele parkimisalale. Näitab kompetentsust mängides klaveril etteantud pala. Kasutab arvutit ja valdab erinevaid arvutiprogramme. Tüüpilised käitumisväljendused: paneb kokku, kalibreerib, konstrueerib, kuvab, demonteerib, kiirendab, parandab, fikseerib, jahvatab, kuumutab, manipuleerib, mõõdab, segab, organiseerib, visandab jne. Tüüpilised käitumisväljendused on samad, kui mehhanismi puhul, kuid mäarsõna näitab oskuse kõrgemat taset.

- *kohanemine* – oskused on hästi omandatud ja osatakse neid kohendada uutele nõudmistele ning vajadustele. Reageerib kiiresti ootamatutele uutele tingimustele, modifitseerib õpetamist sõltuvalt õpilaste vajadustest, kasutab uusi seadmeid. Tüüpilised käitumisväljendused: kohaneb, muudab, korraldab ümber, paigutab ümber, reorganiseerib, vaatab üle, revideerib, varieerib jne.
- *loovus* – uute liigutuste kasutamine uuest situatsioonist või vajadusest lähtuvalt. Kõrgetasemelised oskused suunavad loovusele. Näiteks loob uue teooria, töötab välja uue koolitusprogrammi, loob uusi rutiine (vastab ülesannete lahendamise taksonoomia kategooriale „genereerimine“). Tüüpilised käitumisväljendused: korrastab, korraldab, ehitab, disainib, kombineerib, loob, konstrueerib, koostab, algatab, teeb, tuletab jne.

Harrow' (1972) psühhomotoorse valdkonna õppe-eesmärkide taksonoomia põhikategooriad kirjeldavad keha täpselt koordineeritud liigutusi (nt pimetrukkimine arvutiklaviatuuril), kõneta suhtlemist (žestid, näoilme jne) ja kõnet (vt **tabel 3.1**). Vaatleme neid põhikategooriaid (Leppik 2001) lähemalt alustades madalaimast:

- *reflektoorsed liigutused*, on kaasa sündinud, toimuvad tahtmatult ja on aluseks tahtlike liigutuste arendamisel lastel ning samuti aluseks inimese kogu psühhomotoorsele tegevusele ja arengule. Kokku ulatub reflektorsete liigutuste arv inimesel mitmekümneni.
- *baas- ehk põhiliigutused* arenevad välja otseselt reflektorsetele liigutustele toetuvalt (objekti visuaalne jälgimine, käe sirutamine millegi järele, eseme haaramine ja manipuleerimine, käimine jne).
- *tajuvõimed* arenevad samuti alates esimestest elupäevadest, nende arengu aluseks on protsessid, mida ise üle elatakse (näiteks nägemisvõime areneb, kui on võimalik maailma mitmekülgsest näha). Just tajuvõimete kaudu on psühhomotoorne areng seotud kognitiivse arenguga. Tajuvõimeid on väga arvukalt, näiteks nägemismälu, kuulmismälu, auditivne eristamine, nägemisteravus, visuaalne eristamine, tasakaal, kujundi eristamine taustast, koordinatsioonivõimed jne.
- *füüsilised võimed* arenevad välja liigutustele toetuvalt, mis omakorda on vajalikud mitmesuguste motoorsete oskuste omandamiseks ja kindlustavad vastupidavuse igapäevases töös ning tegevuses, muutes kogu elutegevuse efektiivsemaks.
- *motoorsed oskused* on efektiivselt sooritatud keerulised liigutused või nende kompleks ja vajavad erilist õppimist ning harjutamist. Motoorsete oskuste aluseks on põhiliigutused. Motoorseid oskusi võib vaadelda laiuti (on omandatud palju erinevaid oskusi) või sügavuti (mõni oskus on omandatud eriti meisterlikult).
- *kõneta suhtlemine* on ühelt poolt sünnipärane, teisalt aga arendatud (liigutused, kehahoid, rüht jne). Liigutuste esteetika ja loomingulisus muudavad indiviidi visuaalselt meeldivaks. Kõneta suhtlemine on vajalik lisaks kõnelisele suhtlemisele. Suhtlemise vajalik komponent on aga ka selge ja artikuleeritud kõne. Õpetajad, kes soovivad olla professionaalid, peavad ühendama perfektse kõne kehaliikumise, žestide ja erinevate näoilmetega (miimikaga).

Dave'i (1975) psühhomotoorse valdkonna õppe-eesmärkide taksonoomia põhikategooriad on:

- *imiteerimine* – kellegi teise käitumise jälgimine ja imiteerimine. Tegevus võib olla madala kvaliteediga, näiteks kunstiteose kopeerimine.

- *manipuleerimine* – tegutsemine juhiste järgi ja harjutamise tulemusena. Näiteks kirjaliku töö koostamine loengu või raamatu alusel.
- *täpsus* – viimistlemine, tegevuse täpsemaks muutmine, kuid veel esineb ka vigu. Millegi kallal töötama, tegutsema, et seda paremaks muuta.
- *artikuleerimine* — erinevate tegevuste ja tegevuste seeriade koordineerimine, harmoonia ja seesmise kooskõla saavutamine. Näiteks video loomine, milles on ühendatud muusika, draama jne.
- *kohanemine* – kõrgetasemeline, professionaalne tegutsemine ilma, et tegutsemisele mõeldakse (automaatsus). Näiteks, kuidas Michael Jordan mängib korvpalli, Usain Bolt jookseb või Marc O'Connor mängib viiulit jms.

Hauensteini (1998) psühhomotoorse valdkonna taksonoomia (Petrina 2007):

- tajuma (tajuma, mõistma);
- imiteerima (tegevust imiteerides kordama);
- manipuleerima (harjutama);
- sooritama (veatult tegutsema, teostama);
- täiustama (oma tegevust, sooritust täiustama meisterlikkuse saavutamiseks).

Psühhomotoorse valdkonna didaktilised mudelid on aluseks erialaste oskuste lõimitud õpetamisel.

3.3.4 Õppe-eesmärgid afektiivses valdkonnas

“Ma teen alati seda, mida ma ei oska just selleks, et õppida seda paremini tegema.” Pablo Picasso

D. Krathwohli, B. Bloomi ja B. Masia afektiivne taksonoomia. Afektiivne valdkond tegeleb käitumiste ja eesmärkidega, mis on emotsionaalsed ja seotud tunnetega, nt meeldivus, mittemeeldivus, suhtumine, tõekspidamised, väärtushinnangud ja veendumused (Krathwohl 1973).

Afektiivse valdkonna taksonoomia põhikategooriad kirjeldavad *informatsiooni vastuvõtmist* – *tähelepanuvõimet* (kas võetakse informatsioon vastu? kas ollakse tähelepanelik?), *sellele vastamist* (kas vastatakse informatsioonile?), *selle väärtustamist* (hinnatakse informatsiooni väärtust, selle meeldivust), *väärtuste süstematiseerimist* (organiseeritakse info vastavasse süsteemi, määratakse koosmõju) ja *iseloostumist väärtustamise põhjal* (isiksuse käitumine on vastavuses tema väärtushinnangutega) (vt **tabel 3.1**) (Krathwohl 1973). Vaatleme neid kategooriaid lähemalt (alates madalamast kategooriast):

Tähelepanuvõime annab õpilasele kujutluse mingi nähtuse vms iseärasustest, hinnanguteni saab jõuda alles siis, kui tal on küllaldane ettekujutus sellest nähtusest ja võrreldavatest objektidest. Seda põhikategooriat jagatakse omakorda kolmeks alakategooriaks:

- *märkamine* (teadvustamine) – lähedane Bloom'i taksonoomia põhikategooriale *mäletamine*;
- *valmisolek tähelepanemiseks*;
- *selektiivne tähelepanemine*.

Tüüpilised käitumisväljendused: küsib, valib, kirjeldab, järgneb, annab, hoiab, identifitseerib, määrab asukoha, nimetab, osutab, valib, paigutab, eraldab, vastab, kasutab jne.

Reageerimine eeldab juba teatava tähelepanu osutamist teatud objektile üldse ja õpilane on aktiivne ning motiveeritud vastavale ärritajale vastama. Tüüpilised käitumisväljendused: vastab, assisteerib, aitab, täidab, järgib, kohandab, arutab, tervitab, abistab, sildistab, esitab, katsetab, praktiseerib, esitleb, loeb, tsiteerib, kannab ette, valib, ütleb, kirjutab jne.

Väärtustamine toob kaasa õpilase individuaalse hinnangu, millel on tugev sotsiaalne tagapõhi – väärtustatakse seda, mida ühiskonnas teiste poolt hinnatakse. *Peep Leppik'u* (Leppik 2001) sõnul piirduvadki paljud õpetajad oma tegevuses kahetsusväärselt just selle põhikategooriaga. Tüüpilised käitumisväljendused: täiendab, viib lõpule, demonstreerib, diferentseerib, selgitab, järgneb, formuleerib, koostab, algatab, kutsub, liitub, tõestab, teeb ettepanekuid, kannab ette, loeb, valib, jagab, õpib, töötab jne.

Väärtuste süstematiseerimine – pärast erinevate väärtuste teadvustamist ja omaksvõtmist tuleb neid ka süstematiseerida, kõige hõlpsamini kulgeb see õpetaja arukal juhendamisel – objektid ja nähtused tuleb süstematiseerida. Siin koostab õpilane ka enda jaoks väärtuste hierarhia, kui ta puutub kokku uute väärtustega, mida võrreldakse ja väärtustatakse. Tüüpilised käitumisväljendused: peab kinni, muudab, korraldab, kombineerib, võrdleb, viib lõpule, täidab, kaitseb, selgitab, formuleerib, üldistab, identifitseerib, integreerib, modifitseerib, korrastab, organiseerib, valmistab ette, suhestab, sünteesib jne.

Eelistamine (väärtuste kompleksi alusel) kujuneb välja siis, kui õpilane on lähtunud pikema aja jooksul teatud väärtustest, mis on suunanud indiviidi käitumist. On kujunenud välja isiksuse karakterseid jooned ja elufilosoofia, mis aitavad tal erinevates olukordades toime tulla. Sellele tasandile jõuab vaid see õpilane, kes on kokku puutunud võimalikult paljude afektiivsust mõjutavate nähtustega (tähelepanu), on saanud neid teadvustada ja on neid ka väärtustanud ning süstematiseerinud. Õpetaja roll ja mõju selles on ootamatult suur. Tüüpilised käitumisväljendused: käitub, teeb vahet, esitleb, mõjutab, kuulab, muudab, parendab, esitab, praktiseerib, katsetab, teeb ettepaneku, liigitab, sobitab, piiritleb, küsitleb, vaatab üle, revideerib, täidab, lahendab, kinnitab, tõestab jne.

Õpetajad soovivad, et nende õpilased oleksid ausad, töökad, eetilised ja õpiksid insenerialasid huvist tehnika vastu. Seetõttu on ka vastav taksonoomia vaja aluseks võtta tehniliste erialade õpetamise eesmärkide koostamisel.

3.3.5 Õppe-eesmärgid ülesannete lahendamise valdkonnas

“Inimkonna kõige tähtsam ülesanne on õpetada õpilasi õppima. Treenigem piisavalt nii nende keha kui ka vaimu. Täna ei anna meie haridus veel ajule piisavalt paindlikkust, vaid valab selle kindlasse, ühesugusesse vormi, et meie õpilased kõike vastuvaidlematult omandaksid. See ei julgusta ega arenda nende originaalsust, analüüsioskust ja arutelusid, vaid paneb suurema koormuse ajule.” Thomas A. Edison

Plants'i, Dean'i ja Sears'i ülesannete lahendamise taksonoomia. Ülesannete lahendamine on STEM valdkonnas ja insenerihariduses olulise tähtsusega (vt **tabel 3.1**). Ülesannete lahendamise valdkonna õppe-eesmärkide põhikategooriad on aga üldiselt vähem tuntud, võrreldes eelnevalt tutvustatud teiste taksonoomiate põhikategooriatega. Ülesannete lahendamise taksonoomia hierarhia töötasid välja ameerika teadlased *Plants, Dean ja Sears* (Plants, Dean & Sears 1980) ja see on STEM valdkonnas ning insenerihariduses tunnustatud ASEE poolt 1980. aastast. Õpetajatele on selle valdkonna õppe-

eesmärkide põhikategooriate tundmine vajalik. Vaatleme neid põhikategooriaid STEM valdkonnas alates madalamast kategooriast (Heywood 2005, Wankat 1993):

Rutiin – operatsioonid ja algoritmid, mille kasutamisel ei ole vaja otsuste tegemist ja mis koosnevad erinevatest matemaatilistest tehetest, näiteks ruutvõrrandi lahendamine, kolmnurga pindala arvutamine. Rutiinsete ülesannete lahendamine vastab uuendatud Bloom'i taksonoomia põhikategooriale *rakendama*;

Diagnoos – õige, õpilasele teadaoleva rutiini valik, õige võrrandi valik mitme võimaliku seast ülesande õigeks lahendamiseks. Diagnoos vastab uuendatud Bloom'i taksonoomia põhikategooriatele *rakendama ja analüüsima*;

Strateegia – erinevate õpilasele teadaolevate rutiinide ja nende kasutamise õige järjekorra valik ülesande õigeks lahendamiseks. Strateegia vastab Bloom'i taksonoomia põhikategooriatele *rakendama, analüüsima ja hindama*;

Interpretatsioon – reaalsete inseneriülesannete lahendamine õpilasele teadaolevate lihtsamate ja keerulisemate rutiinide abil, sisaldab ülesande jagamist osadeks ja osade eraldi lahendamist, aga ka eeldusi ja teisendusi, vastab uuendatud Bloom'i taksonoomia põhikategooriatele *analüüsima ja hindama*.

Genereerimine – uute, õpilasele tundmatute rutiinide väljatöötamine, kasutades olemasolevaid tuntud ülesannete lahendamise rutiine. Eeldab loovust, sest uued rutiinid ei pruugi alati olla tuletatud vanadest. Genereerimine vastab uuendatud Bloom'i taksonoomia põhikategooriale *looma*.

Enamik meie kooliõpilastest omandab ülesannete lahendamise oskuse rutiini tasemel. Ülikoolis saavutatakse reeglina ka diagnoosi ja strateegia tase. Kuid kahe kõrgema – interpretatsiooni ja genereerimise tasemeni jõutakse üldjuhul suure vaevaga. Tavaliselt saavutatakse see doktoriõppes.

Lähemalt tutvustame ülesannete lahendamist üldisemalt ja ülesannete lahendamise erinevaid meetodeid ning strateegiaid jaotises 8 - „Õppemeetodid ja strateegiad STEM valdkonnas“.

3.3.6 Õppe-eesmärgid tähenduslikuks õppimiseks Dee Fink'i integreeritud ainekursuse kavandamise mudel

“Õppimine, nii nagu ellujääminegi, ei ole kohustuslik.” W. Edwards Deming

L. Dee Fink (2003) on loonud tähendusliku õppimise integreeritud taksonoomia, mis hõlmab kuut suuremat kategooriat: põhiteadmised, rakenduslikud oskused, integratsioon ehk lõimumine, isiksuslik ja inimlik tasand, hoolimine ning õppimine ja kuidas õppida õppima.

Selleks, et üliõpilased õppida saaksid, peavad neil olema mingid algteadmised (laiemast) maailmast, võime mõista ja mäletada informatsiooni, ideid ning mõtteid. Need põhiteadmised on aluseks mõistmisele, mis on omakorda vajalik õppimiseks. Selleks, et õppimine omandaks rakendusliku aspekti, on oluline arendada kriitilist, loovat ning praktilist mõtlemist. Rakenduslike oskuste alla käivad ka selliste oskuste arendamine nagu suhtlemine, keeruliste projektidega toimetulek. Oluline on näha seoseid erinevate nähtuste, teadmiste vahel. Kuid sageli tuleb õpilastel oma õpingute jooksul hoopis õppida seda, kuidas õppida, kuidas olla parem õpilane, kuidas enesejuhtimisega õppida – see kõik paneb aluse pikemaajalisele õppimisele, mis omakorda loob eeldused pidevaks ja tulemuslikumaks õppimiseks ka pärast kooli lõppu (Fink 2003).

Selleks, et õppimine oleks õpilase jaoks tähenduslik, on oluline tema isiksus: tema tunded, väärtused ja huvid. Kui õpilased hoolivad millestki, on neil tõenäoliselt ka rohkem energiat ja motivatsiooni selle õppimiseks. Kui puudub soov ja energia õppimiseks, ei saa ka midagi tähenduslikku juhtuda. See, mida või kuidas õpilased õpivad, loob neile uue arusaamise iseendast (*self-image*) või uue visiooni ja eesmärgi sellest, kes nad olla tahaksid (*self-ideal*). Mõnedel juhtudel aga omandatakse parem mõistmine teistest: kuidas ja miks käituvad ümbritsevad inimesed nii, nagu nad käituvad või kuidas saab õpilane teistega (kaasõpilaste ja õpetajaga) paremini suhelda. Fink rõhutab ka, et antud kategooriad ei ole hierarhilised, vaid pigem üksteisega suhtelised ning isegi vastastikku mõjutatud. (Fink, 2003)

Kokkuvõtvalt võib öelda, et tähenduslikke õpikogemusi käsitledes on rõhutatud kogemuse ja kogemise aspekti, mis on tihti isiklike tähenduste loomise eelduseks ning aluseks. Fink pakub õpiväljundite sõnastamiseks välja tähendusliku õppimise taksonoomia, mis lähtub Bloomi taksonoomiast (Fink 2003).

Õpetajatena tahame, et just meie ainekursus avaldaks kestvat ja positiivset mõju – et see läheks õpilastele korda ega oleks oluline ainult hea hinde saamiseks. Siit esimene küsimus, mida õpetaja võiks endalt küsida: mida õpitakse minu ainekursusel sellist, millel oleks suure tõenäosusega tähendus ka õpilaste edaspidises elus?

Fink (2003) peab oluliseks õppimiskeskset lähenemist õpetamisele ja on kahekümneaastase uurimistöö tulemusel sõnastanud tähendusliku õppimise taksonoomia, mis koosneb kuuest mittehierarhisest pigem omavahel lõimitud kategooriast. Mida rohkemaid kategooriaid õpiväljundi sõnastus ja selle hindamine ning õpetamine toetavad, seda suurem on tähendusliku õppimise ala ja seda enam läheb ainekursus õppijale korda ning omandatud teadmised ja oskused on hilisemas elus laiemalt kasutatavad.

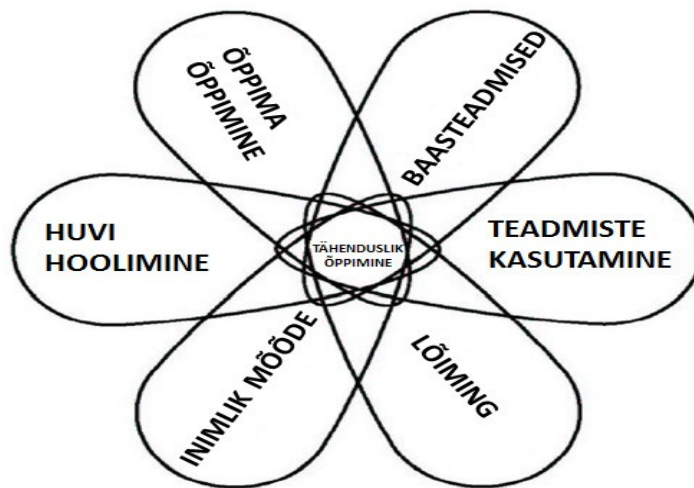
L. Dee Finki Tähendusliku õppimise taksonoomial on kuus kategooriat (Fink, 2003) – vt sele 3.5:

- **baasteadmised** (*foundational knowledge*): spetsiifilised faktid, teooriad, põhimõtted või kontseptsioonid, mille mõistmine ja mäletamine on oluline ka pärast kursuse lõppu. Baasteadmised on põhimõtteliselt kursuse sisu sünonüümiks. Näidetena tõi Fink keemia perioodilisustabeli põhimõtete või oluliste ajaloosündmuste mõju mõistmise, aga ka näiteks kahe tuntud psühholoogi, Sigmund Freudi ja Carl Rogersi seisukohtade erinevuste kirjeldamise.
- **teadmiste rakendamine** (*application*): väärtustatakse teadmist/kogemust, kuidas teadmisi kasutada. Teadmiste kasutamise kategoorial võib sõltuvalt õpitu sisust olla eri vorme, näiteks kriitilise mõtlemise või teatud seadmete kasutamine, keeruliste ülesannete lahendamine (probleemõpe) või vanadele probleemidele uute lahenduste otsimise oskus, projektides osalemine ja nende juhtimise kogemus.
- **integratsioon** (*integration*): praeguses maailmas ei piisa ainult probleemi või olukorra vaatlemisest ühest perspektiivist – peab mõistma asjade eri tahke, suutma näha seoseid ja interaktsioone. Oluline on oskus ideid, õpikogemust ja reaalselt maailma seostada, aga ka teadmiste seostamine eri distsipliinide vahel, inter- või multidistsiplinaarne mõttemaailm.
- **inimlik mõõde** (*human dimension*): esimene pool inimliku mõõtme raames õppimisest on õppida midagi uut ja olulist iseenda kohta: kes ma olen, kelleks tahan saada, millised on minu tugevused, mida hästi oskan jne. Teine pool ilmneb siis, kui õpitakse, kuidas suhelda teistega uuel ja paremal moel, kuidas suhelda inimestega, kes on erinevad või kuidas töötada efektiivselt meeskonnas. Need kaks õppimise liiki (õppimine enda kohta ja suhestumine teistega) on omavahel tihedalt seotud. Oluline on, et arendatakse suhtlemispädevust ja meeskonnatööoskust, õpitakse teistega arvestama.
- **huvi** (*caring*): kui mingi kursus äratav uusi huvisid või paneb olemasolevaid väärtusi uuesti mõtestama, tähendab, et hakatakse millestki hoolima uuel ja olulisel moel. Siia kuulub näiteks esimest korda kunstist huvitumine või suhtumise muutmine kultuuritolerantsi, keskkonnasäästlikkusse. Õpitu peaks äratama huvi või panema uuesti mõtestama oma tundeid ja väärtusi õpitu suhtes, sest need on õpitud hoolimise märgid.

- **kuidas õppida õppima** (*learning how to learn*): kunagi pole võimalik etteantud ajamahuga õpetajal edastada kõike teema kohta ja seepärast peaks õpetaja eesmärk olema aidata õpilasel mõista, kuidas jätkata õppimist ka pärast mooduli/ainekava/õppekava lõppu.

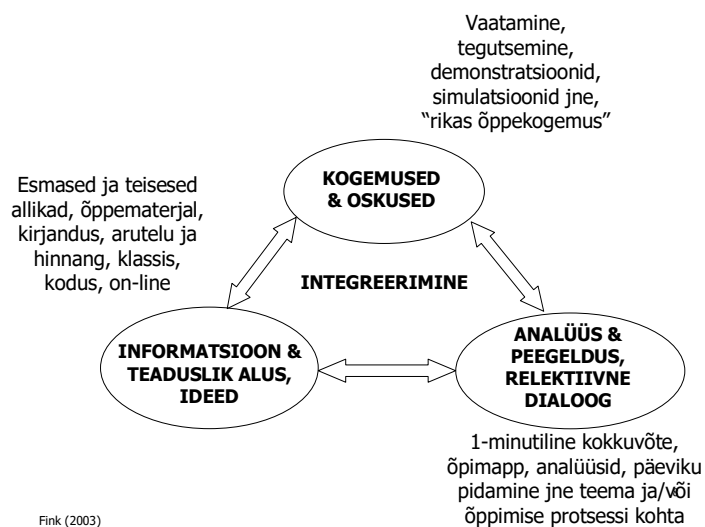
Fink selgitab, et tähenduslik õpikogemus eeldab aktiivõppe kasutamist ning „rikaste õppekogemuste“ pakkumist, kuhu on haaratud mitmed tähendusliku õppimise kategooriad samaaegselt, näiteks debatt, rollimäng, simulatsioon (Fink, 2003).

Oluline on anda õppeprotsessi kestel tagasisidet õpitule ja seda nii õppe- kui hindamismeetodite kaudu. Fink pakub tervikliku vaate aktiivõppemeetodite valikuks (**sele 3.6**). Tähenduslikuks õppimiseks peaks õppemeetodid andma infot, ideid ja kogemusi ning võimaldama analüüsivat dialoogi enda ja teistega.



Sele 3.5 – Tähendusliku õppimise taksonoomia (Fink 2003)

Õppimist toetava tagasiside andmine on kooskõlas Finki kursuse kavandamise juhises toodud „FIDeLity“ tagasisidega (vt jaotis 9.2 - Tagasiside) (Fink, 2003).



Sele 3.6 - Fink'i (2003) terviklik vaade aktiivõppele

Fink'i integreeritud ainekava koostamise mudel. Fink (2003) pakub välja kaheteistkümnest sammust koosneva integreeritud ainekursuse kavandamise mudeli, milles on lisadena toodud nii töölehed õpetajale

kui enesekontrolli küsimused kõigi sammude läbimiseks (Fink 2003 <https://www.deefinkandassociates.com/GuidetoCourseDesignAug05.pdf>) :

Samm 1. Oluliste situatsioonifaktorite tuvastamine:

- Õppimise ja õpetamise spetsiifiline kontekst (õpilaste arv, õppetase, õppe läbiviimise vorm (e-õpe, kontaktõpe, laboritöö jne), tunni pikkus, kutsestandardi olemasolu jne);
- Üldine õppimise ja õpetamise kontekst – õppe-eesmärgid õppekavast ja kutsestandardist tulenevalt, Ootus on, et õppekava lõpetajad vastavad kutsestandardis sätestatud kompetentsustele tuginevalt kehtestatud kvaliteedi tagamise süsteemile;
- teema iseloomustus, õpetamise põhimõtted, õpetamise mudelid, meetodid ja strateegiad jne;
- õpilaste üldiseloomustus, analüüs, lähteteadmised, ootused;
- õpetaja iseloomustus, tema õpetamisfilosoofia.

Samm 2. Oluliste õpiväljundite tuvastamine. Fink (2003) pakub ainekursuse kavandamise juhises ja oma raamatus õpiväljundite sõnastamiseks tähendusliku õppimise taksonoomia, millel on kuus kategooriat. Õpiväljundi sõnastusel tuleks püüelda võimalikult paljude kategooriate kaasamise poole, sest see tagab tähendusliku õppimise. Mida õpilased ainekursusest õpivad? Mis oleks oluline ainekursusest meelde jätta ka 2-3 aastat pärast aine läbimist? Kuidas peaksid õpilased edasi õppima pärast ainekursuse läbimist?

- baasteadmised – missuguseid teadmisi ja ideid on õppeaines oluline meelde jätta?
- rakenduslikud eesmärgid - milliseid mõtlemisoskusi peaks õpilastel arendama (kriitilist, loovat, praktilist)? Milliseid oskusi nad omandavad? Mida nad omandavad, et suudaksid lahendada interdistsiplinaarseid probleeme?
- lõimitud eesmärgid – milliseid seoseid luuakse õppeaine raames, teiste õppeainetega, õpilaste kogemuste, reaalse eluga?
- inimliku mõõtme eesmärgid – inimlik mõõde tähendab, et õpitakse midagi uut ja olulist enda kohta ja teistega suhestuma.
- huviga seotud eesmärgid – mida õpilased omandavad – tunded, huvid, ideed?
- õppima õppimisega seotud eesmärgid – kuidas olla hea õpilane analoogsel ainekursusel, kuidas antud aines paremini õppida, kuidas saada enesejuhtimisega õppuriks, kuidas seada eesmäärke elukestvaks õppimiseks?

Samm 3. Tagasiside ja hindamise protseduurid. Mida peaksid õpilased tegema, et tõestada õpiväljundite omandamist? Mida saaksime teha, et aidata õpilastel paremini õppida (Fink 2003)?

- edasiviiv hindamine - tunniülesanded, paaris- ja rühmatööd, mis aitavad teemat omandada, aga mille lahendamine annab ka tagasisidet teadmiste kohta. Millistes olukordades saaksid õpilased hakkama omandatud teadmistega?
- kriteeriumid ja standardid – eelnev tutvustamine;
- enesehindamise võimalused – luua õpilastele, et nad oskaksid ka tulevikus ennast analüüsida;

- „FIDeLity“ tagasiside - *Frequent* – sage; *Immediate* – kohene; *Discriminating* – kriitiline; *Lovingly delivered* – armastusega edastatud. Millised protseduurid võimaldavad anda kohest tagasisidet? (vt jaotis 9.2 - Tagasiside).

Samm 4. Vali efektiivsed õpi-/õppemeetodid ja tegevused. Identifitseeri õppetegevused, mis annavad õppijatele lisaks isetegemise või vaatlemise kogemuse, näiteks aktiivõppe meetodid, meeskonnapõhine, probleem- ja projektõpe, rollimängud, simulatsioonid jne (Fink 2003)

Kuidas õpilased analüüsivad, mida ja kuidas nad õpivad? Millised on lisaks loengule teised meetodid, mida kasutada, et õppijad saaksid ainealase info ehk baasteadmised (Fink 2003).

Samm 5. Veendu, et peamised komponendid on integreeritud. Samm on oluline, et õpiväljund, hindamine ja õppetegevus oleksid omavahel lõimitud. Vastata tuleks sammude 1–4 kohta esitatud küsimustele, et hinnata võimalikke vastuolusid planeeritava ainekursuse ja eeldatava tegeliku situatsiooni vahel. Esmane ainekursuse disain peaks sisaldama sügavat õppijate ja situatsioonianalüüsi, tähenduslikke õpiväljundeid, edasiviivat hindamist ja tagasisidet, aktiivõpet ja kaasavaid õppetegevusi ning kõigi ainekursuse oluliste osade omavahelist seotust (Fink 2003).

Samm 6. Loo ainekursuse skemaatiline struktuur. Tunnis ja kodutööna omandatud teadmised- oskused, läbitud teemad ainekursuse jooksul, tunnijaotusplaan jne (Fink 2003) .

Samm 7. Vali või loo õpetamise strateegia. Õpetamise strateegia on õppetegevuste kogum, mis on järjestatud teatud sagedusega nii, et õppimise energia kasvab ja akumuleerub, kui õppijad läbivad seda järjestust. Õpetamisstrateegiad on seega tööriistad, mida õpetajad saavad kasutada, et kaasata õppijaid ja saavutada õppe-eesmärke läbi mõjusa õpetamise ja õppimise.

Õppetegevused peaksid (Fink 2003):

- häälestama õppijad või neid ette valmistama hilisemaks tööks;
- andma õpilastele võimaluse harjutamiseks;
- andma võimalusi tegevuse kvaliteedi hindamiseks;
- andma võimalusi oma õppimise analüüsimiseks.

Strateegiaid on võimalik jagada järgmiselt (Fink 2003):

- planeerimise ja ettevalmistamise strateegia (näit Finki ainekursuse kavandamise strateegia, CDIO, ADDIE vms);
- õppetöö juhtimine:
 - esitluse ja demonstratsiooni strateegiad (näit. PowerPoint'i või Prezi slaidiesitus);
 - tehnoloogia kaasamise strateegiad (näit. ÕIS, MOODLE, internetiallikad);
 - rühma- ja individuaalse õppe strateegiad (aktiivõppemeetodid, mis eeldavad individuaalset või koostööd);
 - strateegiad õppimise tugevdamiseks (näit. tähenduslik õppimine);
 - mõjusa õppe strateegiad (aktiivõppe kasutamine, erinevad õppemeetodid erineva õpistiiliga õppijate jaoks, probleemõpe jne);

- paljude erinevate meetodite ja strateegiate kasutamine (loeng, video, slaidimaterjal, õppematerjal, e-õppevahendid, simulatsioonid jne);
- hindamine – töötada välja strateegia õpitulemuste hindamiseks.

Kasutada tuleks õpetamise strateegiat, kus liigutakse lihtsamalt keerulisemaks (sammud 6 ja 7) kogu mooduli õppe planeerimiseks, et tagada teemade lõiming.

Samm 8. Üleüldise õppetegevuste skeemi loomine. Integreeri ainekursuse struktuur, ainesisu ja õpetamise meetodid, strateegiad ning õppetegevused ainekursuse igaks nädalaks.

Samm 9. Loo hindamissüsteem. Millised on õppeaine hindamissüsteemi võtmekomponendid? Milline on hinde komponentide suhteline osakaal, kas see määratakse õpetaja poolt või kaasatakse protsessi ka õppijad?

Samm 10. Kõrvalda võimalikud vead. Mis võiks minna valesti? Millised probleemid võivad ainekursuse kavandamisel ette tulla, mida saaksin teha, et neid kõrvaldada? Kas õpilastel on piisavalt aega õppeülesannete lahendamiseks? Kas õppematerjalid on kättesaadavad?

Samm 11. Koosta ainekava ja kalenderplaan. Tee see õpilastele teatavaks: kes on õppejõud, tema kontaktandmed, ainekursuse eesmärgid ja õpiväljundid, õppeprotsessi ja tegevuste struktuur ning järgnevus, olulised kuupäevad ja tähtajad, tegevusjuhised, õppekirjandus, ainesisu, hindamismeetodid ja kriteeriumid, osavõtu nõuded, suhtlemisreeglid, jne.

Samm 12. Planeeri ainekursuse ja õpetamise hindamine/analüüs, et anda õppe tulemuslikkusele hinnang. Planeeri tagasiside meetodid ja sagedus. Õppemeetodite sobivuse hinnang, õpiväljundite omandamise hinnang jne.

Finki (2003) poolt pakutud ainekursuse kavandamise töölehtede täitmine annab võimaluse mõelda läbi kõik didaktika seisukohast olulised küsimused.

Kokkuvõtteks. Olge paindlik ja loominguiline. Nagu igasugust plaani, on ka seda võimalik alati muuta ja täiendada vastavalt vajadustele.

Fink (2003) soovib õpetajal läbi mõelda ka järgmine info: soovin ja loodan, et aasta või enam pärast minu ainekursuse lõppu, minu õppeaine läbinud õppijad (mida oskavad-teavad, on omandanud jne).

3.3.7 Õppe-eesmärgid tegevuspõhises ja probleemõppes

“Teadmine tuleb õppimisest, leidmine otsimisest” Vaddey Ratner

Tegevuspõhine õpe ehk aktiivõpe paneb õpilased olukorda, kus nad on sunnitud rääkima, kuulama, kaasa mõtlema, tegutsema ja kirjutama. Selle realiseerimiseks kasutatakse erinevaid õppemeetodeid, üks neis on probleemõpe, mis reeglina on lahendust nõudva küsimuse, ülesande või probleemi lahendamine. Tegevuspõhine õpe annab õpilastele erialaseid ja kutsealaseid oskusi ning teadmisi, pannes õpilased sellisesse olukorda, kus nad peavad rääkima, kuulama, kaasa mõtlema, tegutsema ja kirjutama (Sell 2013).

Õpisisituatsioon. Õppetöö struktureeritakse ümber mooduliteks tulenevalt konkreetse eriala vajadustele. Õpisisituatsioon on terviklik, konkreetsele erialale tüüpilisel tegutsemisolukorral põhinev reaalne ülesanne.

Õpisisituatsiooni funktsioon on iseseisva õppimise toetamine. Õpisisituatsioon hõlmavaid ülesandeid ka eelnevalt omandatud teadmiste ja oskuste süvendamiseks, teadmisi omandatakse konstruktivistliku ja kognitiivse õppimise teel (Sell 2013).

Probleemsituatsioon on lahendust nõudev olukord, selle lahendamise all mõistetakse õppimist väärt oleva teema sügavamat uurimist, eesmärgiga rohkem teada saada, mitte otsida õpetaja küsimustele õigeid vastuseid (Sell 2013).

Probleemõpe suunab õppijat iseseisvalt probleeme tõstatama ja lahendama, võttes arvesse varasemaid kogemusi. Õpilased töötavad ühiselt kindla ajaperioodi jooksul, seejärel esitatakse tulemused väliskuulajaskonnale (Sell 2013).

Projektõppe ülesanded kujutavad endast reaalseid ja elulisi õpisisituatsioone, mis vastavad õpilaste erialasele tegevusele, õpisisituatsioonide osaülesandeid saab kasutada ka auditoorses ja iseseisvas töös (Sell 2013).

Hmelo-Silver'i tegevuspõhise õppe taksonoomial on 4 kategooriat (Hmelo-Silver 2004):

- **selgitamine** – (madalaim tase) probleemi selgitus ja mõistmine, kategooria vastab Bloomi taksonoomia kategooriatele analüüs, süntees ja hindamine. Põhiküsimused sellel astmel on Milles probleem seisneb? Mis probleemiga on tegemist? jne
- **kirjeldamine** – faktide, tõendite otsimine ja kogumine. Kategooria vastab Bloomi taksonoomia kategooriatele mõistmine, analüüs, süntees ja hindamine. Põhiküsimused sellel astmel on Mis fakte me teame? Mis siis kui...?
- **protseduuriline teadmine** – lahendusstrateegia välja töötamine, hüpoteeside püstitamine, probleemi lahendamine. Kategooria vastab Bloomi taksonoomia kategooriatele analüüs, süntees, hindamine ja loomine. Põhiküsimused sellel tasemel on: Kuidas probleemi lahendada? Kuidas see töötab? Missugune on parim lahend? Mis siis kui...? jne
- **metakognitsioon** – hinnangu andmine, analüüs. Kategooria vastab Bloomi taksonoomia kategooriatele hindamine ja analüüs. Põhiküsimused on: Miks on see parim lahend? Mida oleks võinud teisiti teha? Mida peaks järgmisel korral teisiti tegema? jne (kõrgeim tase). Igasugune tegevuspõhine ja kaudne õpe peab lõppema metakognitsiooniga, et õpitut sügavuti mõista.

3.3.8 Õppe-eesmärgid laboratoorsete tööde läbiviimisel

„Õpetaja aitab Sul lahendada neid ülesandeid ja probleeme, mida Sul ilma temata poleks üldse olnudki.“
Mark Twain

Domin (1999) on loonud **laboratoorsete tööde taksonoomia, mis toob välja õpetaja õpetamisstiilid ja mille tasemed on** (alustades madalaimast):

- **kirjeldav õpetamine (expository)** – nn „kokaraamatu“ laboritööd, mille käigus omandatakse põhilisi ja olulisimaid eriala töövõtteid, seletatakse mida ja miks tuleks jälgida. Laboritöö lõpus võetakse õpitu kokku. Õpitakse kinesteetilisi ja mõõtmisoskusi (näit. määratakse tihedust). Täidetakse laboriprotokoll. Mõtestatud õppimist reeglina ei toimu. Ressursside olemasolul võivad paljud õppurid teha paralleelselt sama tööd.

- **uurimuslik õpetamine (inquiry)** – õppurid sõnastavad endale ülesande vastavalt olemasolevale infole. Õppuritele antakse analoogsed materjalid ja esitatakse küsimusi (näiteks milline massi ja ruumala vahekord?) õppurid analüüsivad oma materjali, tulemusi võrreldakse, vastatakse küsimustele. Õppuritel on enam valikuid ja suurem vastutus.
- **avastuslik õpetamine (discovery)** – juhendatud uurimus, õpetaja koostab oodatava tulemusega uurimisülesande ja juhendab õppureid selleni jõudmisel, õppimine ja teadmine muutub isiklikumaks, otsitakse vastuseid avatud küsimustele (näit. milliseid mõõtmisi peaksime tegema, et määrata materjali füüsilisi omadusi?). Õppurid ennustavad tulemusi, koostavad hüpoteese ja kavandavad eksperimente. Õpetaja kontrollib arutelu ja juhendab õppureid oodatava tulemuse poole aktiveerides eelnevalt õpitut, hindab kavandatud eksperimenti, motiveerib ja äratav huvi. Õppurid töötavad üksi või rühmas, seejärel toimub arutelu ja lisamaterjalide õppimine. Toimub süvaarusaamisega õppimine läbi konstruktivismi.
- **probleemõpe (problem-based)** – õpilased genereerivad oma küsimusi tõsieluliste probleemide või juhtumite kohta, ka ühiskondlikult olulistes küsimustes. Õpilased sõnastavad probleemi, kavandavad eksperimente, õpilastel või õpperühmadel võivad olla ka erinevad ülesanded või materjalid (näit tuleb määrata metall ja leida, kellel kaasõppuritest on sama metall), otsustatakse ühiselt järgmised sammud (määrata tihedus ja ühikud), õpilased võivad otsustada viia läbi erinevaid eksperimente (tugevus jne), oluline on koostöö ja võrdlus, tehakse kokkuvõtteid, jagatakse tulemusi, tulemused viivad uute uuringute ja küsimusteni (näit milline on materjali päritolu?), toimub enesejuhtimise ja süvaarusaamisega õppimine, õppuritel on suurem vastutus, Kasutatakse ka meetodit POE (Predict-Observe-Explain) ja MORE (Model-Observe-Reflect-Explain).
- **studioõpe (studio)** – ühendab interaktiivse loengu 4-6 tunnise laborisessiooniga (et õppurid saaksid tegutseda teadlastena), tihe seos teooria ja praktika vahel, toimub süvaarusaamisega õppimine, kontrollitakse õpitud teooriaid, lahendatakse elulisi probleeme, analüüsitakse juhtumeid, tehakse katseid. Ühendatakse erinevaid uurimusi, toimuvad diskussioonid ja õpitakse läbi parimate praktikate. Toimub koostöine meeskonnapõhine õpe, kasutatakse kollaboratiivset rühmatööd. Määratakse kõrgema taseme eesmärgid, liigutakse tuntud teadmistel tundmatutele, õpitakse läbi disaini, kogemuste ja eksperimentide.

3.3.9 Õppe-eesmärgid tehnika- ja insenerivaldkonnas

“Need, kes ei tea, peaksid õppima neilt, kes teavad.” Platon.

Insenerivaldkonnale spetsiaalselt koostatud didaktilised mudelid on järgmised:

G. Gibbs'i akadeemilise insenerihariduse taksonoomia (Heywood 2005) sisaldab järgmisi õppe-eesmärkide tasemeid:

- alusteadmiste omandamine (madalaim tase);
- teadmiste omandamine erialaainetes;
- iseseisvalt õppima õppimine;
- suhtlemisoskuste omandamine;
- teadmiste ja oskuste ülekandmise oskus uutesse olukordadesse;

- uue leiutamise oskus;
- kvaliteedi hindamise oskus (kõrgeim tase).

Feisel-Schmitz'i tehnikavaldkonna taksonoomia (Crawley 2007) sisaldab järgmisi õppeeesmärkide tasemeid (alustades madalaimast):

- defineerima – esitab mõistete definitsioone, on võimeline esitama mõisteid kvalitatiivselt või kvantitatiivselt;
- arvutama – jälgib reegleid ja protseduure (kasutab valemites õigeid suurusi ja jõuab korrektse vastuseni);
- seletama – seletab oma sõnadega põhimõisteid, protsessi, arvutuskäiku ja tulemust;
- lahendama – kirjeldab, analüüsib, püstatab hüpoteesi ja sünteesib, et modelleerida süsteemi;
- otsustama – hindab kriitiliselt erinevaid lahendusi ja valib välja optimaalse (kõrgeim tase).

3.3.10 Taksonoomiate funktsionaalne seos

“Ma ei luba, et muudan maailma, aga luban, et sütitan nende õpilaste terava mõistuse, kes tulevikus maailma muuta suudavad” Tupac Shakur

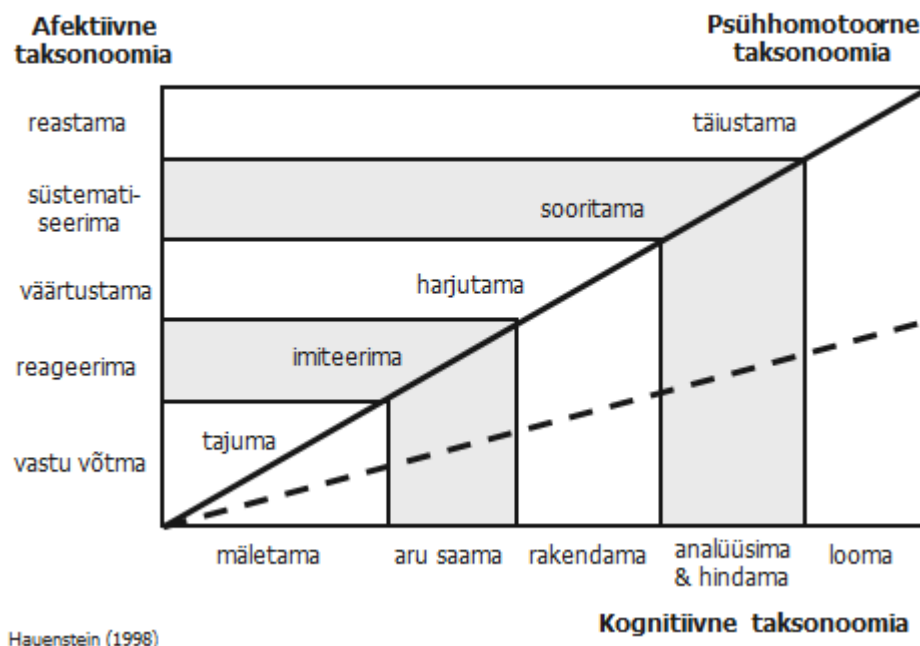
Õppimise võib jagada kolmeks suuremaks valdkonnaks, mis on omavahel tihedalt seotud (Krull 2001) (vt **sele 3.7**):

- kognitiivne ehk tunnetuslik valdkond (teadmised, arusaamine);
- afektiivne ehk väärtushinnanguline-hoiakuline valdkond (hoiakud, väärtushinnangud);
- psühhomotoorne ehk ümberkujundav-soorituslik valdkond (oskused, tegutsemine).

Sele 3.7 alusel on näha, et me võtame õppimisel vastu uut infot, tajume seda ja seejärel mäletame vastu võetud infot. Seejärel reageerime saadud infole, imiteerime seda ning saame õpitust aru. Me väärtustame infot, manipuleerime (harjutame) seda rakendades. Me süstematiseerime, sooritame oma tegevusi oskuslikult ning hindame pidevalt oma sooritusi, püüdes neid reastada, täiustame ning otsime ja loome pidevalt uusi võimalusi oma õpisoorituste parendamiseks ning õpitu paremaks omandamiseks.

Seega on tulemusliku õppe näitajaks on õppuri rakenduslikud teadmised.

Inimesed mitte lihtsalt ei tegutse, vaid nad tegutsevad vastavalt oma emotsioonidele ja intelligentsusele. Psühhomotoorne vektor kaldub afektiivse või kognitiivse vektori suunas sõltuvalt õppija emotsionaalsest ja kognitiivsest arengust. Me ei arene kõik alati emotsionaalsete, kognitiivsete ja psühhomotoorsete oskuste tasakaalustuses. Mõned meist saavutavad märgatavaid tulemusi füüsilises arengus, kuid samas madalamaid tulemusi emotsionaalses arengus, teised jälle saavutavad kõrgemaid tulemusi teadmiste omandamises ja on emotsionaalselt arenenumad, kuid on jällegi füüsiliselt vähem võimekamad. Õpetajate ülesanne on pöörata tähelepanu oma õpilaste terviklikule tasakaalustatud arengule, aidates õpilastel saavutada tasakaalu kognitiivses, emotsionaalses ja afektiivses arengus (Petrina 2007). **Selel 3.7** on esitatud taksonoomiate funktsionaalne seos graafiliselt (Petrina 2007, Hauenstein 1998).



Sele 3.7 – Taksonoomiate funktsionaalne vastastikune seos (Hauenstein 1998, Petrina 2007)

Tänapäeval ei toetata kahjuks alati õpilaste terviklikku arengut. Rõhutatakse kaasaegsete oskuste olulisust, kuid samas ületähtsustatakse õppimise emotsionaalset poolt, alatähtsustatakse aga teadmisi ja nende omandamise vajalikkust, mõistmata, et oskused põhinevad teadmistel, mida illustreerib ka **sele 3.7**.

3.4 Eesmärkide täpsustamine ja tasemete määramine

“Kui Sa ei tea täpselt, kuhu lähed, jõuad alati kuhugi mujale.” Yogi Berra

Lähtume sellest, et suund- ja üldised eesmärgid on juba kindlaks määratud ja õpetaja soovib nüüd järgmise sammuna loengu, tunni jms planeerimisel kirjeldada selle detailseid eesmärke.

Peeneesmärkide kirjeldamisel tuleks arvestada:

- *sihtrühma oodatavat lõppkäitumist – õpiväljundit* (mida õppija peab tegema, et tõestada õppe-eesmärgi saavutamist);
- *õpiväljundi täpsusastet* (lisatingimusi, hindamiskriteeriume);
- *eesmärgi taset* (vt **tabel 3.1**).

Lihtsa maatriksi abil (vt **tabel 3.4**), mis on antud näite jaoks vabalt koostatud, saab kontrollida, kas ei rõhutata liiga tugevalt üksikteadmisi, võrreldes komplekssete teadmistega. Kõrgemate tasemetega õpiväljundite osakaal ei tohiks olla liiga väike, sest just need mõjutavad õpetamise kvaliteeti STEM valdkonnas.

Tabel 3.4 – Õppe-eesmärkide / õpiväljundite analüüsi maatriks (Anderson 2001, Melezinek 1999)

	Põhikategooria kognitiivses valdkonnas

Teadmiste dimensioon	Mäletama	Aru saama	Rakendama	Analüüsima	Hindama	Looma
Faktiteadmised	X	X				
Teooriateadmised			X		X	X
Protseduuriõppimised			X	X		X
Metakognitiivsed teadmised				X	X	

Hoolimata *Adolf Melezinek'i* poolt esitatud meetodi paljudest vaieldamatutest eelistest (koostatakse ühemõttelised, optimaalse struktuuriga eesmärgikirjeldused), esitatakse mõnikord selle meetodi kohta ka vastuväiteid. Eriti kardetakse, et kaob vaba suhtlemine õpetaja ja õpilaste vahel ja koos sellega ka loovus, originaalsus ning spontaansus.

Ei saa eitada, et eesmärgile orienteeritud õpetamise täpsed eesmärgid eeldavadki just neile orienteerumist. Kui õpetajal on ülesandeks saavutada kindel õppe-eesmärk, peab ta endale võtma ka õppetegevuse juhi vastutava rolli – ei saa alati minna kaasa kõigega, mida õpilased eelistavad, sest õppe-eesmärk tuleb saavutada kindla aja jooksul (Melezinek 1999). „*Kui Teil ei ole õppetöö läbiviimisel oma õpilastele kindlat plaani, siis leiavad õpilased kindlasti oma plaani, kuidas Teie tundi sisustada.*“ (Adolf Melezinek).

Täpselt defineeritud eesmärgid kutsuvad alati esile kriitilisemaid vastulauseid kui üldiselt formuleeritud eesmärgid. Üldistele piiritletulede leitakse alati mingi õigustus ja alles peeneesmärkide valdkonnas muutub diskussioon tegelikult mõjusaks. Põhjendatud juhtudel võib siiski loobuda õppe-eesmärkide täpsustamisest, kuid sel juhul tuleb loobuda ka õppetulemuste kontrollimisest ja hindamisest. Kontrollimine/hindamine tähendab ju õppija käitumise võrdlemist oodatava õpiväljundiga. Kui õpiväljundit ei defineerita, on tulemuste kontroll ja hindamine mõttetu (Melezinek 1999).

Lähtudes inseneripedagoogika printsiipidest, iseloomustab küsimus: „**Milleks õpetatakse?**“ üht põhistrateegiat – **õpetamise eesmäärke**. Kui selgelt defineeritud eesmärgid puuduvad, puudub ka kindel alus sobiva õpetatava materjali, tehniliste õppevahendite ja õppemeetodite valimiseks, aga ka õpiväljundite määramiseks. Ühemõttelised eesmärgid võimaldavad hoolikat õppetegevuse planeerimist ning toetavad kaalutletud ja asjalikke hinnanguid selle kohta, mida koolis üldse on võimalik omandada. Täpselt formuleeritud eesmärgid kergendavad nii õpetajate kui ka õpilaste enesekontrolli ja -analüüsi. Õpilane saab ise hinnata oma õpitulemusi ja edusamme – sellega mõjutatakse positiivselt õpimotivatsiooni ja saavutatakse mõjusaim iseõppimine. Õpetaja saab aga ise objektiivselt hinnata oma tegevuse edukust ja vajadusel viia sisse muudatusi.

3.5 Õppe- ja ainekava koostamine ning analüüs

„*Me tunnustame kõrgelt suurepäraseid õpetajaid, kuid oleme alati tänulikud neile õpetajatele, kes on puudutanud ka meie hinge – õppe- ja ainekava on õpetamisel asendamatuks alusmaterjaliks, kuid soojus on õpilastele täpselt sama oluline.*“ Carl Jung

Õppetöö planeerimisel eristuvad kaks tasandit (Grayson 1977, Krull 2001):

- üldine – kursuste, teemade, tundide üldtaotluse teadvustamine;
- konkreetne – vahetute tegevuseesmärkide püstitamine üldisemate sihtide raames.

Ralph W. Tyleri raamat õppekava arendamisest ilmus 1949.a ja on aktuaalne tänaseni. Tyleri õppekavaarenduse mudel koosneb neljast faasist, igaüks neist peab andma vastuse ühele küsimusele:

- *Milliseid hariduslikke eesmärke peab kool püüdma saavutada?* Õppe-eesmärkide ammutamine kolmest allikast (õpilaste ja ühiskonna vajaduste uuringud, ainespetsialistide ettepanekud) ning nende eesmärkide lõplik valik/tähtsustajärjestus vastavalt filosoofia ja kasvatuspsühholoogia seisukohtadele. Õppe-eesmärkide sõnastamine konkreetsetes vormis, et neid saaks rakendada õppesisu valikul, õpetamisel ja õpitulemuste hindamisel
- *Kuidas leida sobivaim õpikogemus sõnastatud eesmärkide saavutamiseks?* Õppesisu valikupõhimõtete fikseerimine nende eesmärkide saavutamiseks
- *Kuidas peavad õpikogemused olema järjestatud, et õpetamine oleks võimalikult efektiivne?* Efektiivsuse kriteeriumide sõnastamine, õppesisu elementide (ained, kursused, teemad) määratlemine, õppekorralduse põhimõtete ja õppekava struktuuri fikseerimine
- *Kuidas hinnata õpetamise tulemusi?* Õpitulemuste hindamise põhimõtete määratlemine ja hindamisjuhendi koostamine.

Tyler arendas oma mudeli eestlanna Hilda Taba tööde alusel. **Hilda Taba** on oma doktoritöös töötanud välja 7 sammu õppekava koostamiseks (*Õppekava koostamine: Teooria ja praktika, 1962*), millest lähtutakse tänaseni (Taba 1932):

- haridusvajaduste (-nõudluse) diagnoosimine (kellele ja millist haridust vajab ühiskond);
- eesmärkide formuleerimine (millist inimest soovime tulevikus näha?);
- õppesisu valimine (millist teadmist on vaja edasi anda?);
- õppesisu organiseerimine (õppeained õppekavas jms);
- õpikogemuse valimine (õppeprotsessi kujundamine);
- õpikogemuste organiseerimine (metoodika ja õpistrateegiate valik);
- määratlemine, mida, kuidas ja milliste vahenditega hinnata.

Taba rõhutas, et **õppekavadesse ei tohiks sattuda midagi juhuslikku** ega ebaolulist, sest õppeaeg kui ressurss on aina enam piiratud praktiliselt haaramatu infotulva ja kaasaegsete õpikeskkondade tõttu. Senisest enam on hakatud mõistma püsitateadmiste ja oskuste vajalikkust, mis lubab inimesel tegutseda ka siis, kui virtuaalsüsteemid mingil põhjusel abi pakkuda ei saa (Läänemets 2015).

Greyson (1977, 1978), Gupta (1987), Heywood (2005) ja Heitmann (2005) on oma töödes toonud välja järgmised põhimõtted insenerivaldkonna õppekavade koostamisel:

- haridusvajaduse väljaselgitamine, tööandjate, tööstuse ja ühiskonna vajaduste ning kutsestandarditega arvestamine jms;
- vastuvõtutingimuste formuleerimine;
- õppe-eesmärkide formuleerimine;
- õpilaste eelteadmiste, õpioskuste ja erisuste määratlemine;
- õpiväljundite formuleerimine kõige eelneva alusel;
- ainekavade koostamine – ainesisu valimine, koostamine ja struktureerimine ning teemade alusel tundideks jaotamine, eeldusainete määramine;
- õppemeetodite valik ainesisu parimaks edastamiseks ja vajalike teadmiste-oskuste omandamiseks;
- õppevahendite ja õppekeskkonna kujundamine, tegevusjuhiste koostamine, õppima õppimise juhendamine jne;

- hindamismeetodite valimine õpiväljundite saavutamise hindamiseks;
- õppekava nominaaljaotuse koostamine – ainete ajaline järjestus, moodulitesse jagamine jne;
- olemasoleva õppe- ja õppeabi personali komplekteerimine;
- eelnevate sammude revideerimine, analüüs, vajadusel parendamine;
- õppekava piloteerimine ja integreerimine ülikooli õppekavade süsteemi;
- õppejõudude, üliõpilaste, vilistlaste ja tööandjate tagasiside.

Iga eelnimetatud sammu väljundit tuleks analüüsida ja hinnata ning seejärel kasutada seda järgmise sammu sisendina.

Greyson (1978) ja Heitmann (2005) soovivad õppekava väljatöötamist kahel tasandil:

- *makrotasandil* – ainekavade koostamine, nende ajaline jaotus, maht ja järgnevus õppekavas jne;
- *mikrotasandil* – ainekava rakendamine, ainesisu koostamine ja struktureerimine, kasutatavad meetodid, hindamise põhimõtted, tunnijaotus, ainete integreerimine jne;

Õppekava õpiväljundite (kompetentsuste) süstemaatilise saavutamise analüüsimudel (Edström 2012) (vt **sele 3.8**). Kristina Edström ja Jakob Kutenkeuler (KTHst) on esitanud analüüsimudeli, millele tuginedes saab analüüsida õppekava õpiväljundeid (omandatavaid kompetentsusi) ja nende omandamist süstemaatiliselt läbi kogu stuudiumi, erinevates moodulites ja õppeainetes. Nii näiteks hakati KHT-s pöörama tähelepanu õpilaste esitlus- ja väljendusoskusele ning mitmes õppeaines läbi kogu stuudiumi hakati seetõttu hindamismeetodina kasutama esitlust, mis läbi õpilaste esitlusoskus paranes tunduvalt, analüüsimudeli alusel määrati, millises õppeaines peaksid lõppema õpingud esitlusega.

Analoogse tabeli alusel on võimalik õppekava „lahti harutada“ ja nii moodulite kui ka õppeainete õpiväljundeid analüüsida, ainesisudes kattuvaid teemasid leida, õppe- ja hindamismeetodeid analüüsida, analüüsi alusel määrata teemavaldkonnad interdistsiplinaarsetele probleemidele ja projektidele jne (Edström 2012).

Semester	Õppeained ja moodulid			
	1.	2.	3.	4.
1. semester				
2. semester				
3. semester				
4. semester				
5. semester				
jne	1. õpiväljund	2. õpiväljund	3. õpiväljund	4. õpiväljund

Edström (2012)

Sele 3.8 – Õppekava õpiväljundite (kompetentsuste) saavutamise analüüsimudel (Edström 2012)

Urve Läänemetsa õppeprotsessi kujundamise didaktiline mudel (Läänemets 2013) on koostatud küsimustena ja nendevahelise seostena. Urve Läänemets on Tyleri ja Taba tööd edasi arendanud. Küsimuste vastused näitavad, millised on või peaksid olema tingimused õppeprotsessi kujundamiseks. Mudel on universaalne ja seda saab mitmeti kasutada - alates õppekava koostamisest kuni tunni kavandamiseni (**sele 3.1**), vt peatükk 3 – „Õppetöö kavandamine ja didaktilised mudelid STEM valdkonnas“.

Kindlasti tuleb õppekava kavandamisel arvesse võtta ka vajalikke ressursse: aega, raha ja kompetentsi.

Melelineki Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise mudel (vt jaotis 2.7 **sele 2.4**) on samuti üheks sobivaks õppeprotsessi kujundamise didaktiliseks mudeliks nii õppekava kui ka ainekava koostamiseks. IGIP toetab kaasajal kompetentsuspõhiste õppekavade loomist, kusjuures soodustatakse individuaalsete õppekavade koostamist sõltuvalt õpilase hetkel juba omandatud ja omandatavatest (oodatavatest) kompetentsustest.

Ainekava koostamisel võetakse ennekõike aluseks õppekava eesmärgid ja oodatavad tulemused-kompetentsused (vastavad õpiväljundid), aga ka õpilaste lähteteadmised. Koostatakse ainespetsiifilised eesmärgid, mille taset kontrollitakse näiteks Bloomi taksonoomia tabeli alusel, et kaetud oleksid kõik Bloomi taksonoomia tasemed (vt jaotised 3.3.1 ja 3.3.2). Ainesisu ja eesmärkide alusel valitakse sobivad õppemeetodid, mis aitavad eesmärkide saavutamiseni jõuda (vt jaotis 8), mis omakorda loovad tingimused õpiväljundite saavutamiseks. Eesmärgid peavad olema üheselt mõistetavad ja hinnatavad, seetõttu valitakse hindamiseks sobivad hindamismeetodid ja koostatakse hindamiskriteeriumid, võttes arvesse, et hindamine oleks õpetlik (vt jaotis 9).

Kaasajal on insenerihariduses ja inseneripedagoogikas väga populaarne probleemilahenduseks MIT-s loodud CDIO meetod – (*Conceive, Design, Implement, Operate* <http://www.cdio.org/>) (Crawley et al, 2007) – ehk eesti keeles: kavanda (defineeri vajadused, arvesta regulatsioonide ja strateegiatega, arenda äriplaani jne), projekteeri (disaini, loo plaanid, projektid, algoritmide jne), rakenda (valmista produkt, testi, kodeeri, kontrolli jne), tegutse (ekspluateeri, juhi, loo väärtusi, arenda, tööta ümber jne). CDIO ühendab huvi, elevuse, pinget, sügavuti arusaamise, aktiivõppe, tugevad valdkondlikud alusteadmised, oskused ja inseneride põhieesmärgi – ühiskonna teenimise – ning lisab pühendumisega õpetamise, et kõita õpilaste tähelepanu, huvi, kirge. CDIO meetodit on võimalik kasutada nii integreeritud ainekava koostamisel kui ka disainis, aga ka probleemilahenduses, probleemõppes, projektõppes jm.

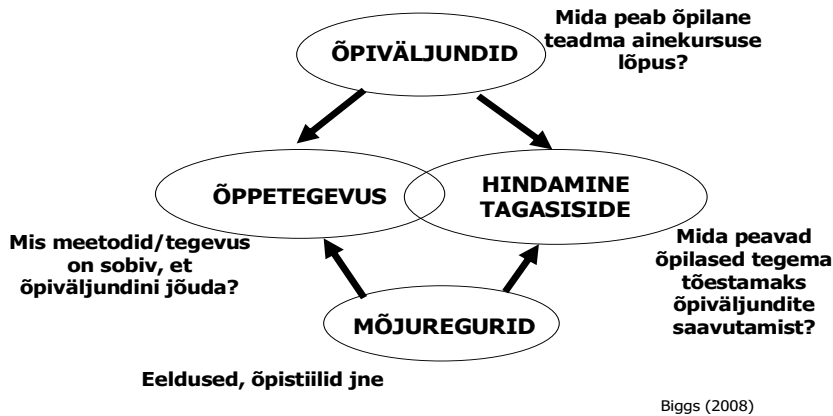
Ainekava ja õppematerjalide koostamise aluseks on sageli ka ADDIE arendusuuringu mudel, milles arendusuuringu põhietapid moodustavad kokku võetavad akronüümi ADDIE: analüüs (*Analysis*), disain (*Design*), väljatöötamine (*Development*), rakendus (*Implementation*) ja hinnang (*Evaluation*) (McKenney & Reeves, 2012).

Integreeritud ainekava koostamise mudel. Fink (2003) pakub välja kaheteistkümnest sammust koosneva integreeritud ainekursuse kavandamise mudeli, milles on lisadena toodud nii töölehed õpetajale kui enesekontrolli küsimused kõigi sammude läbimiseks (vt jaotis 3.3.6 - Õppe-eesmärgid tähenduslikuks õppimiseks. Integreeritud ainekursuse kavandamise mudel) (Fink 2003 <https://www.deefinkandassociates.com/GuidetoCourseDesignAug05.pdf>):

- õppe-eesmärkide ja õpiväljundite koostamine;
- õpilaste lähtetaseme määramine;
- õpilaste kogemustega arvestamine, meeskonnapõhise õppe kasutamine;
- õpilaste profiili, erisuse, isikupäraga arvestamine;
- kontaktõpe versus individuaalne õpe ja rühmatöö – vahekorra määramine;
- meetoodika valik;
- ressursside analüüs;
- õpilaste arvu määramine;
- juhendajate ja õppejõudude arvu ja nimistu määramine;
- hindamise strateegia väljatöötamine.

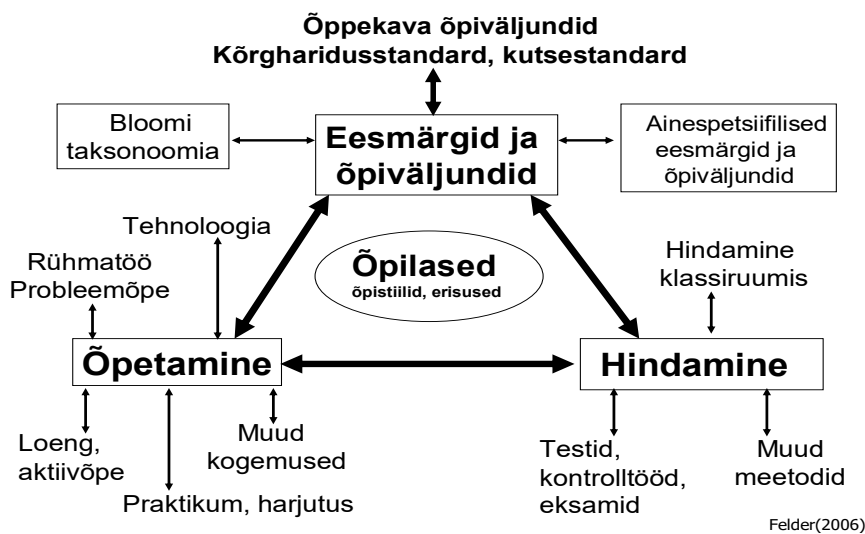
Integreeritud ainekava koostamisel (vt **sele 3.9** ja **sele 3.10**) tuleks arvesse võtta õppeaine eesmärgi ja õpiväljundeid, õppetegevusega seonduvat (sobivaid õppemeetodeid) ja õppetegevuse mõjutegureid

(eelteadmisi, õpistiile, õpilaste erisusi jne) hindamise ja tagasiside meetodeid, ning nende omavahelisi seoseid.



Sele 3.9 – Integreeritud ainekava koostamine (Biggs 2008)

Ainepunktide arvestus põhineb Bologna Protsessis kokkulepitul. Akadeemilise aasta töömaht on 60 EAPd, akadeemilises aastas on 1600 tundi ja seega on ühele ainepunktile vastav töömaht 26 tundi.



Sele 3.10 – Integreeritud ainekava koostamine (Felder 2006)

Seetõttu tuleks õppetöö planeerimisel arvestada, et õpilased ei oleks liiga üle koormatud, et õpiväljundite saavutamiseks oleks piisavalt aega ja õpilastel jääks aega ka kodusteks töödeks. Õppematerjali liigne hulk vähendab õpimotivatsiooni ja huvi.

3.6 Praktilisi soovitusi

„Õpetajad võivad muuta meie elusid kriiditolmu ja väljakutsete õige vahekorraga.“ Joyce Meier



Kui õpetaja valmistab ette loengut/tundi või autor teksti, juhivad teda ettekujutused inseneripedagoogika ühest põhistrateegiast – eesmärkide püstitamisest. Need ettekujutused tuleb defineerida võimalikult ühemõtteliselt.

Formuleerige oma ettekujutused õppe-eesmärkidest nii, et:

- need oleksid ka teistele (kolleegidele, õppuritele) ühemõtteliselt mõistetavad;
- oleks võimalik tagantjärele kindlaks teha, kui lähedale on eesmärkidele jõutud;
- oleks võimalik eesmärkidele vastavate õpiväljundite omandamist hinnata;
- saaks otsustada, kas üldse soovitakse just nende eesmärkide poole püüelda (seda eriti just õpilaste seisukohast).

Eesmärgi formuleerimise protsess peaks kulgema järgnevalt:

- **formuleerige üldeesmärgid** – väljendage eesmärgi ettekujutusi nii üldiselt, et see oleks võimalikult selgelt mõistetav. Kontrollige, kas Teie üldeesmärk on integreeritav võimalike etteantud suundeesmärkide raames. Näiteks: sihtrühm peab saama ülevaatlikul ja motiveeritud moel ettekujutuse tähtsamate ilmingute kohta, mis võimaldavad lennukite lendamist – nad peavad omandama näitliku ettekujutuse aerodünaamiliste jõudude olemusest ja toimimisest;
- **formuleerige detailsed eesmärgid** – lähtuvalt üldeesmärkidest formuleerige nüüd konkreetsemalt ja võimalikult selgelt vastavad detailsed eesmärgid. Kirjeldage sihtrühma oodatavat lõppkäitumist (õpiväljundit) nii, et oleks näha, mida õppija peab tegema, näitamaks, et ta on õppe-eesmärgi saavutanud. Eesmärgikirjelduse suuremat täpsust saavutatakse lisatingimuste esitamisega, millele vastavalt tuleb tõestada ka eesmärgikäitumist. Eelmise näite juurde võiks formuleerida järgmised detailsed eesmärgid:
 - a) nimetada ja visandada peamisi jõude, mis mõjuvad lennukile horisontaallennul;
 - b) nimetada lennuki peamisi agregate, sõlmesid ja detaile, mille abil tekitatakse raskusjõu ületamiseks vajalik tõstejõud;
 - c) seleta mõistet voolujoon ja visandada gaasivoolu liikumist aerodünaamilises torus;
 - d) võrrelda ja visandada gaasivoolu liikumist konstantse läbimõõduga aerodünaamilises torus ja kitsenevas torus;
 - e) skemaatiliselt visandada õhuvoolu liikumist kandetiiva ümber;
 - f) visandada kandetiiva skeemil ülerõhu ja alarõhu piirkonnad jne;
- **analüüsige formuleeritud eesmärkide tasemeid** – eesmärkidel on madal tase, kui nad tuginevad näiteks ainult sellele, et õpilane oskab reprodutseerida teadmisi, mis on tekkinud tema kaasmõjuta. Kõrgem tase on eesmärkidel, mille puhul peab õpilane ise teadmisi kasutama või neid ise otsima. Eesmärkide uurimisel taseme seisukohalt võib kasutada hierarhiliselt määratletud põhikategooriaid, need on kontrollinstrumendiks, millega saab määrata liigselt

rõhutatud või mitteamestatud eesmärkide tasemeid ja vältida ühekülgust (vt tabel 2). Põhimõtteliselt peaksid pikemas perspektiivis olema eesmärgid erinevatel tasemetel. Näide: eelneva näite detailsed eesmärgid on kokkuvõtlikult madalamatel tasemetel. Nii asetsevad eesmärgid a), b) ja c) tasemel teadmine; eesmärk d) tasemel mõistmine jne;

- **määratlege õppe-eesmärkidele üheselt vastavad õpiväljundid;**
 - **valige sobiv hindamismeetod;**
 - **sõnastage hindamiskriteeriumid;**
- tutvustage õpilastele õpiväljundeid, hindamismeetodit ja –kriteeriume;
vaadake regulaarselt üle õppe-eesmärgid, (neile vastavad õpiväljundid), hindamismeetodid ja õppemetoodika, tehke vajadusel muudatusi.

Oma õpetamise edasiseks täiustamiseks analüüsige:

- õpetamist didaktilise pentagrammi ja Urve Läänemetsa mudeli alusel.
- kuidas võiksite oma õpetamist parendada, et saavutada õpilaste vilumus, meisterlikkus?
- missugune kognitiivne didaktiline mudel (taksonoomia) oleks kõige sobivam Teie eriala ja õppeaine õpetamisel?
- kas ja kuidas saaksite erinevaid didaktilisi mudeleid kombineerida?
- missugune psühhomotoorne didaktiline (taksonoomia) mudel oleks kõige sobivam Teie eriala ja õppeaine õpetamisel?
- kas ja kuidas olete oma aine õpetamisel tuginenud tegevuspõhise õppe taksonoomiale?
- õpetatava aine 3 eesmärki ja 3 õpiväljundit. Kas need on üheselt mõistetavad ja kuidas saab nende omandamist tõestada?

Oma eesmärgi- ja õpiväljundite selgitamisega ja eesmärkide täpsema ning mõtestatuma formuleerimisega olete teinud esimese sammu oma õpetamise praktilisel planeerimisel. Eesmärkidele vastavalt tuleks edasi valida ja koostada õpetatav materjal, valida enimsobivamad tehnilised õppevahendid, mõjusaimad õppemeetodid ja sobivad hindamismeetodid.

4 PSÜHHOLOOGILISED JA SOTSIOLOOGILISED ASPEKTID

„Haridus on see, mis jääb alles siis, kui oled unustanud, mida kunagi koolis õppisid.“ Albert Einstein

Inimesed teevad eelistatult seda, mis rahuldab nende vajadusi ja toob kaasa eduelamusi. Edukas õpetamine nõuab süvenemist sihtrühma vajadustesse ja huvidesse. Mida enam on Teil informatsiooni oma sihtrühma kohta, seda paremini saate neile õpetatavat materjali ette valmistada. Seetõttu otsime antud peatükis vastust küsimusele „**Mis on õppimine?**“, tutvustame olulisemaid õpiteooriaid ja inimorganismis toimuvat informatsioonitöötlamise mudelit, vaatleme sihtrühma analüüsiga seonduvat ning erinevaid õpistiile STEM valdkonnas.

Huvid aitavad kaasa motivatsioonile ehk õppida tahtmisele. Õpetajana peaksite teadma olulisemaid psühholoogilisi algtõdesid, mida antud peatükis lähemalt tutvustamegi ja mis on inseneripedagoogikas üheks põhistrateegiaks. Ükski õppetegevus ei toimu aga keskkonnast sõltumatult. Seepärast tutvume põgusalt ka õppetöö sotsioloogilise poolega, samuti ühe inseneripedagoogika põhistrateegiaga. Käesolevas peatükis tutvustatakse suhtlemise erinevaid vorme ja selgelt mõistetavust, strateegiaid, mis sisalduvad kõigis õpetamise mudelites ning õppemeetodites.

4.1 Mis on õppimine?

„Muidugi teen ma vigu. Ma olen inimene. Kui ma ei teeks vigu, siis ei õpiks ma midagi. Edasi saab liikuda vaid vigu tehes ja nendest õppides.“ Alexander McQueen.

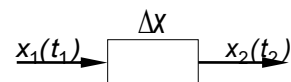
Küsimusele „**Mis on õppimine?**“ ei ole kerge vastata. Õppimine on elavate organismide imetlusväärne omadus, mis oma mitmekülsuse ja kompleksuse tõttu on aga raskesti läbinähtav. Õppimine on sügavalt personaalne tegevus ja õppimise eesmärgiks on võimalikult kõrge ning kestva suutlikkuse arendamine läbi vajalike kompetentsuste omandamise.

Õppimine on käitumismuutus, mis jääb püsima teatud ajaperioodiks ja peab olema eristatav muutustest, mida võiks kanda küpsuse arvele (kasvamine, areng ja teised geneetiliselt tingitud faktorid). **Õppimiseks nimetatakse kogemuslikku muutumise viisi, mis avaldub õpilase käitumises** (Melezinek 1999). Õppimine insenerivaldkonnas toimub kõige tulemuslikumalt erialaülesannete lahendamises. Õppimise tulemuslikkus insenerivaldkonnas on suutlikkus probleeme lahendada. Õppimise eesmärk on uute teadmiste ja oskuste omandamine.

Õppimine on kogemuslik muutus erinevates teadmiste ja oskuste vormides ning nende organiseerimise viisides. Õppimine on enesejuhtimisega protsess. See sisaldab uute teadmiste ja oskuste lisandumist, olemasolevate muutmist, uute seoste loomist ja olemasolevate ümberkorraldamist. Teisiti öelduna on õppimine ka mõtlemise ja tegutsemise tulemuse salvestamine mälus. Õppimine on seega ka teadmiste omandamise/muutmise ja teadmiste ümberorganiseerimise protsess.

Õppimise lihtsustatud skemaatilist kujutamist esitleb

sele 4.1 (allikas Melezinek 1999). Õppija olek ajahetkel t_1 – enne õppimist – on näitlikustamiseks



Sele 4.1 – Õppimise „musta-kasti“-kujutis, kus

$x_1(t_1)$ – õppija olek enne õppimist;

$x_2(t_2)$ – õppija olek pärast õppimist,

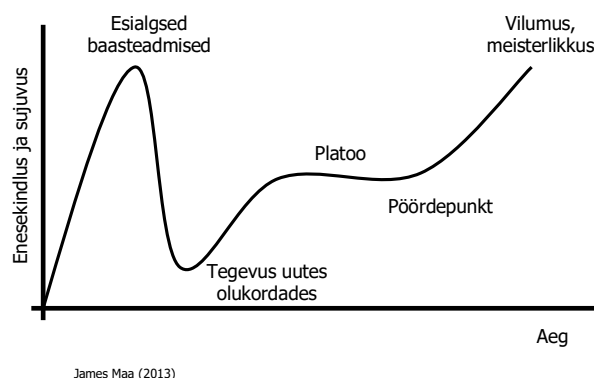
tähistatud $x_1(t_1)$. Õppija olek hilisemal ajahetkel t_2 – pärast õppimist – on tähistatud $x_2(t_2)$ ja erineb esialgselt olekust õppimise tulemuse ΔX võrra, mis näitabki, et on toimunud õppimine.

Meie ajus on üle 10 miljardi neuroni (närviraku), mis salvestavad ja töötlevad infot ajus. Ühendused toimuvad ajukoores, aju infotöötlemise osas, kuhu on lokaliseeritud mõtlemine ja teadvus. Õppimine toimub siis, kui närvirakud kordavad infotöötlemise mustrit, lihtsatest mustritest moodustatakse keerukamaid struktuure.

Mõtestatud õppimine on generatiivne protsess, kus õppija peab pigem aktiivselt osalema kognitiivses infotöötlemises kui passiivselt teavet vastu võtma, reprodutseerima ja säilitama. **Õppimine eeldab mõtlemise käivitumist, tunnetust, loovust, kogemuste mõtestamist, analüüsi, hinnangu andmist ja oma vigadest õppimist.**

Õppimine on tagasisidestatud süsteem, seda peaks analüüsima, mõõtma (õpitu omandamist hindama), juhtima ja eesmärgistama, planeerima – kuhu ja kuidas jõuda, (optimaalselt, minimaalse aja- ja energiakuluga, jne). Õppimine on sügavalt personaalne tegevus – ka siis, kui õpitakse koos (meeskonnas, rühmas), areneb iga liige omal moel. Õppijal on õigus teada saada, milline on tema suutlikkus ja kuidas saaks end arendada (tagasiside olulisus – vt jaotis 9).

James Maa (2013) on esitanud nn **õpikõvera** alusel õpiteekonna, mille reeglina läbime midagi uut omandades (**sele 4.2**). Esialgsed baasteadmised omandatakse suhteliselt kiiresti, seda eriti juhul, kui õpetaja esitab struktureeritud materjali, tuues välja olulisima. Õppija on esialgu nn õpipoisi staatuses, õpib teooriat, omandab baasteadmisi, imiteerib õpetajat ja on reeglina edukas. Õpitud rakendama hakates, „kukume“ me aga kiiresti allapoole, teeme vigu ja kaotame enesekindlust tegutsedes uutes olukordades. Harjutades meie oskused paranevad ja jõuame nn „platoole“ omandades järjepidevalt enesekindlust. Kui oleme piisavalt harjutanud, jõuame pöördepunkti, kus täiustame oma tegevust, õpime oma vigadest ja saavutame vilumuse ning meisterlikkuse. Selge on see, et igas õppeaines eraldi me õpingute jooksul meisterlikkuseni alati ei jõuagi, siin aitab kaasa õppeainete ja õpitu integreerimine, eesmärgiks peaks olema õpitu rakendamine ja integreerimine lõputöö tegemisel, ideaalolukorras meeskonnapõhiselt, et tulevikus töötades hakkama saada ja kiirelt kohaneda.



Sele 4.2 – Õpikõver (Maa, 2013)

Õpetamine on sihipärane teadmiste edasiandmine, mille tulemusena on inimreservides või võimetes tekkinud muutused, mis säilivad ja mida ei saa põhjendada loomuliku arenguga. Õpetamine on keeruline pedagoogilis-psühholoogiline protsess.

Ameerika psühholoog Edward L. Thorndike'i väitel seisab õpetaja ees kaks küsimust:

- millised muutused peaksid toimuma minu õpilastes?
- kuidas neid muutusi paremini teoks teha?

Kui esimesele küsimusele annavad vastuse õppekava ja püstitatud õppe-eesmärgid, siis teisele küsimusele peab vastama just õpetaja ise. Järgnevate peatükkidega püütaksegi aidata õpetajal sellele küsimusele vastust leida just inseneripedagoogika vaatevinklist.

Õppimise eesmärgiks on kõrgema taseme mõtlemisoskuste arendamine. Õpilased peaksid oskama õpitut rakendada ja kasutada probleemülesannete lahendamisel. Õppimine ei ole automaatne protsess, vaid õpilased peavad aktiivselt harjutama ja õpitut kordama. Ka tuleks arvesse võtta, et uue materjali omandamise võime on piiratud ja ühes ainetunnis ei tohiks anda liiga palju uut materjali. Et aidata õpilastel õpitut meelde jätta ja sellest ka aru saada, tuleks uuem info integreerida laiema kontekstiga. Kui õpetaja ainult edastab uut materjali, ei toimu sügavuti õppimist. Kui soovime, et õpilased oskaksid ka õpitut rakendada, tuleks lasta neil õpitut töödelda, näiteks seda omavahel analüüsides, korrates, läbi kirjutades, küsimustele vastates, aktiivõppes, ülesandeid lahendades jne. Suhtlemine ja omavaheline analüüs õppimisel toetab õppimist ning sügavuti arusaamist. Kui õpilased seletavad õpitut üksteisele, mõistavad nad paremini, millest on nad juba aru saanud ja mida peaks veel põhjalikumalt uurima.

Lähteteadmised (eelteadmised). Õppimine on alati seotud eelnevalt omandatud teadmistega. Enamasti seovad õpilased vastõpitu eelnevalt omandatud teadmistega või kogemustega, kuid nad vajavad selleks õpetaja juhendamist. Õppimise toetamiseks tuleks õpilasi õpetada õpitu tulevase rakendamisega analoogses õpitu olukorras, seetõttu on väga mõjusad erinevad simulatsioonid, juhtumiuuringud, projektid, probleemid, ülesanded jms toetavad õppimist, sest on seotud keskkonnaga, kus teadmisi hakatakse ka tulevikus, reaalses tingimustes rakendada.

Õpistrateegiateks ehk kognitiivseteks strateegiateks nimetatakse erinevaid viise, kuidas õppija hangib, säilitab ning taaskasutab teadmisi ja oskusi. Nimetatud strateegiad sisaldavad informatsiooni hankimist, valimist ja organiseerimist, valitud materjali kordamist, uue materjali seostamist varemõpituga, informatsiooni säilitamist ning taaskasutamist.

Metakognitiivne strateegia. Oma õpistrateegiate analüüsimist ja nende kohendamist nimetatakse metakognitiivseks strateegiaks, mis sisuliselt tähendab õppima õppimist. Sellised õppijad suudavad ise oma õppimist kontrollida ja hinnata.

Kuidas me õpime? Nilson (2003) toob oma uuringute alusel välja järgmised, kuidas me õpime:

- inimene on sündinud õppima, siin on aluseks enesearendamise instinkt, sünnipärane uudishimu ja õpihuvi;
- inimene õpib läbi viimistletud harjutamise (*elabovative rehearsal*) seostades uusi teadmisi eelnevalt omandatutega;
- inimene õpib sotsiaalselt, konstrueerides teadmisi rühmas, kuid omandab sügavuti arusaamisega teadmisi siiski üksi omaette õppides, analüüsides ja korrates;

- inimene õpib paremini, kui õpetamine on õpilase- ja õppimiskeskne;
- inimene õpib paremini, kui õppimine on aktiivne, loominguline, kogemuslik, läbi tõsieluliste probleemide lahendamise;
- inimene õpib paremini, kui tal on uute teadmiste järele vajadus ja neid saab ka rakendada;
- inimene õpib paremini, kui ta kaasatakse õppeprotsessi ka emotsionaalselt.

McKeachie (2006) on jaotanud õpistrateegiad 3 rühma: kognitiivsed, metakognitiivsed ja ressursi haldamise strateegiad. Kognitiivsete strateegiate alla kuuluvad:

- *harjutamine* – näiteks materjali kordamine, kopeerimine (ümber kirjutamine), olulise info kohta märkmete tegemine ja allajoonimine;
- *viimistlemine* – seoste loomine uue ja varem õpitu vahel – parafraseerimine, kokkuvõtete tegemine, analoogiate loomine, üldistamine, küsimuste esitamine ja küsimustele vastamine;
- *organiseerimise* strateegiateks on põhiideede väljaselekteerimine, seoste laiendamine, illustreerimine ning skemaatiline kujundamine.

Dee Fink (2014) jaotab teadmiste omandamise viisid järgmiselt:

- teadmiste edastamisel õpetaja poolt;
- konstruktivistlikult;
- sotsiaalkonstruktivistlikult.

Eristatakse süvaarusaamisega, pealiskaudset (pinnapealset) ja strateegilist õpikäsitlust (Entwistle 1989, Felder 2006). Felder'i (Felder 2006) uuringute alusel kalduvad õpilased STEM valdkonnas ja tehnikaõpetuses sagedamini õppima kolmel erineval viisil. Ühed õpivad pealiskaudselt – mehaaniliselt pähe õppides, tegemata erilisi jõupingutusi materjalist arusaamiseks. Teised õpivad süvaarusaamisega – analüüsides, küsimusi esitades, rakendamisevõimalusi analüüsides jne. Kolmandad aga õpivad strateegiliselt – tehes ainult hädavajaliku, et saavutada parimat võimalikku tulemust – õppides pealiskaudselt, kui vaid sellest piisab, ja ainult erilisel vajadusel süvaarusaamisega õppides.

Süvaarusaamisega ja pinnapealne õpikäsitlus (*deep and surface approach*). Õppimine on motiivide ja strateegiate kombinatsioon. Motiiv määrab ka ära strateegia läbi õppija personaalsete vajaduste. Selle käsitluse alusel on pinnapealse õppija motiivideks vältida ebaedu, teha võimalikult vähe tööd ning saavutada tasakaal töötegemise ja läbikukkumise vältimise vahel. Pinnapealse õppija strateegiateks on faktide pähe õppimine ja reprodutseerimine. Süvaarusaamisega õppija motiivideks on seevastu teadmisjanu ning soov õpitavast aru saada, mis paneb teda lisamaterjale otsima ja lugema, arutlema ning küsimusi esitama.

Pinnapealse õppija motivatsiooniallikas on väline – positiivne või negatiivne tagasiside. Õppija soovib vajaliku tulemise või tunnistuse saavutada minimaalsete kulutustega. Selline õppija tahab täpselt teada, mida eksamil küsitakse ja õpib ära vaid konkreetselt selle materjali. Tema jaoks on oluline materjali reprodutseerimine, mitte seoste loomine õpitu erinevate ühikute vahel või õpitule tähenduse andmine. Enamasti on pinnapealselt õppijate õpiedukus madal ning nad kardavad eksameid. Enamasti nad ei huvitu ainekursusest, neile ei meeldi õpetamismeetodid. Õpetaja tunneb pinnapealse õppija ära selle järgi, et õppija muretsseb juba kursuse alguses, kas on võimalik teha ka järeleksameid, ta ei saa aru õpitava

teoreetilistest alustest ja põhimõtetest, ei suuda tuua näiteid ega loogiliselt argumenteerida ning unustab kiiresti kõik õpitu (Felder 2006).

Süvaarusaamisega õppija motivatsiooniallikas on sisemine, samuti innustab teda uudishimu. Ta õpib enda jaoks, mitte tulemuste pärast, püüdes seostada kõike õpitavat omavahel ja ka praktikaga, otsides analoogiaid ja arutledes. Selline õppija tähtsustab õppimise protsessi ning teda järeleksamid ei huvita. Õpitu jääb süvaarusaamisega õppijale kauaks meelde ja ta saab õpitust sisuliselt aru (arusaamisega õppimine). Ta suudab õpitut kasutada uutes olukordades ning luua uusi ideid. Ta on iseseisev õppija, kes suudab endale ise leida vajalikud materjalid ning tegevused. **Arusaamisega õppimine tagab õpitu salvestamise püsivõime. Arusaamisega õppimine pole võimalik mõisteid tundmata, fakte teadmata ja seoseid mõistmata.**

Saavutuslikud ehk strateegilised õppijad tähtsustavad ennekõike tulemust. Nende eesmärk on saada häid hindeid, tunnustusi, auhindu jne. Õppimisstrateegia valitakse vastavalt sellele, kuidas on võimalik saada parimaid tulemusi – nad võivad õppida nii pinnapealselt kui süvaarusaamisega, olenevalt hea hinde saamise tingimustest ja õpetaja suhtumisest. Nad plaanivad oma tegevust hoolikalt – aega ja ka materjale ning harjutavad palju enne eksamit. Enamasti sooritavad saavutuslikud õppijad eksamid ja testid edukalt, jõudmata tegelikult õpitava mõistmiseni (Marrandi 2005).

Soovitusi süvaarusaamisega õppimise toetamiseks:

- köitke õppurite tähelepanu, äratage huvi ja korraldage olulist;
- vältige liiga laialivalguvat ainesisu;
- pakkuge rohkem valikuid ja enesejuhtimist;
- hindamine juhib õppimist - looge seosed ainesisu, õppe-eesmärkide ja õpiväljundite ning hindamiskriteeriumide vahel ja viige sagedamalt läbi teadmiste kontrollid;
- võimaldage ainekursuse vältel erinevate õppemeetodite kasutamist ja õpitu aktiivset rakendamist, arutelusid ning oma sõnadega seletamist, aktiivõpet ja seoste leidmist eelnevalt õpitu ning teiste õppeainetega;
- kontrollige, et õpiväljundid keskenduksid analüüsile, seostamisele ja õpitu rakendamisele ning üliõpilaste enda teadmiste ja oskuste ülesehitamisele;
- pange õppurid kaasa mõtlema, toetage kriitilist mõtlemist;
- kavandage kursuse sobiv tempo ja ajakava ning töökoormuse ühtlane jaotus. Üliõpilaste ajakasutust saab toetada tegevusjuhiseid;
- kaasake üliõpilasi hindamiskriteeriumide koostamisel – oluline on kõrgema taseme mõtlemise tagamine.

Edukat õpilast iseloomustavad tunnused (Hansen 2011):

- **enesekindlus** – edukas õppija usub oma võimesse õpitavaga toime tulla. See uskumus kujuneb tavaliselt välja esimeste kooliaastate jooksul ja hiljem on seda arusaama muuta suhteliselt raske, kuigi mitte võimatu. Enesekindlus mõjutab inimest ka laiemalt – ta usub, et tuleb toime mitte ainult oma õppimisega konkreetsemalt, vaid ka eluga üldisemalt.
- **vastutustunne** – edukas õppija võtab ise vastutuse oma õppimise eest. Ta on mõistnud, et õppimise tulemus sõltub temast endast. Sellega kaasneb ka sisemine motiveeritus – õpitakse eelkõige iseenda huvi pärast, mitte hinde või diplomi pärast.

- **aktiivsus** – vastutuse võtmine oma õppimise eest on tihedalt seotud õppija aktiivsusega õppeprotsessis. Edukas õppija näeb ise vaeva teadmiste omandamiseks, seoste loomiseks, olulise eristamiseks, terviku moodustamiseks. Ta mitte ainult ei käi loengutes, seminarides ja praktikumides kohal, vaid küsib: kuidas ja mida võiksin sellest enda jaoks konkreetsemalt õppida. Nii on tegu nii välise kui sisemise õppimisaktiivsusega.
- **loov hoiak** – mitte kõigis olukordades ei saa toimida harjumuspärase loogika järgi, mitte kõik materjalid pole kergelt kättesaadavad. Siis aitab loov lähenemine: milline tuttav võiks aidata, kust saab küsida, millised info- ja andmebaasid võiks vastaval alal kättesaadaval olla. Loov õppija ei tunnista võimatuid olukordi – kui ühtmoodi ei saa, proovib ta teistmoodi.
- **julgus eksida** – mitte kellelgi ei tule asjad esimese korraga alati välja. Charles Handy on öelnud: «Valesti tegemine on õigesti tegemise üks osa.» („*Part of doing it right is doing it wrong*”). Õppimine tähendab suurema või väiksema riski võtmist ja iga riskiga kaasneb võimalus, et miskit läheb viltu. Edukas õppija teeb oma parima, kuid ei heitu ebaõnnestumistest. Ta õpib olukordadest ja ütleb endale: järgmisel korral proovin paremini.

Emotsionaalne tasakaal on oluliseks eelduseks, et õpitav materjal omandatakse ja salvestatakse püsivalt (Leppik 2008).

Omandamise põhireegel – postpertseptiivsed (tajujärgsed) protsessid lühimälu perioodil. Uue materjali tajumist vaadeldakse pedagoogilises psühholoogias kahes astmes (Melezinek 1999, Leppik 2008):

- **esmataju**, mil uut materjali võetakse vastu esmakordselt ja hinnatakse emotsionaalselt. Seda on õppimisel ja õpetamisel oluline teadvustada. Kui osutub, et materjal ei ole õppijale tähtis, ei meeldi või ei paku huvi, siis seda materjali ka ei salvestata;
- **korduvtajumine** on ratsionaalsema iseloomuga ja viib uue materjali tundmaõppimisele sügavuti ning mitmekülgselt. See viib uue materjali mõistmise ja teadvustamiseni, mis omakorda on vajalik juba materjali salvestamiseks püsivalt.

Info säilib esmataju järel lühimälu kordamise/skaneerimise teel, mil infot hoitakse õppija vaate- ja mõtteväljas ning algab assotsiatiivsete seoste loomine, mis on õppimisel erakordse tähtsusega. Just sel perioodil tuleb uus materjal väga mitmekülgselt läbi töötada, et luua erinevaid seoseid ja aidata üliõpilastel materjali sügavuti mõista. Õpitava üle diskuteerimine võib tõsta selle omandamist 70%-ni ja konkreetsete situatsioonide/tegevuste läbitegemine/mängimine isegi 90%-ni. Sel perioodil toimub ka info vastav kodeerimine, et vormistada see püsivalt jaoks sobivasse vormi. Siin ilmnevad õppijate sünnipäraseks erinevused ja õpistiilid. Osal kodeerub info kujundlikus ja mõistelises vormis, teistel jälle verbaalses vormis jne. Siit ilmneb ka vajadus õppijal uut materjali mitmel tasandil vastu võtta, seda lühimälu perioodil korrata, sügavuti mõista ja analüüsida. See info, mis lühimälu perioodil unustatakse, on igavesti kadunud. Paljud õpetajad on olnud arvamusel, et kui uus teema on ette kantud, siis sellega lõppeb ka nende töö – tegelikult peaks aga õppejõu töö alles sel hetkel algama (Leppik 2008).

Faktiteadmised, harjutamine ja tagasiside. Tihti kuuleme innustavaid üleskutseid, et õpilastele tuleks õpetada seoste loomist, mitte tüütuid ja kuivi fakte. Ilma erialaste taustateadmisteta ei ole aga võimalik STEM valdkonnas konteksti mõista (Willingham 2012). Ilma faktiteadmisteta ei ole õppimine STEM valdkonnas tähenduslik (Fink 2003). Õppimisel on abiks õpitava jaotamine väiksemateks osadeks. Oskusi (sh spordis, muusikas, matemaatikaülesannete lahendamisel jm) on väga keeruline parandada soorituse kohta konstruktiivset tagasisidet saamata. Mida vahetum on tagasiside, seda rohkem seostab õpilane seda konkreetse sooritusega ning seda enam parandab ta tagasiside põhjal oma tulevase soorituse

(Melezinek 1999).

Kui teadmised ei ole meie peas, siis uute, sügavamate või laiemate teadmiste järkjärgulist lisandumist on raske ette kujutada, sest pole mida uute teadmistega seostada.

Et õppimine üldse aset leiaks, peab õpilane kõigepealt keskenduma õpitavale ja muutma selle oma töömälus endale arusaadavaks tervikuks. Kui see etapp on takistatud või jääb vahele, ei lähe uus teadmine õppija pikaajalisse mällu ehk õppimist ei toimugi.

Valemite õppimine. Õpilastel tuleb omandada oskus õige valem leida ja seda õiges kohas kasutada, selleks aga tuleb teada valemeid, mille seast valida. Esmatähtis on arusaamisega õppimine - kui valemeid analüüsitakse, kasutatakse ülesannete lahendamisel, siis neid ka mõistetakse ja need jäävad ka meelde. Arusaamine tekib aga ainult siis, kui õpitut osatakse kasutada probleemide lahendamisel.

Inseneriülesannete lahendamine eeldab valemite teadmist. Olulisimad valemid peaksid inseneril peas olema ja nende tähendus süvaarusaamisega aru saadud, mis omakorda toetab loogilist mõtlemist. Valemite teadmine on oskus, mis on vajalik STEM eriala professionaalile tema töös, mis tihti nõuab kiiret tegutsemist.

Kui inseneri teadmised on internetis, siis pole tegemist inseneriga, sest tal puudub kompetentsus oma erialas. Inglise keelt omandades peab pähe õppima ebaregulaarseid verbe, sest muidu pole võimalik seda keelt õigesti rääkida. Arstid õpivad pähe ladinakeelse meditsiiniterminoloogia, sest muidu ei ole võimalik neil rahvusvaheliselt suhelda. Kui aga inseneriõppes peetakse STEM ainete valemite päheõppimist oluliseks, siis tõuseb nii õppurite kui ka õpetajate pahameeletorm – kõik teadmised on internetis olemas, ühe hiirekliki kaugusel – mälu ei tohi liigselt koormata, pole vaja pingutada. Ilma teadmisteta on suhteliselt raske isegi otsisõna peale tulla, rääkimata sellest, et saaks tekkida uus sisuline arusaam mitme teadmistekillu ühendamisest. Seega on faktide ja uute teadmiste õppimine omaette vajalik selleks, et oskuslikult ja tõhusalt kasutada ka internetti teadmiste ammutamisel.

Õppimine on tõhus, kui see nõuab pingutust. Üllataval kombel näitavad ka õppimise-alased ajuuuringud, et efektiivsem õppimine toimub pigem siis, kui see nõuab pingutust. Õppimise tõhususe toetamiseks on erinevaid viise. Üks võimalusi selleks on õppimisviiside või strateegiate vahetamine, võimalikult erinevate viiside otsimine, kuidas midagi mõista, meelde jätta, teiste teadmistega seostada – kasutades õpimeetodite mitmekesisust.

Kordamine, harjutamine ja kinnistamine. Uus teadmine kinnistub teadmiste seostamisel. Kordamine on uute teadmiste järjekindel meeldetuletamine, mis läbi toimub õpitu mõtestamine, harjutamine ja diskussioon, mis läbi toimub kinnistamine. Selleks, et õpilane saaks süvaarusaamisega õppida, tuleks järgmistele teemadele aluseks olevad teadmised ja oskused kinnistada nii tugevalt, et nad muutuksid harjumuspäraseks (näiteks korrutustabelit peast teadmata takerdub õpilane tekstülesandes lihtsatesse arvutustesse ja ei saa keskenduda uuele sisule) (Hecht 2002).

STEM valdkonna õpetamisel tuleks õpitu meeldejäätamiseks ja sügavuti arusaamiseks uut materjali harjutamisel korrata mitmel erineval moel (Melezinek 1999):

- andeka õpilase puhul vähemalt 3 korda (sh ka ülesannete lahendamisel);
- keskmise õpilase puhul vähemalt 5 korda;
- keskmisest nõrgema õpilase puhul vähemalt 7 korda.

Õpitu seostamine. Õppimise puhul on vajalik, et uued teadmised kinnistuksid pikaajalisse mällu, st seostuks juba olemasolevate teadmistega. Seda saab toetada erinevate õpitegevustega: koostada mõistekaarte, leida metafoore/analoogiaid, korrata ja harjutada õpitavat jne. Kõige efektiivsemaks loetakse küsimuste esitamist, kokkuvõtete ja märkmete tegemist, võtmesõnade meetodit (Melezinek 1999).

Õpimotivatsiooni kirjeldatakse ootuse-väärtuse teooria kaudu. Selleks, et inimene pühenduks õppimisele, peab ta teadma, et õpitavas on tema jaoks midagi vääruslikku ja ta tuleb selle väärtuse omandamisega toime. Eduka õppimise seisukohalt on oluline, et mõlemad eeldused oleksid täidetud. Usku oma toimetulekusse ja õpitu väärtuslikkusesse mõjutavad oluliselt ka varasemast õppeprotsessist saadud kogemused (Melezinek 1999).

Õppimisprotsessi käigus kujunevad ümber inimese ajurakkude ehk neuronitevahelised seosed (sünnapsid) – neid kas luuakse juurde, kinnistatakse või kujundatakse ümber. Tänapäeval on ümber lükatud arusaam, et inimese vananedes ajurakud vähenevad. Me loome erinevate ajurakkude vahel seoseid palju kiiremini kui neid kaotame. Kui aju piisavalt stimuleerida, säilib inimese mõtlemisvõime kõrge eani. Aju-uurijad avastavad pidevalt uut informatsiooni. Praeguseks on leitud, et keskmine inimene suudab mõelda minutis 800 sõna, aga keskmine õpetaja suudab rääkida minutis vaid 120 sõna. Järelikult on õppeprotsessis piisavalt vaba energiat, et mitte ainult kuulatut jälgida ja analüüsida, vaid luua ka seoseid eelnevate teadmistega, praktilise elu sündmustega ja mõelda, kuidas kuuldut võiks rakendada (Hansen 2011).

Shulman (1999A) toob välja õppimise/õpetamise patoloogiad:

- amneesia – unustatakse, mida on õpitud;
- fantaasia - illusoorne arusaam ja püsivad väärarusaamad;
- inertsus – omavahel seostamata teadmised (ka kättesaamatud ja rakendamatud);
- nostalgia – kui see töötab minu puhul, siis töötab see ka teie puhul.

Kui õpilasel tekkivad raskused üleminekul ühelt omandamise tasemelt teisele, siis on see järjepidevuse katkemise tunnuseks – seega on uue materjali omandamisega liiga kiiresti edasi mindud. Sel juhul on vaja jaotada üleminek erinevate etappide vahel väiksemateks vaheetappideks, et toimuks sujuvam üleminek ühelt etapilt teisele. Tuleks liikuda tagasi materjalini, mida õppur mõistab ja liikuda edasi väiksemate sammudega, korrates olulisimat. STEM valdkonnas ei kehti kaasajal laialt levinud idee, et kui õppur ei saa aru, tuleks talle anda veelgi raskemaid ülesandeid, et ta pingutaks rohkem, mis omakorda soodustab arusaamist ja uute sünnapsite teket ajus. Kaasaja õppurid lihtsalt löövad sel juhul käega, kaotavad igasuguse motivatsiooni ja katkestavad õpingud, sest STEM valdkonna ainete õppimine nõuab niigi suuremat pingutust ja teadmiste lüngad ainult süvenevad.

Eduka õppimise eelduseks on võimalus oma teadmisi ja oskusi pidevalt kontrollida.

4.2 Olulisimate õpiteooriate lühiülevaade

„Õpetaja ülim oskus on äratada rõõmu loovusest ja teadmiste omandamisest.“ Albert Einstein

Õppimise sügavama analüüsi ja mõistmiseni hakati jõudma alles 20. sajandi alguses, mil tekkisid kindlad koolkonnad, kes alustasid õppimise kui protsessi teaduslikku uurimist. Teaduslikul baasil loodud õpiteooriad aitavad tänapäeval õppimist analüüsida, võimaldavad õpetajal õpirotsessi juhtida ja teha valikuid mõjusamaks õpetamiseks õppeprotsessi käigus.

Ajalooliselt on STEM õpetajakoolituses olnud suur mõju **positivistlikul** teadmiskäsitusel ja sellele tugineval **käitumuslikul ehk biheivioristlikul** õppimiskäsitusel. Nüüd rõhutatakse nüüdisaegse õpikäsitusele tuginedes, et ainuõige ja kaasaegne on konstruktivistlik õpiteooria, mis aga STEM valdkonnas alati ei ole ainuõige seisukoht.

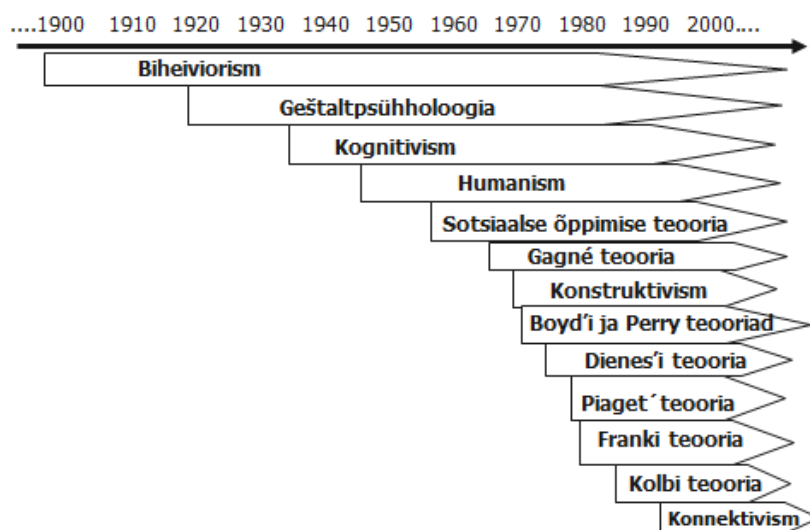
Väär oleks väita, et üks või teine õpiteooria on aegunud ja teine kaasaegne ning eelistatum. STEM valdkonna nii mõnelgi erialal on oluline teatud temaatika puhul töötada just biheivioristliku õpiteooria põhimõtteid arvestades (elektrierialadel, keemias, füüsikas jpm valdkonnas), sest kindlaid reegleid eirates ja loovust üles näidates võib langetada läbimõtlematuid ning eluohtlikke otsuseid.

Tabelis 4.1 on esitatud ülevaade erinevate õpiteooriate vaatenurgad õppimisele ja õpetamisele.

Tabel 4.1 – Põhiliste õpiteooriate vaatenurgad õppimisele ja õpetamisele

Õpiteooria	Õppimine	Õppimise fookus	Õpetaja roll	Õpilase roll
Biheiviorism	Käitumise muutus, valmisteadmiste omandamine.	Välised stiimulid	Õpikeskkonna looja soovitud õpitulemuse saavutamiseks, teadmiste edastaja	Passiivne omandaja
Kognitivism	Sisemine vaimne ja kogemuslik protsess (sh sisekaemus, infotöötlus, mäluprotsessid, tunnetusprotsessid)	Kognitiivse võimekuse ja oskuste kujunemine	Õpitegevuse Struktureerija, teadmiste edastaja	Aktiivne tunnetaja, tõlgendaja
Humanism	Oma võimekuse realiseerimine	Eneseaktualiseerimine, autonoomsus, oma arengupotentsiaali realiseerimine	Õpieelduste ja võimaluste looja, õppijate kaasaja	Ennastjuhtiv õppija
Sotsiaalse õppimise teooria	Oluline sotsiaalne keskkond, suhtlemine, vaatlemine, loomine, modelleerimine või jäljendamine	Uued rollid ja käitumisviisid, uued praktikad	Uute rollide ja käitumise mõjutaja, juhendaja, õppijate kaasaja	Sotsiaalselt aktiivne õppija, meeskonna liige
Konstruktivism	Tähenduse loomine kogemuse kaudu, põhineb õppija sotsiaalsel aktiivsusel ja tunnetuslikul huvil	Teadmiste loomine ja konstrueerimine erinevates kontekstides	Uute tähenduste loomise toetaja, koostööpartner, juhendaja	Kriitiliselt teadlik, autonoomne õppija
Kogemusõpe	Õppimine läbi isikuliku kogemuse, selle mõtestamise ja rakendamise uutes tingimustes	Kogemuste analüüs ja mõtestamine, kogemuste alusel uute teadmiste loomine, probleemide lahendamine	Informeeritud nõustaja, juhendaja	aktiivne kogemustest õppija
Konnektivism	Ennastjuhtiv õppimine, web 2.0 tööriistad ja võrgustikud	Enesejuhtimisega õppimine, õpivõrgustikud, e-õpe, uus tehnoloogia	Juhendaja, nõustaja, suunaja	Aktiivne suhtlev õppija

Inseneripedagoogikas enimlevinud õpiteooriate ajatelg on kujutatud **selel 4.3**, mida tutvustame järgnevalt lähemalt.



Sele 4.3 – Õpiteooriad ja –käsitused ajateljel

Erinevatele õpiteooriatele tuginedes tuleb õpetajatel teha arukaid ning informeeritud otsuseid. Kõik õpiteooriad on head ja nende põhimõtted kehtivad ka tänapäeval, kõik sõltub eesmärkidest. Õpiteooriate põhimõtteid on mõtet ka integreerida vastavalt õppeaine eesmärkidele.

4.2.1 Biheiviorism ja Thorndyke'i õpetamise seadused

„Teadmiste maailm võtab hullumeelse pöörde, kui õpetame õpetajad ka õppima.“ Bertolt Brecht

Biheiviorism ehk assotsiatsioonpsühholoogiline õpiteooria on 20. sajandi alguses tekkinud psühholoogia, sotsioloogia, etioloogia ja kasvatusteaduse suund. Biheivioristid (ehk käitumusliku psühholoogia koolkonna esindajad) olid esimesed, kes hakkasid õppimist kui protsessi teaduslikult uurima ning nende lähtepunktid on siiani kõige enam igapäevast õpetamistegevust mõjutanud.

Biheivioristlik teooria väidab, et õppimine toimub ainult assotsiatsioonide või seoste loomisega oma kogemuste või käitumise vahel. Seega on esimesel kohal reageerimine keskkonna märguannetele ning mõtlemise osa peetakse õppimise juures teisejärguliseks, kuna mõtlemisprotsessi peetakse järelduslikuks konstruktsiooniks. *Biheivioristid väidavad, et õppimine on käitumise muutmise võimalus ja järelkult arengu toimumise põhjus* (Teppan, 2013, Krull 2001).

Hinnangu andmine õppimisele on kvantitatiivne – hinnatakse mida, kui palju ja kui hästi on õpitud. Õppimine on seda parem, mida enam "õigeid" reaktsioone õppija mäletab või vajadusel reprodutseerib. Õpetaja rolliks on soovitatavate reaktsioonide õhutamise.

Biheivioristlikus käsitluses rõhutatakse õpetaja aktiivsust, kuna õpetaja valib välja nn õiged "ärritajad", et saada soovitud käitumismuutust ja tasustab seda. Õpilane on passiivses rollis, temalt ei oodata uusi tegevusi ega uusi lahendusi, sest valikutegemine, edasiliikumise kiirus ja hindamisviisid on õpetaja kanda.

Biheivioristide kuulsamateks esindajateks olid **Ivan Pavlov**, **John B. Watson**, **Edward Lee Thorndike** ja **Burrhus Frederic Skinner**.

Selle teooria esindajatest olgu kõigepealt mainitud Vene füsioloog **Ivan Pavlov** (1849 - 1936), kes jõudis oma arvukate uurimiste tulemusel veendumusele, et õppimise algeks on assotsiatsiooni moodustumine – tekkib seos stiimuli (S) ja refleksi (R) vahel nende üheaegsel või ajalisel lähedusel. Organism on varustatud paljude loomulike S–R ühendustega (nt jala ettesirutumine, kui lüüakse põlve pihta; süljeeritus toitmisel jne). Pavlov jälgis, et stiimuli korrapärasel seostamisel neutraalse lisaärritusega tekkib tingitud refleks. Kuulsaks sai Pavlov katsega, kus ta tõi vahetult enne koera toitmist kuuldavale kellahelina. Samal ajal mõõdeti koera süljeeritust. Mõne aja pärast toimus süljeeritus, mis alguses järgnes ainult toidupakkumisele, ka ainult kellahelina korral. Pavlov'i teooriaga seostub ka nn *signaalõppimine*. Pavlov uuris tingitud refleksi tekkimist – usuti, et sellega avastati kõigi õppimiste põhielement. Pavlov'i teooriale on tüüpiliseks õppija passiivsus. Väljakujunenud tingitud refleks ei toimi mitte ainult esialgse stiimuli, vaid ka sarnaste stiimulite järgi ja seda efekti saab kasutada saavutamaks oskust kasutada õppetöös omandatud teadmisi ka teistes situatsioonides (Melezinek 1999).

Ameerika psühholoog **Edward Lee Thorndike** (1874 - 1949) lõi loomadega läbiviidud paljude õppimiskspriimentide põhjal nn katse-eksituse õpiteooria. Õppija vastandamisel uue situatsiooniga (nt katsealuste loomade vangistusel nn probleempuuri) võtab õppija ette erinevaid katse-eksituse tsükleid, et jõuda eesmärgini (vabaduseni). Iseloomulikuks on õppija suur aktiivsus lahendusteede otsimisel. Korduskatsetel vähenes õppija tehtud vigade arv märgatavalt. Thorndike kinnitas ka, et kui õpitakse mingit käitumisviisi, tuleb seda edu puhul alati premeerida. Premeerimata nõrgestatakse S–R sidet, kusjuures premeerimine peaks toimuma koheselt. See teooria täiendas Pavlov'i uurimisvaldkonda just psühholoogia vaatevinklist.

Thorndike'i peetakse kaasaegse pedagoogilise psühholoogia (hariduspsühholoogia) rajajaks. Ta sõnastas psühholoogiale tuginevad õpetamise seadused (*Laws of learning and its educational implications*).

Thorndike'i õpetamise seadused:

- *valmisoleku seadus (The Law of Readiness)* – õppimise esmane seadus. Õppija peab olema valmis õppima, olema valmis tegutsema, ettevalmistatud õppimiseks, kohanemiseks ja omama ka vastavat suhtumist;
- *harjutamiseseadus (The Law of Exercise)* - harjutamine (drillimine, kordamine) teeb õppimise edukaks ja mõjusaks ehk harjutamine tugevdab stiimuli ja reaktsiooni seost, oluline on teatud liigutuste, tegevuste vms kordamine (auto juhtimine, sõrmistikul trükkimine, laulmine, luuletuse õppimine, matemaatilise valemi õppimine). Mitteoodatavate, sobimatute tegevuste välja jätmine (harjutamata jätmine) vähendab nende kordumist;
- *efektiseadus (The Law of Effect)* - kui käitumisele järgneb soovitud tulemus, siis on sellise käitumise tõenäosus edaspidi suurem, suureneb seos stiimuli ja konkreetse reaktsiooni vahel juhul kui reaktsioonile järgneb positiivne kinnitus. Seos väheneb kui reaktsioonile järgneb karistus. Õpetaja peaks samuti arvestama oma õpilaste huvidega, sest mida suurem on rahulolu, seda suurem on ka õpimotivatsioon;
- *äsjasuse seaduse (The Law of Recency)* järgi kordub kõige varem stiimulile järgnenud käitumine;

- *arvukate katsete (vastuste) seadus (The Law of Multiple – Response)* – inimene varieerib ja valib võimalikke lahendusteid (vastuseid), kuni saavutatakse oodatav lõppkäitumine või tulemus. Ilma vastuste/katsetuste varieerimiseta ei suudeta alati optimaalset lahendit leida. Kui näiteks soovitakse lahendada piltmõistatust, peaks seda proovima teha mitmel erineval moel katsetades, mitte pidevalt ja mehhaaniliselt ühte ja sama moodi tegutsedes (näiteks Thorndike'i katsed probleempuuriga, kus kass lõpuks leidis väljapääsu ja igal järgmisel korral jõudis ta väljapääsuni aina kiiremini);
- *suhtumise (hoiaku) püsivuse seadus (The Law of Set or Attitude)* – õppimist juhivad meie suhtumine, huvi ja hoiakud, mis määravad mitte ainult selle, mida õpilane teeks, vaid ka selle, mis pakuks talle rahuolu või mis tüütaks teda. Nii näiteks kui õpilane on seadnud endale eesmärgiks jõuda tippu parimate sekka, jätab aga mõne aja pärast õppimise ja ei näe enam vaeva paremate tulemuste saavutamisel, siis langeb ta kehvemate õppurite sekka. Õppimine nõuab pühendumust ja püsivust;
- *elementide eelvõimsuse seadus (The Law of Pre-Potency of Elements)* – õppija reageerib valikuliselt olulistele ja tähtsatele elementidele erinevates situatsioonides ja eirab ülejäänud elemente, mis võivad näida hetkel mitteolulised. Võime tegeleda oluliste ja tähtsate situatsiooni elementidega võimaldab analüütilist ja läbinägelikku õppimist. Selles seaduses tugineb Thorndike geštaltpsühholoogia põhimõtetele;
- *vastamisel analoogiale tuginemise seadus (The Law of Response by Analogy)* – õpilane kasutab oma eelnevaid kogemusi või omandatud teadmisi õppides uusi teadmisi ja rakendades neid uutes tingimustes. Meil kõigil on tendents kasutada omandatud üldisi elemente, mis toimusid minevikus sarnastes olukordades, ka uutes olukordades (autojuhtimise õppimisel on näiteks kasuks mootorrattaga sõitmise oskus);
- *assotsiatiivse ümberlülitumise seadus (The Law of Associative Shifting)* – me võime saada vastuse, milleks õpilane on võimeline, mõnes teise olukorras, milles ta on tundlik. Thorndike tõi siin näite, kuidas ta õpetas oma kassi käskluse peale püsti tõusma. Kala hoiti kassi kohal ja anti käsklus püsti tõusmiseks. Pärast mitmeid kordi, kui kass sai püsti tõusmise eest preemiaks kala, ei pööranudki ta enam tähelepanu kalale, vaid tõusis püsti tuttava käskluse peale, soovimata kala saada ka järgmistel päevadel.

Thorndike'i teooria ja seaduste rakendamine STEM valdkonna õppeainete õpetamisel:

- eelpool tutvustatud teooriale tuginedes tuleks õpiülesandeid anda alustades lihtsamatest ja liikudes edasi raskemateni. Selline lähenemine toetab nõrgemaid ja mahajäänud õpilasi;
- nooremas eas omandatakse enamus oskusi läbi katse-eksituse meetodi, näiteks õppides istuma, seisma, käima, jooksmas jne. Õppimisel omandatakse samuti oskused läbi õppimise oma vigadest, seda nii kirjutamisel, arvutamisel jne. Lubage oma õpilastel õppida oma vigadest, paluge neil välja tuua, milles nad eksisid ja mida tuleks edaspidi teha teisiti, seda ka kontrollitööde vigade paranduses;
- suurt rõhku on Thorndike'i teoorias pandud motivatsioonile. Seega enne õpetamisega alustamist STEM valdkonnas peaksid meie õpilased olema motiveeritud;
- läbi praktika jõuame me kõik küpsuseni, praktika on ka katse-eksituse meetodi üks olulisim osa. Igasuguse mõiste, teooria, jms õppimisel aitab kõige paremini vigu vähendada just praktika, ise läbitegemine ja seeläbi sügavuti aru saamine;

- harjumused, vilumused, õiged töövõtted jne kujunevad harjutamise tulemusena. Thorndike'i teooria abil on võimalik elimineerida halbu harjumusi ja tugevdada häid, oodatavaid harjumusi;
- premeerimine ja karistus mõjutavad õppimist. Teooria paneb rõhku nii tunnustamise, premeerimise kui ka karistuse kasutamise olulisusele õpetamisel;
- teooria on abiks allumatute õpilaste ohjeldamisel ja nende soovimatu käitumise muutmisel;
- teooria aitab kontrollida õpilaste negatiivseid emotsioone (viha, kadedus jne);
- õpetaja saab parendada oma õppemeetodite valikut ja rakendamist tuginedes Thorndike'i teooriale. Õpetaja peaks jälgima oma rakendatava õppemeetodi tulemuslikkust, selle mõju õpilastele ja õppimisele ning ei tohiks hetkeski kahelda vajalike muudatuste tegemises õppimise parendamise eesmärgil;
- teooria pöörab suurt tähelepanu ka suulisele harjutamisele. Nii peaks õpetaja läbi viima ka suulist harjutamist, kasutades õpitud kontseptsioonide suulist vastamist, arutelu jms. Nii saame parendada sügavuti õppimist.

Tänapäeval on Eestis siiski STEM valdkonna õppeainete õpetamisel levinud Thorndike'i õppimisseadustest vaid kaks: harjutamis- ja efektiseadus. See on kindlasti ka üheks põhjuseks, miks STEM valdkonna õppeainete õpetamise kvaliteet jätab meil paljuskki soovida.

Ameerika käitumispsühholoog Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) **arendas Thorndike'i ideid edasi**. Skinneri välja töötatud operantse tingituse teooriast kujunes aastakümneteks pedagoogika kursuste raudvara. Selle teooria kohaselt toimub õppimine kolmes järjestikuses faasis:

- *stiimul* (lad.k. *stimulus*) – üldjuhul õpetajapoolne presentatsioon, demonstratsioon või õpilaste iseseisev töö õppematerjaliga;
- *reaktsioon* – õpilasepoolne sooritus, mis analüüsib õpitava omandamist;
- *tagasiside* (i.k. *reinforcement*) – õige tulemuse puhul positiivne, mitterahuldava tulemuse puhul negatiivne tagasiside.

Burrhus Frederic Skinner viis väikeste loomadega läbi mitmeid katseid. Loomad pidid toidu saamiseks õppima kindlaid reaktsioone – nii näiteks pidi rott toetuma esijalgadega söögiautomaadi jalusele või tuvid pidid söögi saamiseks lööma nokaga puuris asuvale kindlale nupule. Erinevalt Pavlov'i klassikalisele teooriale, mille puhul keskkond mõjub õppivale organismile, mõjutab siin organism oma keskkonda. Skinner õpetas oma katseloomadele ka komplitseeritud liikumisjärjestusi. Sealjuures premeeris Skinner iga osaliigutust, mis tehti soovitud suunas. Skinner oli arvamusel, et premeerimine on otsustav, karistused aga on õppimisprotsessi soodustamiseks sobimatud – piisab vaid sellest, kui soovimatuid käitumisi ei premeerita ja need kustuvad iseenesest. Skinner nägi õpetamise põhiülesannet stiimulite pakkumises õigete käitumisviiside puhul ja seejärel nende soovitud käitumisviiside premeerimises. Skinner uuris õppimist erinevates tingimustes, näiteks varieerides tasustamist eri viisidel, sai ta võrrelda, milline tasustamisviis suurendab ja milline vähendab soovitud käitumist.

Skinneri põhihuviks oli õppimist soodustavate keskkonnatingimuste kujundamine ja võimaluste leidmine, kuidas muutes keskkonda oleks võimalik saada maksimaalset õpitulemust.

Skinneri arvates oli õppimise puhul olulisemaks tasustamine. Õpitu kinnistub kõige paremini, kui pärast õiget käitumisviisi tasustatakse õppijat teatud sagedusega, kuid juhuslikult muutuva intervalliga. Seega soovitakse äratada õppijas huvi tasu saada, kuid teadmata, millal, samas tasu ootuses õpitakse märksa hoolikamalt.

Skinneri katsed andsid väga palju teavet ka õpingute paremaks korraldamiseks. Jõuti järeldusele, et õppimine toimub järk-järgulise lähenemisega eesmärgile. Näiteks võib tuua keerukate matemaatikaülesannete lahendamise, mille puhul jagatakse esmalt ülesanne osadeks.

Skinneri töö haridusse programmõpe. Suuremahuline õppematerjal jagatakse väiksemateks osadeks. Iga osa õppimise järel on õpilasel võimalus liikuda järgmisele tasemele. Enne järgmise osa juurde liikumist tehakse õpitu kohta kontroll, mille tulemustest antakse õpilasele koheselt teada. Õpilane liigub materjali omandamisel edasi individuaalses tempos. Skinneri töö välja, et programmõppes on olulised kaks punkti:

- tasuks on teadasaamine vastuse õigsusest;
- vastuse õigsusest tuleb anda viivitamatu tagasiside.

Edwin R. Guthrie rõhutas õppimise hädavajaliku ja piisava tingimusena assotsiatsiooni moodustamist ärrituse ja liigutuse põhjal (premeerimine oleks seega vähem tähtis).

Metoodika. Biheiviorismi põhimõtete rakendamist toetavad õppemeetodid on loeng, harjutustund, seminar, laboritööd (praktikatunnid) jt otsese õpetamise meetodid. Hindamismeetoditeks sobivad valikavastustega testid, kontrolltööd, eksamid ja arvestused.

4.2.2 Sotsiaalse õppimise teooria

„On olemas kahte liiki õpilasi: need, kes teevad ära kogu töö ja need, kes saavad teiste tööst kasu. Püüdke olla esimeses rühmas, sest seal on väiksem konkurents.“ Indira Gandhi

Sotsiaalse õppimise teooria (*social learning theory*) kasvas välja biheivioristlikest lähtepunktidest 1960. aastatel. Sotsiaalse õppimise puhul lähtutakse õppimise mõistmisel põhijoontes biheivioristlikust stiimul-reaktsioon-mudelst, kuid peetakse oluliseks õppimisega kaasnevate tunnetuslike protsesside, mõtlemise ja arutluse arvestamist. Suuna esindajad uurisid *sotsiaal-kultuurilise keskkonna* mõju õppimisele ja käitumisele läbi vaatlemise, jäljendamise, **imiteerimise**, saades eeskuju sotsiaalsest keskkonnast.

Sotsiaalse õppimise puhul ei õpita mitte ainult ühiskonna poolt aktsepteeritud käitumist, vaid siin võib omandada ka antisotsiaalseid käitumismalle (näit koolivägivald). Seega peaksid täiskasvanud ja õpetajad olema väga tähelepanelikud, jälgides pidevalt, kuidas nad ise käituvad. Uue käitumisviisi omandamiseks piisab tihti selle ühekordsest nägemisest, nähtut ei pruugitagi jäljendada kohe, vaid alles siis, kui tekkib selleks sobiv olukord. Uus käitumisviis omandatakse sageli ilma välise tasustusega, uue käitumisviisi rakendamine sõltub oodatavatest tagajärgedest (karistust kaasatoovaid käitumisviise püütakse pigem vältida, sest reeglina on inimesel võime seada ennast teise isiku rolli).

Sotsiaalset õppimist on ulatuslikumalt uurinud **Albert Bandura**. Sotsiaal-kultuurilise õpiteooria alusel on õppimisel oluline sotsiaalne keskkond, suhtlemine, vaatlemine, loomine, modelleerimine või jäljendamine. Õppimise fookus on suunatud uute rollide ja käitumisviiside omandamisel, suhtlemisel ja praktilal. Õpetaja on käitumise mõjutaja, juhendaja, õpilaste kaasaja. Õpilane on aktiivne suhtleja ja meeskonna liige.

Bandura järgi saab mudelkäitumise omandamisest rakendamiseni eristada nelja faasi (Krull 2001):

- *märkamine* – väärtushinnangulise käitumise kujunemine algab väärtustatava nähtuse tähelepanemisest. On võimalik, et märgatav on õpilasele sisemiselt vastuvõetav, sel juhul nähtut tõrjutakse, kuid kui uut käitumisviisi märgatakse ja ollakse selle suhtes tolerantne, märgatakse tajutavas ka detaile. Kui õpilane on huvitatud uue käitumisviisi omandamisest, rakenduvad tähelepanuprotsessid hõlpsamini;
- *meeldejätmine* – psüühilised toimingud käivituvad kindlasti, kui näiteks püütakse armastatud kangelasega sarnaneda, kuid kui on tegemist tahtliku meeldejätmisega õpetaja suunamisel toimuva õppimisega, aitab toimingute teadlik sooritamine tõsta õppimise tõhusust. Käitumismallide omandamine nõuab sageli teadlikku õppimist, sel juhul jaotatakse keerulisematel juhtudel tervikprotseduur üksikkomponentideks. Alguses luuakse üldpilt ja siis alustatakse üksikprotseduuride meeldejätmist kasutades mnemotehnilisi võtteid;
- *reprodutseerimine* – keerulisemate käitumisviiside omandamine ei pruugi alati kohe õnnestuda, seetõttu on harjutamisel otsustav tähtsus, kusjuures harjutamise puhul on olulise tähtsusega tagasiside tegevuse korrektsuse kohta. Keerulisemate käitumismallide omandamine toimub järk-järgult, korrigeerides õpitut tagasiside ja hinnangu teel;
- *motivatsioon* – omandatud käitumine rakendub siis, kui on oodata tasustust, käitumisviisi, mis toob kaasa karistuse, üldjuhul ei jälgendata. Õpilastele jäävad paremini meelde käitumismallid, mida demonstreerivad isikud, kellega soovitakse sarnaneda või kes on staatusest kõrgemad. Kuni õpilased ei ole võimelised ette nägema oma tegude tagajärgi ega vastutama nende eest, ei saa neile anda rohkem tegevusvabadust, kui nad kanda suudavad. Meie käitumist suunab ja kontrollib enesekinnitus – me kaalume oma tegevuse läbi ja püstitame endale tegevusstandardid.

Bandura toob välja, et **nii õpetaja kui ka kaasõpilased on õppimisel mudeliks oma eeskuju, suhtumise ja tegutsemisega**. Seetõttu on soovitatav rühmatööd korraldada nii, et endas kahtlevatel õpilastel oleks võimalus näha ja õppida, kuidas nende tugevamad kaaslased ülesandeid lahendavad, nii kasvab eneseusk. Õpetajad kujundavad suhtumise õppeainetesse ja üldised lähenemisstrateegiad probleemilahenduseks ning ülesannete lahendamise oskusi.

Kognitiivse käitumise modifitseerimise metoodika (KKMM). Õpetamisel on oluline järgida Bandura formuleeritud õppimise faase: õppimisel on oluline kõigepealt kindlustada, et õpilased märkaksid õpitavat käitumisviisi, siis jätkaks selle meelde, harjutaks seda ja mis kõige olulisem – tunneks ära, millal seda kasutada, olles motiveeritud õpitut rakendama sobival momendil.

Arutledes oma tegevuse üle, saadakse KKMM abil:

- paremini määratleda tegevuse eesmärgid;
- esile tõsta olulisi momente;
- enesejuhtimisega õppida;
- oma tegevuse tõhusust jälgida;
- otstarbekamalt ülesandeid lahendada;
- kaasata endassetõmbunud õpilasi;

- aidata ebaõnnestunud õpilastel toime tulla raskustega õpingutest loobumise asemel;
- oma tegevust kontrollida ja arukaid otsuseid langetada.

Metoodika. Sotsiaalse õppimise teooria põhiseisukohtade rakendamist toetavad otsese õpetamise meetodid, rühmatööd, interaktiivsed tunnid, hindamismeetoditena testid, kontrolltööd ja rühmaeksam.

4.2.3 Kognitivism

„Kõik, kes meenutavad oma kooliaega, mäletavad õpetajaid, mitte meetodeid ja tehnikaid. Õpetaja on haridussüsteemi südameks.“ Sidney Hook

1920. aastate alguses hakati tunnetama, et õppimine ei toimu ainult stiimuli - reaktsiooni põhimõttel. Vastukaaluna kujunes välja kognitivismi koolkond. Algselt ei leidnud kognitivistlik õppekäsitlus suuremat vastukaja, kuid alates 1960. aastatest hakkasid need järjest enam domineerima.

Kognitivismi keskseks uurimisobjektiks on õppimise käigus toimuvad ajutegevuse protsessid (tajumine, mälu, mõtlemine). Kognitiivse õpiteooria järgi on õppimises keskne koht info sisemisel ümbertöötamisel, mille tulemusena omandab õpilane info vastuvõtuks, lahtimõtestamiseks ja probleemide lahendamiseks tarvilikke seesmised mudeleid. Kognitiivset protsessi võib vaadelda ka vaimse tegevuse operatsioonide jadana: enesehäälestamine, tähelepanu koondamine, tajumine, info vastuvõtt, selle mõistmine, meeldejätmine, meelde tuletamine, õpitu kasutamine, lõplik omandamine.

Kui võrrelda biheivioristlikku ja kognitivistlikku koolkonna põhiideid, siis biheivioristid mõistavad õppimise all muutusi õpilase käitumises ja välises tasustamises, kuid see osa õppimisest, mis käivitub ja kulgeb seemise huvi mõjul ning millega kaasneb analüütiline mõtlemine, jäi tahaplaanile ehk õpilase aktiivsuse allikas asus temast väljaspool. Kognitivistid lähtuvad arusaamast, et õppimine saab alguse õpilase sisemisest aktiivsusest, mis väljendub huvina ümbritseva maailma vastu. Teadmised on sümboolsed ning vaimsed konstruktsioonid ajus ja õppimine toimub nende sümboolsete kujutiste töötlemise käigus. Kogu aktiivsuse allikat peetakse olevat peidus õpilases endas (Teppan 2013).

Sarnasus kahe õpiteooria vahel on siiski olemas - mõlemad teooriad vaatlevad õppimist õppuri kohanemisena keskkonnas ning teadmisi vaadeldakse õpetaja poolt antuna ja muutmatutena.

Õpetajad peaksid arvestama, et õpilased on just oma erinevate mõtteskeemide loomise tõttu niivõrd erinevad, et ei saagi kõigilt nõuda õpitu ühesugust omandamist ega ühesuguse kiirusega edasi liikumist. Kui õpetaja arvestab võimaluste piires iga õpilase individuaalsusega, paraneb seeläbi õpilaste õpimotivatsioon.

Kognitivismi seisukohalt on omandamisprotsessis olulised järgmised etapid, mida õpetaja ei tohiks uue aine tunnis unustada:

- uue materjali esmatajumine õpilase poolt (isikliku emotsionaalse värvinguga);
- tajujärgsed protsessid (korduvatjumine) lühimälu perioodil, kui hakatakse looma assotsiatiivseid seoseid ning neid salvestama püsimalus;
- uue materjali kinnistamine püsimalus (suur tähtsus kodutöödel ja laboriharjutustel).

Meeles tuleks pidada, et õppimine käivitub ainult siis, kui õppijale teadaoleva ja tundmatu vahel on mõõdukas ebakõla. Intellektuaalne areng ja õppimine toetuvad valdavalt sisemisele küpsemisprotsessile ning seetõttu ilmutab õpilane loomupärast huvi vaid asjade vastu, mille mõistmiseks ta on parasjagu valmis. Seega ei saa õppetunnis esitada teemasid või kasutada väljendeid, milleni õpilase arengutase veel ei ole jõudnud. Liigse erinevuse korral ei saa õpilane õpetatavast ainest aru ja kaotab selle vastu huvi.

Õppeaine ettevalmistamisel ja õpetamisel tuleks lähtuda järgmistest põhimõtetest:

- mõttestruktuurid kujunevad järk-järgult läbi arenguastmete ja arengutempo oleneb nii ainevaldkonnast kui ka õpilase eripärast;
- üldjuhul lahendavad õpilased probleeme ja arutlevad oma arengust madalamal tasemel;
- tegelike võimete avaldumisvõimaluste puudumine toob kaasa intellektuaalse arengu pidurdumise;
- õpilased vajavad nii madalama kui ka võimete piiril oleva vaimse tegevuse kogemust.

Tuntumateks kognitivistliku suuna esindajateks on **Jean Piaget ja Jerome S. Bruner**.

Šveitsi psühholoogi Jean Piaget' peetakse kognitivistliku suuna rajajaks. Tema ideed hakkasid levima 1950. aastate lõpus ning saavutasid suurima populaarsuse 1970 aastatel.

Piaget tõestas, et tänu võimele jätta meelde huvist ajendatud toiminguid ja nende resultaate, hakkavad inimese teadvuses salvestuma kogemused, mida ta nimetas skeemideks (skeem=kogetu peegeldus teadvuses). Inimese teadmised keskkonnast ja viisidest, kuidas sellele reageerida kodeeritakse ning salvestatakse arengu käigus, mis algab mootorsete skeemide moodustamisest ja liigub aina abstraktsemate mõttekonstruktsioonide poole. Arengu käigus ei moodustata mitte ainult uusi skeeme, vaid toimub ka juba olemasolevate skeemide diferentseerumine ja integreerumine. Seega toimub inimese teadvuses lõputu teadmis- ja mõtteskeemide konstrueerimine. Et iga inimese kogemuslik baas on ainulaadne, siis on ka kujunevad mõtteskeemid unikaalsed. Huvi uute kogemuste vastu ja mõõdukas ebakõla teadaoleva ning tundmatu vahel loovad soodsad tingimused õppimiseks ja arenguks. Kui aga ebakõla või vastavus meie teadvuses olemasoleva ja väliskeskkonnast tajutava vahel on liiga suur, siis õpihuvi ei tekki (Teppan 2013) (vt ka jaotis 4.2.3.2 - Piaget' ja Perry kognitiivse arengu teooriad).

Ameerika psühholoog Jerome S. Bruner (1915) arvas, nagu ka Jean Piaget, et inimene on sünnipärane õppija ning pidev areneja. Bruner'i arvates peab haridusel, mis koolis antakse, olema nii lähim kui ka kaugem eesmärk. Õppijast peaks saama kindlasti iseseisev probleemide lahendaja.

Õpetamisel peaks olema neli peamist tunnusjoont:

- kogemused, mis kõige tõhusamalt loovad õppimise eelsoodumuse;
- moodused, kuidas põhiteadmiseid tuleks struktureerida, et need oleksid õpilastele kergesti mõistetavad;
- kõige efektiivsemad järeldused materjali omandamiseks;
- kiitmise ja karistamise vajadus ja sagedus õppeprotsessis.

Esimest väidet pidas Bruner äärmiselt oluliseks, sest õpetamine peaks soodustama ja reguleerima alternatiivide otsingut ning peamine tingimus selleks on uudishimu. Bruner käsitleb oma teoorias ainult ühte õppemeetodit – instrueerimist (*instruction*) ehk teadmiste didaktikalist esitamist.

Bruner arvas, et vaimsete võimete kujunemisel ei ole selgepiirilist astmelist arengut (nii nagu seda väitis Jean Piaget) ja teadmiste omandamine toimub kogemuste järk-järgulise suurenemisena ühes või teises valdkonnas. Bruner oli veendunud, et mis tahes vanuses õpilasele saab õpetada erinevaid teadusdistsipliine, kui kohandada nende sisu sobivaks õpilaste tunnetuslikele võimalustele.

Metoodika. Kognitivismi ideede rakendamist toetavad otsese õpetamise meetodid, sh loengud ja interaktiivsed tunnid, uue info visualiseerimine ja mitmekülgne kordamine lühimälu perioodil ning õpitu kinnistamine ülesannete lahendamisega, mõistekaardid, analüüs, hindamismeetoditena sobivad valikvastustega testid, kontrolltööd ja esseed.

4.2.3.1 Geštaltpsühholoogia

„Me ei saa inimestele midagi õpetada. Me saame neil aidata seda iseendas avastada.“ Galileo Galilei

Geštaltpsühholoogiline (kujupsühholoogiline) teooria toetub kontseptsioonile, et tervik on suurem kui tema osade summa, teooria pööras erilist tähelepanu tervikkujundite ehk geštaltide tajule ning holistlikule lähenemisele. Geštaltpsühholoogia (saksa keelsest sõnast *Gestalt* – konfiguratsioon, kuju) tekkis Saksamaal 20. sajandi alguses (1920-1930) **Max Wertheimeri, Kurt Koffka, Wolfgang Köhleri ja Kurt Lewini** tööde põhjal, kes on psühholoogias tuntud ka kui Berliini koolkond. Geštaltpsühholoogia tekkis vastusena introspektiivsele meetodile, biheiviorismile ja assotsiatsioonismile.

Kognitiivse psühholoogia ja õpiteooriate kujunemisele andsid olulise panuse Saksa geštaltpsühholoogid. Nad näitasid veenvalt, et tunnetades ümbritsevat maailma, interpreteerivad inimesed seda varasemate kujutluste põhjal. Tajutu pole vastuvõetud informatsiooni koopia. Sõltuvalt aktiveeruvast taustsüsteemist võivad ühe ja sama nähtusega kokku puutuvad inimesed näha seda täiesti erinevalt. Ka probleemide lahendamine eeldab situatsiooni nägemist sobivate seoste valguses. See sünnib enamasti ootamatu avastuse ehk ahaa-efektina. Geštaltsid näitasid, et luues soodsad välised olud, saab õppimist avastuslikul teel kiirendada. Avastuslikule õppele saab kaasa aidata situatsiooni tuntuseastme reguleerimisega. Õppimise mõistmisel on kesksel kohal arusaamine mälust ja selle talitlusest. Traditsiooniliselt käsitletakse mälu kas assotsiatiivsete või konstruktivistlike mudelite valguses (Krull 2001).

Geštaltkoolkonna põhiideeks on, et psühholoogilistele nähtustele on algusest peale omane lõpetatus, terviklikkus ja struktureeritus. Algne objekt on midagi enamat, kui lihtsalt selle osade summa – tervikut ei saa kokku panna erinevate osade liitmise teel. Elemendid määravad terviku – tervik on primaarne, osad sekundaarsed. Usuti, et inimesed otsivad pidevalt lõpetatust – et kõik oleks lõpule viidud, korrastatud ja tähendust omav.

Geštaltpsühholoogia esindajad viisid taju uurimiseks läbi hulgaliselt katseid ja uurimusi. Nad eristasid taju kui terviku tunnetamise protsessi aistingust kui üksikomaduse tunnetamisest. Uuriti tajuobjekti vahekorda selle fooniga, kontrastinähtusi, mõtlemist. Inimesed on tähenduse nimel võimelised minema ka kergema vastupanu teed. Sobiva tähenduse leidmiseks ollakse valmis mõningaid sõnu ignoreerima või hoopis välja jätma. Nii oleme võimelised lugema teksti, milles osa tähti puudub.

Kas mäletate, kuidas olite häiritud, kui ei suutnud meenutada mõne inimese nime? Kuidas see kummitas? Kui hea tunne oli, kui see lõpuks meelde tuli? See ongi põhjus, miks ei saa usaldada ennast oma töö lõplikul ülevaatamisel. Aju paneb pidi kokku lühimat teed pidi, mistõttu osa infost võib välja jääda ja osa juurde tulla. Meie aju sunnib meid sedavõrd intensiivselt tähendusi otsima, et isegi unes mõtleme ja

lahendame alateadlikult probleeme ning ülesandeid. Ärgates on mõnelgi meist meelde tulnud, kust leida kadunud võtmed, milline oleks ülesande õige lahenduskäik jne. Eelnevast tuleneb ka meie enesesisenduse mõjujõud. Pidevalt endale sisendades, et olen enesekindel ja võimekas, hakkab meie uskumussüsteem pisitasa muutuma. Geštalt aitab neid enesesisendusi loovalt ja sihikindlalt ellu viia. See annab meile energiat, et otsida võimalusi pildi kokku panemiseks ning korraga hakkame nägema teid, mis viivad meid eesmärgini.

Peamine puudus selle psühholoogia suuna juures on geneetilise lähenemise eiramine. Sellest hoolimata on geštaltpsühholoogide panus taju ja loomingulise mõtlemise ning sotsiaalpsühholoogiliste grupiprotsesside uurimisse märgatav.

Geštaltteooria põhiprintsiibid (grupeerimise seadused) on:

- lähedus – kalduvus grupeerida omavahel lähestikku asetsevad objekte;
- sarnasus – kalduvus grupeerida omavahel mingi tunnuse (näiteks värvus) poolest sarnaseid objekte omavahel;
- suletus – objekti osade ühendamine tervikuks, hoolimata sellest, et tegemist ei ole suletud figuuriga;
- hea jätkuvus – kalduvus pidada üheks objektiks sellist objekti, mis järgib teatud loogilist rada/jätkumist;
- sümmeetrilisus – ühtekuuluvana tajutakse neid objekte, mis asetsevad kujutletava keskpunkti suhtes sümmeetriliselt;
- ühine saatus – tendents pidada ühtseks tervikuks sellised objekte, mis näiteks liiguvad ühes suunas;
- hea terviklikkus – objekte peetakse ühtseks tervikuks, kui nad moodustavad regulaarse, lihtsa ja korrapärase mustri;
- mineviku kogemus – objekte tajutakse tervikuna, kui neid esitatakse näiteks väga lühikese ajalise järgnevusega;
- maksimaalse tõenäosuse või sarnasuse printsiip: tendents interpreteerida proksimaalset stiimulit vastavalt sellele välismaailma stiimulile, mis kõige suurema tõenäosusega sellise kujutise tekitab (nt subjektiivsete kontuuride tajumine: näit. Kanizsa kolmnurk).

Koolkonna peaesindajad on **Kurt Koffka, Wolfgang Köhler, Kurt Lewin ja Max Wertheim**. Selle koolkonna esindajate arvates ei reageeri õppija kindlatele isoleeritud ärritustele, vaid kogusituatsioonile tervikuna. Varasemate kogemuste ja katsete kasutamise kaudu jõuab õppija arusaamani ja sellega ka probleemide lahendamiseni. Lahendused tekkivad siis äkki, neist saadakse hetkega aru.

Tuntud on **Wolfgang Köhler**'i katsed, kus banaan riputati šimpansipuuri lakke, väljapoole looma haardeulatusest. Puuris olid mõned kastid, aga loom ei jõudnud banaanini, kui ta ühe kasti peal seisis. Loomad sooritasid mitmeid katse-eksituse variante – juhuslikult aga asetas üks loom äkki mõned kastid üksteise peale ja ronis selle ehitise otsa ning sai banaanini kätte. Köhler nimetas sellist õppimist **arusaamaks** ja interpreteeris seda kui seoste nägemist.

Järgnevalt tutvustatakse kahte teooriat, millele tehnikavaldkonna õpetamisel on võimalik tugineda: Piaget' arenguteooriat ja Perry üliõpilaste kognitiivse arengu teooriat (Krull 2001). Need teooriad aitavad õpetajal mõista, kuidas oma õpilasi paremini õpetada ja arendada, mis arenguastmel nad parajasti on ning mida

neilt antud arenguastmel oodata võib.

4.2.3.2 Jean Piaget' kognitiivse arengu teooria

„Hariduse põhieesmärgiks on arendada mehi ja naisi, kes on võimelised tegema uusi asju, mitte kordama eelnevate põlvkondade tehtut.“ Jean Piaget

Piaget' üks vastuolulisemaid väiteid oli see, et kognitiivne areng läbib teatud etapid. Piaget' jaoks tähendas etapp ajavahemikku, mille käigus lapse muutumine ja käitumine peegeldab kindlat tüüpi selle aluseks olevat mentaalset struktuuri. Piaget leidis, et iga aste järgneb eelnenud astmele hõlmates endas eelmise astme elemente ja valmistudes järgmiseks astmeks. Astmetel tagasi liikumine ei ole võimalik ja kui laps omandab teatud oskused, siis tema roll ja organiseerimisvõimed on jäädavalt muutunud. Etappide eeldus on ka see, et ükski aste ei tohi vahele jääda ja igale astmele eelneb sellele eelnev aste. Piaget' arusaamise järgi alustab inimene oma elu mitmesuguste inimestele omaste füüsiliste refleksidega ja päritud oskustega, mis teevad võimalikuks keskkonnaga kohanemise ja sellega suhtlemise ning mõtletegevuse organiseerituse (Krull 2001).

Intellekti kujunemise põhiastmed Piaget' järgi (Krull 2001). Piaget' teooria kohaselt on kognitiivse arengu põhiastmeid neli:

- **Sensomotoorne aste** (0 - 2a). Vastsündinu maailmataju algab katse ja eksimuse meetodil toimimisest. Toimub järk-järguline üleminek eesmärgipärasele tegevusele. Algne kogemus talletub laste mälus mootorsete tegevusskeemidena. Sensomotoorne reageering asendub vahetule ärritajale mõttelise ettekujutamise ja nähtud tegevuste jäljendamisega. Sensomotoorse arengu perioodi lõpuks hakkavad lapsed ette kujutama oma potentsiaalseid toiminguid ja nende tagajärgi. Kujuneb arusaamine, et asjad eksisteerivad ka siis, kui neid näha pole.
- **Operatsioonide-eelne aste** (2 - 7a). Operatsioonide-eelsel perioodil hakkavad lapsed aru saama, et sõna kui sümbol ja sellele vastav objekt ei pea sugugi koos olema. Kujuneb kõnekeel ja võime mõelda ning lahendada probleeme sümbolite vahendusel. Iseloomulikud on raskused tajutavate objektide klassifitseerimises, osade ja tervikute eristamises ning sündmuste käigu mõttelises pööramises. Mõtlemine on egotsentriline, mis teeb raskeks teiste seisukohtade mõistmise.
- **Konkreetsete operatsioonide aste** (7 - 12a). paraneb loogiline mõtlemine, sest mõtlemine muutub reversiivseks ning kujuneb säilitamis-, klassifitseerimis-, järjestamis-, eitamise-, identifitseerimis- ja kompenseerimisvõime. Laps suudab loogiliselt lahendada konkreetseid probleeme, omaks võtta teiste arusaamu olukorrast ja arvestada teiste inimeste kasvatuses kõlblusprobleemide lahendamisel. Lapsed vabanevad enesekesksusest ja hakkavad nägema sündmuste põhjuseid väljaspool iseennast. Õpilane ei ole veel võimeline deduktiiv-hüpoteetiliseks (arutlusel põhinevaks) mõtlemiseks.
- **Formaalsete operatsioonide aste** (alates 12 eluaastast). Omandatakse keerulise verbaalse mõtlemise võime, mis väljendub hüpoteeside püstitamises ja abstraktsete sümbolitega opereerimises (omandab mõtlemine deduktiiv-hüpoteetilise (arutlusel põhineva) iseloomu). Mõtlemine muutub teaduslikumaks sedamööda, kuidas areneb võime genereerida ja kontrollida kõiki vaatluse all oleva probleemi loogilisi kombinatsioone. Nooruk hakkab huvi tundma oma identiteedi ja teiste sotsiaalsete probleemide vastu. Vaimsete võimete lõppaste. Suudetakse

tajuda abstraktseid seoseid, ollakse võimeline opereerima tuleviku, õigluse, väärtuste kategoorias. Probleemidele lähenetakse kavakindlalt, näiteks probleemide lahendamisel minnakse üldiselt üksikule. Õpilane suudab rakendada oma teadmisi uutes tingimustes, leida vigu, analüüsida ja õppida oma vigadest.

Harjunud lihtsa tajuga, on õpilasel raske pikemat teksti lugeda ja mõista. Sellest on kaasajal saamas lausa õpilaste nn erivajadus, kuhu hüütakse. Arvuti taga käivituvad teaduste doktoril ja lapsel täiesti erinevad psüühilised protsessid (Leppik 2016). Seetõttu ootavad pedagooge ja haridustehnolooge huvitavad väljakutsed, et pakkuda õpilastele ka arvutis reaalselt tegevuspõhist õpet, lugemisülesandeid e-raamatust, eluliste probleemide lahendamist arvuti toel jms.

Inseneri- ja tehnikahariduse tudengid peaksid olema jõudnud Piaget' teooria viimasele arenguastmele. 30-60% täiskasvanutest, kel on raskusi mõtlemisega kõrgeimal arenguastmel, ongi alles tavaliselt nn üleminekuastmel ja ei suuda seetõttu alati täiel määral vajalikke mõtlemisoskusi rakendada. Üleminekuastmel olevad õpilased suudavad küll läbi raskuste omandada vajalikku materjali, kuid ei oska üldistada, teadmisi uutes tingimustes rakendada ja probleeme lahendada ning katkestavad seetõttu tihti õpingud. Piaget' teooria on olnud konstruktivismi tekke üheks aluseks.

Kaasaegsed uuringud on tõestanud, et inimese vaimne areng sõltub ainevaldkonnast. Uurimused on tõestanud, et kõige paremini sobib Piaget' teooria STEM valdkonna arutlusvõime arengu kirjeldamiseks, seetõttu on see teooria olnud just STEM valdkonna õpetajatele oluline.

4.2.3.3 William Perry kognitiivse arengu teooria

„Parimad õpetajad näitavad kuhu poole vaadata, aga ei ütle, mida peaks seal nägema.“ Alexandra K. Trenfor

Harvardi ülikooli professor, psühholoog William G. Perry [üliõpilaste kognitiivse arengu teooria](http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/perry.positions.html) (Perry 1985, Nilson 2003, <http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/perry.positions.html>) on välja töötatud pikaajalise uurimistöö tulemusena.

Perry toob välja üliõpilaste kognitiivse arengu järgmised staadiumid (<http://www.slideserve.com/Faraday/william-perry-s-theory-of-intellectual-and-ethical-development>):

- *kahesus, duaalsus (duality)* – ebakindlust ja määramatust ei eksisteeri, õppejõud teavad õigeid vastuseid. Üliõpilased otsustavad, kuidas käituda või mida uskuda absoluutsete standardite alusel – vale või õige. Õppejõud õpetavad absoluutset tõde reaalsuse kohta. Reeglina on vaid üks õige vastus või seisukoht.
- *paljususe a) (multiplicity a)* – üliõpilased mõistavad, et kuna eksisteerib määramatus, siis eksisteerib ka arvamuste paljusus. Samuti mõistavad nad, et mitte kõik õppejõud ja ametnikud ei ole võrdselt kompetentsed. Siiski paljud üliõpilased ei usu veel seda ja arvavad, et õppejõu antud ülesanded suunavad neid vaid kindlate õigete vastuse poole;
- *paljususe b) (multiplicity b)* – sellel staadiumil mõistavad üliõpilased, et on olemas tõeline määramatus, mis on siiski ajutine ja laheneb peagi, kuni õppejõud leiab õige vastuse;
- *relativism a)* – relativismi laiem staadium, kus üliõpilased teevad täispöörde ja loobuvad usust

õppejõudude võimesse tuvastada absoluutset tõe. Sellest staadiumist alates nad kas peavad kõiki vaateid võrdselt paikapidavateks (kompetentseteks) või aktsepteerivad erinevaid arvamusi selgelt piiritletuina ja teatud standardite alusel;

- *relativism b)* – sellel staadiumil esitavad üliõpilased vormiliselt seisukohta, et kõik teadmised on relativistlikud ja kontekstipõhised, seda küll siiski veel teatud piirangutega – säilinud on dualistlikud ideed õigest ja valest (teatud juhtudel ja spetsiifilises kontekstis). Seega isegi relativistlikus maailmas möönavad nad veel teatud juhtudel, et faktid on siiski faktid ja eksisteerib ainult üks usaldusväärne tõde;
- *mõistmine, seosed a) (commitment a)* – mingil hetkel ei suuda üliõpilased enam tegutseda sisemiste vasturääkivuste ja mitmetähenduslikes tingimustes. Nad soovivad teha valikuid, kuid neil puuduvad selleks kindlad standardid. Neil on vajadus orienteeruda relativistlikus maailmas, luues isiklikke seoseid õpitu mõistmiseks;
- *mõistmine, seosed b)* – kui üliõpilased loovad esialgseid, ebakindlaid seoseid (jõuavad mõistmisele) mingile kindlale seisukohale mingis valdkonnas, siis on jõudnud nad sellele staadiumile;
- *mõistmine, seosed c)* – sellel staadiumil üliõpilased katsetavad, kogevad, uurivad loodud seoste, mõistmise ja tehtud valikute mõju ning järelmeid. Sellel staadiumil mõistavad nad, mida loodud seosed tegelikult tähendavad, millised on võimalikud kompromissid ja järelmid;
- *mõistmine, seosed d)* – sellel staadiumil mõistavad üliõpilased, et seoste ja mõistmise katsetamine, nende omaksvõtt või muutmine ongi kogemuste saamise eesmärk ning see omakorda on nende isikliku intellektuaalse arengu olulisim osa. Tegemist on elukestva tegevusega, mis sillutab teed tarkusele ja elutarkusele, kognitiivsele küpsusele ning nõuab avatud meeli, valmisolekut edasiseks arenguks ja õppimiseks.

Nelson (2003), mõtlemisoskuste arendamise üks juhtivaid uurijaid USA-s, väidab, et meie õpetajate/õppejõududena võime omalt poolt toetada üliõpilaste arengut läbi eeltoodud staadiumite, tutvustades neile oma õppeaine sisu sügavuti, valdkonna võrdlusstandardeid, vaidlusteemasid, valupunkte. Seetõttu ongi olulised just STEM valdkonnas õppeainete-vaheliste seoste loomine ja interdistsiplinaarne õpe. Kui meie üliõpilased mõistavad määramatuse osa meie teadmistes ja tehnikaerialade kiiret arengut, on nad ka valmis elukestvaks õppeks, reaalse probleemide lahendamiseks ning huvituvad teadustööst. Meie üliõpilased peaksid mõistma, et kõigi võimalike vastuste ja interpreteeringute seas võivad mõned olla valiidsemad, nad peaksid mõistma, miks mõni lahend on parem kui teine, millised on kriteeriumid, et eraldada terad sõkaldest jne. Seeläbi õpitakse interpreteerima, tegema erinevaid järeldusi uurimistulemustest, rääkima kaasa valdkonna paradigmade muutuses, osalema kaasaegsete uurimisgruppide töös.

Õppeained on väga erinevad, igal neist on oma metakognitiivne mudel, igal neist erinev konventsioon, mis määrab vettpidavad argumendid. Paljudel üliõpilastel on raskusi nende konventsioonide mõistmise ja iseseisva omandamisega, arvatakse, et kõigis valdkondades on samad reeglid ning põhimõtted. Seetõttu soovib Nelson õpetajatel selgelt välja tuua oma õppeaine, valdkonna standardid ja võrdluspõhimõtted.

Perry teooria 5. staadiumil tunnevad üliõpilased relativismiga kokku puutudes end ebamugavalt, 6. staadiumil on neil tuline vajadus vastavate kriteeriumide järele, mille alusel valikuid hinnata ja siin tulebki

tutvustada neile eriala (valdkonna) hindamisraamistikku. Et julgustada üliõpilasi staadiumides 7 ja 8 tuleks neile anda diskussioonivõimalusi, et hinnata oma esialgseid loodud seoseid erinevates kontekstides. Nad loovad oma raamistiku erinevatele juhtumitele, probleemidele vms oma valdkonnas ja soovivad tegutseda reaalsetes tingimustes, et katsetada mõistmist ning loodud seoseid. Läbi elulise tegutsemise mõistavad nad, et seosed keskenduvad erinevatele võimalustele, avades ja sulgedes erinevaid valikuid. Meie üliõpilased peaksid teadma, et neil on alati võimalus loodud seoseid ümber hinnata, neid modifitseerida ja vajadusel luua uusi seoseid, kui nad jõuavad uutele kogemustele, saavad paremaid ja täpsemaid tulemusi või uue tõendusmaterjali, jõudmaks sügavuti mõistmisele. Läbi selle mõistmise jõuavadki nad staadiumile 9.

Üliõpilased võivad olla õppeprotsessis erinevatel staadiumitel, isegi õppides ühel ja samal kursusel. Sel juhul on arukas aidata just neid üliõpilasi, kes on mõistmise ja seoste loomisega oma kaaslastest tagapool, andes neile juurde vajalikke alusteadmisi ebamäärasuse likvideerimiseks, tuues välja õppeaine struktuuri, olulisi võrdluskriteeriume ja põhialuseid.

Perry teooria on alustalaks nii interdistsiplinaarsele, integreerivale õppele kui ka kombineeritud õppe ja pööratud klassiruumi meetoditele (vt. jaotis 8.5.9).

4.2.4 Konstruktivism

„Kui Sa tahad ehitada laeva, siis ära sunni oma õpilasi puitu kokku tassima ega ära jaga neile tööülesandeid, vaid pane neid igatsema mere imelise lõpmatuse järele.“ Antoine de Saint-Exupery

Konstruktivism tugineb mõtlemise ja kogemuse koosmõjule reaalses olukorras.

Konstruktivistliku õpikäsituse põhiteesid:

- õppur on õppeprotsessis aktiivne osaleja, konstrueerib oma teadmisi iseseisvalt, ei kopeeri neid ega võta õpikust, ei võta üle ka õpetajailt;
- lahendusi ning õigeid tulemusi võib olla mitmeid;
- õpe peab toimuma reaalelulises, mõtestatud, autentses keskkonnas;
- õppur juhib õppeprotsessi ise, määrab oma tegevuse rütmi ja eesmärgid;
- õpikeskkond olgu mitmekesine, toetades erinevaid õppimisviise;
- õppimine on sotsiaalne tegevus, mis toimub koostöös teiste õppuritega.

Konstruktivism kasvas välja kognitiivsetest teooriatest 1980. - 1990. aastatel ja seda peetakse õppimise tulemuslikkuse seisukohast kõige efektiivsemaks teooriaks gümnaasiumi õpilastele ja üliõpilastele.

Konstruktivism vaatlus, kuidas õppijad mõtestavad oma kogemusi. Õppimine ei ole enam teadmiste vastuvõtu protsess, vaid sisemine tõlgendamise protsess. Inimesed õpivad mõtlemise ja kogemuste koosmõjul ning sellele järgnevate keerukamate kognitiivsete skeemide arendamise kaudu ehk õppija konstrueerib ise oma teadmised, tuginedes oma varasematele kogemustele ja omandatud teadmistele.

Konstruktivistid näevad õppimist individuaalse protsessina, mille käik ja tulemused on alati erinevad, lähtudes õppija maailmapildist. Teadmised omandatakse kõige efektiivsemalt, kui ollakse hõivatud nende teadmiste loomisega ning õpilased on pigem õppeprotsessi aktiivne osas, mitte tühi anum, mida teadmistega täidetakse. Õppimine on õppija enda aktiivse tegevuse tulemus.

Õpetajal on toetav roll (olles giid, nõuandja, juhendaja, järeleaitaja) kes suunab, mitte ei anna valmisteadmiseid. Saadud teadmisi on õpilased võimelised hõlpsasti rakendama uutes situatsioonides, probleemide lahendamisel, arutlemisel ja edaspidisel õppimisel. Tähtsaks peeti käelist tööd, kuna selle kaudu võivad lapsed kergemini näha oma töö tulemusi.

Konstruktivistid peavad õppimise juures väga oluliseks ka õppekeskkonda, mis peaks olema rikkalik, varieeruv, õppimist toetav, motiveeriv ning individuaalne. Pidevalt rõhutatakse sotsiaalset konteksti ja teiste inimeste kaasmõju õppimisele sh meeskonnatöö olulisust.

Konstruktivistid soovisid luua nn. uut haridust, mille eesmärgiks oli endisest vabamate ja õpilasekesksemate teadmiste omandamise võimalused.

Konstruktivistliku teooria kuulsaimateks esindajateks on **John Dewey, Lev Vögotski, William Perry, David Kolb ja Jean Piaget**, viimast peetakse ka kognitivismi teooria rajajaks

Jean Piaget (1896-1980), kognitiivne konstruktivism (individuaalne suund): inimese intellekt kujuneb adaptatsioonide ja korrastuste käigus. Adaptatsioon on assimilatsiooni ja kohandumise protsess, kus ühelt poolt assimileeruvad välised sündmused meie mõtetega ning teiselt poolt uus mõttestruktuur kohandub meie mõttekeskkonnaga (vt jaotis 4.2.3.2 – Piaget' ja Perry kognitiivse arengu teooriad).

Lev Vögotski (1896-1934), sotsio-kultuuriline konstruktivism (sotsiaalkonstruktivistlik suund). Vögotski konstruktivistlikud ideed avalduvad tema teooriates keele, mõtlemise ning nende vahendamise küsimusest ühiskonnas. Sotsiaalkonstruktivism rõhutab sotsiaalset konteksti; teiste inimeste mõju indiviidi õppimisele. Areng toimub vaid läbi protsesside. **Vögotski sotsiaalse arengu teooriat** peetakse üheks konstruktivistliku lähenemise alustalaks. Selles on kolm peamist ideed:

- kognitiivses arengus on oluline roll sotsiaalsetel kontaktidel. Vögotski ideede kohaselt avaldub õpilase kultuuriline areng esmalt sotsiaalsel tasandil ja alles siis individuaalsel tasandil;
- teadlikum teine inimene: keegi, kes saab konkreetsest ülesandest, protsessist või kontseptsioonist paremini aru kui õppija või kellel on õppijast kõrgem oskuste tase;
- **lähim arengutsoon**: see on tsoon, mis jääb õpilase võimekuse vahele probleem lahendada iseseisvalt või teha seda koos eakaaslastega/täiskasvanu juhendamisel.

Nagu Piaget', nii rõhutas ka Vögotski aktiivsuse olulisust õppimisel: õppimine ei ole passiivne vastuvõtmine, õpilased peavad õppides olema seesiselt aktiivsed. Õpetajad saavad vaid organiseerida sobivaima õppekeskkonna, kus õppimine oleks maksimaalne, anda võimalusi, kuid õppida saab ainult õpilane ise. Õppimine praktilistes probleemisituatsioonides on tõhusam, kui õpilane saab talle ületamatute raskuste korral õpetajalt abi ja toetust. **Vastavalt Vögotski käsitlusele on õppimine kõige efektiivsem, kui see toimub õpilase potentsiaalse arengu vallas** (õpilaste õpivalmidus sõltub pigem eelnevalt kogunenud teadmistest kui üldisest vaimsest küpsemisest).

Lähtuvalt Vögotski Lähima arengutsooni teooriast (*zone of proximal development*) peaks õpetaja struktureerima oma õpetamist nii, et õpitav materjal antakse õpilasele kätte väikeste portsjonitena ning uue materjali omandamise lähtepunktiks seatakse õpilase tegelik arengutase (lähteteadmised). Niisugust strateegiat nimetatakse **toestamine** (*scaffolding*). Seega, et arendada õpilaste oskusi parimal viisil, peaksime mõistma, millised on õpilaste eelteadmised ja mida õpilased on võimelised saavutama üksinda ning mida õpetaja abiga, ja lähtuvalt Vögotski Lähima arengutsooni teooriast peaksime suurendama järk-järgult õpilaste iseseisvust ülesannete lahendamisel. Kaasajal on toestamise ja lähima arengu tsooni teooriad seostatud. (vt ka jaotis 4.6 – Toestamine).

Võgotski tööd on olnud hariduses olulisel kohal ning neid on kasutatud näiteks eakohaste õppekavade ja paindlike õpetamismetoodikate väljaarendamisel (Vygotsky 1978).

John Dewey (1859 - 1952) oli Ameerika filosoof, psühholoog ja haridusteadlane. Arvatakse, et mitte keegi teine ei ole 20. sajandi pädagoogilist mõtlemist mõjutanud nii tugevalt kui Dewey. Dewey'le pakkus huvi vastandada oma hariduskäsitlust traditsioonilisemate hariduskoolkondade (biheiviorismi) käsitlustega, sest tema pidas olulisemaks vabadust ja kogemust. Lisaks oli ta arvamusel, et õppimiseks on tähtsad nii kogemuse pidevus kui ka vanade ja noorte vaheline suhtlemine. Kuna kogemuse jätkuvus pidi viima kasvamisele ja küpsemisele, siis peaks tõeline haridus saavutatama kogemuste kaudu.

Dewey pidaski õpetajate põhiliseks ülesandeks pakkuda õpilastele õiget liiki kogemusi, mille kaudu saab omandada uusi teadmisi ja arusaamu. Õppijad küpsevad ilma, et neile surutaks peale teadmiste struktuuri ja suurt hulka sotsiaalseid reegleid. *Õpetaja on liider kelle kohustuste hulka Dewey arvates peaksid kuuluma:*

- ülevaate omamine õpilaste võimetest, vajadustest ja eelnevatest kogemustest;
- ettepanekute tegemine õppimise hõlbustamiseks, olles valmis ka selleks, et edaspidi teevad õpilased ettepanekuid ise, seega õppimist käsitletakse pigem koostöö kui diktaatorliku tegevusena;
- õppekeskkonna ja kogemuste kasutamine ning neist kõikvõimalike teadmiste ammutamine;
- tegevuste valik, mis õhutaks õpilasi korrastama oma teadmisi, mida nad on omandanud oma kogemustest antud õppeaines;
- sihtide seadmine, kuhu õpikogemused peaksid viima, veendumaks, et need kogemused ka soodustavad jätkuvalt arenemist.

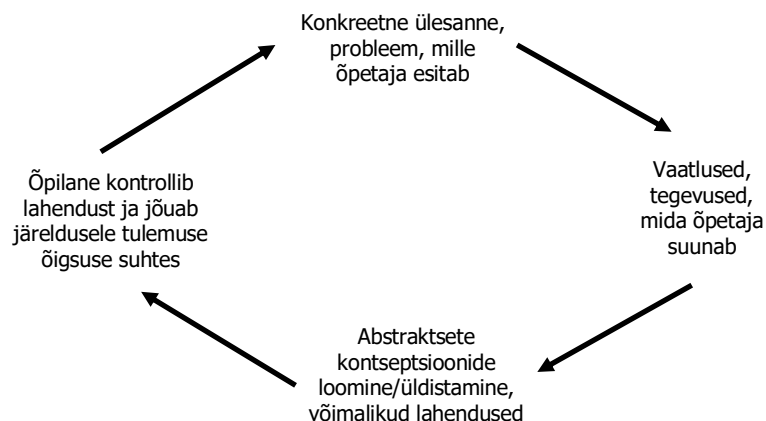
Dewey arendas õpilaste õpetamiseks välja nn. formaalsete astmete skeemi, milles pidas oluliseks probleemilahenduse meetodit ehk siis õpilane peaks alustama õppimist probleemide lahendamise kaudu.

Esmalt pidi õpetaja tekitama õpilastes teadmatusetunde, mistõttu õpilane peaks probleemi lahendamist vältimatuks asjaoluks (saab tekkida õpetaja poolt õpilase motiveerimise kaudu). Järgmisena toimub tekkinud probleemi selgitamine ning piiritlemine ning sellele järgneb hüpoteesi püstitamine, kuidas probleem tuleks lahendada ja kuidas teha praktiline töö. Neljandal astmel arutavad õpilased, mis esitatud hüpoteesidest tuleneb ja viimasel astmel lahendatakse probleem empiirilisel, praktilise töö abil (vt ka jaotis 8.7 - Ülesannete lahendamine).

Dewey üheks põhiprintsiibiks oli, et hariduse kontseptsioon tuleks ümber sõnastada nii, et see kestaks kogu elu jooksul (elukestev õpe) ja mitte ainult lapsepõlves ja varasemates noorusaastatel. Õpetaja ja õpilase suhe peaks muutuma selliseks, et õpetajad soodustavad ja suunavad õppimist, kuid ei tohiks sekkuda aktiivselt õppimisprotsessi ning reguleerida seda.

Eespool kirjeldatud õppimisprotsesside jälgimiseks ja uuringute teostamiseks asutas Dewey kooli (*Laboratory School*), kus õppimine toimus uute põhimõtete järgi koostatud õppemeetoditega. Uut õppimismeetodit hakati nimetama aktiivõppeks või progressiivõppeks.

Tähtsale kohale seab Dewey suhtluse, seda nii õpetajate vahel, õpilaste vahel kui ka õpetaja ning õpilaste vahel. Õpetaja ülesandeks on organiseerida, stimuleerida, motiveerida, nõustada, arvestades kõikide õpilaste erinevusi ja teadmistepagasit (vt **sele 4.4**).



Teppan (2013)

Sele 4.4 – Konstruktivism õppetegevuses

Õpetaja ei ole Dewey arvates enam ainult "asjatundja", kes jagab "õigeid" teadmisi ja tegevusmalle õpilastele, vaid õpetaja on ka ressurss, mille ülesandeks on anda õppijale võimalus leida endas olemasolev potentsiaal ja seda kasutada, äratades õpilases küsimusi, probleeme ja ergutada õpilasi mõtlema. Õpetaja peaks leidma õiged viisid õpilaste motiveerimiseks, arvestades sealjuures kõikide õpilaste võimeid ning eelteadmisi. Keskne koht õppimisel on rühmatööl ja kogemusel *learning - by - doing* (õppimine läbi tegevuse/kogemuse). Õpetaja peaks õppetunni vältel kaasama õpilasi, jättes ennast tahaplaanile, kuid samas ka õpilase jaoks kogu aeg olemas olema.

Konstruktivism on olnud elukestva õppe aluseks.

Metoodika. Konstruktivismi ideede rakendamist toetavad kaudse õpetamise meetodid sh probleemi- ja projektõpe, kollaboratiivne ja kooperatiivne õppimine, kogemusõpe, juhendamine ja toestamine, hindamismeetoditena sobivad näiteks enese- ja vastastikhindamine ning grupieksam.

4.2.4.1 David Kolb'i kogemusõppe teooria

„Õppimine on protsess, kus teadmised luuakse läbi kogemuste muutuste.“ David Kolb

USA professor David Kolb lõi koos David Hunt'iga kogemusliku õppimise mudeli (<http://www.businessballs.com/kolblearningstyles.htm>). See põhineb Kurt Lewini grupidünaamika mudelil ja on saanud palju mõjutusi Dewey ning Piaget'i teooriatest.

Kogemusliku ehk elamusliku õppimise (*experiential learning*) teooria lähtekohaks on *isiklik kogemus*. Kogemusse liidetakse vaatlus ja arutlemine ning seejärel teadvustamine ja mõtestamine.

Tõhus õppimine nõuab Kolbi järgi neljasugust tegevust (Kolb 1985):

- konkreetsed kogemused (tunnetamine);
- analüüsiv ja arutlev vaatlus;
- kogetu mõtestamine (mõtlemine, analüüs);
- aktiivne tegutsemine (tegemine).

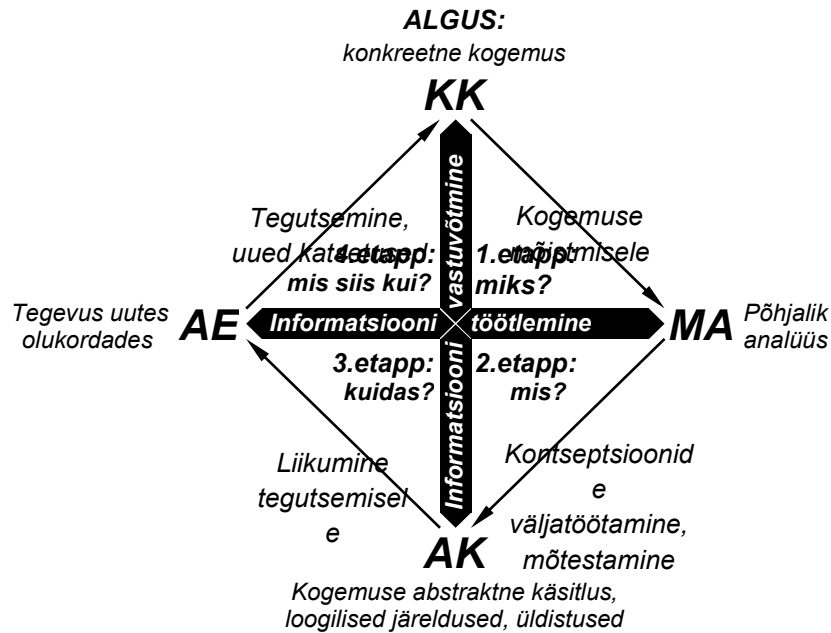
Kolb'i õpiprotsessi teooria põhineb kognitiivsel psühholoogial. **David Kolb** on koostanud kogemusliku õppimise kahemõõtmelise ringkorduvetapilise (või ka kolmemõõtmelise spiraalse) mudeli, selgitamaks, kuidas inimene õpib (Kolb 1985). Kolb'i õpiprotsessi mudelis on kesksel kohal kaks üksteisega ristuvat mõõdet – informatsiooni töötlemine ja informatsiooni vastuvõtmine – millel mõlemal on kaks vastassuunalist haru.

Esimene mõõde, suundadega aktiivne eksperimenteerimine (**AE**) ja mõtestav analüüs (**MA**) ehk tagasisivaatav järelemõtlemine, iseloomustab, kuidas informatsiooni töödeldakse (vt **sele 4.5**, allikas: Kolb 1985).

Teine mõõde, suundadega kogemuse abstraktne käsitus (**AK**) ja isiklik konkreetne kogemus (**KK**), iseloomustab, kuidas informatsiooni vastu võetakse.

Kolb'i teooria kohaselt on kõik neli esitatud etappi erinevad õppimise osad ja vaid siis, kui need kõik läbitakse, on õpiprotsess täielik ja efektiivne. Õppimine võib alata ükskõik millisest etapist, seega võime elus õppida neljal põhilisel viisil:

- spontaanselt või teadlikult omandatud kogemusi lahti mõtestades;
- abstraktselt teadmisele või teooriale aktiivsele katsetamisele siirdudes;
- katsete tulemustest uusi kogemusi ammutades;
- kogemuste mõtestamisest uusi abstraktseid käsitusi luues.



Sele 4.5 – Kolb'i õpiprotsessi tsükkel

Kolb'i teooria alusel saab õppimine siiski enamasti alguse isiklikest konkreetsetest kogemustest (**KK**) mingi tegevuse käigus. Seejärel informatsiooni analüüsitakse mõtestavalt ja põhjalikult (**MA**), edasi läbitakse järgmine tsükli etapp, kasutades kogemuse abstraktset käsitlust (**AK**), et tajuda analüüsitud informatsiooni, siin loetakse iseseisvalt või tutvutakse uue materjaliga loengus ja mõeldakse uue materjali ja kogemuse üle. Seejärel läbitakse aktiivne eksperimenteerimine (**AE**), milles tegutsetakse juba uutes olukordades ja tekib uus teadmine. Kompleksseks õppimiseks tuleks tsükkel läbida spiraalselt mitu korda, eri tasanditel, erinevate kursuste jooksul. Kolb'i teooriat arvesse võttes on õpetajal võimalik koostada põhjalik ja efektiivne aineprogramm. Loengutele (**MA**) peaks järgnema võimalus esitatud materjali rahulikult analüüsida ja õpitu üle järele mõelda (**AK**), teha koduseid ülesandeid (**AE**) ja sooritada laboratoorseid töid (**KK**). Õppimine on seega üha uute kogemuste, mõtestuste, tõlgenduste ja üldistuste katkematu ahel.

Esimeses etapis õpib õpilane seda, mille poolest on esitatav materjal tähtis. See on samaaegselt ka *motivatsioonietapp*, mida õpetajad õpetamisel tihti eiravad. Põhiküsimus sellel etapil on: „Miks?” Siin peaks õpetaja selgitama uue õpitava materjali vajalikkust ja tähtsust ning vastama õpilaste igipõlisele küsimusele – milleks ja kus meil seda vaja läheb?.

Teises etapis mõtlevad õpilased erinevate kontseptsioonide üle, arutlevad ja analüüsivad. Võtmeküsimuseks on siin: „Mis?” Mis fakte me teame? Mis materjal tuleb omandada? Sellel etapil on õpetaja ülesandeks õpetada uut materjali.

Kolmandas etapis liiguvad õpilased mõtlemiselt tegutsemisele. Nad otsivad vastust küsimusele: „Kuidas see toimib?” Selles etapis on olulise tähtsusega kodused ülesanded, õppekäigud tööstusettevõtetesse, laboritööde ettevalmistamine ja läbiviimine. Õpetaja ülesanne selles etapis on õpetada, teooriaid tutvustada ja seletada. See etapp on keske tähtsusega just STEM valdkonnas.

Neljandas etapis jäävad õpilased aktiivseks ja saavad aktiivsele eksperimenteerimisele lisaks ka uusi konkreetseid kogemusi. Toimub teooriate läbiproovimine praktikas. See etapp lõpetab tsükli ja õpilased

naasevad konkreetsete kogemuste juurde hoopis teistsuguste teadmiste ning arusaamadega. Selles etapis suudavad nad ka teistele seletada ja õpetada õpitut. Selle etapi põhiküsimuseks on: „*Mis siis, kui?*” Selles etapis oskavad õpilased oma teadmisi rakendada uutes tingimustes, konstrueerida mudeleid, koostada projekte jne.

Tavaliselt kasutavad õpetajad õpetamisel vaid teist ja kolmandat etappi ja kogu tsükli tervikuna ei läbita, seetõttu on õpilased vähe motiveeritud ja ei saa õpitut aktiivselt rakendada enne, kui alles tööstuspraktikal.

Kogemusõppe näide. Selele 4.5 toetudes võib tuua järgmise lihtsustatud näite kogemusõppe kohta. Esimeses etapis palutakse õpilasarühmadel ehitada 20-st legoklotsist sild, mis kannaks 500 g raskust. Teises etapis jälgivad õpilased, millised klotsid raskuse all kõigepealt lahti lähevad, analüüsivad, millised klotsid tuleks teisiti asetada jne. Kolmandas etapis töötavad õpilased välja parimad ehitusprintsipid, valivad parimad sillamudelid jne. Neljandas etapis ehitavad õpilased uue silla juba arvesse võttes kolmanda etapi parimaid praktikaid ja analüüsivad tulemusi.

Kogemusõppes toimub õppimine kogemuste ja analüüsi abil, kus ühtlustuvad elamus, vaatlus, teadvus ja indiviidi käitumine keskkonnas. Lisaks sellele on õppimine ootuste ja kogemuste koosmõju ja seal toimub õpitu kordamine. Kolbi järgi kuuluvad kogemusõppesse: mõtlemine, probleemide lahendamine, vaatlus, tunded, käitumine, loovus ja analüüs.

Kogemusõppe omadus on, et õppija kogemused on õppeprotsessis alati kesksel kohal. See hõlmab õppija varasemaid elusündmusi, hetkel toimuvat või neid kogemusi ja teadmisi, mis tekkivad õppeülesannete käigus. *Kogemusõppe võtmelemendiks on analüüs*, andes hinnanguid, rekonstrueerides toimunut (individuealselt, kollektiivselt või mõlemal moel korraga) eesmärgiga luua tähendus saadud kogemusele. Kolbi arvates muudab selline tagasisivaade kogemusele õpilase edasist käitumist.

Kogemusõppe toetub kas õppija enda, kaasõppijate, õpetaja või teiste kogemusele. Õppes võidakse toetuda kas olemasolevale kogemusele või hankida kogemus õppe käigus. Seejärel kogemust analüüsitakse toetudes õppematerjalidele, abistavatele küsimustele jne. Tulemuseks on uue teadmise konstrueerimine, mis võimaldab järgmisi kogemusi hankida juba uuel teadmiste tasandil. Kogemusõppe on pidev protsess, mille sisendiks on kogemus ja väljundiks uue teadmise konstrukt, mis omakorda viib uue kogemuse hankimiseni jne.

Kogemusõppe printsiip on lõimitud paljudesse õppemeetoditesse, mis toetuvad õppija isiklikul või kellegi teise kogemustel. Kogemusõppe aitab õpitut tegelikus elus rakendada.

Õpetajale on abiks järgmised küsimused, millega kogemusõpet toetada:

- kas panite tähele (märkasite)...?
- miks see juhtus?
- kas seda võib juhtuda ka tegelikus elus?
- miks see võis juhtuda?
- kuidas seda tegelikus elus kasutada saaks?

Kogemusõppe määravad tunnused on järgmised (Scwartz 2010):

- teooria ja kogemusliku tegevuse tasakaal (ainesisu ja sellele tugineva protsessi tasakaal);
- ülemäärase hindamise (hinnangu andmise) puudumine – õpetaja peab looma turvalise keskkonna, et õpilased saaksid tegutseda oma eneseavatuks ja kogemuste saamiseks ;
- eesmärgipärane tegevus – õpilane on kogemusõppes omaenda õpetaja, selle saavutamiseks peaks õppimine olema eesmärgipärane, asjakohane ning omama vajadust ja mõtet;
- suure pildi loomise toetamine – kogemusõpe peab looma seoseid õppimise ja tegeliku elu vahel, õpilased peavad õppima nägema seoseid keerukates süsteemides ja nendes tegutsema;
- analüüsi olulisus – õpilased peavad analüüsima, viima läbi eneseanalüüsi oma õppimise kohta, rakendades õpitavat teooriat tegelikus elus;
- emotsionaalne investering – õpilased peavad olema täies mahus kogemuse saamisesse kaasatud, et õpitav teooria ja saadud kogemused moodustaksid kriitilise koosluse;
- väärtuste ülevaatamine – turvalises keskkonnas saavad õpilased oma väärtusi analüüsida ja vajadusel ümber hinnata;
- mõtestatud suhted – suhete loomine õpilasele enesekeskselt, õpetajaga ja õppekeskkonnaga, mõistmaks oma õppimist tegelikus elu kontekstis ;
- õppimine väljaspool kujunenud mugavustsooni – see kehtib nii füüsilise kui ka sotsiaalse keskkonna kohta.

Kogemusõppe rakendamine (Scwartz 2010):

- kasutage kursust läbivalt ühte projekti või valdkondlikke õppekäike;
- kasutage projekti, teoreetilise ainetunni ja praktilise tegevuse kombinatsiooni;
- seostage õpitu – loengud ja lisa lugemine peaksid olema seostatud kogemuslike tegevustega;
- tagage, et tegevused esitaksid väljakutseid – lubage õpilastel oma projekte ise kavandada, siin peaks õpetaja kontrollima ja nõustama, et õpilased on võimelised neid ka teostama;
- toetage õpilaste selgeid ootusi – tutvustage eelmiste aastate projekte, hindamise põhimõtteid, eelmiste aastate tegevusi, õpiväljundeid jne;
- andke õpilastele aega, nad vajavad seda, et keskenduda, selgitada, aru saada ja eesmärgipäraselt tegutseda;
- andke õpilastele võimalusi vajadusel projektis ka muudatuste tegemiseks, et tegevus oleks neile huvitav ja vajalik.

Kogemusõppe läbiviimisel tuleks meeles pidada järgmisi põhitõdesid (Scwartz 2010):

- oluline on, et õpilased saaksid teha vigu ja eksida – õpilased peavad õppima läbi eksimiste ja tehtud vigade analüüsi;
- tähtis on, et tegevused oleksid asjakohased ja pakuksid õpilastele huvi – sisemine huvi tagab emotsionaalse ja intellektuaalse pühendumise;
- õpilased peaksid mõistma, miks nad midagi teevad – kui õpilased ei mõista projekti mõtet ja vajadust, kaob ka reeglina huvi;

- õpilaste pidev kaasamine ja koostöö;
- kogemuste analüüs – õpilased peavad analüüsima (metakognitsioon) oma tegevust, õpetajad saavad siin aidata suunavate küsimustega, näiteks mida õppisid, mida võiks teha teisi, mis läks edukalt, mida arvad jne;
- õpetaja on juhendaja ja teadmiste allikas – õpetaja ei ole juht, vaid ekspert ja autoriteet, toetades oma õpilasi kogemuste saamisel ja nende analüüsil ning seostamisel seniste teadmiste-kogemustega.

Õpetaja roll kogemusõppes (Scwartz 2010):

- informeeritud nõustaja - täpsete õpiväljundite ja kursuse sisu selgitamine, et õpilased saaksid teha vastutusega otsuseid ja valikuid;
- visionär – õpilaste enesemääratlemise toetamiseks peaks õpetaja aitama keskenduda kindlatele probleemidele ja aine struktuurile, kujundab õpimudeli ja suunab esimestel nädalatel. Õpetaja valib ja koostab probleemid;
- reeglite kehtestaja – õpetaja kehtestab põhireeglid ja tegutsemise põhimõtted, toetab õpilaste turvalisi õpitegevusi, annab konstruktiivset tagasisidet, kuulab aktiivselt;
- varustaja – annab vajalikud vahendid, kasutab kollaboratiivset rühmatööd, õpetab koostööd, andes kogemusi töötamaks ühtse grupina, otsuste langetamiseks, juhtimiseks, probleemide lahendamiseks, tagasisidestamiseks.

Kogemusõppe meetodid (Scwartz 2010):

- mõtlemis- ja analüüsi aeg – õpetaja peab andma ka teooriatunnis aega analüüsimiseks, selleks sobivad erinevad aktiivõppe meetodid;
- õpilaste silmitsi seadmine nende väärarusaamadega – vigu mitte ainult ei parandata, vaid neist ka õpitakse ja suunatakse õigete lahenditeni;
- mõistekaartide kasutamine aitab saada ülevaadet materjali mõistmiseks ja annab võimaluse analüüsimiseks;
- oma sõnadega selgitamine ja õpitu rakendamine – õpilased seletavad mõisteid ja teooriaid oma sõnadega ning rakendavad neid uutes olukordades aktiveerides kriitilist mõtlemist ja analüüsi. Kuna õpilased teavad, et peavad õpitut ise oma sõnadega selgitama, õpivad nad sügavuti;
- küsitlemine – kasutatakse avatud küsimusi, suunavaid küsimusi ja probleeme püstitavaid küsimusi;
- rühmatööd, individuaalsed ja rühmaprojektid;
- pidev hindamine ja hinnangud, sest õpilased omandavad pidevalt uusi kogemusi – kasutatakse suunavaid hinnanguid, pidevaid vahehindamisi, vastastikhindamisi, mis aitavad pidevalt edasi õppida. Hindamise meetoditena kasutatakse aineportfooliot, õpitu esitamist seminaridel, SWOT analüüsi, esseed ja raportit, eneseanalüüsi, intervjuud, artikli kirjutamist, suulist eksamit, arvestust, töökohapõhist õppimist ja analüüsi, diskussiooni jne.

4.2.4.2 Sotsiaalne konstruktivism

„Mistahes grupp on nõrgem kui üksik mees, kui neid pole just treenitud perfektselt koos töötama.“ Robert A. Heinlein

Sotsiaalne konstruktivism (*social constructivism*) tekkis 20. sajandi keskpaigas. Sotsiaalse konstruktivismi kohaselt sõltub teadmine alati sotsiaalsest taustast ja on aktiivse loometöö tulemus, kuid ka juba olemasoleva või reaalsuse avastamine. Sotsiaalkonstruktivistlik lähenemine käsitleb inimkäitumist sõltuvalt sellest, kellega me koos viibime, mida teeme ja mis põhjusel me seda teeme.

Sotsiaalse konstruktivismi idee autorid on **Peter Berger** ja **Thomas Luckmann** (1966). Sotsiaalkonstruktivistlikule ideele toetudes on inimese 'reaalsus' teadmine, mis juhib inimese käitumist, kuid kõigil on reaalsusest erisugune ettekujutus. Me jõuame ühisele arusaamisele oma teadmiste vahetamise kaudu erinevates sotsiaalsetes protsessides, mis objekteerivad reaalsuse. Sotsiaalne tegevus kaldub muutuma harjumuseks, nii et meil on ühine arusaam sellest, kuidas asjad peavad olema ja me käitume vastavalt sotsiaalsetele kokkulepetele, mis kujunevad ühise teadmise pinnalt.

Sotsiaalkonstruktivistlikust teooriast lähtuvalt on indiviidi personaalsus sotsiaalselt konstrueeritud. Veelgi enam, inimese personaalsus ei eksisteeri mitte inimestega koos, vaid inimeste vahel. Personaalsus väljendub inimese iseloomujoontena ja on sageli samastatud inimese sotsiaalsete oskuste ja efektiivsusega. Teadmised luuakse inimestevahelise suhtlemise ning inimeste igapäevase tegevuse tulemusena. Igasugune teadmine on moodustunud inimeste ühistoimingutes ühiselt jagatud tähendustena. Inimene konstrueerib enda arusaamise maailmast lähtuvalt eelnevatest kogemustest.

Inimese arusaam tõest ning viis kuidas ta maailma mõistab ei ole maailma objektiivse vaatluse tulemus vaid inimestevahelise sotsiaalse suhtlemise ja sotsiaalse protsessi tulemus. Inimesed loovad uut teadmist enda kogemustest tulenevalt ja kujunevad igapäevase interaktsiooni tulemusena, mis põhineb keelekasutusel. Inimeste viis mõista iseennast ja teisi inimesi ei ole sünnipärane, vaid omandatakse õppimise protsessis.

Märkimisväärne teoreetik oli ka **Kenneth Gergen**, kelle huviobjektiks oli inimese minasus ja identiteedi konstrueerimine. Eelkõige tuleb mõista, et inimese *mina* on suhtlemise ja sotsiaalsete vastasmõjude tulemus, see aga avab ka uue lähenemisenurga õppimise mõistele. Õpitakse alati mingites sotsiaalkultuurilistes kontekstides ja seotuses situatsioonidega. Õpitakse millegi jaoks.

Metoodika: aktiivõpe, probleemõpe, rühmatöö, meeskonnatöö.

4.2.5 Humanism

“Kui arstil, juristil või hambatohtril oleks 40 inimest korraga vastuvõtutoas, kõik erinevate vajadustega ja mõni neist oleks seal ka vastu oma tahtmist ning põhjustaks seetõttu pidevalt probleeme; ja kui arst, jurist või hambatohter peaks nende kõigiga üheaegselt tegelema, ilma assistendi abita, üheksa kuu jooksul, näidates üles kõrget professionaalsust, siis oleks neil ametimeestel vaid mõningane ettekujutus õpetaja tööst.” Donald D. Quinn

Teine maailmasõda tõi kaasa suuri muudatusi. Pandi alus uutele väärtushinnangutele ja hakati üha enam väärtustama inimest/õppurit. Hakati otsima võimalusi õpilaste motiveerimiseks ja võimalusi, kuidas tõsta nende sisemist potentsiaali. Lähenemisviisi aluseks sai nägemus loovast ja vaimsele kasvule pürgivast õppurist.

Humanistliku käsitluse järgi on inimese tegevuse keskseks pürgimuseks realiseerida igaühele omast kasvu- ja arengupotentsiaali. Igaühel on teatud põhiõigused, ennekõike õigus individuaalsusele, isiklikule vabale kasvule ja arengule.

Õppimist pidasid humanistid õppija enda tegevuse tulemiks ehk tegevus pidi lähtuma ainult läbi õpilase sisemise aktiivsuse. Oluliseks peeti õppima õppimist. Õpilane pidi olema alati avatud uutele kogemustele ja muutustele, suhtlema ning tegutsema koostöös teistega, mille tulemusena peaksid tekkima uued teadmised. Teadmine arvati olevat humanistide seisukohalt isiklik, kogemuslik, suhtlemise kaudu arenev ja süvenev. Uut teadmist katsetatakse, analüüsitakse, hinnatakse ning see areneb tegevuses pidevalt edasi. Õppimine arvatigi olevat protsess, kus teadmisi luuakse kogemuste muutumiste kaudu. Hinnang õppimisele pidi tulema õppijalt eneselt (enesehinnang, eneseanalüüs). Väljastpoolt antud (õpetaja) hinnangut õppeprotsessile peeti teisejärguliseks.

Tähtsamad esindajad humanistlikus koolkonnas olid **Abraham Maslow, Paulo Freire, Malcolm Knowles, Jack Mezirow**.

Abraham Maslow (1908 - 1970) oli Ameerika psühholoog, kelle motivatsiooniteooria andis olulise panuse motivatsiooniprobleemide mõistmisele. Tema kujutluse järgi arenevad inimvajadused ja motiivid sarnaselt püramiidi ehitamisega. Vajaduste järjestamine hierarhiana põhineb sellel, et inimesed püüavad rahuldada ennekõike madalamale jäävaid vajadusi kas või osaliselt, enne, kui saavad asuma tegelema kõrgematega (vt ka jaotis 4.5 – Motivatsioon).

Paulo Freire (1921 - 1997) oli Brasiilia haridusuuendaja. Tema põhiideeks oli, et kool ei tohiks valmistada õpilasi ette elama ainult homses päevas, vaid õpilane peaks suutma ka ise kujundada oma teadmiste ja oskustega homset – seega, ei saa õpilane jääda ühiskonnas passiivseks pealtvaatajaks, vaid peaks muutuma aktiivseks osalejaks.

Freire kritiseeris nn. vana kooli põhimõtet, mida ta nimetas ka "ladestamise pedagoogikaks", kus õpetajal omab ainuisikuliselt teadmiste monopoli ja õpilaste ülesanneteks on ainult sõnastada valmis vastuseid. Õpilased oleks sel juhul vaid objektid, kes peaksid kuulama ja õpetaja rolliks oleks ainult ühepoolne teadmiste edastamine.

Freire jaoks oli tõeline pedagoogika dialoogiline horisontaalne suhe, mille mõlemal osapoolel peaks olema võime oma kogemusi analüüsida. Õpetamist ilma vastastikuse analüüsita, pidas Freire õpilastega kodustamiseks ning nendega manipuleerimiseks. Dialoog ei olnud Freire jaoks mitte niivõrd tegevus, kuivõrd suhtumise viis õpilastesse ehk õpetaja tegevuse raamistik. Õpetaja peaks läbi dialoogi korraldama ja stimuleerima õppimist. Kogu haridus oli Freire meelest "ettevalmistus vabaduseks" ehk protsess, mille kaudu õppijad avastavad iseennast ning saavutavad seeläbi inimliku täiuse, tegutsemaks selleks, et maailma paremaks kujundada.

Malcolm Knowles'i (1913 - 1997) peetakse täiskasvanuhariduse (andragoogika) juhtfiguuriks, kes eristas täiskasvanute ja laste õpetamist ning nende erinevaid õppimise viise.

Knowles tõi välja kuus peamist eeldust, mis eristavad täiskasvanute õpetamist laste õpetamisest ehk mis eristab andragoogikat pedagoogikast. Nendeks on:

- **muutus mina- pildis** – täiskasvanutel on suurem vajadus ennast ise juhtida;
- **kogemus** – täiskasvanud on ammutanud tohutu kogemuste pagasi, mis on rikkalik õpiallikas;
- **õpivalmidus** – täiskasvanud tahavad õppida lahendama probleeme, millega nad reaalses elus kokku puutuvad ja mida nad peavad enda jaoks oluliseks;

- **orienteeritus õppimisele** – täiskasvanud on enam orienteeritud probleemide lahendamisele, seega on nad vähem ainekesksed;
- **õpimotivatsioon** – on täiskasvanud õppijatel enamasti seesmine – eneseaustus, enesekindlus, soov ennast realiseerida, saavutada tunnustust. Välise motivatsioonina domineerib ennekõike soov saada paremat töökohta, rohkem palka jne.
- **vajadus teada** – täiskasvanud teavad, milleks nad õpivad ja mis juhtub siis, kui nad ei omanda uusi teadmisi.

Knowles pani suurt rõhku õppija "minapildile". Andragoogika keskendubki iseennast suunavale õppijale ja rõhutab "minapildi" olulisust õpiprotsessis. Samuti toob Knowles esile õpilepingute sõlmimise vajaduse, mis on aktuaalne eriti täiskasvanute õppimise protsessis. Õpileping sõlmitakse õppuri ja õpetaja vahel ning õppur kohustub seeläbi tegema ära kokkulepitud tööd teatud kindlaks kuupäevaks. Knowles märkis, et sellise meetodiga ergutatakse õppija iseseisvust ning enesejuhtimist.

Jack Mezirow (1923-2014) keskendus eelkõige täiskasvanute koolitamisele ja oli seisukohal, et õppimine toimub õppija oma kogemuse analüüsi tulemusena läbi sotsialiseerumise protsessi. Mezirow on seisukohal, et õppimine on õppija varasemate teadmiste baasil toimuv kogemuste mõtestamise protsess, kogemuse uus interpretatsioon.

Mezirowi märksõnaks on "muutev õppimine" ja muuta saab Mezirowi arvates õppija ennast ainult ise. Õppimiseks on vaja kaasõppureid, kellel on erinevad seisukohad, õppimine toimub ainult siis, kui õppija muudab oma seisukohti ja hakkab käituma varasemast erinevalt. Õppimist mõistab Mezirow protsessina, mille eelnevaid tõlgendusi kasutatakse uute või senisest erinevate kogemuste konstrueerimiseks ja edasise tegevuse suunamiseks.

Mezirow kirjeldas õpiprotsessi õpitsükliks milles on kümme astet:

- uus dilemma;
- eneseanalüüs;
- kriitiline hindamine ja võõrandumistunne;
- rahulolematuse seostamine teiste inimeste kogemustega;
- uut viisi tegutsemise võimaluste uurimine;
- eneseusalduse taastamine uut viisi käitumiseks;
- tegevusplaani kavandamine;
- teadmiste omandamine plaanide elluviimiseks;
- uute rollidega eksperimenteerimine;
- taasintegratsioon ühiskonda.

Mezirow käsitleb õppuri seisukohtade muutumist kui transformatsioone, kui arenguprotsessi täiskasvanueas, jõudmaks perspektiivini, mis järjest rohkem sisaldab, kasutab ära ning integreerib õppija kogemusi.

Humanism on olnud andragoogika arengu aluseks.

Metoodika. Humanismi ideede rakendamist toetavad nii otsese kui ka kaudse õpetamise meetodid ja interaktiivsed tunnid, hindamismeetodina on sobivad enesehindamine ja –analüüs.

4.2.6 Gagné mitmeastmeline õpiteooria

"See, milline on õpetaja, on tunduvalt tähtsam, kui see, mida ta õpetab." Karl Menninger

Seni esitatud õpiteooriatest enamik lähtus oma spetsiifilisest eksperimentaalsituatsioonist ja järeltõlge tehti kogu õppimise kohta. On siiski väga palju juhtumeid, millega need õpiteooriad ei arvesta. Tänapäeval kasvab nende toetajate arv, kes esindavad arvamust, et on olemas mitu õppimisvormi. Nii eristab ameeriklane **Robert M. Gagné** (1916–2002) kaheksat üksteisele astmeliselt ülesehitatud õppimisvormi:

- *signaalõpe*, kui elementaarne vorm, mis vastab klassikalisele Pavlov'i tingitud refleksile;
- *ärritus-reaktsioonõpe*, mis vastab Thorndike'i katse-eksituse tingitud refleksile;
- *õpetamine omavahel seotud tegevuskettide moodustamisega* üksikutest erinevatest reaktsioonidest (näiteks auto käivitamine);
- *keeleline assotsiatsioon*, siin moodustatakse ketid keelelises tasandil;
- *diskriminatsioonõpe* – põhimõtteliselt ärritus-reaktsioon õppimine, mille puhul õpitakse eristama sarnaseid nähtusi ja objekte;
- *mõisteõpe* – seisneb järjestamise, grupeerimise, süstematiseerimise õppimises;
- *reegelõpe* seisneb Gagné järgi mõistete „keti” omandamises – õppija peab suutma seada mõisted omavahelisse seosesse;
- *probleemilahendus* – mida Gagné käsitleb kui võimet kombineerida vastõpitatud reegleid uute reeglite kõrgemas järjestuses.

4.2.7 Informatsioonipsühholoogiline õpiteooria

"Pikaajaline õpilaste „lusikaga toitmine“ õppeprotsessis õpetab neid vaid eristama lusika kuju." E. M. Forster

Teooria moodustab Helmar Günter Frank'i (1933–2013) järgi oma võtete, meetodite ja küberneetika struktuurelementidega omaette psühholoogiasisese suuna, mis käsitleb geštaltpsühholoogia nähtusi infotöötlemise vaatenurgast ja kirjeldab ärritus-reaktsiooni protsesse kodeerimise ning dekodeerimise kaudu. Informatsioonipsühholoogiline teooria (1971) kasutab informatsiooni töötlemise kirjeldamiseks inimorganismis spetsiaalseid mudeleid. Kuna informatsioonipsühholoogiline teooria üritab transformeerida psühholoogilisi mudeleid tehnilisteks mudeliteks, on see oma meetodilt tehnikutele ja inseneridele üsnagi omane.

Tunnetusteoorial põhinev inimorganismis toimuvat informatsioonitöötlust kirjeldav mudel.

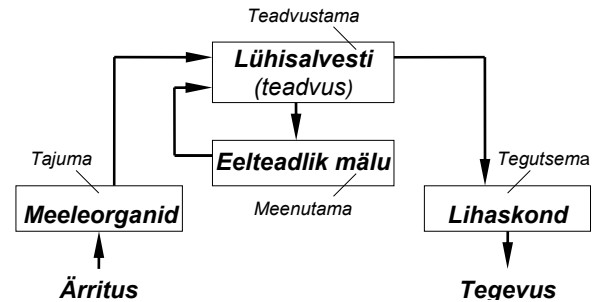
Tunnetusteoorial põhineva informatsioonitöötlamise mudeli kohaselt on õppimiseks vajalikud järgmised funktsioonid:

- *tajumine;*
- *teadvustamine;*

- *meenutamine*;
- *tegutsemine*.

Nende funktsioonide juurde järjestab *Frank* kindlad kandjad, näiteks *tajumise* juurde meeleorganid ja *tegemise* juurde lihaskonna. Meeleorganeid ja lihaskonda saab anotoomiliselt lokaliseerida – kui aga *Frank* nimetab teadvusprotsesside kohana ajus *lühisalvestit*, siis see ei ole psühholoogiline termin, vaid võimaldab mudelit paremini kirjeldada. Samamoodi tuleb mõista funktsiooni *meenutamine* ja selle kandjat *eelteadlikku mälu*.

Viidatud mõttekäikudest tulenev tunnetusteoorial põhineva mudeli lihtsustatud skeem (vt **sele 4.6**, allikas: Melezinek 1999) võimaldab inimorganismis toimuvate informatsioonitöötlusprotsesside näitlikustamist. Keskkonnast saav informatsioon võetakse vastu meeleorganitega. Seda, mis meile teadvustub (st mida lühisalvestis teadvustatakse), on kas välismaailmast tajutud meeleorganite vahendusel või me teame seda juba oluliselt varasemast ajahetkest ja meenutame nüüd eelteadliku mälu vastavat sisu.



Sele 4.6 – Inimeses toimuva informatsioonitöötluse tunduvalt lihtsustatud skeem

Teadvustatud sisud võivad kindlaks lühikeseks ajaks (püsimisajaks) jääda teadvusesse püsima. Seda nimetatakse ka *meeldejätmise võimeks* ja see võimaldab seostada üksikuid teadvustatud sisusid, eriti oluline on see peastarvutamise puhul. Teadvuses (lühisalvestis) sisalduv informatsioon võib sattuda kas eelteadlikku mälu – st seda õpitakse – või/ja kantakse see üle välismaailma – sellisel juhul räägime me tegemisest. Teadvustatud informatsioon võib ka lihtsalt kustuda. Eelteadliku mälu sisud ei ole teadvuses püsivad. Nad võivad aga näiteks assotsiatsiooni puhul jõuda kindlate võtmeinformatsioonide põhjal teadvusesse või ka spontaanselt *esile tungida* (perseveratsioon).

Tunnetusteoorial põhineva mudeli kvantitatiivsed näitajad. *H. Frank* ja tema kaastöötajad täpsustasid järgmise sammuna kvantitatiivselt tunnetusteoorial põhinevat inimorganismis toimuvat informatsioonitöötluse mudelit. **Selel 4.7** (allikas: Melezinek 1999) on lihtsustatult kujutatud seeläbi tekkinud inimeses toimuv informatsioonitöötluse mudel. *H. Frank* ise tähistab mudelis esitatud väärtusi suurusjärguliselt. Õppimistegevuse peamiseks eelduseks on informatsiooni vastuvõtmine ümbritsevast keskkonnast. Informatsioon mõjub meeleorganitele optiliste, akustiliste, taktiliste (puudutused), termiliste, olfaktoriliste (haistmismeel) ja gustatiivsete (maitsmismeel) ärrituste vormis.

Erinevate meeleorganite poolt vastuvõetav info on mahult tohutu (vt **sele 4.7**). Apertseptsiooni protsessis valitakse ja teadvustatakse sellest vaid üks väike osa (ca 16 bit/s), mis läheb lühisalvestisse ja jääb mõneks ajaks teadvusesse püsima (informatsiooni püsimisaeg lühisalvestis on ligikaudu 10 s). Suurem osa infost jääb aga teadvustamatuks (vastuvõtja jaoks), kuid see võib mõjutada meie lihaskonna tegevust (mõjutada meie reageeringuid) – vahetult, teadvustamatult. Lühisalvestist võib pärast teadvustamist minna osa infot meie mootorika (liigutuste) käivitamiseks, kuid osa informatsiooni omandatakse (õpitakse) eelteadliku mälu kaudu – ca 0,7 bit/s. Osa infost võib ka kustuda. Mälu jõudnud info läheb osaliselt lühija osaliselt püsimalle. Esimeses on säilitusajaks mõni tund, aga teises mitmed kuud. Kogu teadliku mälu sisu ei ole aktiivses olekus, kuid olulise (võtme)informatsiooni korral võib see teadvusesse jõuda – assotsiatsioonina või ka sponaalselt peale surudes – perseveratsioonina.

Ühe meeleorgani mahu all mõistetakse maksimaalset informatsiooni, mida meeleorgan suudab ajaühikus viia sensoorsetesse projektsioonikeskustesse. Frank pakub optilise kanali mahuks kuni 10^7 bit/s, akustilise kanali mahuks umbes $1,5 \cdot 10^6$ bit/s, taktilise kanali mahuks (piirdub kätega) umbes $0,2 \cdot 10^6$ bit/s. Ülejäänud kanalite maht on oluliselt väiksem ja jääb suurusjärku 10 bit/s kuni 100 bit/s.

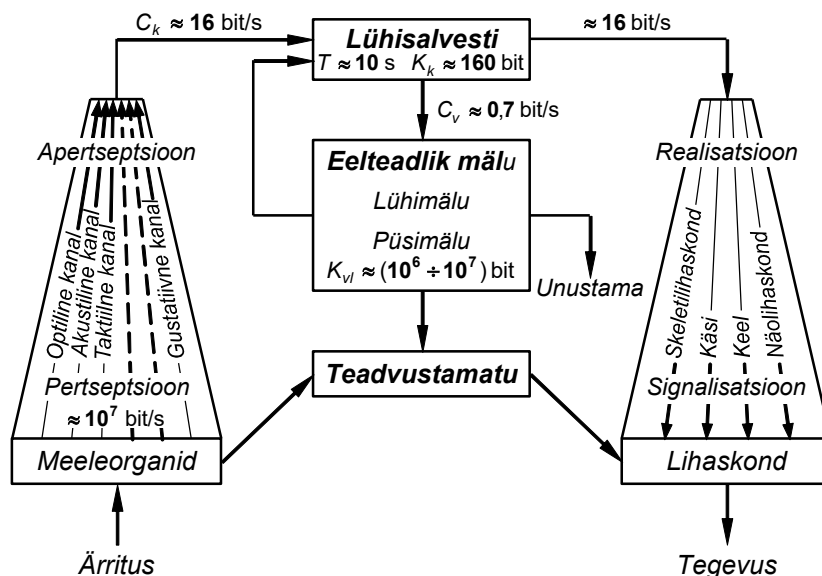
Mudel (sele 4.7) vasakul äratoodud lehter on kokkuvõtvalt tajumise kujutamiseks. Tajumisprotsess jaotatakse kaheks osaks, **pertseptsiooniprotsessiks** ja sellele järgnevas **apertseptsiooniprotsessiks**.

Pertseptsioonina tähistatakse informatsioonipsühholoogias meeleorganite innervatsiooni, st ärrituste tegelikku vastuvõtmist ja ülekandmist meeleorganite poolt. Meeleärrituste teadvusesse toomist (lühisalvestisse tungimist), valikute tegemist tähistatakse **apertseptsioonina**.

Apertseptsiooni korral tehakse seega valik kogu vastuvõetud informatsioonist. Seda protsessi tähistatakse informatsioonipsühholoogilises terminoloogias *mitteformaalse kohanemisena* – seda saab muuhulgas näitlikustada järgmise näitega. Seltskonnas räägivad kõik läbisegi. Härra A pöördub viisakalt temast paremal istuva daami B poole, kuigi teda huvitab tunduvalt rohkem, mida jutustab daam C tema vasakul käel. Hännal õnnestub pead pööramata apertsepteerida temast vasakul istuva daami C sõnad ja tunda samal ajal ära daami B poolt käsitletud probleem. Seega pertsepteeriti mõlemad vestlused, apertsepteeriti ainult üks. Kirjeldatud asjade kulgu võiks interpreteerida kui informatsioonivoolu optimaalset kodeerimist, kusjuures repertuaar muutub vastavalt huvile, millest tulenevad olulisuse kriteeriumid.

Apertseptsioonikiiruseks C_k ehk teisiti väljendatuna informatsiooni voolukiiruseks lühisalvestisse pakub Frank umbes 16 bit/s. Selle väärtuseni jõudis ta erinevatele uurimustele ja mõttekäikudele (D. Howes ja R. Solomon, A. Mager, R. Pauli, K. Port) tuginedes. Umbes 16 pildivahetusest sekundis sulavad osapildid pidevaks liikumiseks, inimene kuuleb madalaimat heli, mille sagedus on umbes 16 Hz, jne.

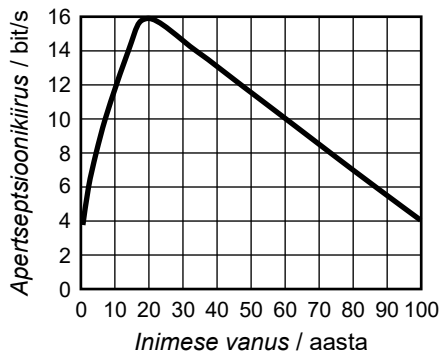
Harald Riedel on tõestanud, et apertseptsioonikiirus C_k sõltub vanusest – Frank'i poolt antud väärtus $C_k = 16$ bit/s on umbes 18- kuni 21-aastaste juures jälgitav maksimaalväärtus. Riedel'i vanusest sõltuvat kõverat on sele 4.8 (allikas Melezinek 1999) idealiseeritud, st kujutatud ilma hajumiseta.



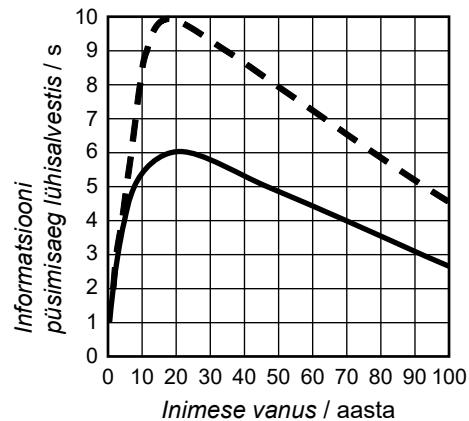
Sele 4.7 – Inimeses toimuva informatsioonitöötluse organogramm (Melezinek 1999)

Informatsioon, mida teadvustatakse (st mis vastavalt mudelile **selel 4.7** tungib lühisalvestisse), jääb lühisalvestisse kindlaks ajaks – **püsimisajaks T** – teadvusesse püsima. Püsimisajal T põhineb näiteks nähtus, et just kõlanud kellalööke on võimalik loendada veel tagantjärele, samuti mängib see näiteks aritmeetikas tähtsat rolli peastarvutamise juures.

Frank pakub **püsimisaja maksimaalseks kestvuseks $T = 10$ s**; Riedel on aga pakkunud keskmiseks püsimisajaks $T = 6$ s ja teinud kindlaks ka selle sõltuvuse vanusest – idealiseeritud kõverad on esitatud **selel 4.9** (allikas: Melezinek 1999).



Sele 4.8 – Apertseptsioonikiiruse sõltuvus inimese vanusest



Sele 4.9 – Informatsiooni püsimisaeg lühisalvestis sõltuvalt inimese vanusest:
punktirjoonega kõver – Frank'i järgi;
pidevjoonega kõver – Riedel'i järgi

Mõlemad lühisalvestit kvantitatiivselt kirjeldavad parameetrid C_k ja T võimaldavad hinnata lühisalvesti haardevõimet – ehk nn **lühisalvesti salvestusmahtu K_k** . Kui lühisalvestisse jõuab info maksimaalselt 16 bit/s ja jääb sinna maksimaalselt 10 sekundiks, on selle salvestusmahuks maksimaalselt $K_k = 160$ bitti.

Eelteadlikku mälu suunduva informatsiooni voolukiiruse C_v tuletas Frank Aborn'i ja Rubenstein'i katsetest. Frank pakub selleks väärtuseks $C_v = 0,7$ bit/s.

Nii nagu nähtub esitatud mudelist (**sele 4.7**), jaotab Frank eelteadliku mälu lühimäluks (mõnetunnise keskmise salvestusajaga) ja püsimäluks (mitmekuise keskmise salvestusajaga). Eespool esitatud voolukiirus C_v iseloomustab ainult lühimälu, püsimälu voolukiiruse väärtuseks hinnatakse umbes $0,1 C_v$.

Lühimälu haardevõimet ehk salvestusmahtu K_{vk} hinnatakse suurusjärku 10^3 bitti kuni $2 \cdot 10^4$ bitti. **Püsimälu haardevõimeks ehk salvestusmahuks K_{vl}** pakutakse väärtusi 10^6 bitti kuni $2 \cdot 10^7$ bitti.

Mudelis mõistetakse informatsiooni unustamist kui vana **väljatõrjumist** uue salvestatud informatsiooni poolt ja seda kujutatakse mälust välja noolega. Lühisalvestist tegevuse realiseerimiseks (lihaskiudude ärrituseks) määratud informatsioon antakse mudelis edasi maksimaalselt kiirusega 16 bit/s. Osa informatsioonist selle töötuse erinevatel etappidel ilmneb mitteteadlike reflekside vormis.

Mõned soovitusel praktilise õppetöö kujundamiseks, mis põhinevad informatsioonipsühholoogia mudelis esitatud tulemustel:

1. Kui õpilastele esitatakse õppetöös rohkem informatsiooni kui nende apertseptsioonikiirus C_k võimaldab, aetakse õpilased segadusse – koormatakse üle. Selle üldise järelduse juures tuleb kindlasti arvestada lisaks C_k sõltuvust vanusest (vt **sele 4.8**). Näiteks õpetaja, kes pole veel kolmekümneaastane, peaks õppetöös keskmise või kõrgema tehnilise õppeasutuse esimesel kursusel arvestama, et tema apertseptsioonikiirus on suurem kui paljudel tema õpilastel ning rääkima õppetöös

vastavalt aeglasemalt.

2. Kui õpetaja laused on pikemad kui informatsiooni püsimisaeg T (10 s) lühisalvestis, raskendatakse nende mõistmist (tuletage meelde näiteks patendikirjade rasket kursust – tegelikud nõuded patentidele koosnevad ühest, tihti üllatavalt pikast ja keerulisest lausest). Kuna samaaegselt on määravaks ka lühisalvesti salvestusmaht K_k , raskendavad vastamist ka õpetaja liiga pikad küsimused.

3. Eelteadlikku mällu suunduv voolukiirus on väiksem ($C_v = 0,7$ bit/s) kui apertseptsioonikiirus ($C_k = 16$ bit/s = keskmiselt 4 numbrit või 2 tähte sekundis). Paremat sobitamist aeglasema õppimiskiirusega on võimalik saavutada materjali kordamisega. Uut materjali – eriti selle tähtsamaid osi – peaks õpetaja kordama varieeritult, st erinevate rõhuasetuste, sõnastuse, näidete ja tehniliste õppevahenditega – teistes seostes. Ka diskussioonid, grupitööd jms võivad kaasa aidata C_v ja C_k sobitamisele.

4. Õppetöö ajal konspekteerimisega võidakse uue materjali apertsepteerimist aeglustada ja lähendada selle kiirust eelteadlikku mällu suunduva voolukiirusega. Sellest asjaolust tulenevalt võiks õpilastele soovitada õppetöö ajal märkmete tegemist; koduse ettevalmistuse ajal aga võiks koostada nende märkmete ja õpiku ning võimaliku lisakirjanduse abil kirjalik õppeteema formuleering.

5. Ebaolulise informatsiooni esitamise korral apertsepteeritakse vähem olulist informatsiooni just õpilaste piiratud salvestusmahu tõttu. Kasutu informatsiooni pakkumise tõttu (näiteks õpetaja enese isiku rõhutamine, ebatavaline käitumine, valjusti mõtlemine tahvli juures mitteolulistel kohtadel jne) salvestatakse vähem olulist informatsiooni, mis on põhjustatud õpilaste piiratud informatsiooni vastuvõtust. Kui aga õpilased on suunanud oma tähelepanu õppetöö seisukohalt mitteolulisele, võib õpetaja kasutu informatsiooni abil meisterlikult juhtida nende tähelepanu tagasi õppetööle.

6. Ülesannete lahendamise, näidete esitamise jms mõju seisneb selles, et need tuginevad reflektorsetel teadvusprotsessidel, mille puhul vastav informatsioon jääb kauemaks lühisalvestisse püsima ja nii suureneb selle vastuvõtmise tõenäosus eelteadlikku mällu.

Metoodika. Otsese ja kaudse õpetamise meetodid.

4.2.8 John Boyd'i õpi- ja otsustustsükkel

“Me saame õpetamisel toetuda oma kogemustele, kuid me ei saa õpetada kogemusi.” Sasha Azevedo

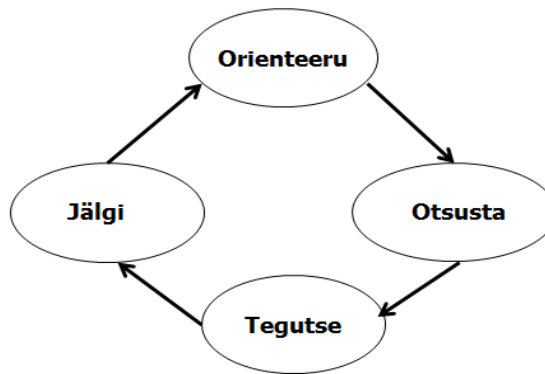
USA kolonel, hävituslendur ja sõjastrateeg John Boyd töötas 1970.a välja nn Boyd'i 4-astmelise õpi- ja otsustustsükli OODA (*Observe-Orient-Decide-Act*) (vt **sele 4.9.1**).

John Boyd'i teooria vastab kaasaegsetele aju fMRI uuringutele ja Albus'i uuringutele (vt jaotis 8.5.2 - Aktiivõpe). John Boyd koostas 4-astmelise tsükli lahingupilootide treenimiseks - jälgimiseks ja koheseks reageerimiseks:

- Boyd'i tsükli esimesed 2 astet – *jälgi ja orienteeru* – aktiveerivad ajus nägemis-, parietaal- ja temporaalsagara;
- Järgmised 2 astet – *otsusta ja tegutse* – aktiveerivad aju frontaalsagarad mõtlemiseks ja motoorseks kontrolliks.

Boyd'i tsükli 4 astet aktiveerivad järgmisi ajusagaraid:

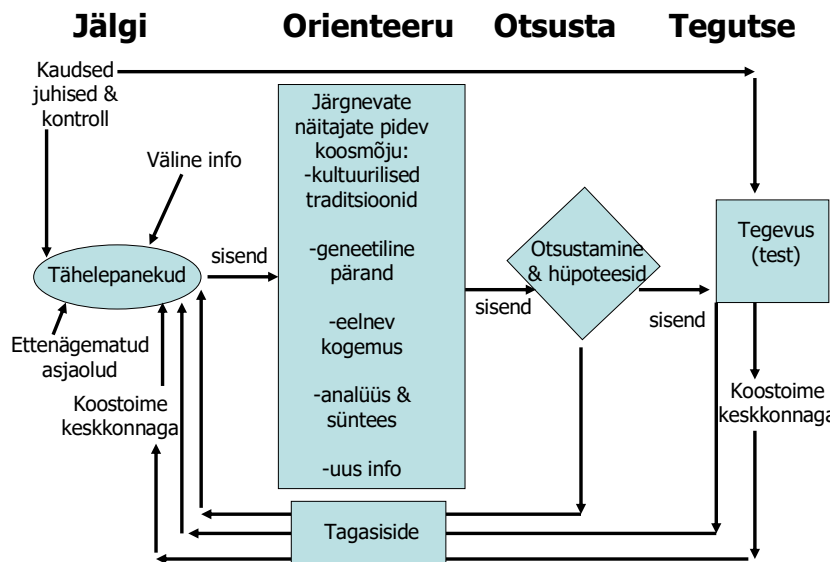
- 1. aste – *jälgi*: visuaalne sisend nägemissagaras, objekti ära tundmine ja nimetamine aktiveerib temporaalsagara;
- 2. aste – *orienteeru*: parietaalsagarad ühendavad nägemise, kompimise ja heli ajus nn “kognitiivseks mõistekaardiks”;
- 3. aste – *otsusta*: argumentatsiooni kontrollivad frontaalsagarad, teised piirkonnad säilitavad nn teadmiste kogumi ja nn vaimsed mudelid;
- 4. aste – *tegutse*: “tegutsemise skeem” on frontaalsagarate kontrolli all, signaalid liiguvad lihaskonda.



Sele 4.9.1 – Boyd'i õpi- ja otsustussükkel

Kiireks tegutsemiseks tuleks iga samm läbida millisekundites. Selleks tuleb ülikiiirelt seostada eelnevalt õpitud mustrid. Õppimine toimub läbi kordamiste, harjutamiste ja simulatsioonide aktiivõppes.

Boyd muutis oma OODA tsükli (*OODA LOOP*) detailsemaks luues *universaalse otsustusmudeli OODA Loop* (vt sele 4.9.2).



Sele 4.9.2 – Boyd'i universaalne otsustusmudel OODA Loop

Boyd'i teooria on tänini üheks põhiliseks alusteooriaks kognitiivsetes uuringutes, simulaatorõppes (pilootide, meremeeste, sõjaväelaste, kriisireguleerimise jt koolituses) ja militaarpedagoogikas, õppemängude kaudu õppimises ja mängulises (võistlusmomendiga) interdistsiplinaarsetes

teadmismängudes noorte uudishimu ergutamiseks ja suunamiseks teadmiste omandamisel ning väärtustamisel (näiteks ETV saatesarjas Rakett 69).

Metoodika. Sobivaks on aktiivõppe, simulatsioonide ja hariduslike õppemängude kasutamine.

4.2.9 Zoltan Dienes'i STEM õppeainete õppimise teooria

„Mõista tähendab leiutada“ Jean Piaget

Me õpime igaüks erineval viisil, ei ole olemas üht kindlat ja õiget moodust, mis oleks universaalne kõigile. Õpetajal tuleks kaaluda erinevaid mooduseid, kuidas aidata õpilasel endal oma arengulisi strateegiaid luua, neid jälgida ja vajadusel parendada. Et julgustada õpilasi matemaatiliselt mõtlema, peaksime aitama nende ideedel päevavalgele tulla, neid julgustama õppima läbi eksimuste.

Õpilased õpivad STEM õppeaineid suure huviga, kui neil on:

- võimalus esitada küsimusi;
- piisavalt mõtlemisaega, et tekkinud ideid ise järele proovida, kartmata eksida;
- vahendav ja toetav õpetaja, kes toetab mõtlemist, katsetab ideid, annab vihjeid suunab jne.

Zoltan Dienes'i reaalinete õppimise 6-asmeline teooria (Dienes 1971):

- 1. aste - enamus inimesi, sattudes olukorda, kus nad ei oska ülesannet lahendada, kasutavad „katse-eksituse“ meetodit. Nad püüavad ülesannet lahendada seni, kuni jõuavad mingi esmase reeglipärasuseni ja olukord hakkab vähehaaval lahenema. Seejärel on võimalik juba suurema süsteemsusega ülesanne lahendada. See on õppimise algusfaas – vaba mäng, mille jooksul tutvutakse uue olukorraga;
- 2. aste – pärast mõningast vaba eksperimenteerimist ilmuvad teatud regulaarsused, mida võib nimetada „mängureegliteks“, mis omakorda toovad mängu huvitava, kaasahaarava tegevuse. Seega reeglid loovad mängu. Igal mängul on aga omakorda reeglid, mida tuleb järgida, et mäng lõpuni mängida, täites samas kõiki kindlaid tingimusi. See on väga vajalik kindlate reeglitega hariduslik mäng, mis sobib kokku matemaatikaga. Tegemist on õpitsükli keske osaga, kus õpitakse mängima kindlate mängureeglite alusel, vastandina esimesele astmele;
- 3. aste – kui õpilased hakkavad mängima erinevaid matemaatilisi mänge, jõuab kätte aeg, kus neid mänge tuleks ka arutada, analüüsida, võrrelda omavahel. Kasulik oleks õpetada erinevaid mänge, millel on sarnased reeglid, kuid kasutatakse erinevaid materjale. Nii mõistetakse, et mängudel, mis esialgu tunduvad erinevad, on ühine tuum, mida saab identifitseerida erinevate mängude sarnase matemaatilise sisuga. Nüüd võiks luua sarnase struktuuriga mängude elementidele või tehetele „selgitavad sõnaraamatud“. Nii näevad õpilased reeglite struktuuri olulisust. Selles astmes astuvad õppurid esimesi samme abstraherimise poole. Seda astet võib nimetada võrdluse staadiumiks;
- 4. aste – saabub aeg, kus õppurid määratlevad erinevate mängude abstraktse sisu ja vajavad selget pilti, et välja tuua erinevate tegevuste ühisosa. Nüüd tuleks soovitada diagramme, tabeleid, koordinaatide süsteeme jms, et õppuritele selgelt oluline ühisosa ja sõltuvused välja tuua. Nii võib kaardistada kõik mängud. Seda astet nimetatakse esitluse astmeks;
- 5. aste – nüüd on võimalik uurida esitlusi ehk illustreerivat „kaarti“ ja tuua välja, järeldada, analüüsida mängude omadusi. Näiteks võib võrrelda, kas erinevad tehted viivad samade tulemusteni. Neid „avastusi“ tuleb nüüd kontrollida, mängides läbi neid mänge, mis viisid olemasolevate avastusteni. Siit kujuneb elementaarne „keel“, mis kirjeldab kaardistuste omadusi. See keel vastab matemaatika sümbolite keelele. Nüüd arendatakse välja sümbolite keel, mis

kirjeldab õpitava süsteemi omadusi kaardistuste analüüsimisel ja tundmaõppimisel. Seda etappi nimetatakse sümboliseerimise etapiks;

- 6. aste – sümboliseerimise astme kirjeldamine võib tihti pikale venida. Tekib vajadus luua mingi korrapärasus selles kirjelduste rägastikus. Nüüd tuleb seletada, et piisab vaid olulisimatest kirjeldustest, määratledes kindlaid ja täpseid kehtivaid reegleid, mida saab kasutada kui kokkuvõtva, üldisi reegleid. Sel juhul mõistame, et esimesed, olulisimad kirjeldused ongi meie aksioomid ja ülejäänud suurused, mida oleme dedutseerinud, on meie teoreemid. Aksioomidest teoreemideni viib alati tõestus. Seda etappi võime nimetada vormistamiseks.

Zoltan Dienes'i STEM õppeainete õppimise teooria printsiibid (Dienes 1971):

- *dünaamika printsiip* – uue kontseptsiooni mõistmine on evolutsiooniline protsess, milles õpilane läbib 3 faasi ja loob vajaliku raamistiku uue kontseptsiooni õppimiseks:
 - eel- ehk mängufaas – esialgse struktureerimata ülevaate andmine, millele hiljem ehitatakse üles arusaamine (sh videod, õppemängud, ülesanded jm);
 - struktureeritud tegevused – õpitavale kontseptsioonile struktuurilt sarnaste näidete toomine;
 - reaalses elus rakendatavus (sh probleem-, projekt- ja interdistsiplinaarne õpe).
- *tunnetusliku varieeruvuse printsiip* – õppimine erinevas füüsilises kontekstis (kasutades erinevaid füüsilisi abivahendeid, aitamaks leida analoogiad (kasutades näiteks kummipaelu, õhupalle, legoklotse jms), mis aitavad õpitut oma kogemuste abil abstraherida (toimub matemaatiline abstraktsioon);
- *matemaatilise varieeruvuse printsiip* – matemaatilise kontseptsiooni üldistusoskus täiustub, kui varieerime ebaolulisi muutujaid, siin on oluline nii abstraherimise kui ka üldistamise oskus, mida antud astmel täiustatakse;
- *konstruktiivsuse printsiip* – Dienes eristab kahte liiki mõtlejaid: konstruktiivseid ja analüütilisi. Ta seostab konstruktiivse mõtleja Piaget' konkreetsete operatsioonide astmega ja analüütilise mõtleja Piaget' formaalsete operatsioonide astmega (vt jaotis 4.2.3.2). Konstruktiivsuse printsiip väidab, et konstruktsioon peab alati eelnema abstraktsioonile. Konstruktiivsed kogemused loovad nurgakivi kogu STEM valdkonna õppimisele ja alles siis tuleks liikuda abstraktsioonidele. Suurim viga tehakse STEM õppeainete õpetamisel, kui õpilastel palutakse abstraherida ainevaldkonna ideid enne, kui nad on neid konkreetsetelt kogenud, tulemuseks on mehaaniline õppimine. Konstruktiivne lähenemine aitab STEM valdkonnas paremini õpetada.

Dienes rõhutab, et STEM õppeainete õppimine ei tohi olla pealtvaatamine, see vajab väga aktiivset vaimset ja füüsilist tegutsemist. Oluline on õpistiilide, õpiharjumuste ja arengustaadiumiga arvestamine (vt Piaget' teooria - jaotis 4.2.3.2).

Dienes toob välja järgmised STEM õppeainete õpetamise olulised seisukohad (Dienes 1971):

- reaalainete õpetamisel on töö suure klassiga ebaefektiivne, ei arvestata individuaalset eripära, õpistiile ja huvi;
- keskenduda tuleks tööle väikestes rühmades, sest tavaliselt töötavad reaalainete õppimisel kõige efektiivsemalt 2-liikmelised rühmad;
- õpetaja peaks esitama, edastama, ette näitama, juhendama, õpetama, suunama, vajadusel ka aitama;

- õpilased peaksid vastutama oma õppimise eest;
- kaasaegne õppekeskkond loob uued võimalused info hankimiseks, lisamaterjalideks, arvutite kasutamiseks. Reaalainete õpetamiseks oleks sobivaim õppelabori loomine.

Millised loogilis-matemaatilise intelligentsuse omadused võimaldavad matemaatilist mõtlemist ja STEM õppeainete paremat õppimist (vt jaotis 4.4.1 – Õpistiilide mudelid)? Võtmeküsimuseks on võime ära tunda seaduspärasusi ja näha elementide, suuruste, muutujate jm vahelisi seoseid. Matemaatika, füüsika ja teised STEM valdkonna õppeained on struktureeritud ideede võrgustikud. Matemaatiliselt mõelda tähendab luua seoseid nendes võrgustikes. STEM õppeained ei koosne eraldiseisvatest oskustest ja teadmistest – need on omavahel seostatud mõistete ja protseduuride raamistikud. Õpetaja peaks aitama õpilastel näha STEM õppeainetele omast struktuuri, mitte ainult õpitud võrrandeid, reegleid, definitsioone ja fakte.

Instrumentaalne ja relatiivne mõistmine. Õppimise psühholoogias tehtud uuringud näitavad, et STEM õppeainete õppimisel on oluline eristada instrumentaalset ja relatiivset mõistmist, mis mõlemad on õpetamisel ja õppimisel olulise tähtsusega – **nn Skempi teooria** (Skemp 1986):

- *instrumentaalse mõistmise* aluseks on reeglid (meetodid, algoritmid) ja oskus neid reegleid teatud olukorras kasutada (mehhaaniline õppimine). See annab õpetajale kiiremaid tulemusi ja seda lühikese ajaga (näiteks: nii kirjutame numbrit 10). Reeglid kipuvad kergesti ununema;
- *relatiivne mõistmine* – mõtestatud õppimine, kus õpilane mõistab õppeaine struktuuri seoseid ja suhteid, see tähendab teada reeglite aluseid ja selle teadmise omandab õpilane siis, kui ta on reeglid läbi mõelnud, analüüsinud ja suudab neid ka ise tuletada. Õppimine on sellisel juhul sügavam, kestvam ja kergema vaevaga taastatav ning motiveeritum (näiteks: seetõttu kirjutamegi numbrit 10 kahekohalisena).

Kuidas saaksid õpilased omandada STEM õppeainete struktuurid pigem süvitsi kui pinnapealselt?

Dienes'i „rusikareeglid“ STEM õppeainete õpetamiseks:

- *seletage materjali selgeltmõistetavalt* – põhimõisted, reeglid jms tuleks ükshaaval ja selgeltmõistetavalt lahti seletada, läbi arutada ning näidata nende omavahelisi seoseid mitmel erineval moel;
- *kaasake õpilased aktiivselt õppeprotsessi* nii individuaalselt kui ka rühmatöös – ise läbi tegemine ja oma sõnadega üksteisele seletamine aitab sügavuti aru saada;
- *suunake õpilasi analüüsima* – õpilased peaksid õpetaja poolt toetatult ja juhendatult julgelt oma ideid kontrollima, katsetama, läbi arutama ja arvutama, järeltõlge tegema ning vigadest õppima;
- *korrake põhimõisteid* - põhimõisted ja nende olemus tuleks erinevas kontekstis ikka ja jälle üle korjata kogu õppeaasta jooksul, et mõista kuidas õpitut reaalses olukorras rakendada.

Julgustades õpilasi mõtlema, peaks õpetaja kaasama kõik õpilase intelligentsuse aspektid (vt jaotis 4.4.1 – Õpistiilide mudelid - Howard Gardneri õpistiilide mudel). Paljud traditsioonilised õpikud ja õpetamismetoodikad on rõhutanud STEM õppeainete puhul sümbolite abil mõtlemist - tänagi nähakse vajadust sümbolite abil õppimiseks (reeglite, sümbolite, valemite abil), selle asemel, et teha valdkond iseenda jaoks sügavuti selgeks.

STEM õppeainete õppimisel õppeaine sisu töötlemise erinevaid viise võiks jaotada järgmiselt (Fisher 2005):

- *verbaalselt* – sisekõne ja läbiarutamine, keelelise intelligentsuse kasutamine, tegutsemiskava, lahenduskava ja tegevuste sõnastamine, arusaadavuse ja tähenduse loomine;
- *interpersonaalselt* – õppimine teisi jälgides, koos tegutsedes, ühise eesmärgi nimel pingutades, mõtteid üksteisega jagades, üksteist õpetades, võrreldes, küsimusi esitades, probleeme arutades;
- *füüsiliselt* – artefaktide kasutamine (sh tehnika ja tehnoloogia) otstarbekohane aparatuur, varustus, õppevahendid, arvutid, probleemi või protsessi kujundamine, praktiliste kogemuste saamine, kehalis-kinesteetiliste oskuste kasutamine, praktiliste rakenduste leidmine füüsilises maailmas;
- *visuaalselt* – protsessidele näitliku kuju andmine, visandite, jooniste või diagrammide tegemine, et probleem silme ees oleks, mustrite ja kujundite visualiseerimine, ruumiline mõtlemine, graafiline ja geomeetiline kujundus, kujutluspiltidega mängimine;
- *sümboliline* - kirjanud sõnade ja abstraktsete sümbolite kasutamine tõlgendamiseks, matemaatiliste probleemide kirjanek ja nende kallal töötamine, erinevate märgisüsteemide ja ainevaldkonna loogiliselt täpse keele kasutamine, materjali tõlkimine matemaatilisse keelde.

Viimaste aastate uurimused on keskendunud sellele, kuidas õpilased probleemidele ise oma lahendusi leiavad. Õpetaja saab õpilaste loova matemaatilise mõtlemise soodustamiseks toetada õpilaste loomulikke kalduvusi ja julgustada õpilasi neid arendama. Küsimused, mis viivad arutelu edasi on näiteks:

- Miks sa seda arvad?
- Kas saaksid näidata, mida silmas pead?
- Kas selleks on veel mõni võimalus?
- Kas seda saaks ka kuidagi teisiti seletada?
- Kuidas seda teistele seletada saaks?
- Kus seda mõtet kasutada saaks?
- Kas tootsid veel mõne näite?.

Oluline osa matemaatilisest mõtlemisest on „kui...siis“ mõtlemine, mis on seotud mõtlemisega reaalses elus (kui homme sajab, siis ei saa me piknikule minna), sama kasutatakse ka arvude puhul – kui $2 \times 16 = 32$, siis $16 \times 2 = 32$ ja $32 : 2 = 16$. Otsides arvudes seaduspärasusi ja leiutades oma algoritme, tutvuvad õpilased algebraga.

Mustrite otsimine on inimmõistuse peamine reaktsioon igasugusele kogemusele. Mustri ja süsteemi otsimine, mida psühholoogias tähistatakse sõnaga „Geštalt“ (vt ka 4.2.3.1 – Geštaltpsühholoogiline teooria), algab eraldiseisvate komponentide äratundmisest, tööst ja mängimisest nendega, et näha, kas nad sobituvad mingisesse üldisesse kujundisse või süsteemi.

Matemaatiline mõtlemine on seoste otsimine. Nagu traditsioonilised matemaatika aineprogrammid, kui ka 1960. aastate nn „uus matemaatika“ põhinevad matemaatika loogilisel struktuuril, nii nagu seda näevad matemaatikud, kuid nende struktuuride abil ei ole paranenud ei arusaamine matemaatikast ega ka testitulemused. Matemaatika on jäänud hirmu, läbikukkumise, isegi lauspaanika allikaks. Nagu „tagasi-alustõdede-juurde“ fundamentalistid, pole ka uuendusmeelsed mängulise lähenemise pooldajad suutnud oma meetodite abil kujundada õpilastes niisugust matemaatilist mõtlemist, mis pakuks mõistmist ja kindlustunnet (Buxton 1981). Kaasaegsed uuringud on näidanud, et selleks, et olla efektiivne, peaks õpetaja kasutama samu võtteid, mille abil õpilased ise matemaatikat struktureerivad (Fisher 2005). Matemaatika ja teiste STEM õppeainete õppimiseks on vaja palju harjutamist ja kogemusi, mis haaraksid kõiki Howard Gardneri intelligentsuse vorme (vt jaotis 4.4.1 – Õpistiilide mudelid). Oluline ei ole STEM valdkonna õpetamisel mitte mehaaniline „ära õppimine“, vaid sügavuti arusaamine ja positiivne ning toetav suhtumine.

Matemaatika ülesannete lahendamine on midagi enamat, kui lihtsalt jätta meelde standardseid lahendusi tuntud ülesannetele, matemaatika tegelik kasutamine avaldub selle rakendamises tõsieluliste probleemide puhul. Matemaatilisel ülesandel on kindel algus ja selge eesmärk, milleni tuleb jõuda.

Rakenduslikku mõtlemist saab kasutada eluliste probleemide korral, matemaatilised protsessid saab peita STEM valdkonna reaalsesse ülesannetesse. Matemaatilist mõtlemist soodustab protsessist rääkimine ja protsessi läbiarutamine. Paberil esitatud probleemid avavad tee edasiseks aruteluks, märkmete tegemine aitab ideedega mängida, oma mõttekäiku kirjeldada ja harutada lahti sõlmeläinud probleemid.

Lõpuks peavad siiski õpilased ise leidma oma tee STEM valdkonna õppeainete mõistmiseks, kus õpetaja ja kaaslased võivad neid küll toetada, kuid kus tuleb siiski loota vaid oma loomulikule arukusele. Õpilaste enda poolt valitud rada on nende jaoks parem kui teiste poolt määratud.

Vead ja nende parandamine. Meil õpetajatena on suur kiusatus õpilaste vigu korrigeerida, ent paljudel probleemidel on rohkem kui üks õige vastus ja peaaegu kõikide ülesannete lahendamisega võib ka enam kui ühel viisil rappa minna.

STEM õppeainete õppimise üheks oluliseks osaks on õppimine oma vigadest, kusjuures vigade tegemise eest õppimise protsessis õpilasi karistada ja naeruvääristada ei tohi. Õpilase eksimuse parandamine tähendab õpilasele reeglina temapoolset viga, õpetaja oskamatu või läbimõttlemata tegevus võib igasuguse pingutuse mõttetuks teha. „See vastus on vale!“ – selline õpetajapoolne vea parandamine ei ole STEM õppeainete puhul eriti arukas.

Isegi ilmsete vigade puhul peaks õpetaja andma õpilasele võimaluse oma vigu seletada ja analüüsida. Õigete vastuste valmiskujul õpilastele andmine ei pruugi mõtlemisprotsessi soodustada, vaid hoopis katkestada. Vigade läbiarutamine peaks olema suunatud õpilase arengule, pakkuma uusi lahendusstrateegiaid, mis aitaksid õpilasel edasi mõelda. Sama kehtib ka kontrolltööde vigade parandamise kohta – õpilased ei peaks mitte ainult vigased ülesanded õigesti lahendama, vaid neil tuleks lisaks ka analüüsida, mida nad valesti tegid ja mida järgmisel korral analoogse ülesande puhul tuleks teisiti teha ning mida saadud õppetunnist meelde jätta. Metakognitsioon ja analüüs aitavad kõige paremini õppida oma vigadest. Eesmärgiks ei ole muuta õpilased sõltuvaks vastusevihikust või teisest targemast inimesest, vaid tagada õpilastele maksimaalne iseseisvus, mõtlemisoskus, loovus, loogika, enesekindlus ja kontroll probleemilahenduse protsessi üle.

4.2.10 Konnektivism

„Õpivõime on kingitus, õpioskus on kunst, õpisoov on valik.“ Brian Herbert

Kanada teadlased **George Siemens** ja **Stephen Downes** (Siemens 2004) löid 2004. aastal digiajastu konnektivistliku õpiteooria, mis seletab lahti, kuidas on internet loonud uusi võimalusi õppimiseks ja teadmiste jagamiseks.

Õppimist toetavad antud õpiteooria seisukohalt näiteks wikid, e-post, e-raamatud, internetibrauserid, online foorumid, sotsiaalvõrgustikud, Moodle, MOOC (*Massive Open Online Course*), LOOC (*Local Online Open Courses*), OER (*Open Educational Resources*) jpm web 2.0 võimalused.

2004. aasta jaanuaris avaldas G. Siemens artikli „*Konnektivism: õpiteooria digiajastul*“, kus ta kirjeldas digiajastu konnektivismi põhiideid, mille ta oli edasi arendanud toetudes oma analüüsile olulisemate õpiteooriate piirangutest, et selgitada, milline on tehnoloogia mõju sellele, kuidas me elame, kuidas suhtleme ja õpime.

Digiajastu konnektivismi põhiideeks on, et teadmine on jagatud võrgustikuks põimitud ühenduste vahel ja õppimine seisneb oskuses neid võrgustikke luua, seostada ning nendevahelisi piire ületada. Teooria integreerib mitmeid olulisi õpiteooriaid ja tugineb biheiviorismile, kognitivismile, Thorndyke'i ideedele, Bandura sotsiaalse õppimise teooriale, konstruktivismile, Vögotski lähima arengu tsooni põhimõtetele ja Kolbi kogemusõppe teooriale.

Konnektivism ei käsitle õppijat isoleerituna, vaid vaatleb teda võrgustikus õppivana, kusjuures õppematerjale on võimalik kasutada õppurile sobival ajal. Üks kõige olulisemaid aspekte digiajastu konnektivismis on võrgustiku kaudu loodud „sõlmed“ ja ühendused, mis ongi Siemensil õppimise keskseks metafooriks. Konnektivismis on „sõlm“ midagi, mida saab teise „sõlmega“ ühendada. „Sõlmeks“ võib olla nii õpilane, kui ka õpilaste rühm, õpetaja või ka mõni infoallikas, nagu näiteks e-raamat, internetisait, õpiobjekt, õpikogukond jne. Õppimine on seega protsess, kus luuakse uusi sidemed teiste „sõlmedega“ ja seeläbi „punutakse“ õpivõrgustikku. Mitte kõik „sõlmed“ selles võrgustikus ei ole aga võrdselt tugevad. Seetõttu kasutab digiajastu konnektivism õppimise põhimõtetele „tea kuidas“ ja „tea mida“ lisaks ka põhimõtteid „tea kus“ (teadmine sellest, kust võib vastavaid teadmisi leida, kui neid vajatakse) ja „hinda ning analüüsi“ (internetikirjaoskus - teadmine sellest, milline materjal internetis on sobiv). Meta-õpe on seega digiajastu konnektivismis sama tähtis kui õppimise protsess ise.

Georg Siemensi digiajastu konnektivismi põhiprintsiibid (Siemens 2004):

- õppimine ja teadmus põhinevad arvamuste mitmekesisusele;
- õppimine on spetsialiseerunud keskuste või teabeallikate ühendamise protsess;
- õppimine võib toimuda internetis, tehnoloogiapõhiselt, erinevate tehnoloogiate abil;
- võime suurendada teadmiste mahtu on olulisem kui see, mida hetkel teatakse;
- info omandamise ja säilitamise ühendused on hädavajalikud, et võimaldada pidevat õppimist, inimestevaheliste sidemete hoidmine ja säilitamine on vajalik, et hõlbustada pidevat õppimist;
- võime näha seoseid erinevate valdkondade, ideede, kontseptsioonide vahel on läbiv oskus kõigi õpitegevuste puhul;

- ajakohased teadmised on iga konnektivistliku õpitegevuse põhiliseks eesmärgiks, kaasaegsed õpitegevused ja uudsete ideede rakendamine on uue info omandamise eelduseks;
- otsuste tegemise oskus on õppeprotsessi aluseks. Valikut, mida õppida, salvestatud andmete olulisust ja tähendust, tuleks vaadelda pidevalt muutuva reaalsuse vaatenurgast. Kuigi täna tundub vastus õige, võib see homme selle infokeskkonna muutumise tõttu, mis mõjutas otsust, juba valeks osutuda.

Konnektivistlik lähenemine rõhutab inimestevaheliste sidemete ja võrgustike rolli õppimises. Selle järgi on õppimine protsess, mis toimub muutavas keskkonnas. Õppimine eksisteerib võrgustikes, mis on fokusseeritud teadmiste kogumite ja ühenduste loomisele, mis omakorda võimaldavad õppijal rohkem õppida ning on seega olulisemad kui pelgalt ühe õpilase teadmine. Siin on oluline õpetaja-poolne juhendamine, nõustamine ja suunamine ning pidev õpianalüütika.

Konnektivistliku käsituse juhtiv arusaam on, et otsused probleemide lahendamisel põhinevad kiiresti muutuval alusel (kontekstil) ning et pidevalt on vaja läbi töötada uut infot. Suutlikkus eristada olulist ja ebaolulist teavet ning ära tunda, millal uus teave muudab eelnevalt tehtud otsuste konteksti, on selle lähenemise kohaselt äärmiselt oluline (Siemens 2004). Siiski tuleb mees pidada, et e-õpe ja internet on vaid vahendid õppimise toetamisel, kesksel kohal on oskuslik ainesisu valik, õpianalüütika, õppe personaliseerimine ja ainesisule sobiva metoodika valik. Praktist õpet e-õppes ei ole võimalik STEM valdkonnas läbi viia.

Metoodika. Digiajastu konnektivismi põhilisteks õppemeetoditeks on online kursused, kombineeritud õpe, pööratud klassiruum, hübriidklassiruum, MOOCsid, e-õpe jne.

4.3 Sihtrühma analüüs

„Hea õpetaja innustab lootusi, sütitab kujutlusvõimet ja säilitab armastuse õppimise vastu.“ Brad Henry

Inseneripedagoogikas on tähtis omada ülevaadet sihtrühmast, kellele Teie õpetatav materjal on suunatud. Sihtrühma analüüsi juures on oluline psühholoogiliste ja sotsiaalsete tunnuste hindamine, kusjuures mõlema tunnusterühma piirid on pigem hägusalt kui järsult eristatavad.

Enne õppetöö läbiviimist või esitlust oleks vaja analüüsida sihtrühma, et saada ülevaade järgmistest näitajatest (Melezinek 1999):

- osalejate arv (ruumi paigutus, jaotmaterjalide arv, rühmatööde võimalus, metoodika valik jne);
- sugu ja vanus (vt jaotis 4.3.2 – Soolised erinevused õppimisel ja jaotis 4.4 - Õpistiilid);
- haridustase ja ettevalmistus (sh kas mõistetakse erialaseid termineid);
- lähteteadmised ja õpikogemused;
- emotsionaalsed seisukohad ja huvi;
- sotsiodemograafilised tunnused;
- kas sihtrühm on omavahel tuttav või on tegemist võõrastega;
- kultuuritaust (vt jaotis 4.9.8 – Mitmekultuurilise õpperühma õpetamine);
- väärtushinnangud.

Vaatleme järgnevalt lähemalt mõningaid olulisimaid õppimist mõjutavaid näitajaid:

Lähteteadmised ja õpikogemused on olulised sihtrühma tunnused. Iga kuulaja toob ühelt poolt kaasa oma igapäevateadmised, teiselt poolt aga ka teatud teemaga seotud teadmised. Õpetajana peaksite Teie uue õpetatava materjali siduma sihtrühma eelteadmistega. Lisaks tuleks Teil luua eelnev ülevaatlik pilt õpilaste õpikogemuste ja õppimisharjumuste kohta.

Eelteadmiste kindlaksmääramiseks võiks näiteks kasutada eelteadmiste testi (paberil või elektroonset), mõistekaardi koostamist (üksikult või rühmatööna), õpilaste küsimustele vastamist (õpilased kirjutavad *post-it* paberitele küsimusi õppeaine eesmärkide, oodatavate eelteadmiste, õpiväljundite, ootuste, hindamise kohta jne), valikvastustega küsimustikke (elektroonseid, klikkeritega, roheliste ja punaste kaartidega jne, individuaalselt või rühmatööna)

Emotsionaalsed seisukohad ja huvi kursuse või teema vastu mängivad sihtrühma puhul samuti olulist rolli. Inimesed kujundavad oma arvamuse, otsused ja seisukoha enamasti isiklike elamuste ning kogemuste põhjal. Kindlasti tuleks arvestada Teie sihtrühma seisukohtade ja motiividega, ilmselt püüdate sellegi poole, et neid seisukohti ja motiive õppetegevuse käigus muuta või suunata.

Sihtrühma sotsiodemograafilised tunnused: vanus, sugu, tegevusala jne on samavõrd tähtsad. Arvestada tuleks ka geograafilisi ja majanduslikke tunnuseid.

Õpetaja peaks eelnevalt analüüsima sihtrühma vanusest, soost, tegevusalast ning eelteadmistest tingitud eeldusi ja piiranguid. Sihtrühma tundmine aitab vastata paljudele küsimustele, sealhulgas:

- missugune on teema käsitlemise sobiv raskusaste?
- millises ulatuses abstraktset teemat näitlikustada?
- millises ulatuses keerukat probleemi lihtsustatud skeemide abil seletada?
- milline oleks sobivaim teoreetilise ja rakendusliku õpetatava materjali suhe?
- kas esitada uut materjali induktiivselt või deduktiivselt?
- kuidas ja millises ulatuses teadmisi kontrollida?

Samas tuleks kindlasti arvestada ka õpilaste **sünnipäraste erinevuste, hoiakute ja isikupäraga**. Vastavat teemat on väga põhjalikult ja professionaalselt käsitlenud Peep Leppik (Leppik 2008), kes samas käsitleb meisterlikult ka psühholoogilisi ja sotsiaalseid probleeme õpetajatöös.

Samuti on oluline õpilaste erinevate õpistiilidega arvestamine õpetamisel (vt jaotis 4.4).

Tänapäeva õpilased on muutunud võrreldes 20. sajandi õppuritega. Et kindlustada õppurite enam-vähem ühtlane eelteadmiste tase, on üheks võimaluseks läbi viia vastuvõtukatsed või –test. Tänapäeva insenerivaldkonna õppurid ei ole reeglina vahetanud rattakummi, parandanud äratuskella, raadiot või triikrauda, remontinud vanemate autot. Tänapäeva õppurid on osavad arvuti klaviatuuri käsitlemisel. Olulisemateks põhjusteks siin on kaasaegsed ohutusnõuded ja seadmete miniatuurisus ehk nn „*black-box sündroom*“ – õpilased ei õpi suurt midagi elektronkella lahtivõtmisest või pereauto kapoti avamisest, sest inseneeria saavutused on peidetud nn „*black-box*” ja näha ei ole isegi mutreid ega polte ning puuduvad liikuvad ja nähtavad osad. See teeb omakorda keeruliseks insenerivaldkonna konteksti edasiandmise alustavatele õppuritele ja isegi selle seletamise, mida üldse teeb üks kaasaja insener.

Generatsioonide teooria. Viimasel ajal on suurt populaarsust kogunud nn „generatsioonide teooria“, mis on aga saanud ka palju kriitikat, sest see on üldistatud, ei põhine empiirilistel uuringutel ega ole seetõttu kriitikute arvates teaduslik teooria (*evidence-based theory*). Howe & Strauss (1992) ja Coomes & DeBard (2011) on oma generatsioonide teoorias liigitanud õpilased sõltuvalt nende sünniajast põlvkondadeks järgnevalt (toome siinkohal ära vaid generatsioonide teooria viimased generatsioonid):

G1-generatsioon (sündinud 1900. – 1920.a) – ka *Greatest Generation* (inglise keeles tähendab lühend G.I. karastatud terast, mida kasutatakse ka merejalaväelaste puhul), I Maailmasõja-aegsed lapsed ja II Maailmasõja võitlejad. Seda ajastut iseloomustab hariduse suurem kättesaadavus, enam teismelisi koolis kui tööl, laste õiguste kaitse, esimesed skaudid ja gaidid, „hea lapse“ reputatsioon. Eelistatakse ametlikku riietust, ülikondi ja lipse, pooldatakse koolivormi, võrdõiguslikkust, ühesuguseid nõudmisi kõigile, tugevat tiimitööd. Hea ja halva absoluutsed standardid, kõrge moraal, distsipliin, lojaalsus ja eetika – on kesksel kohal. Abiellutakse kogu eluks, lahutus ja abieluvälised lapsed ei ole vastuvõetavad. Meeste ja naiste rollid on kindlalt eristatud. Ollakse seisukohal, et kõike on võimalik parandada ja remontida ning kasutada viimase võimaluseni, välditakse laene ja ostetakse kõike sularaha eest. Selle generatsiooni ajastut iseloomustavad veel esimesed tugevad ametiühingud, raadiod, lennukid, vaktsiinid, antibiootikumid, vitamiinid, esimesed legendaarsed filmitähed (Charlie Chaplin jt). Generatsiooni moto: ära anna kunagi alla.

Vaikne generatsioon (sündinud 1920. – 1945.a) – nimetatakse ka *küpseks generatsiooniks* (*Mature Generation*) või *traditsiooniaustajateks*, mõjutatud Suurest depressioonist ja II Maailmasõjast. sõjaeelsed ja -aegsed lapsed, kelle lapse- ja nooruspõlv langes kokku karmi sõjaajaga ja selle järgnenud raske sõjast räsitud ühiskonna ülesehitusperioodiga. Selle põlvkonna esindajad õppisid varakult oma vajadusi ja soove maha suruma ning töötama ühiste eesmärkide nimel. Rahu, töö, TV, rock-and-roll, autod olid huvide keskpunktis. Inimõigused, konservatiivsus, töökus, reeglid, kord ja hierarhia - iseloomustasid suhtumist. Lapsed ei tohtinud rääkida, kui vanemad rääkisid. Naised töötasid kas õpetaja, medõe või sekretärina, põhiliselt kasvasid kodus lapsi (feminismi-eelne periood). Lojaalsus tööandjale kuni pensionile minekuni oli tavaline. Abielluti kogu eluks, lahutusse ei suhtunud hästi. Koolis oli probleemiks nätsu närimine ja sedelite edasi saatmine. Oldi seisukohal, et tööga on võimalik kõike saavutada, oluline oli pühendumus, eneseohverdus, enne töö ja pärast puhkus, seadus ja kord, autoriteetide austamine, usaldusväärsus, tagasihoidlikkus ja kannatlikkus. Raamatute suurem kättesaadavus, suur lugemus, loeti palju ka ajalehti. Big-bandi ja swing-muusika generatsioon. Täna pensionärid, suhtlevad meeleldi noorema põlvkonnaga, saavad hakkama ka uue tehnoloogiaga. Nende noorusaeg on neid ette valmistanud kõigega kohanema ja hakkama saama. Nad töötavad ka pensionipõlves ja säästavad igat võimalikku senti. Osa neist on siiski õppinud ka puhkama, reisitakse ja mängitakse tennist. Traditsionalistid eelistavad mõõdukas koguses informatsiooni paberil, vahetult või telefoni teel. Neile meeldib raamatute lugemine ja heade filmide vaatamine, teatri, näituste ja muuseumide külastamine.

Buumiaegsed (sündinud 1946-1960), õppisid ülikoolis vahemikus 1964-1982. Nende nooruspõlveaega kuuluvad inimõiguste eest võitlemine, lillelapsed, rocki kuldajastu, naisliikumine, Vietnami sõda, raadio ja televisiooni kiire areng, lauatelefonid ja esimeste täiskasvanud õppurite tagasipöördumine ülikoolidesse. Neid iseloomustab suur huvi kirjanduse, filmi ja kunsti vastu. Nad soovivad sõpradega kohtuda, kohvi juua ja vestelda silmast-silma. Peamine joon on konkurents, olulisemad jooned konkureerimistahe, töökus, suur töökoormus ja ületundide tegemine. Elustiil meenutab töönarkomaani oma, tasakaal on nende jaoks omapärane idee, kuid mitte reaalne võimalus. Nende ja uuemate generatsiooni esindajate vahel võib tekkida pingeid, sest nad eeldavad ka teistelt samasugust tööeetikat ja -koormust. Eesti tingimustes on buumpõlvkond võrreldav nõukogude põlvkonnaga.

X-generatsioon (1961-1981), kellest osa õpib veel tänagi ülikoolides. Selle generatsiooni esindajad teevad karjääri, enamus jõuab parajasti keskikka, nad väärtustavad vabadust ja iseseisvust. Nende nooruspõlve kuulub arvutite ja tehnika kiire areng, televisiooni ja internetiajastu. Siiski väärtustavad nad veel ka trükitud raamatuid ja häid filme. Peamine joon on sõltumatus, olulisemad jooned eklektilisus, iseseisvus, töö- ja eraelu tasakaalu väärtustamine. X-põlvkonna esindajad hindavad vaba aega kõrgelt. Nad on individualistid ja idealistid, paistavad silma ettevõtliku mõtteviisiga ning on edukad olukordades, kus avaneb võimalus iseseisvalt mõelda. Tehnoloogia kasutamise poolest nii eraelus kui ka tööl sarnanevad nad juba Y-põlvkonnale. Nad said täiskasvanuks umbes sel ajal, mil algas ja toimus Nõukogude Liidu lagunemine ning seetõttu puuduvad neil tihti selged väärtushinnangud. Selle põlvkonna esindajad on pigem oportunistlikud kui autoritaarsed, kätitudes sageli ennekõike enese heaolu huvides (mis mina sellest kasu saan?).

Y-generatsioon (1982 - 1990), "millenniumilapsed", keda nimetatakse ka "netigeneratsiooniks" või "miks"-põlvkonnaks, sest nad seavad ilma igasuguse kõhkluseta ja alati *status quo* kahtluse alla. Nende huvid ja teadmised-oskused on määravaks tänapäeva koolide õppekavade arenduses ja hariduspoliitikas. Nende elu lahutamatuks osaks on internet ja mobiiltelefon. Põhieesmärgiks on karjäär ja kõik sellega seonduv. Raamatute lugemisele eelistatakse sageli filmide, videote ja DVD-de vaatamist. Nad on kannatamatud, pidevalt kiirustavad, meedia mõjutuse all, teevad mitut tegevust korraga (multitasking), tolerantid, väga hea tehnoloogilise kirjaoskusega ja õpihimulised. Peamine joon on silmapilksus, olulisemad jooned ühiskondlik töö, küberkirjaoskus, mitmekesisus ja enesekindlus. Netipõlvkond on targem, kiirem ja mitmekesisuse suhtes sallivam kui tema eelkäijad. Selle põlvkonna esindajad hoolivad väga õiglusest ja ühiskonna ees seisvatest probleemidest. Nad tahavad vabadust igas asjas, valikuvabadustest väljendusvabaduseni, nad uurivad üksikasjalikult kõike uut, nad ootavad õpetajalt ausust ja avatust, nad tahavad meelelahutust nii õppimises, tööl kui ka eraelus, nad on keskendunud koostööle ja suhete arendamisele, nad tunnevad vajadust teha kõike kiiresti ja kohe, nad on uuendajad ning püüavad pidevalt leida uudseid viise koostööks, lõbutsemiseks, õppimiseks ja töötamiseks. Y-generatsioon koosneb teadlikest, kvalifitseeritud ja elupõlistest õppijatest, keda on raskem motiveerida ja juhtida kui ühtegi teist generatsiooni. Y-generatsiooni jaoks on töö tegevus, mida tehakse, et oma elule mingi tähendus anda, proovida erinevaid rolle ning ennast selle kaudu arendada mitmes suunas. Töö ei ole nende jaoks see, mis tuleb ära teha ja ülejäänud aja elada oma elu, vaid on eraeluga seotud nii sisuliselt kui ajaliselt. Põlvkond omab tihedaid sidemeid välisriikidega, mis annab eeldused laia silmaringi ja elukogemuste kujunemiseks. Nende uskumused, väärtused ja hoiakud on mõjutatud maailmas toimuvast - nad armastavad eneseteostuse võimalust. Nii buumipõlvkond kui X-põlvkond väärtustavad töö ja eraelu vaheldamist, kuid milleniumipõlvkond näeb tööd osana elust – töö ja lõbu on nende jaoks sama asi. Milleniumipõlvkonna esindajad peavad kooli ja töökohta kohaks, kus saada uusi sõpru ja arendada suhteid, millest on kasu kogu edaspidises elus. Nad tahavad pidevat kommunikatsiooni, mis toimub ideaaljuhul e-posti, sõnumi või sotsiaalvõrgustiku kaudu.

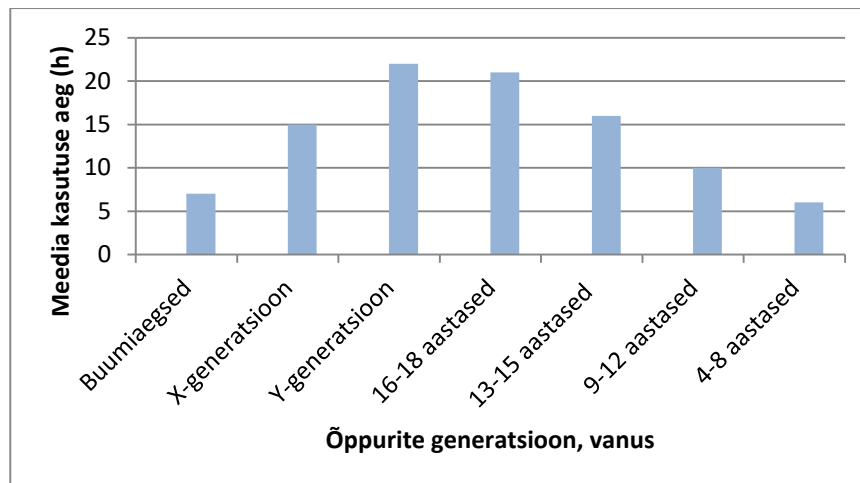
M-generatsioon ehk multimeedia generatsioon või ka **Z-generatsioon, generatsioon, lumehelbekesed** – sündinud pärast 1990.a. Nende õpilaste kooliväliste tegevuste hulk on suurenenud, samas nõuavad nad enim individuaalset tähelepanu. Neile on oluline virtuaalne suhtlemine ja virtuaalsed võrgustikud (Facebook, Twitter, Youtube jms), nende põhilisteks suhtlusvahenditeks on iPhone, iPad, erinevad nutivahendid, vähenenud on kirjalik kultuur, raamatute lugemine, samas on aga tunduvalt kasvanud meedia kasutus päevas (**vt sele 4.10**). Neid iseloomustab traditsioonilise hierarhia ja käitumise küsitavus, huvi pakuvad uued infoväljad ja –kanalid, suurenenud on vastumeelsus ja passiivsus klassikalise õpetamise ja õppimise vastu, samas on aga suur elamuseootus ja õpihimu. Valdav on „kõik ja kohe“ mentaliteet, kui aga seda ei saavutata, siis huvi kaob. Neile on omane tähelepanu ja

kontsentratsioonivõime vähenemine ning koolist puudumiste arvu kasv. Meedia konkureerib kooliga info ja uute teadmiste omandamisel.

iGeneratsiooni õppur (Rosen 2010):

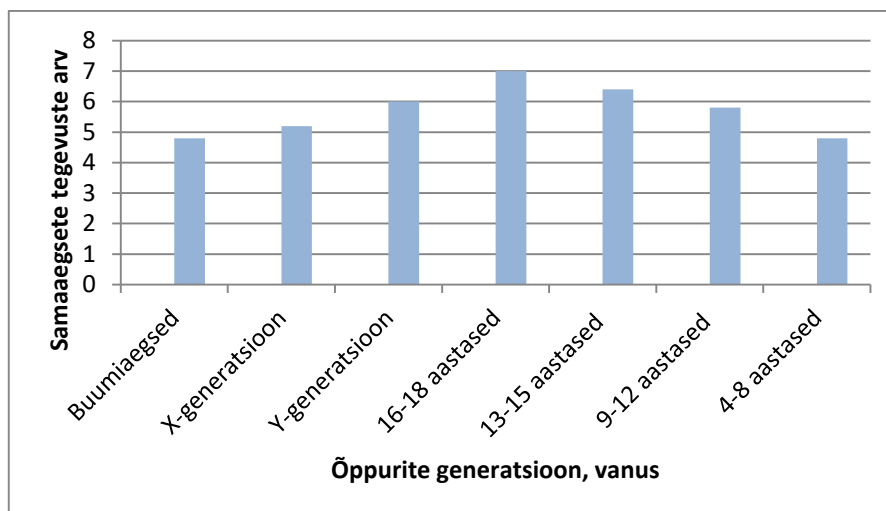
- vajab teisi õppemeetodeid ja õppekeskkondi;
- eelistab arvutipõhist õpet;
- kasutab nutitehnoloogiat, mida ei olnud veel 10 aastat tagasi olemas;
- tarbib ülisuures mahus infot ja meediat, kasutab tehnoloogiat kogu ärkveloleku ajal;
- teeb mitut tegevust korraga (multitasking ehk rööprähklemine) kuulab muusikat, surfab internetis (keskm 12 netilehte korraga lahti ja 6 erinevat meediavahendit korraga kasutuses), töötab online, mängib videomänge, räägib telefoniga ja Skype'is, suhtleb Facebookis, Twitteris, MySpace's jne (vt **sele 4.11**);
- saadab 3140 sõnumit ja teeb 191 kõnet kuus. 10 sõnumit saadetakse tunnis koolivabal ajal, ärkvel olles (veel 10 aastat tagasi sõnumid=kõned!);
- jaoks on telefon portatiivne arvuti, suhtlusportaal, TV, raadio, mängukonsool, MP3, lisaks on kasutusel läptop, tahvelarvuti jne, telefon näitab sotsiaalset staatust;
- kasutab iPhone'i, iPod'i, Wii-d, iTunes'i, vaatab 3D filme jne;
- on vähesema kirja-, esinemis- ja suhtlemisoskusega, kasutab lühendeid, teeb palju kirjavigu, käeline tegevus nõrk;
- on vähese kontsentreerumisvõime ja väljendusoskusega, funktsionaalne lugemioskus nõrk;
- otsib pidevalt lahendusi nutitehnoloogias;
- väärtustab tõendusi, teiste arvamusi, aktiivsust õppimisel;
- ei suuda tihti eristada fakti arvamusest;
- suudab 8 sekundi jooksul tähelepanu koondada, seejärel vajab kohest tagasisidet ja soovib kohe vastata;
- pigem konstrueerib ise oma teadmisi kui on instrueeritud õpetaja poolt.

Nii Roseni (2010) kui ka Girtzi (2013) väitel on iGeneratsiooni esindajad kõige kõrgema haridustaseme ja parimate teadmistega läbi aegade. Nad on aktiivsed õppurid, kes soovivad lahendada reaalseid probleeme. Selge on see, et keskharidusest on kaasaja ühiskonnas juba vähe. Oluliseks muutuvad gümnaasiumi läbimise järel kutsekõrgharidus, rakenduskõrgharidus ja ülikooliharidus. Enamus õppuritest püüdleb kõrgkooli ja ülikooli ja seda mitmel erineval erialal läbi elukestva õppe. Doktoritõpingud on iGeneratsiooni järgmiseks eesmärgiks. Nüüd on hariduses aeg hakata välja töötama doktoritõpingutele järgmist taset. Valmis tuleks olla ka selleks, et hariduses üldse tuleks hakata välja arendama uusi tasemeid.



Sele 4.10 – Õpilaste meediakasutus päevas (Rosen 2010)

Dr Suzann Girtz (2013) märgib, et nii milleeniumilapsed kui ka M-generatsioon on „**digitaalsed pärismaalased**“, kellel on väga hea tehnoloogiline kirjaoskus ja kes kasutavad meisterlikult erinevaid tehnoloogilisi vahendeid ning on üles kasvanud digiajastul. Meie tänased õpetajad on aga reeglina „**digitaalsed immigrandid**“. Õpetajad arvavad, et need meetodid, mis nende ajal töötasid, on ka tänapäeval igati sobivad õpetamisel. Tänapäeval on õppijad sootuks teistsugused. Kaasaja õppijad omavad ühtset globaalset kultuuri ja seda ei määra mitte ainult vanus, vaid kogemused, infosuhtlus, sotsiaalne suhtlus. Nad on harjunud valikuvabadusega ja see tähendab, et kui nad soovitud infot vms ühest kanalist ei leia, siis otsitakse seda koheselt teistest infokanalitest. Globaalsed võrgustikud ja pidev tagasiside on kujundanud meie tänapäeva õppurite mõttemaailma, arvamusi ja ideid. Pidevad muutused, dünaamilisus, keerukus ja komplekssus iseloomustavad kaasaja õppureid.



Sele 4.11 – Multitasking vabal ajal (Rosen 2010)

Veel kunagi varem ei ole õppurid omal käel, iseseisvalt, kodunt lahkumata, saanud kätte nii kiiresti ja palju soovitud infot. Meie õpilased kasutavad erinevaid Web 2,0 tööriistu: sotsiaalvõrgustikke, veebiblogisid, wikisid, erinevate digitaalsete audiofaailide allalaadimisi, *podcaste*’, jagavad videoid YouTube’is, avaldavad tekste, audiofaile, fotosid jne. 21. sajandil tuleks õpetamisel just julgemalt rakendada Web 2,0 võimalusi (Girtz 2013).

Mitte kunagi varem ei ole kaasaegses maailmas olnud töökohal korraga nelja, veel vähem viit erinevat põlvkonda esindavaid inimesi, kellel on niivõrd erinevad väärtushinnangud, uskumused ja ootused.

Kuidas õpetada generatsiooni? Lähtuda võiks järgmistest mõtetest:

- kogemus on oluline – rohkem praktilisi tegevusi;
- laske neil ise infot otsida;
- olge kättesaadav sotsiaalmeedias;
- näidake aine ja ainesisu olulisust suures pildis, globaalselt;
- väljenduge lühidalt ja konkreetset;
- näidake palju illustreerivat materjali;
- andke multi-dimensionaalseid lõimitud ülesandeid;
- elulised ülesanded, tegevuspõhine ja probleemõpe;
- alustadmiste olulisus – suur teadmiste võõrandumise oht;
- individuaalse töö ja rühmatöö tasakaal, paindlikkus;
- aktiivõpe ja interaktiivsus vs süvaarusaamaga õppimine ja õpitu kordamine, pööratud klassiruum, e-õpe;
- BYOD – oma tehnoloogia kasutamine tunnis, simulatsioonid;
- vastastikune õpetamine ja hindamine;
- pidev vastastikune tagasiside, toetav õppekeskkond;
- kindlad tähtajad ja regulaarsed ülesanded;
- meedia- ja IT-kirjaoskus, analüüsivõime;
- õppima õppimine ja esitlused – suuline väljendusoskus;
- erinevad õpikeskkonnad, e-õpe, virtuaalsus, liitreaalsus.

C-generatsioon. Picket (2013) lisab Roseni (2010) ja Howe & Straussi (1992) generatsioonide loetellu veel C-generatsiooni. „C“ märgib siin pilvetehnoloogiat, „Cloud“. C-generatsiooni moodustavad alates 1982. a sündinud. C-generatsiooni esindajatel on sarnased huvid, hoiakud, mõtlemine, väärtushinnangud, elustiil ja neid iseloomustab internetipõhisus (sotsiaalmeedia, blogid, wiki, videod, fotod, sisu haldamine ja jagamine). Nemadki on „digitaalsed põliselanikud“, kelle elu loomulikuks osaks on internet ja Web 2,0 tööriistad. Nad on aktiivsed kogukonna liikmed, sisuloojad, loovinimesed, neil on soov kontrollida oma elu, ennast juhtida. C-generatsiooni esindajad on elukestvad ja õpihimulised õppijad. Veel 20 aastat tagasi oli selleks, et midagi teada saada, vaja mina kooli, raamatukogusse, kursusele jne. Praegu on kõik teadmised kogu maailmast saadaval, pole vaja kodust välja minnagi. Seetõttu on just C-generatsiooni esindajad need, kes vajavad e-õpet, MOOC-e (*Massive Open Online Courses*), kauglaboreid jne.

Tulevikus peaks järgnema α ehk 3D-generatsioon.

Üldistused põlvkondade kohta ei kanna kogu tõde üksiku indiviidi kohta. Igal põlvkonnal on erinevad ootused selle suhtes, kuidas nad tahavad õppida, suhelda ja töötada.

Eesti-põhiselt on generatsioonid jaotanud ka võimaliku ajajaotusena Mötsmees (2015):

- 1928-1945 – sõjajärgne põlvkond, mida mõjutasid aastad 1945-1969;
- 1946-1954 - beebibuumi I põlvkond, mida mõjutasid aastad 1963-1978;
- 1955-1965– beebibuumi II põlvkond, mida mõjutasid aastad 1972-1989;

- 1966-1976 – põlvkond X, mida mõjutasid aastad 1983-2000;
- 1977-1994 – põlvkond Y, mida mõjutavad aastad 1994-2018.

Tänapäeva õppurid ei taha tundide viisi istuda ja kuulata õpetaja õpetusi, nad soovivad aktiivselt õppida, tehes meeskonnatööd, lahendades reaalseid probleeme ja väljakutseid, vastates huvitavatele küsimustele, kasutades õppimisel infotehnoloogiat jne. Õpikogemus sõltub tänapäeval ainesisust ja uutest teadmistest, õpistiilidest, õpetamisoskustest, õppemeetoditest, õppekeskkonnast, meediast ja tehnoloogiast (Girtz 2013). Kindlasti tuleks aga läbi viia ka interaktiivseid loenguid.

4.3.1 Sünnipärased erinevused ja õppimine

“Muutumine on igasuguse õppimise lõpptulemus.” Leo Buscaglia

Edukas õppimine ei alga omandamispsühholoogia, kognitiivse psühholoogia või õpistiilidest, vaid iseenda heast tundmisest. Peep Leppik (2008) on välja toonud **isiksuseomadused, mis on sünnipärased, kuid samal ajal mõjutavad omandamisprotsessi:**

- temperament;
- üld- ja spetsiaalvõimete eeldused, mis on enamuses arendatavad;
- kõrgema närvitegevuse eritüübid (signaalsüsteemid);
- keerulised tingimatud refleksid (instinktid).

Need kõik on sünnipärased omadused ja täiskasvanud inimene neid muuta ei saa, ennast tundes võib neile omadustele küll toetuda ja neid ära kasutada.

Kognitiivne stiil iseloomustab eripära selles, kuidas õpilane ülesandeid lahendab. Kognitiivset stiili mõõdetakse järgnevatel skaaladel:

- klassifitseerimine suurteks või väikesteks kategooriateks,
- tähelepanu koondamine olulistele tunnustele või detailidele,
- objektide jaotamine sisemiste või väliste tunnuste alusel,
- impulsiivne või pikaldane, analüüsiv reageerimine,
- intuiitivne-induktiivne või loogilis-deduktiivne mõtlemine,
- oma mõttestruktuuride pealesurumine või järeleandlikkus välistele.

Temperament. Juba Vanas-Kreekas pandi tähele inimese temperamendi erinevusi, mille aluseks on tänapäeva psühholoogias närviprotsesside jõud, tugevus, tasakaal ja liikuvus. Nende kombineerumise alusel kujunebki inimese klassikaline temperamenditüüp (Leppik 2008). Närviprotsesside jõud – võime taluda pikka aega ärritust – mõjutab oluliselt uue materjali omandamist.

Oskar Luts on oma raamatus „Kevade“ väga oskuslikult kujutanud kõiki temperamenditüüpe: melanhoolikut (Arno), koleerikut (Kiir), sangviinikut (Toots) ja flegmaatikut (Tõnisson). Tegelikult elus küll päris puhtaid temperamenditüüpe ei eksisteeri, kuid õpetajatel on siiski nende alusel lihtne oma õpilaste temperamenditüüpi määrata:

- *melanhoolik* on närviline-introvertne (**Sele 4.12**): seltsimatu, tujutu, kartlik, jäik, kainelt mõtlej ja tegutsev, pessimistlik, reserveeritud ja rahulik.
- *koleerik* on närviline-ekstravertne: aktiivne, tundlik, rahutu, agressiivne, ärrituv, tujukas, impulsiivne ja optimistlik.
- *sangviinik* on rahulik – ekstravertne: seltsiv, avatud, jutukas, meeldiv, elavaloomuline, muretu, mugav ja juhtiv.
- *flegmaatik* on rahulik-introvertne passiivne: hoolikas, mõtlik, rahuarmastav, juhitud, usaldav, ühtlane, rahulik.

Temperament ja õppimine. Uuringud on tõestanud, et koleerikud, sangviinikud, flegmaatikud on paremad arvude, piltide, seosetu materjali (kuni 10 lauset) meelde jätmisel, pingetaluvuselt, töövõimelt. Melanhoolikud on aga paremad üle 20 lause meelde jätmisel, ka on nad parimad info ümbertöötlemisel ja on koolis reeglina parima õppeedukusega (Leppik 2008).

Temperament mõjutab (Keltikangas-Järvinen 2016):

- kuidas õpilane suhtub õppimisel uutesse olukordadesse – kas ta huvitub kõigest kohe alguses, soovides kõike ise aktiivselt katsetada või on tema esmareaaktsiooniks ettevaatlikkus ja kõrvalt vaatamine (samas ei tähenda see, et õpilane, kes vaatab kõrvalt, omandaks uut materjali aeglasemalt);
- kuidas õpilane suhtub rühmatöös osalemisesse;
- uudishimu ja huvi õppeaine vastu;
- millest ja kuidas õpilane positiivseid õpikogemusi ja eduelamusi saab – mõni igatseb harjumuspäraseid tegevusi, teine jälle seniõpitu kordamist, kolmas naudib kõike uut ja vajab vaheldust;
- kui kiiresti õpilane tüdineb või kui hästi ta talub rutiine;
- kiituse ja karistuse tähendust – mõni õpilane on „premeerimissõltuvuses“, teise õpivõime võib karistuse tõttu pikaks ajaks seiskuda;
- õpistiili – keskendumisvõimet, motoorset toimekust, häälekust, hooletusvigu, suutlikkust hoida oma asju korras jne;
- hilinevõimekust (siin peaks õpilane ise looma endale süsteeme, mis aitaksid tal oma elu paremini korraldada);
- ülekoormuse tajumist;
- järjekindlust ja järelleandmatust;
- meeleolu ja emotsioone.

Ei ole olemas halbu või häid temperamenditüüpe, erineva temperamendiga õpilased leiavad sama ülesande lahendamiseks erinevaid teid ja võimalusi. Õpetajad peaksid meeles pidama, et me ei saa muuta õpilaste temperamenti, küll aga saame mõjutada oma õpilaste eneseusku, enesekindlust, tugevdada nende motivatsiooni.

Intravertsus-ekstravertsus. Inglise psühholoog H. Eysenski vaatlebki inimese käitumist ja õppimist intravertsuse-ekstravertsuse seisukohalt (**Sele 4.12**).

Ekstravertne õpilane on rohkem välismaailmale suunatud psüühikaga, ta on seltsiv, hea suhtleja, armastab vaheldust. Ekstravertsele õpilasele on tähtis töö juures saadav tunnustus ja esiletõstmine (nad on tugeva närvisüsteemiga) ja nad on edukamad kesk- ning kõrgkoolis. *Neid tuleks motiveerimiseks kiita* (Leppik 2008). Neid ei häiri õppimisel sumin, nad ei vaja vaikust, nad suudavad tähelepanu kergelt ümber lülitada. Nende tähelepanu on ebapüsiv. Neile on oluline kiitus, tähelepanu, saada häid hindeid ja saavutada edu. Ekstravert räägib kõva häälega, on energiline. Lastetoata tekkivad neil distsipliiniprobleemid. Nad omandavad teadmisi ja kogemusi ümbritsevast maailmast märkamatu (tahtmatu). Samas ei suuda nad pikalt laua taga õppida. Nad vahetavad töökohti, neil on hea kohanemisoskus, neile meeldib vaheldus (Leppik 2008).

Introvertne õpilane on endassepöördunud, sissesuunatud psüühikaga, kinnine ja tagasihoidlik, järelemõtlik ja ettevaatlik. Introvertset õpilast motiveerib hea töötulemus (edu) ja teda saab paremini õppima panna ning motiveerida konstruktiivse kriitikaga (nad on nõrga närvisüsteemiga) ja edukamad algkoolis. *Nende motiveerimiseks võib näiteks öelda, et ta suudab kindlasti veelgi paremini.* Introvert vajab reeglina õppimiseks vaikust ja rahu, ta ei suuda tähelepanu ümber lülitada. Tal on püsiv tähelepanu, tahtlik mälu. Ta on vaikse häälega, ja häbelik, kõne on ühetooniline. Nad on edukad koolilaua taga ja klassiruumis. Samas ei pane nad ümbritsevat tähele ega õpi sellest (näiteks ei suuda nad meenutada üksikasju koduteel, mis värvi olid kaupluse akendel väljapanekud jne). Introvert vahetab harva töökohta ja talle ei meeldi keskkonnavahetus (Leppik 2008).

Inertsed õpilased (püsiva närvisüsteemiga) on paremad õppijad (neil on hea tahtlik meeldejätmise – mis on Eesti koolis oluline), nad tutvuvad ülesandega detailselt, lähtuvad varasematest kogemustest, neile on olulised reeglid, kindel plaan, nad ei vaheta tegevusi (Leppik 2008).

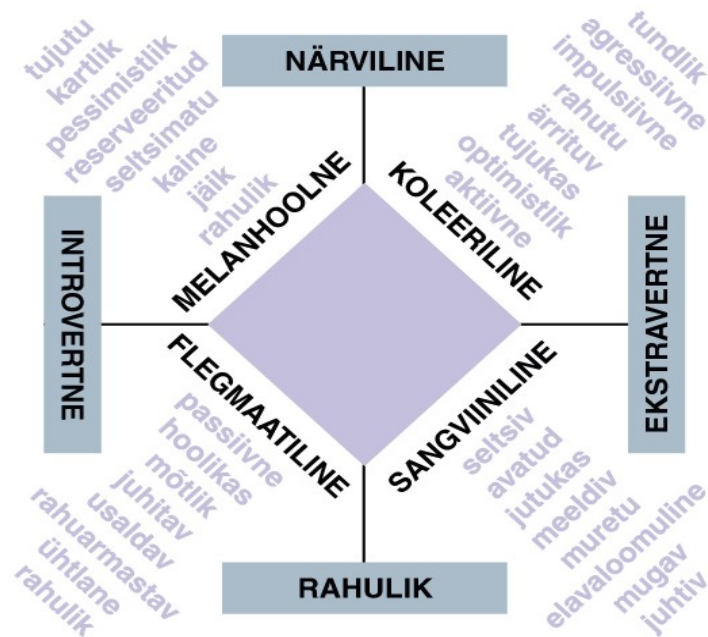
Labiilsed õpilased (kõikuva närvisüsteemiga) on orienteeritud tööprotsessile, nad on kiired, neile meeldivad mäluülesanded, neil on tahtmatu meeldejätmise, olulised on nägemisobjektid, nad töötlevad infot kiiremini, proovivad erinevaid võimalusi, lülituvad kergelt ühelt tegevuselt teisele ümber, neil on kiire tajumine, neil on erinevate meeleorganite abil jälgede paljusid mälus (Leppik 2008).

Signaalsüsteemi tüübid – kõrgema närvitegevuse eritüübid (sele 4.13). Ivan Pavlov jagas inimesed vastavalt välismaailmast info hankimise põhilisele strateegiale kolme rühma (Leppik 2008):

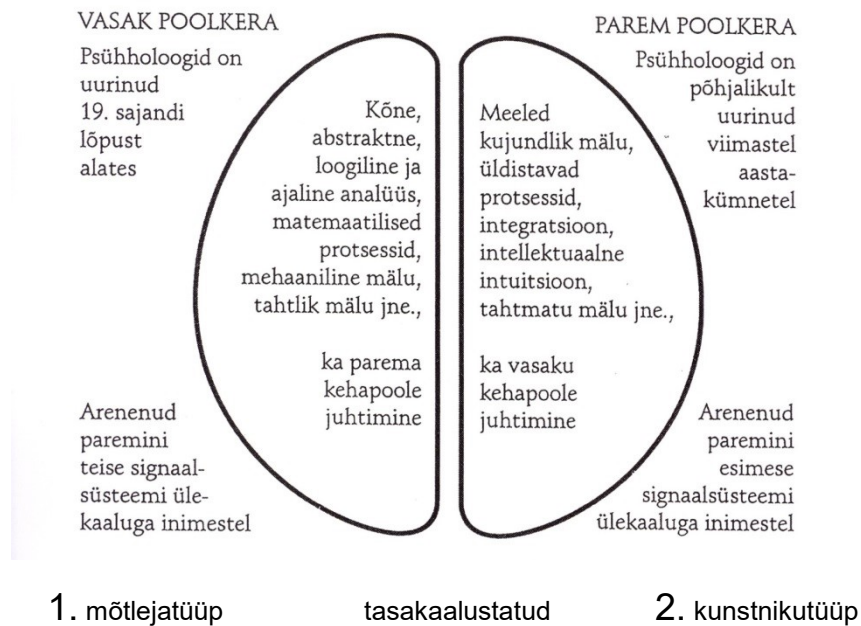
- 1. *signaalsüsteemi ülekaaluga (kunstnikutüüp)* - hangivad infot meeleorganitega, mälu seotud meeltega, oluline on näha skeemi, slaide, eskiisi. Nad mõistavad maailmas toimuvat nägemise abil, püstitavad kiiresti eesmärgid, teevad plaane, kuid ei leia alati eesmärgideni jõudmiseks teid. Nende mõtlemine on kujundlik, otsene side reaalsete muljetega, reageerimine tegelikkusele on tahtmatu ja mõistmisel on õppimise juures erakordne tähtsus. Nad on konkreetset, vahetud, nende seosed on subjektiivsed, neil on arenenud aju parem poolkera, neil on väga tähtis motivatsiooniline külg. Koolis on nad vähem edukad. Neid inimesi on J. Sõrdi uurimuse kohaselt üle 40%, 50% neist on ekstraverdid;
- 2. *signaalsüsteemi ülekaaluga (mõtletajatüüp)* - saavad infot maailmast verbaalselt, nende mõtletegevus on abstraktne, üldistav ja arutlev, neil puudub kujundlik mõtlemine, domineerib loogiline analüüs, üldistus, tahtlik mälu. Nad mõistavad hästi õpitut, on tugevad matemaatikas. Uus materjal salvestub mõistelisel (semantilisel) viisil, nad ei vaja visuaalset selgitust, nad on rahul verbaalse ja abstraktse õppematerjaliga, neil on hea mehaaniline mälu. Nad on edukamad oma käitumise tahtlikus regulatsioonis. Nad ei oska planeerida, kuid leiavad teid eesmärgideni,

oskavad ehitada õhulasse reaalsest eesmärkidest. Neil on arenenud paremini aju vasak poolkera, nad on vaiksloomulised, tähelepanelikud, õpetajatele "sobivad". Neid inimesi on J. Sõerdi uurimuse kohaselt 14-20%, 85% neist on introverdid.

- *tasakaalustatud tüüpi inimesed (edukad loomingulises ja teadustöös)* - saavad infot nii verbaalselt, visuaalselt kui ka teiste meeleorganitega, neil on 1. ja 2. signaalsüsteemi omadused, kuid kalduvad reeglina neist ühe poole. Neil on kalduvus mitmekülgeks loominguliseks tegevuseks. Neid inimesi on J. Sõerdi uurimuse kohaselt 40% kõigist inimestest.



Sele 4.12 - Temperamendiring H.Eysencki järgi (illustratsioon Google'ist)



Sele 4.13 - Peaaju funktsionaalne asümmeetria (Leppik 2009)

Nagu eelnevalt rõhutatud, on selle probleemiga põhjalikult tegelenud pedagoogikakandidaat prof *Peep Leppik* (Leppik 2008). Esitame siin vaid mõned tema olulisemad soovitused õpetajatele:

- **tööks vajalikud tingimused** on introvertidele (endassepöördunud, sissesuunatud psüühikaga) ja ekstravertidele (välismaailmale suunatud psüühikaga) erinevad – *introverdid* vajavad rahu ja vaikust, *ekstraverdid* aga suudavad edukalt töötada ka kärarikkas ümbruses;
- **tähelepanu ümberlülitamise võime** on õpilastel erinev – *ekstraverdid* tulevad sellega alati toime, seetõttu on hea, kui kohe tunni alguses esitatakse tunni struktuur ja õpilased teavad ette järgmisi etappe, nii saavad *introverdid* hakata uueks etapiks valmistuma. Tihti tõlgendavad õpetajad erinevusi tähelepanu püsivuses kasvatusprobleemina, aga ekstraverdi tähelepanu on sünnipäraseks ebapüsiv ja ta kaldub huvipakkuvama poole. Õpetaja peaks seetõttu kasutama erinevaid õpetamismeetodeid;
- kindlasti ei sobi kõigile õpilastele erinevate võtete ja meetodite „tulevärk“ tunnis – **hea ainetund on alati rahulik**;
- **probleemi mõistmine ja lahendamine toimub õpilastel erinevalt**. *Inertsete* (püsivate) närviprotsessidega õpilased pööravad pärast ülesande saamist tähelepanu ülesande eelnevale tundmaõppimisele. Nad lähtuvad varasemast planeeringust ja kehtestatud reeglitest. *Labiilsete* (kõikuvate) närviprotsessidega õpilased orienteeruvad tööprotsessi kulgemise järgi. Nad on edukamad mäluülesannete puhul, suudavad proovida igasuguseid lahendusvariante ja –võtteid. Tahtlikul meeldejätmisel on edukamad inertse närvisüsteemiga õpilased, tahtmatul meeldejätmisel, kui mingi materjaliga puututakse kokku vaid korra, on edukamad labiilsed, see on seotud kiire tajumisega. **Seetõttu tuleks uut materjali esitada korduvalt erinevate meeleorganite ja mäluprotsesside jaoks ka visuaalse külje ja kujundlikkuse vaatevinklist**;

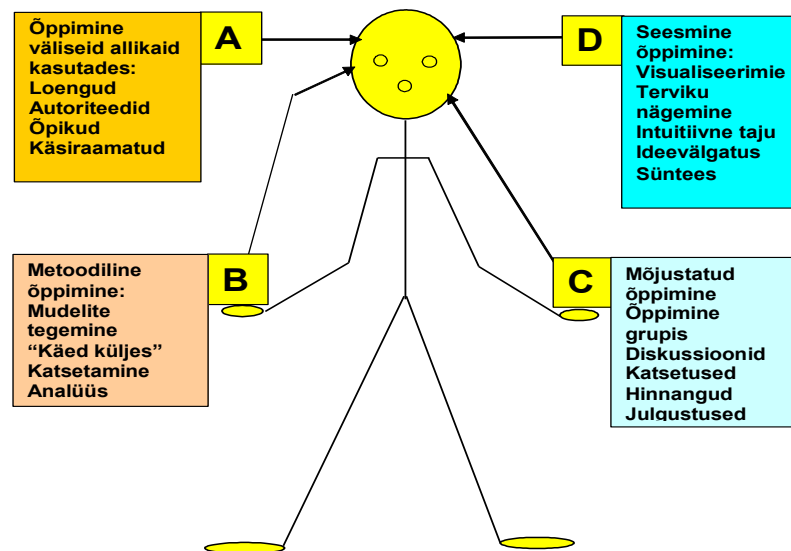
- **tööle või ülesande lahendamisele kuluv aeg on õpilastel erinev.** Kui õpetaja annab õpilastele mingi töö tegemiseks võrdselt aega, muutuvad õpilased närviliseks ja tulemus ei pruugi näidata õpilase tõelisi oskusi. Seetõttu on lühikontrollid otstarbekas jätta tunni lõppu, et osa õpilasi saaks vajadusel lõpetada töö vahetunnis või siis viia läbi lühikontroll tunni alguses ja kiirematele anda lisaülesanne;
- see, **kuidas õpilased tunnis räägivad** (vaikselt või kõva häälega, meelsasti või vastumeelselt) on samuti seotud nende sünnipärase temperamenditüübiga. *Introvertsed* on vaikse häälega, nende jutt on ühetooniline, nad häbenevad rääkida võõras kohas; *ekstravertsed* aga risti vastupidi. Seetõttu ei ole õpetajal mõtet valjuhäälselt kuulutada: „*Tee ometi suu lahti, mis sa seal omaette pomised!*“, sest see ei ole õpilase võimuses. Kui aga õpetaja hakkab sünnipäraseid omadusi omaalgatuslikult ümber kujundama, tekitab ta õpilases stressi;
- temperamendiga on seotud ka **distsipliin tundides**. Pidurdamatu ekstravert, eriti kui tema „lastetuba“ jätab soovida, võib tunnis kergesti sekkuda õpetaja või kaaslaste jutusse ja jätta mulje kasvatamatust õpilasest;
- vähe arvestatakse õpilaste **tahtmatu ja tahtliku mälu erinevusi**, mille põhjuseks on kõrgema närvitegevuse eripära. *Ekstravertid* omandavad maailmas ringi liikudes mitmesuguseid teadmisi – oskusi nagu märkamata (tahtmatult), kuid nad ei suuda end sundida pikaks ajaks töölaua taha. *Introvertid* on just edukad koolilaua taga, kuid ei pane tähele, mis neid ümbritseb. Seetõttu on nad õpetajale rohkem meelejärgi, sest meie tänane liiga õpikukeskne kool ei vaja teadmisi, mis on mujalt hangitud.

Paaril viimasel aastakümnel on maailmas tuntud psühholoogid (Richard C. Atkinson, M. Shiffrin, Donald A. Norman, G.A. Sperling, K.N. Dudkin) täiesti üksmeelselt rõhutanud, et **omandamise protsess sõltub tajujärgsetest protsessidest lühimälu perioodil**. Seega peaks tõeline õpetajatöö tunnis algama alles siis, kui õpetaja on uue materjali kord juba tutvustanud – assotsiatiivsete sidemete loomisega õpilase püsimälus. Kui õpetaja on uue materjali mitmel tasandil (verbaalselt, näitlikustatult jne) teoreetiliselt esitanud, alles siis on õpitav materjal selge. Seejärel tuleks õpetajal lahendada vähemalt üks ülesanne frontaalselt klassi ees ja alles siis anda iseseisev töö või rühmatöö.

Mõlema ajupoolkera kaasamine õppimisel. Nagu näha ka **sele 4.13** on mõlemal ajupoolkeral oma ülesanne. Õppimisel on oluline kaasata mõlema ajupoolkera tegevus (**sele 4.14**) (Roosimölder 2004) vt ka Ned Hermanni õpistiilide mudel (jaotis 4.4.1).

Vasaku ajupoolle funktsioonid:

- verbaalne – kõne;
- detailidele orienteeritud;
- konvergentne mõtlemine;
- matemaatiline mõtlemine;
- loogiline mõtlemine;
- analüüs;
- abstraktne mõtlemine;
- lugemine;
- tahtlik mälu.



Sele 4.14 – Kõigi ajupoolkera osade kasutamine õppimisel (Roosimölder 2004)

Parema ajupoolle funktsioonid:

- kujundlik mälu;
- tahtmatu mälu;
- meeled, visuaalne mälu;
- loovus;
- mitteverbaalne;
- divergentne mõtlemine;
- intuiitvne mõtlemine;
- ruumiline mõtlemine ;
- holistiline mõtlemine ;
- kujundlik mõtlemine.

4.3.2 Soolised erinevused õppimisel

“Mulle meeldivad õpetajad, kes annavad lisaks kodutööle ka ülesandeks millegi üle mõelda.” Lily Tomlin

Mitmed teadlased on avastanud, et poiste ja tüdrukute ajud on ehituselt ja funktsioonidelt erinevad. Väidetakse, et poisid kasutavad rohkem oma paremat ajupoolkera, tüdrukud aga vasakut. Tüdrukud kasutavad oma ressursse kiiremini, sagedamini ja rohkemates ajupiirkondades, mistõttu on neil õppimisel ka teatav eelis (Vasser 2009).

Uurimistulemused on tõestanud, et tüdrukutel on ühendused kahe ajupoolkera vahel tihedamad kui poistel (Leppik 2008).

Oluliste erinevustena on uurijad välja toonud järgmist (Leppik 2008):

- tütarlapsed ületavad poisse sõnalises voolavuses ja üldises kõnes (artikuleerimine, kõne mõistetavus, häälduse selgus jne);

- mehaanilises mälus ja üldse lühimälus on tüdrukute tulemused samuti poiste omast paremad;
- enamasti ületavad tüdrukud poisse käteosavuses (peenmotoorikas);
- poisid ületavad tüdrukuid matemaatikas, Ameerika uurijad on isegi arvanud, et tütarlastel on mingi eriline nn matemaatikakartus;
- poisid on edukamad ka ruumiliste suhete kindlaksmääramisel ja üldiste ruumiprobleemide lahendamisel, ka maastikul orienteeruvad nad paremini;
- tüdrukud suudavad korraga tegelda mitme tööga, poistele sobib vaid üks tegevus korraga;
- üldtuntud on füüsilise mootorika vallast see, et tüdrukud ei ole nii osavad kui mehed. Tüdrukud ei oska näiteks visata jne.

Tüdrukud on paremad emotsioonide reguleerijad ja aistingute töötledajad, nad võtavad meeleelundite kaudu vastu rohkem infot ja suudavad seda töödelda kiiremini kui poisid. Poistel on seevastu enam arenenud parema poolkera teatavad piirkonnad, mistõttu on neil parem ruumitaju, sealhulgas mõõtmise, mehaanika, geograafia ja orienteerumise vallas (Leppik 2008).

See, et poisid tulevad tütarlastest paremini toime mitmesuguste tehniliste küsimustega, võib seotud olla pigem sellega, et poisid on mitmesugustel põhjustel tehnikaga lihtsalt rohkem kokku puutunud, sellest enam huvitatud ja sellega rohkem tegelenud. Siiski olid poisid tunduvalt edukamad jalgratta joonistamise katses, võrreldes nende tüdrukutega, kes samuti pidevalt jalgrattaga sõitsid (Leppik 2008).

Lisaks soolistele erinevustele aju ehituses, on erinevusi ka õppimises. Poisid lähtuvad kontseptsioonide loomisel üldpõhimõtetest, kohandades neid üksikjuhtudele. Nad suudavad tüdrukutest paremini mõelda esemetele neid puudutamata või nägemata, seetõttu sobib neile töö abstraktsioonide ja filosoofiliste küsimustega. Nad eelistavad juhendamisele loogilist arutlust. Poisid on matemaatilises-loogilises mõtlemises tüdrukutest tunduvalt paremad. Vanemates klassides meeldib poistele kasutada õppimisel diagramme ja jooniseid. Poistel hakkab kergemini igav ja nende tähelepanu köitmiseks tuleks kasutada rohkem ja erinevaid mooduseid. Poisid vajavad rohkem ruumi kui tüdrukud. Poistel on füüsiline mälu, st nad mäletavad paremini seda, mida nad on ise kogenud. Poisid töötavad vaikides ja ülesande täitmisele keskendudes.

Tüdrukutel on lihtsam õppida, kui õpetamisel kasutatakse näitlikke vahendeid ja esemeid. Konkreetsete näidete alusel loovad tüdrukud üldise teooria ja lisavad sinna mõisteid. Tüdrukud on paremad kuulajad ja nad võtavad vestlusest vastu rohkem üksikasjalikku infot. Neil on lihtsam osaleda rühmatöös, sest nad suudavad järgida sotsiaalse suhtlemise reegleid. Tüdrukud kasutavad õppides rohkem sõnu. Paljudel tüdrukutel on visuaalne mälu, neile jääb meelde, mida nad näevad.

Tüdrukutele meeldib kasutada mitut õppemeetodit, poisid aga leiavad tihti enda jaoks ühe sobiva ja jäävadki selle juurde. Mitmed uurimised on tõestanud, et poisid ja tüdrukud eelistavad erinevaid õpistiile (Alumran 2008). Poisid eelistavad intuitiivset stiili sensoorsele õpistiilile, tüdrukud aga vastupidi. Seega eelistavad tüdrukud õppetöös faktide meeldejätmist ja konkreetsete meetodite järgi ülesannete lahendamist, poisid on aga uuenduslikumad ja paremad abstraktsioonide mõistjad.

Täiesti arutult toimub see õpetaja, kes tahab õpilaste sünnipäraseid omadusi hakata pedagoogilistel kaalutlustel ümber kujundama (muutma). See on mõttetu tegevus ja toob vaid stressi mõlemale poolele.

4.4 Õpistiilid

„Igaüks teab, aga oluline on aru saada.“ *Albert Einstein*

Õpistiil ja kognitiivne stiil. Kognitiivne stiil iseloomustab inimeste erinevusi informatsiooni tajumisel ja organiseerimisel (Krull, 2001). Õpistiili võib vaadelda kognitiivse stiili väljendusena, tajumise viis mõjutab seda, kuidas tajutut õpitakse. Tihti kirjeldatakse õpistiili kui õppija kalduvust keskenduda kindlat tüüpi informatsioonile ning töödelda, sisendada ja säilitada saadud informatsiooni erineval viisil (Felder & Brent, 2005).

Igal õpilasel on oma õppimisviis, mida erinevad autorid erinevalt nimetavad, näiteks Biggs (2008) nimetab seda **õpiorientatsiooniks**, Felder (1996, 2001), Honey (1982), Gardner (2006), Entwistle (1989) jpt nimetavad seda **õpistiilik**, Vermunt (2004, 2013) nimetab seda **õppimise mustriks**.

Õppimise muster on koordineeriv mõiste, mis seob omavahel õpilaste õpitegevuse, õppimise juhtimise, tõekspidamised õppimise kohta ja õpimotivatsiooni (Vermunt 2013).

Vermunt toob välja järgmised erinevad õppimise mustrid (Vermunt 2013):

- juhendamata õppimine;
- reprodutseerimisele suunatud õppimine – absoluutne teadmine, ei toeta aktiivõpet, põhiliselt seostamata faktide õppimine;
- tähendusele suunatud (ehk tähenduslik) õppimine - suhteline teadmine, õpilasekeskne, seoseid loov;
- rakendamisele suunatud ehk rakenduslik õppimine.

Vermunti poolt väljatoodud kaks esimest õppimise mustrit soodustavad madalama taseme mõtlemist ja kaks viimast kõrgema taseme mõtlemist, kusjuures viimaseid toetab aktiivõpe, kollaboratiivne ja kooperatiivne õpe (Vermunt 2013).

Õpistiilid. Õpilased õpivad mitmeti – visuaalselt, auditiivselt, intuitiivselt, kinesteetiliselt (liikumistajumuslikult aktiivselt tegutsedes), pähe õppides, analoogia ja modelleerimise abil jms. Ka õpetajate poolt eelistatavad õppemeetodid varieeruvad. Osa õpetajaid loeb loenguid, osa demonstreerib ja diskuteerib, osa keskendub põhimõistetele, osa kasutab rühmatööd. Mõned õpetajad nõuavad faktide meelde jätmist, teised ainekult arusaamist. Kui palju õpilane tegelikult tunnis õpib, sõltub tema sünnipärastest eeldustest, eelnevast ettevalmistusest, aga ka tema individuaalsest õpistiilist ja õpetaja poolt kasutatavast õppemeetodist. STEM valdkonnas erinevad õpilaste õpistiilid sagedamini õpetajate poolt kasutatavatest õppemeetoditest kui teistes valdkondades.

Eelistatud meeleüsteem ilmneb ka sõnades, mida kasutatakse oma mõtete edastamiseks. Lause: „Ma näen, mida Sa mõtled“, viitab visuaalsele meeleüsteemile, seetõttu on sellise õpilase puhul kasulik õppimisel ja õpetamisel kasutada rohkem pildilist informatsiooni. Kui aga õpilane lausub: „Mulle tundub see teooria vale“, ootab ta kinesteetilist reaktsiooni. Esinedes suurele õpilaste rühmale, on arukas arvestada erinevate meeleüsteemidega, et visuaalsed õppurid näeksid, auditiivsed kuuleksid ja kinesteetilised saaks õpetaja jutu mõttest kinni haarata.

Õpetajad, kelle õpilased on ükskõiksed ja igavlevad, on vähese huvitatusega, madala õpitulemuse ja suure väljalangevusega, mõistavad peagi, et midagi on valesti. Kõige selle tulemusena õpilased kas katkestavad õpingud või vahetavad eriala. Selle tagajärjel jääme aga ilma potentsiaalsetest inseneridest või tehnikutest. Mis on juhtunud? Kas midagi saab veel muuta?

Kuidas õpilased õpivad? Õppimist võib lihtsustatult kirjeldada kui informatsiooni vastuvõtmist ja selle töötlemist. Selle tagajärjel kas uut õpetatavat materjali mõistetakse või ei mõisteta. *Felder'i* (Felder 2006) uuringute alusel kalduvad õpilased STEM valdkonnas sagedamini õppima kolmel erineval viisil: *pealiskaudselt, sügavuti või strateegiliselt* (vt jaotis 4.1 – Mis on õppimine?). Õpetaja ülesandeks on ärgitada õpilasi sügavuti õppima, arvestades õpilaste erinevate õpistiilidega, motiveerides neid ja kasutades interaktiivseid loenguid, küsimuste-vastuste tehnikat ja mõtlemisotskusi arendavaid kaudseid õppemeetodeid. Sügavuti õppimise puhul on õpilastel endil suurem vastutus planeeritud õpiväljundi saavutamise eest.

4.4.1 Õpistiilide mudelid

“Õpetamine on kahekordne õppimine.” Joseph Joubert

Õpilasekeskne ja erinevaid õpistiile arvestav õpetamine ei tähenda seda, et õpilane teeb, mida pähe tuleb. Õppemeetodit peaks ideaalsel juhul rakendama nii, et oleks maksimaalselt arvestatud iga õpilase võimete ja loomupäraste omadustega.

Oma õpistiili tundmine aitab:

- teha kergemini kindlaks oma akadeemilised tugevused ja nõrkused;
- õppida tulemuslikumalt;
- olla probleemide lahendamisel paindlikum, eriti meeskonnas töötades.

Tehniliste ainete õpetamisel on õpilaste õpistiile võimalik efektiivselt määrata, kasutades erinevaid õpistiilide mudeleid. Nende alusel saab õpetaja kohandada õppemeetodeid õpilastele sobivamaks.

STEM valdkonnas on enimkasutatavad järgnevad õpistiilide mudelid (Felder 1996):

- Myers–Briggs' i õpistiilide mudel;
- Honey ja Mumfordi õpistiilide mudel;
- Herrmann'i ajupoolkerade dominantsuse mudel;
- Howard Gardneri õpistiilide mudel;
- J. Royce'i teadmiste loomusest lähtuv õpistiilide mudel;
- Entwistle'i õpistiilide mudel;
- Kolbi õpistiilide mudel;
- Felder-Silvermann' i mudel (STEM valdkonnas sagedamini kasutatav).

1 Myers–Briggs'i mudel klassifitseerib õpilasi psühholoog *Carl Jungi* psühholoogiliste tüüpide teooria alusel järgnevalt, võttes aluseks inimeste erineva käitumise suhtlemisel, info töötlemisel, otsustamisel ja organiseerimisel:

- *ekstravertsed* (katsetavad ja proovivad ise, keskenduvad välismaailmale) või *introvertsed* (mõtlevad asja üle järele, keskenduvad sisemaailmale);

- *sensoorsed* (praktilised, detailidele orienteeritud, keskenduvad faktidele ja toimingutele) või *intuiitiivsed* (kujutlusvõimelised, keskenduvad tähendustele ja võimalustele, on orienteeritud erinevatele käsitlustele ja teooriatele);
- *mõtlejad* (skeptilised, teevad otsuseid loogika ja reeglite alusel) või *tundelised* (lugupidavad, teevad otsuseid isiklikel või humaansetel kaalutlustel);
- *otsustajad* (koostavad ja jälgivad päevakava, otsivad lahendust isegi ebapiisavate andmete olemasolul) või *tajujad* (kohanevad muutuvate tingimustega, soovivad tulemuste saamiseks võimalikult enam andmeid koguda).

Õpilase õpistiili võivad määrata mitmed erinevad eespool nimetatud stiilid kombineeritult, nii näiteks võib üks õpilane olla ekstravertne, sensoorne, mõtleja ja tajuja; teine aga hoopis introvertne, intuiitiivne, tundeline ja otsustaja.

STEM ainete õpetajad suunavad tavaliselt oma õpetatava materjali:

- *introvertsetele õpilastele* (loevad loengut ja annavad individuaalseid koduseid ülesandeid, selle asemel, et kaasata õpilasi tunnis aktiivsesse tegevusse ja anda vahetevahel grupiülesandeid ka kodutööks);
- *intuiitiivsetele õpilastele* (keskendudes tehnilisele õppeaine teooriale, mitte projekteerimisele ja seadmete töö tundmaõppimisele praktikas);
- *mõtlejatele* (eelistades abstraktset analüüsi);
- *otsustajatele* (jälgides täpselt ainekava ja tähtaegu).

2 Honey ja Mumfordi õpistiilide mudel (Honey 1982), mis **lähtub Kolb'i kogemusliku õppeprotsessi mudelist**, (vt **sele 4.5**), omades Kolbi õpistiilide mudeliga küllaltki suurt analoogiat, jaotab õpilased selle alusel, kuidas nad informatsiooni vastu võtavad (kas konkreetse kogemuse või abstraktse kujutluse kaudu) ja kuidas nad seda informatsiooni edaspidi „töötlevad“ (kas aktiivselt eksperimenteerides või kaalutlevalt – kõiki peensusi läbi mõeldes). Selle alusel on õpilased jaotatud õpistiilis alusel nelja tüüpi (<http://www2.le.ac.uk/departments/gradschool/training/eresources/teaching/theories/honey-mumford>) :

- *Aktivist – kogemuste saamine* - õpivad läbi tegemise, „*hands-on*“ tegutsemise ja täieliku pühendumise. Nad õpivad paremini diskussioonidest, ajurünnakutest, emotsionaalsetest interaktiivsetest loengutest, rollimängust, probleemõppest ja kogemusõppest. Nad oskavad leida segaste olukordade korral kiireid lahendusi ja neile meeldib teistega oma ideid jagada. Et nende õpilastega efektiivselt töötada, peaks õpetaja olema eelkõige motiveerija.

Aktivist õpib kõige paremini:

- uutest kogemustest ja võimalustest,
- probleemide ja keeruliste ülesannete lahendamisest,
- lahendades ülesandeid teistega koos ja rollimängudes,
- juhtides koosolekuid ja diskussioone.

Aktivist õpib kõige vähem:

- kuulates loenguid ja pikki selgitusi,
 - lugedes, kirjutades ja omaette mõeldes,
 - järgides sõna-sõnalt instruksioone.
- *Analüüsija – kogemuste analüüs* - tahavad ennekõike mõista teooriat, millel tegevus põhineb. Vajavad mudeleid, mõisteid, teooriaid. Nad õpivad paremini loogilistest, faktilise materjaliga loengutest, juhendaja demonstratsioonidest, ülesannete lahendamisest, õpiku lugemisest, iseseisvast uurimistööst ja tööst raamatukogus. Neile meeldib alati leida ülesannetele ka alternatiivseid lahendusteid. Neile meeldib luua teooriaid, kuid nad on vahel ebapraktilised. Nad ei vaja aktiivõpet. Mitmed teadlased ja akadeemikud on analüüsijad. Et olla oma töös efektiivne, peaks õpetaja nende õpetamisel käituma kui ekspert oma erialal ja autoriteet.

Peegeldaja õpib kõige paremini:

- vaadeldes teisi isikuid ja gruppe enda ümber,
- analüüsides toimunut ning mõeldes, mida ta sellest õppis,
- koostades analüüse ja raporteid, kus ülesannete lahendamiseks on piisavalt aega.

Analüüsija õpib kõige vähem:

- esinedes teiste ees,
 - tegutsedes lühikese ettevalmistusajaga,
 - kiirustades ja muretsedes tähtaegade pärast.
- *Teoreetik – kogemustest järeltunde tegemine* - Soovivad õpitut reaalses olukorras rakendada ja kõike loogiliselt läbi mõelda. Eelistavad tegutsemist abstraktsetele teooriatele. Neile meeldib eksperimenteerimine, praktiline töö ja nad hindavad õpetaja konkreetseid vastuseid. Nad õpivad paremini demonstratsioonidest, juhendatud laboritöödest, kodutöödest ja eksamitest, arvuti abil õpetamisest, seaduse, teoreemi vms teoreetilise tõestuskäigu jälgimisest ja õppekäikudest. Neile sobib ka klassikaline otsene õpetamine. Ülesannete lahendamisel sobib neile ühe kindla lahendusmeetodi kasutamine. Suurem osa inseneridest ja arvutispetsialistidest on teoreetikud. Et olla oma töös efektiivne, peaks õpetaja käituma kui treener, juhendades ja andes pidevalt tagasisidet. Ta hindab kõrgelt ratsionaalsust ja loogikat: „Kas sellel on mõtet?“, „Kuidas see sobitub konteksti?“, „Mis on põhilähtekohad?“ jne.

Teoreetik õpib kõige paremini:

- olukordades, mis pakuvad selget loogikat ja mudeleid,
- keerulistes olukordades, kus ta peab kasutama oma oskusi ja teadmisi,
- struktureeritud situatsioonides, millel on selge eesmärk,
- kui talle pakutakse huvitavaid ideid, kuigi need ei tundu ka esialgu antud situatsiooniga seotud olevat,
- kui tal on võimalus esitada küsimusi ning uurida ideede tagamaid.

Teoreetik õpib kõige vähem:

- situatsioonides, mis rõhutavad emotsioone ja tundeid,
- kui tegevus on struktureerimata,
- tegutsedes, tundmata põhimõtteid ja kontseptsioone,
- olukordades, kus ta ei sobi kokku teiste osalejatega, nt töötades koos inimestega, kellel on väga erinevad õpistiilid.

- *Pragmaatik – järgmise etapi planeerimine* - Õpivad läbi jälgimise ja analüüsi (mis juhtus), soovivad nähtu igati läbi arutada. Nad on loomingulised ülesannete lahendajad, kuid tehnilises analüüsis loodavad teiste abile. Tulevases töös eelistavad nad aktiivset tegutsemist. Nende plaanid ei ole just alati väga praktilised. Nad õpivad paremini grupitöös, ajurünnakus, diskussioonides, projektide tegemisel ja probleemilahenduses, avastusõppes, õppekäikudest, rollimängudest, simulatsioonidest jne. Õpetaja peaks sellistele õpilastele võimaldama töö käigus maksimaalselt kõike endil avastada, ise vaid kõrvalt suunates.

Pragmaatik õpib kõige paremini:

- arenguvõimalustest, millel on praktiline väljund tema tööle,
- läbi harjutuste ja ülesannete, kus antakse tagasisidet,
- kasutades tehnikaid ja mudeleid, mis toovad kindlat kasu ning mida saab rakendada praktikasse (nt prioriteetide seadmine, aja säästmine jne).

Pragmaatik õpib kõige vähem:

- kui ei ole näha kohest ja selget kasu tema tegevusele,
- kui puudub praktiline juhend või käsiraamat, kuidas midagi rakendada,
- toetudes ainult teooriale.

Traditsiooniline tehniliste ainete õpetamine keskendub põhiliselt uue materjali esitamisele (loengutes), mis on tegelikult sobiv ainult 2. tüübi õpilastele.

3 Ned Hermann'i ajupoolkerade dominantsuse mudel (<http://www.herrmannsolutions.com/>) klassifitseerib õpilased neile omase mõtlemiseelistuse alusel 4 rühma, jaotus baseerub õpilaste sünnipärasel peaaegu poolkerade funktsionaalsel asümmeetrial (Felder 1996):

- *kvadrant A* (dominantne on vasak ajupoolkera, tserebraalne¹) – õpilane eelistab loogilisust, analüütilisust, kvantitatiivsust, fakte, on kriitiline.
- *kvadrant B* (dominantne on vasak ajupoolkera, limbiline²) – õpilane õpib lineaarselt, on organiseeritud, eelistab süstematiseeritust, struktureeritust, planeeritust, on detailne;
- *kvadrant C* (dominantne on parem ajupoolkera, limbiline²) – õpilane on emotsionaalne, sensoorne, hea suhtleja;
- *kvadrant D* (dominantne on parem ajupoolkera, tserebraalne¹) – õpilane eelistab visuaalset õppimist, on holistiline, innovaatiline, hea sünteesivõimega.

Tehniliste ainete õpetamisel kaldutakse eelistama üldjuhul kvadrant A dominantseid õpilasi. Enamik õpetajaid keskenduvad õpetamisel kvadrant A analüüsivõimele ja kvadrant B sobivatele meetoditele, eirates aga kvadrant C meeskonnatöö vajadust ja suhtlemisoskust ning kvadrant D loomingulisust

ülesannete lahendamisel, süsteemset mõtlemist ja sünteesivõimet. Uurimistulemustele tuginedes võib öelda, et 20 % kuni 40 % õpilastest kuulub kvadrant C ja kvadrant D kategooriasse (Felder 1996)

4 Howard Gardneri õpistiilide mudel (Gardner 2006) vaatleb intelligentsust kompleksse nähtusena, mõistes intelligentsuse all võimet lahendada probleeme või sooritada resultatiivseid tegevusi. Mudel põhineb 9 intelligentsuse tasemel (andelaadil):

1- Terebraalne – peaaigusse puutuv, seotud kesknärvisüsteemiga; sensoorse, motoorse ja assotsiatiivse süsteemiga, mälu, tunnetuse, tähelepanu, intellekti ja teadvusega;

2 - Limbiline süsteem ehk emotsionaalne aju, on põhiline emotsioonide ja mälu kujunemise, tegevusvalmiduse ning õppimisega seotud keskus ajus. Limbiline süsteem koosneb suurte ajupoolkerade koores. Koor reguleerib ruumi ja ajaga seotud käitumist, samuti vastutab formaal-intellektuaalsete võimete eest. Limbiline süsteem hoiab ülal meeolu ning valmisolekut tegutsemiseks. Siin paiknebki motivatsiooni- ja emotsioonistruktuur ning püsivälu. Limbilise süsteemi kaudu peab organism sidet välis- ja sisekeskkonna vahel.

- *visuaalne/ruumiline intelligentsus (pildid)* – võimekus mõelda, nähtavat maailma tajuda, ette kujutada piltide ja kujundite vahendusel, kontrollitakse parema ajupoolkera poolt. Tähtsaimad mõtlemisoperatsioonid sõltuvad maailma tajumisest. Mõtlemise oluliseks allikaks on ruumiline kujutus (kumb kraaninupp on külma, kumb kuuma vee jaoks; kui murrame paberitüki pooleks ja siis veel kaks korda pooleks, siis mitu murtud kujundit me saame; kuidas jõuda kiiremini kodunt lähima raamatukoguni).

Selle võimekuse arendamiseks sobib maakaartide lugemine, kaardi abil marsruudi läbimine, kaartide koostamine, aegade planeerimine, skeemide ja kavandite kasutamine mudelite valmistamisel, marsruutide ja makettide koostamine, info baasil visuaalse plaani koostamine jne;

- *verbaalne/lingvistiline intelligentsus (sõnad)* – võimekus kasutada ja mõista sõnu, head verbaalsed oskused. Lingvistilise intelligentsuse võti on mälu. Võime eristada keelemustreid on oluline keele, matemaatika, teaduse jpm seisukohast. Lugemine ja kirjutamine võimaldavad mõelda abstraktselt, mis omakorda võimaldab piiritleda terminite definitsioone, korrata, mõelda oma mõtlemisest (metakognitsioon), kaaluda argumente, täiustada mälu, kavandada oma tegevust, suhelda teistega ja õppida iseseisvalt. Õppimise stiil, kiirus ja oskus on meil erinevad. Lingvistiline intelligentsus nõuab treenimist ja arendamist, nagu ka meie muskulatuur.

Arendamiseks sobib uudsete asjade selgitamine, juhiste andmine millegi tegemiseks, diskussioon, ristsõnade ja sõnamõistetuste lahendamine, info otsimine kirjandusest, luuletuste lugemine ja kirjutamine jne;

- *loogilis-matemaatiline intelligentsus* (loogiline mõtlemine) – omane teaduslikule, abstraktsele mõtlemisele, võimekus lahendada arvude ja mudelitega seotud probleeme, teha loogilisi ja mõistlikke otsuseid, põhineb ratsionaalsel mõtlemisel ja on IQ testides peamiseks mõõdetavaks väärtuseks. See intelligentsuse vorm areneb suhtlemisel maailmaga vastavalt õpilase arenguetaapidele. Oluline selle vormi puhul on lisaks probleemide lahendamisele ka loomingu- ja kriitiline mõtlemine.

Arendamiseks sobib eelarvete tegemine, reise planeerimine, matemaatika praktiseerimine poes maksmisel – palju peaksid raha tagasi saama, tõenäosuse arvutamine, koguste hindamine, aja planeerimine ja sellega toimetulek, tunniplaanide ja ajakavade koostamine, loogiliste mõistatuste ja probleemide lahendamine, ülesannete lahendamine, võrdlemine, liigitamine jne;

- *füüsiline ehk kehaline/kinesteetiline intelligentsus* (psühhomotoorne, käeline, liikumine) – võimekus füüsilise liikumise või kimpimismeelega seotud tegevustes, seda kontrollitakse aju motoorses osas, kumbki ajupoolkera kontrollib vastaskehapoolt. Need oskused on koos teiste intelligentsusvormidega

ülesannete lahendamise üheks alustalaks. Nende omandamiseks on vaja loogikat, keelelisi oskusi, et luua mudeleid ja õppida meeskonnas. Füüsiline intelligentsus väljendub liikumises ja žestides, sh miimikas, kinesteetiline intelligentsus väljendub puudutustes, mis omakorda aitab meil tajuda reaalsust. Füüsilised oskused on individuaalse intelligentsuse isikupärased mustrid. Kord omandatult muutuvad need sensomotoorseteks, muutudes loomulikeks ja püsivateks, mis ei unune ka pikema aja möödudes.

Füüsilise intelligentsusega seostuvaid oskusi võib klassifitseerida järgmiselt (Fisher 2005):

- käelised oskused – lõikamine, kirjutamine, joonistamine, hoidmine, juhtimine jne;
- konstrueerimisoskused – ehitamine, kokkupanemine, seadmine, kandmine, asetamine jne;
- täpsus – viskamine, löömine, haaramine, püüdmine jne;
- liikumine – jooksmine, hüppamine, ronimine, tasakaalu hoidmine, võimlemine, ujumine, jalgrattaga sõitmine, uisutamine, suusatamine jne;
- suhtlemine – mitteverbaalne suhtlemine, žestikuleerimine, puudutamine, hääle kontrollimine jne.

Füüsilise intelligentsuse ja probleemilahendamise võimete arendamiseks sobib teadmiste ja oskuste arendamine mõnel spordialal, käsitöö tegemine, füüsilise distsipliini (tantsimine, võimlemine, uisutamine jne) omandamine, kokandus, kolmemõõtmeliste puslede kokkupanek, Rubiku kuubik, piltmõistatused, masinate sh jalgratta, õmblusmasina jms hooldus ja kokkupanek, hea kontroll oma liigutuste üle, osavus esemete käsitlemisel.

- *muusikaline/rütmiline intelligentsus* (helid) – võimekus luua rütme ja meloodiaid, selle stimuleerimiseks sobiks mõnel muusikariistal mängimine, kuulnud laulude kordamine plaksutamise saatel, viiside äratundmine ja eristamine, liikumine muusika saatel, sobiva muusika valimine näiteks tantsuks või taustaks vms. Muusikaline võimekus koosneb loomupärasest andekusest ja harjutamisest, intuiitivsest hindamisest ja improvisatsioonist, võimet arendatakse süstemaatilise õppega, õppides kogemusi tõlgendama muusikalisesse sümbolite koodi. Muusikalise märgisüsteemi õppimine arendab lingvistilisi ja matemaatilisi võimeid. Seos muusika ja tantsu vahel arendab kehalis-kinesteetilisi võimeid;
- *interpersonaalne intelligentsus* (rühmatöö) – võimekus mõista ennast (minatunnetus) ja teisi inimesi, nende tundeid, motive ja teha koostööd, empaatia, oskus teistelt õppida ja juhendada. Saadakse kasu koostegemisest, aruteludest. Nende oskuste arendamiseks sobiks kuulata teiste jutuajamisi, arvamusi, rääkida ise lugusid, lugeda luuletusi, edastada infot, osaleda aruteludes, aidata teistel probleeme lahendada, hoolitseda nende eest, kes vajavad abi ja tähelepanu, teha meeskonnatööd, panustades ühisesse eesmärki;
- *intrapersonaalne ehk metakognitiivne intelligentsus* (eelistab töötada üksi) – teadlikkus oma sisetundest ja mõtlemisest, inimese intelligentsuse tähtsaim aspekt, sest sellega on seotud kõikide teiste intelligentsuse vormide töötlemine ja analüüs. See on ligipääs omaenda mõtetele ja emotsioonidele, võimekus mõista iseennast ja oma sügavamaid mõtteid, tundeid, mõista miks me midagi teeme, eneseotsingud, iseenda sisemuste emotsionaalsete seisundite mõistmine. Enesearendamiseks võiks päevikut pidada, ajakasutust planeerida, prognoosida – mida olen võimeline hästi tegema, millega on raskusi, arutleda oma tunnete ja meeleolude üle, neid mõista, jõuda

äratundmisele, milline olen ja milline mitte, isiklike eesmärkide seadmine ja saavutamine, tehtu revideerimine, analüüs, hinnangu andmine jne;

- *looduslik/loomulik intelligentsus* – võimekus mõista loodust ja elada kooskõlas loodusega, keskkonnast hoolimine;
- *eksistentsiaalne intelligentsus* – võimekus mõista religioosseid ja spirituaalseid ideid, just selle andelaadi olemasolu eristab Gardneri sõnul inimesi loomadest. Kui mõtleme eksistentsist, elust ja surmast, universumi olemusest ja ulatusest, meie kohast ajas ja ruumis, siis rakendamegi seda intelligentsust.

Harvardi ülikooli professor Gardner väidab oma raamatus „Frames of Mind“, et meil on olemas kõik eelnimetatud intelligentsuse vormid, meie erisuste alusel kujunebki individuaalne õpistiil. Gardneri intelligentsuse definitsioon oli järgmine: kui keegi suudab lahendada probleeme või teha midagi, mida see ühiskond, milles ta elab, hindab, siis ta tõestabki oma intelligentsust. Gardner väidab, et kasutades erinevaid andelaade, saame erinevates olukordades ja õppeainetes tähelepanelikumaks ja edukamaks õppijaks. Gardneri teooria puhul on oluline mõista, et madala akadeemilise intelligentsusega inimesed võivad olla väga intelligentsed hoopis teistes, mitte vähemtähtsates valdkondades – intelligentsus on palju mitmepalgelisem kui pelgalt raamatutarkus.

5 J. Royce'i teadmiste loomusest lähtuvad õpistiilide mudel (Kadajas 2005) – lähtub inimese suhteliselt tüüpiliseks muutunud harjumusest, tavast toimida või mõelda mingil kindlal viisil:

- ratsionaalne õpistiil – inimene tugineb oma otsuste tegemisel mõtlemisele ja abstraktsele arutlusele (ajaloolased, matemaatikud jne);
- empiiriline õpistiil - inimene tugineb oma otsuste tegemisel kogemusele ja meeltega saadavale infole (loodusteadlased);
- metafooriline õpistiil - inimene tugineb oma otsuste tegemisel piltlikele kujutlustele (keeles- ja usuteadlased, muusikud).

6 Entwistle'i õpistiilide mudel – tugineb motivatsiooni- ja sotsialiseerumisteooriatele (Entwistle 1989):

- *strateegiline stiil (A)* – suundumus saavutustele, omab organiseeritud õpitavasid, suunab võistlusmotivatsioon, tahab olla igal juhul esimene, teistest parim, kindel ja tugev isiksus, vahel ka agressiivne; õppetöös edukas, suudab saada häid tulemusi (kas arusaamisega või ilma);
- *reprodutseeriv stiil (B)* – töötamine täpselt esitatud juhendi järgi, õpitakse eesmärgiga seda täpselt samal kujul esitada (reprodutseerida), raske üldistada ja järeldusi teha, isiksusena tugev, eesmärgikindel. Õppetöös saavutab edu siis, kui antakse võimalus etteantut küllalt täpselt esitada;
- *arusaamis- ehk mõistev stiil (C+G)* – suundumus õpitut mõista, sellest aru saada. Õppija loob alati õppides tervikpildi, kasutab holistlikke (terviklikke) õpistrateegiaid, üldistab ka vähese tõendusmaterjali alusel. Isiksusena võib teda temperamenditüübilt impulsiivseks introverdiks pidada, enamasti edukas humanitaarainetes;

- *paindlik stiil (D)* – suundumus akadeemilisusele, tähendusele, tugev sisemine motivatsioon iga hinna eest õpitav selgeks saada, pühendub täielikult õpingutele ja õpib rohkem ning laiemalt kui hädapärast vaja oleks. Tasakaalukas isiksus, saavutab edu ja häid tulemusi, kui talle antakse aega põhjalikult õppida ja õpitavast aru saada;
- *operatsiooniline stiil (E+F)* – suundumus operatsioonide õppimisele, tähtis nii kord kui ka õpitava loogiline järjestus, rõhk detailidel ja pindstrateegiatel, raske üldistusi teha, isiksusena neurootiline introvert, edukas loodusainetes.

Ehkki ei peeta üht või teist stiili teistest paremaks, on uuringute tulemusel jõutud järeldusele, et kui õpilasel domineerib C+D+E õpistiil, omab ta hästi edasiviivat õpistiili, mis võimaldab saavutada edukaid õpitulemusi. Kui aga domineerib B+F+G õpistiil, ei ole õpilane nii edukas ja õppimisel võivad tekkida raskused.

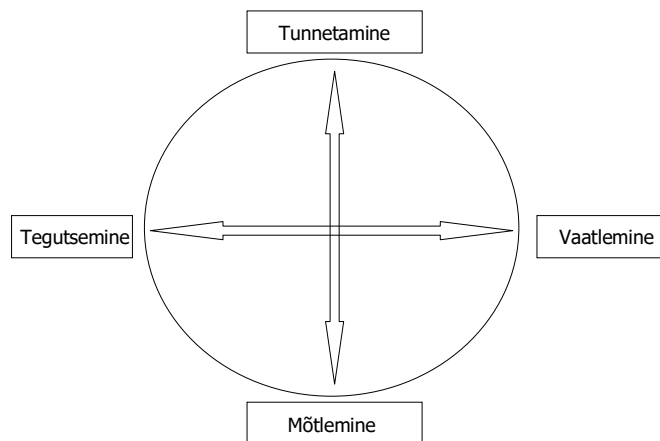
7 Kolbi õpistiilide mudel (<http://www.businessballs.com/kolblearningstyles.htm>). David Kolb selgitas oma kogemusliku õpiteooria alusel, et inimesed õpivad erinevate õpistiilide alusel, kusjuures nende õpistiili eelistusi mõjutavad erinevad mõjutegurid. Oma kogemuslikus õpiteoorias defineeris Kolb inimese arengu 3 erinevat staadiumit ja põhjendas, et meie võimekus vastavusse viia ja edukalt integreerida kogemusliku õpitsükli 4 erinevat staadiumit ning õpistiili paraneb, kui me areneme ja muutume küpsemaks läbi oma elukestva arengu (vt jaotis 4.2.4.1 - Kolbi kogemusõppe teooria).

Kolbi määratletud arengustaadiumid on järgmised:

- omandamine (sünnist noorukieani) – baasoskuste (võimete) ja kongitiivsete struktuuride arenemine;
- spetsialiseerumine (varasest kooliastmest kuni esialgsete töö- ja täiskasvanukogemusteni) – nn spetsialiseerunud õpistiili kujunemine, mida mõjutavad sotsiaalne-, hariduslik ja organisatsiooniline sotsialiseerumine;
- integratsioon (karjääri keskpaigast läbi kogu hilisema elu) – mittedominantse õpistiili väljendumine nii töös kui ka isiklikus elus.

Mis iganes meie õpistiili valikut ka ei mõjutaks, on see määratletud kahe paari muutuja poolt, olles määratud kahe erineva valiku poolt, mida me õppides teeme ja mida Kolb esitas kahe telje ristumisena, mille mõlemal otsal on erinev tähendus (vt **sele 4.5** ja **sele 4.15**):

- konkreetne kogemus (tunnetamine) – abstraktne käsitlus (mõtlemine);
- aktiivne eksperimenteerimine (tegutsemine) ja analüüs.



Sele 4.15 – Kolbi õpistiilid

Neid õpistiile moodustab Kolbi sõnul kahe teljepaari kombinatsioon ja omavahel dialektiliselt seotud informatsiooni töötlemine ning informatsiooni vastu võtmine. „Dialektiliselt seotud“ all mõtles Kolb, et me ei saa rakendada mõlemat teljepaari koos, üheaegselt. Siit tuleneb vajadus teha valikuid – kas me soovime tegutseda või vaadelda, kuid samal ajal peame ka otsustama, kas soovime mõelda või tunnetada.

Nende kahe eelpool toodud otsuse tulemus loobki meie õpistiili. Me valime, kuidas infot vastu võtta ja kuidas seda töödelda, kuidas ülesandele (kogemusele) läheneda (kas vaadelda või tegutseda – kas vaadelda teisi tegutsemas ja jälgida, mis juhtub või hakata kohe ise aktiivselt tegutsema) ja kuidas õpitut emotsionaalselt töödelda (kogemust üle kanda) (kas uut kogemust tunnetades või läbi mõeldes). Samal ajal teeme me valiku, kuidas kogemust emotsionaalselt teisendada (üle kanda) millekski kasulikuks ja tähenduslikuks (saades infot, mõeldes, analüüsid ja planeerides) või ise konkreetselt kogedes (läbi tunnetades) (vt **tabel 4.2**).

Tabel 4.2 - Kolbi õpistiilide maatriks

	Tegutsemine (aktiivne eksperimenteerimine) AE	Vaatlemine MA (analüüs)
Tunnetamine KK	Kohanemine KK – AE	Lahknemine KK – MA
Abstraktne käsitus AK	Koondumine (keskendumine) AK- AE	Sulandumine (assimileerumine) AK – MA

Kolb'i õpistiilide mudel jaotab õpilaste õpistiilid selle alusel, kuidas nad informatsiooni vastu võtavad (kas konkreetse kogemuse või abstraktse kujutluse kaudu) ja kuidas nad seda informatsiooni edaspidi „töötlevad“ (kas aktiivselt eksperimenteerides või kaalutlevalt – kõiki peensusi läbi mõeldes, analüüsid). Selle alusel on õpilaste õpistiilid jaotatud nelja tüüpi (vt **sele 4.5**, **sele 4.15** ja **tabel 4.2**):

- 1. tüüp – *hargneva mõtlemisega* (õpivad konkreetse kogemuse ja kaalutleva mõtlemise kaudu) seda tüüpi õpilaste iseloomulik küsimus on: „Miks?“ Nad vajavad selgitust, kuidas õpitav materjal

vastab nende kogemustele ja huvidele ning tulevasele tööle. Nad uurivad olukorda erinevatest vaatenurkadest ja on oma tööga emotsionaalselt seotud. Neid ei motiveeri konkurents või võistlus. Nad õpivad paremini diskussioonidest, ajurünnakutest, emotsionaalsetest interaktiivsetest loengutest, probleemõppest ja kogemusõppest. Nad oskavad leida segaste olukordade korral kiireid lahendusi ja neile meeldib teistega oma ideid jagada. Et nende õpilastega efektiivselt töötada, peaks õpetaja olema eelkõige motiveerija;

- *2. tüüp – sulandujad ehk assimileerujad* (õpivad abstraktse kujutluse ja kaalutleva mõtlemise kaudu), neile on iseloomulikuks küsimuseks: „Mis?“ Neile sobib informatsiooni edastamine süstematiseeritult, loogiliselt järjestatult. Nad eelistavad organiseeritust ja sünteesi, neile meeldib andmetöötlus, ekstrapoleerimine ja üldistamine. Nad eelistavad abstraktseid ideid inimsuhetele ja praktilisele rakendamisele. Nad õpivad paremini loogilistest, faktilise materjaliga loengutest, juhendaja demonstatsioonidest, ülesannete lahendamisest, õpiku lugemisest, iseseisvast uurimistööst ja tööst raamatukogus. Neile meeldib alati leida ülesannetele ka alternatiivseid lahendusteid. Neile meeldib luua teooriaid, kuid nad on vahel ebapraktilised. Nad ei vaja aktiivõpet. Mitmed teadlased ja akadeemikud on assimileerujad. Et olla oma töös efektiivne, peaks õpetaja nende õpetamisel käituma kui ekspert oma erialal ja autoriteet;
- *3. tüüp – keskendujad ehk koonduva mõtlemisega õppijad* (õpivad abstraktse kujutluse ja aktiivse eksperimenteerimise kaudu) neile on iseloomulikuks küsimuseks: „Kuidas see toimib?“. Neile sobib aktiivne töö kindlaksmääratud ülesannete täitmisel ja õppimine katse-eksituse meetodil (tingimustes, mis võimaldavad ohutult eksida). Neid kirjeldatakse sageli emotsioonideta suhtlejatena, sest nad eelistavad töötada pigem esemete kui inimestega. Neile meeldib eksperimenteerimine, praktiline töö ja nad hindavad konkreetseid vastuseid. Nad õpivad paremini demonstatsioonidest, juhendatud laboritöödest, kodutöödest ja eksamitest, arvuti abil õpetamisest, seaduse, teoreemi vms teoreetilise tõestuskäigu jälgimisest ja õppekäikudest. Neile sobib ka klassikaline otsene õpetamine. Ülesannete lahendamisel sobib neile ühe kindla lahendusmeetodi kasutamine. Suurem osa inseneridest ja arvutispetsialistidest on keskendujad. Et olla oma töös efektiivne, peaks õpetaja käituma kui treener, juhendades ja andes pidevalt tagasisidet;
- *4. tüüp – kohanejad* (õpivad konkreetne kogemuse ja aktiivse eksperimenteerimise kaudu) iseloomulikuks küsimuseks on neile: „Mis siis, kui...?“ Neile sobib õpitud materjali rakendamine uutes situatsioonides, eluliste, reaalse probleemide lahendamine, isetegemine, kuid nad on kärsitud. Nad lahendavad probleeme pigem katse-eksituse meetodil, kui loogiliselt ja õpivad enim uurimispõhises avastusõppes. Nad on loomingulised ülesannete lahendajad, kuid tehnilises analüüsis loodavad nad teiste abile. Tulevases töös eelistavad nad aktiivset tegutsemist. Nende plaanid ei ole just alati väga praktilised. Nad õpivad paremini grupitöös, ajurünnakus, diskussioonides, projektide tegemisel ja probleemilahenduses, avastusõppes, õppekäikudest, rollimängudest, simulatsioonidest jne. Õpetaja peaks sellistele õpilastele võimaldama töö käigus maksimaalselt kõike endil avastada, ise vaid kõrvalt suunates.

Traditsiooniline tehniliste ainete õpetamine keskendub põhiliselt uue materjali esitamisele (loengutes), mis on tegelikult sobiv ainult 2. tüübi õpilastele.

Et õpetada mõjusalt kõiki õpilasi, peaks õpetaja Kolbi õpistiilide mudeli alusel:

- seletama õpitava materjali tähtsust ja asjakohasust (tüüp1);

- esitlema teemaga seotud süstematiseeritud informatsiooni (tüüp 2);
- võimaldama õpitu praktilist rakendamist (tüüp 3);
- võimaldama õpitu rakendamisel saadud tulemuste analüüsi (tüüp 4).

8 Felder–Silverman’i mudeli abil saab **õpilaste õpistiili ja õpistrateegia** määrata vastates järgnevale viiele küsimusele (Felder 2005/2), (Felder, Brent 2005) (<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>):

- *Millist tüüpi informatsiooni õpilane eelistatult tajub* – kas sensoorset (välist: pildid, helid, aistingud) või intuiitiivset (sisemist: seosed, võimalused, mõistmine, aimdus)?
- *Millise meelega abil tajutakse kõige paremini informatsiooni* – kas nägemise (visuaalne – pildid, diagrammid, graafikud, demonstratsioonid) või kuulmisega (auditiivne – sõnad, helid jms)?
- *Milline informatsiooni korrastatus on õpilasele meelepärasem* – kas induktiivne (faktid ja tähelepanekud on antud, tuleb järeldada põhiprintsiibid) või deduktiivne (printsiibid on esitatud, tuleb jõuda tagajärgede ja rakendusteni)?
- *Kuidas eelistab õpilane informatsiooni töödelda* – kas aktiivselt (tegutsemise ja diskussiooniga) või kaalutlevalt (eneseanalüüsi ja mõttetööga)?
- *Kuidas jõuab õpilane mõistmiseni* – kas lineaarselt (järjestikusest, seostatult, üksteisele järgnevate loogiliste sammudega) või holistiliselt (tervikmodelitele toetuvalt, globaalselt)?

Õpilase õpistiilik ei ole kindlasti mitte ainult üks eelpool tutvustatud õpistiilidest – ta võib olla näiteks sensoorne, visuaalne, induktiivne, aktiivne ja lineaarne. Õpilased võivad eelnevale küsimustikule vastates määrata ise oma õpistiili ja selle alusel õppida paremini ning efektiivsemalt õppima.

Õpetaja poolt eelistatavat õppemeetodi kujundamist saab *Felder–Silverman’i* mudeli abil hinnata ja määratleda, vastates järgnevale viiele küsimusele:

- *Missugust tüüpi informatsiooni õpetaja esitada eelistab* – kas konkreetset (faktilist) või abstraktset (kontseptuaalset, teoreetilist)?
- *Missugust informatsiooni esitusmeetodit kasutab õpetaja* – kas visuaalset (pildid, diagrammid, filmid) või verbaalset (loengud, diskussioonid, vestlused)?
- *Kuidas on edastatav informatsioon seesiselt korrastatud* – kas induktiivselt (nähtustelt põhitõdedeni) või deduktiivselt (põhitõdedest nähtusteni)?
- *Millist õpilaste tunnis osalemist õpetaja eelistab* – kas aktiivset (õpilased liiguvad, räägivad, vastavad, teevad rühmatööd, annavad tagasisidet) või passiivset (õpilased istuvad ja kuulavad)?
- *Kas õpetaja esitab uut informatsiooni* lineaarselt (järjestikusest, seostatult, üksteisele järgnevate loogiliste sammudega) või holistiliselt (tervikmodelitele toetuvalt)?

Õpilaste õpistiile arvestava õpetaja õppemeetodi kujundamine on esitatud **tabelis 4.3**.

STEM valdkonnas kasutatakse enim *Kolb’i* õpistiilide ja *Felder–Silverman’i* õpistiilide mudelit, enamkasutatavamaks on siiski osutunud viimane. Et *Felder–Silverman’i* õpistiilide mudelit tehniliste ainete õpetamisel on ka kõige enam uuritud ja seega on see üks täpsemaid, vaatleme seda järgnevates peatükkides lähemalt.

Tabel 4.3 – Õpistiilidega arvestamine õppemeetodi kujundamisel

(Felder–Silverman'i mudeli alusel)

Õpilase õpistiil		Vastav õppemeetod	
Sensoorne	Tajumine	Konkreetne	Materjali sisu
Intuitiivne		Abstraktne	
Nägemismälu	Vastuvõtmine	Visuaalne	Edastamine
Kuulmismälu		Verbaalne	
Induktiivne	Korrastatus	Induktiivne	Korrastatus
Deduktiivne		Deduktiivne	
Aktiivne	Töötlemine	Aktiivne	Õpilaste osalemine
Kaalutlev		Passiivne	
Lineaarne	Mõistmine	Lineaarne	Esitamise vaatenurk
Holistiline		Holistiline	

Õpetajad peaksid valima oma õpilaste õpistiilide määramiseks ühe neile sobivaima eelnevalt tutvustatud mudeli, millele vastavalt saab kohandada sobivaima õppemeetodi. Esitatud mudelite kasutamisest on õpetajal abi ka õpikute, ainekavade ja arvutiõppeprogrammide koostamisel, aga ka meeskonnatöö läbiviimisel või õpilaste konsulteerimisel ja õppima õpetamisel.

Kristi Vasseri (Vasser 2009) uurimistulemuste alusel võib öelda, et 52% poistest ja 53% tüdrukutest eelistas kasutada õppimisel võrdselt nii aktiivset kui ka kaalutlevat õpistiili, kombineerides neid omavahel. 50% poistest ja 70% tüdrukutest eelistas kasutada õppimisel mõlemat, nii sensoorset kui ka intuitiivset õpistiili. Visuaalset õpistiili eelistas kasutada 66% tüdrukutest, poistest 61% eelistas aga kasutada võrdselt nii visuaalset kui ka verbaalset õpistiili. 61% poistest ja 78% tüdrukutest eelistas kasutada võrdselt lineaarset ja globaalset õpistiili. Tegelikult võib inimese õpistiil ka erinevates olukordades ja eluetappides muutuda, seetõttu ei ole mõtet end alati rangelt ühte liiki õppijaks kategoriseerida. Kuid loengu või tunni ettevalmistamisel püüdkem siiski arvestada erinevate õppijatega.

4.4.2 Sensoorne ja intuitiivne õpistiil

“Tark õpetaja ei kutsu Sind oma tarkuse majja, vaid juhatab Sind Sinu enda mõistuse lävepakuni.” Kahlil Gibran

Inimesed tajuvad maailma kas sensoorselt või intuitiivselt. Vastavalt psühholoogilisele tüübile eelistavad õpilased neile sobivamat viisi tajumiseks.

Sensoorsel (tunnetuslikul) tajumisel eelistatakse fakte ja eksperimenteerimist, ülesannete lahendamist standardmeetoditel, detailidesse süvenemist. Sellised õpilased on ettevaatlikud ja aeglased, pelgavad komplikatsioone, seetõttu jäävad kontrolltöodes tavaliselt ajahätta. Sensoorsed õppijad mõistavad materjali paremini, kui nad saavad aru, kuidas see on reaalse eluga seotud. Nad eelistavad rohkearvulisi detaile, on reeglina hea mälu ja edukad laboritöodes.

Sensoorsed õppijad on praktilised, metoodilised, tähelepanelikud, konkreetset (olulised on faktid, andmed jne), vajavad õppimisel kordamist.

Intuitiivsel tajumisel eelistatakse mõisteid, definitsioone, printsiipe ja abstraktseid teooriaid, innovatsiooni, ei armastata kordamist, detailid ei huvita, eelistatakse avastada seoseid ja võimalusi, uuendusi, komplikatsioone ja nende ületamist. Intuitiivsed õppurid haaravad kiiresti uusi mõisted ja kontseptsioone, reeglina on nad tugevad abstraktsioonides, matemaatilist formulatsiooni nõudvates olukordades, nad on kujutlusvõimelised, neile on oluline sümbolite tähendus, vaheldus ja uudsus. Sellised õpilased on kiired ja võivad olla hooletud, neile on meelepärased sümbolid. Tihti ei loe nad ülesannet lõpuni, vaid asuvad seda kohe lahendama. Selliseid õpilasi aitab õppimisel teooriate ja tõlgenduste esitamine, mis ühendaks esitatud fakte. Paluge neil alati ülesanne lõpuni lugeda, enne, kui nad lahendama asuvad ning soovitage neil lõpuks oma tööd ka kontrollida. Neile on omased lohakusvead testis ja neile ei sobi rutiinne tegevus.

Tunnetuslikud õppurid on praktilisema meelelaadiga ja hoolikamad kui intuitiivsed. Intuitiivsed õppurid töötavad kiiremini ja loomingulisemalt kui tunnetuslikud. Tunnetuslikud õppurid ei armasta kursusi, millel puudub otsene seos reaalse eluga. Intuiitivsed aga ei talu kursusi, kus tuleb mahukas materjal meelde jätta või mis nõuavad suuremahulist rutiinset tööd ja kordamisi.

STEM valdkonnas on enimlevinud loengute lugemine (kui mitte arvestada laboratoorseid töid ja harjutustunde) ja seega on eelistatud olukorras intuiitivset tajumist eelistavad õpilased. Mitmed uuringud viitavad sellele, et suurem osa tehniliste õppeainete õppejõude on ise intuiitivse tajumisega. Samal ajal on aga suurem osa õpilasi sensoorse tajumisega, mis toobki kaasa õpilaste õpistiili ja õpetaja õppemeetodi sobimatuse ja uue materjali raskendatud mõistmise. Samas saavad nii intuiitivsetest kui ka sensoorsetest õpilastest tulevikus väga head insenerid.

Igaüks meist on vahel enam tunnetuslik ja vahel intuiitivne. Et edukalt õppimisega toime tulla, on vaja mõlemaid pooli. Teie eelistus ühes suunas võib olla kerge, keskmine või tugev. Kui te hindate üle intuitsiooni, võite tähelepanuta jätta olulisi detaile, teha hooletusvigu. Kui rõhute tunnetuslikkusele, võite liiga suurt tähelepanu pöörata meeldejätmisele, juba tuttavate meetodite kasutamisele, mitte üritada korralikult ülesandest aru saada ja sellele loominguliselt läheneda.

Kuidas tunnetuslikud õppurid saavad end õppimisel aidata? Tunnetuslikud õppurid suudavad materjalist aru saada ja meelde jätta neid asju, millel nad näevad otsest seost reaalse eluga. Neil on raskusi kursustel, kus kogu materjal on abstraktne ja teoreetiline. Nad peaksid esitama küsimusi konkreetsete rakenduste kohta, nägema, kuidas selle rakenduse kaudu abstraktsed printsiibid rakenduvad tegelikus elus. Kui õpetaja näiteid ei too, oleks vaja püüda neid ise leida - lisamaterjalidest, kaasõppuritega ajurünnakuid korraldades jne.

Kuidas intuiitivsed õppurid saavad end õppimisel aidata? Mitmed ülikooli kursused on suunatud intuiitivsetele õppuritele, kuna enim esineb abstraktseid loenguid. Kui Te intuiitivse õppurina aga sattute kursusele, mis rõhub meeldejätmisele ja etteantud valemite abil arvutamisele, kus Teie töö on õiged numbrid õigele kohale panna ja siis tuim arvutusöö ära teha - olete raskustes. Paluge õppejõul faktid interpretatsiooni abil seostada, seoseid luua või üritage seda teha ise. Testi tegemisel kontrollige arvutused üle - Te kipute kiirustama ja olema hooletu nii detailide täpsuses kui korduvates arvutustes. Lugege küsimus korralikult lõpuni, enne kui vastama hakkate ja kontrollige kindlasti oma vastuseid.

Et efektiivselt õpetada tehnilisi õppeaineid, tuleks esitada uut materjali mõlemale psühholoogilisele tüübile sobival moel. Esitletav materjal peaks tasakaalustatult sisaldama konkreetset informatsiooni (faktid, andmed, vaadeldavad nähtused, näited jne) ja abstraktseid üldistusi (põhimõtted, algtõed, teooriad, matemaatilised mudelid jne) Laboratoorsed tööd peaksid tuginema materjalile alates lihtsast matemaatikast kuni erialase tarkvara rakendamiseni arvutis ja tööd peaksid

olema reaalselt erialas rakendatavad (sensoorsetele õppijatele). Laboratoorne töö peaks põhinema eelnevalt loengus õpitule, õpilased võiksid teooriat ja põhikontseptsioone kontrollida (intuiitivsetele õppijatele).

Siduge teooria praktikaga. Tehke reaalseid või simulatsioonkatseid või näidake simulatsioone. Tooge näiteid tegelikust elust ja siduge õpetatav reaalse eluga. Paluge õpilastel analüüsida ja interpreteerida. Viige laboris läbi miniloenguid. Paluge õpilastel individuaalselt ja rühmas arutleda katse läbiviimisega seonduvat, katse käiku analüüsida, leida ohtusid ja võimalikke vigu.

4.4.3 Visuaalne ja auditiivne õpistiil

“Õpetamise kunst tugineb avastuste assisteerimisele.” Mark van Doren

Inimesed võtavad informatsiooni vastu põhiliselt kolmes kategoorias: visuaalselt (pildid, diagrammid, joonised, sümbolid), auditiivselt (helid, sõnad) ja kinesteetiliselt (maitse, kompimine, lõhn). On kindlaks tehtud, et enamik inimesi õpivadki kõige efektiivsemalt just ühel viisil kolmest.

Visuaalsed õppijad mäletavad paremini materjali, mida nad näevad (visandid, pildid, diagrammid, filmid, demonstratsioonid jne). Visuaalne õppija on enamasti kiire ja kärsitu, väga hoolitsetud väljanägemisega, hästi riides. Imestades aeglaste inimeste „venimise” üle, žestikuleerivad nad ägedalt ning räägivad kiiresti ja kõrgel hääletoonil. Nägemisdominandiga õppurile on kasulik luua teemast esmalt filmide, slaidide, skeemide, fotode, diagrammide, graafikute või joonistustega visuaalne tervik. Tänu tugevale värvitajule ja sageli esinevatele kunstilistele oskustele, on soovitatav kasutada nende õpetamisel värve, pilte ja näitlikke õppevahendeid. Kasuks tuleb ka märkmete–teadmiste süstematiseerimiseks värvikoodide kasutamine. Neil on raske kuulata loenguid, sest nad võivad sõnu valesti tõlgendada ja ei mäleta hiljem kuuldust kuigi palju. Õpitu tuleks nende jaoks kokku võtta visuaalselt, näiteks oluliste punktide kirjutamisega tahvlile või slaidile. Meeldejätmist vajavad faktid ja sõnad tuleks visualiseerimiseks üles ja/või läbi kirjutada. Sellised inimesed mäletavad tervikut visuaalselt, nad leiavad kergesti üles detaile suvalises järjekorras. Paluge neil konspektis alati tähtsaim alla joonida või tekstimarkeriga märgistada.

Auditiivsed õppijad (verbaalsed) mäletavad paremini seda materjali, mida kuulevad – ja veelgi paremini seda materjali, mida kuulevad ning seejärel ise kuuldavalt üle kordavad. Nad õpivad palju diskussioonidest, eelistavad sõnalist seletust visuaalsele demonstratsioonile ja õpivad efektiivselt ise teistele uut materjali seletades. Auditiivne õppija on sageli süsteemselt põhjalik, detailne ja aeglane. Sageli jätavad nad tekste lausa sõna-sõnalt meelde, mistõttu nimetatakse nende mälusüsteemi ka kassettmäluks. Neile meeldib loogika ja sellel põhinevad õppeained ning neil on vajadus olla süsteemne. Nad žestikuleerivad suhteliselt vähe, olles staatilised ja väheliikuvad. Rikkalik sõnavara sisaldab aga kauneid, paljutähenduslikke lauseid ja sõnamänge. Neil võib esineda vastumeelsus kirjutamise ja lugemise vastu, kuid grupidiskussioonides esinevad nad loogiliselt ja edukalt. Seetõttu sobivad neile interaktiivsed loengud, gruppitööd ja õppimisprotsessis helisalvestite kuulamine.

Kinesteetilised õppijad võtavad uut informatsiooni vastu tunnetuslikult, liikumistajumuslikult (kompides, maitstes ja lõhnatajuga), aga ka samaaegselt uut informatsiooni aktiivselt töödeldes (aktiivselt läbi tehes,

tegutsedes, liikudes, seostades). Kinesteetiline õppija rõhuasetusorbiidis on mugavus, mõnus olemine ja kodusus. Ta märkab esimesena auditooriumis kerget tuuletõmbust või temperatuuri kõikumist ning seda, kas toolid on istumiseks mugavad või mitte. Selline õppur tahab alati kõike ise proovida ja kogeda, otsuste vastuvõtmisel lähtub ta oma kogemustest. Kuna ta alustab tegutsemist sageli instruksioone läbi lugemata, sobivad talle eksperimenteerimisega seotud õppimine ja laboratoorsed tööd. Faktide meespidamiseks on tema puhul vaja rohkem ülekordamist. Kinesteetilise dominandiga õppur mäletab paremini seda, kuidas ta midagi tegi. Kinesteetilistele õppuritele on sobivaimad just tehnilised erialad ja seetõttu pöörame neile antud õppematerjalis vähem tähelepanu. Kinesteetilised õpilased suudavad õppida hästi STEM ja tehnilisi erialasid just tänu praktiliste laboratoorsete tundide olulisele osakaalule STEM valdkonnas.

Enamik õpilastest ja üliõpilastest on visuaalsed õppijad (ligi 90%), samal ajal õpetamine on tavaliselt auditiivne ehk verbaalne – uut informatsiooni esitatakse põhiliselt loenguvormis, auditiivset informatsiooni täiendatakse vähesel määral sümbolite kirjutamisega tahvlile, trükitud loengumaterjalide laiali jaotamisega ja PowerPoint esitlusprogrammiga. Siit tuleneb teine õpistiili ja õppemeetodi sobimatus.

Sa õpid enam, kui info on edastatud stiilis, mida eelistad (kas auditiivne või visuaalne), õpid aga veelgi enam, kui info on edastatud mõlemas stiilis (Felder 2006).

Kuidas visuaalsed õppurid saavad end õppimisel aidata? Kui olete visuaalne õppur, püüdke tekstist leida (või joonistage ise) diagramme, skeeme, vaadake fotosid ja muid visuaalseid materjale õpitava verbaalse materjali toetuseks. Uurige õppejõult, kas leidub õpitava kohta filme, videomaterjale, jms. Koostage mõistekaarte õpitavate mõistete kohta. Kasutage värvilisi tekstimarkereid loengukonspektides olulise esiletoomiseks, kasutage mitmeid värvuseid nii, et need oleks sisuliselt seotud - samad asjad sama värvusega.

Kuidas verbaalsed õppurid saavad end õppimisel aidata? Kirjutage oma sõnadega kokkuvõtteid õpitava materjali kohta. Rühmas koos õppimine on Teie jaoks: Te saate teemast aru kuuldes kaasõppureid seda arutamas, eriti hästi õpite, kui Te ise teemat teistele seletate.

Kui uut materjali esitletakse nii visuaalselt kui ka auditiivselt, kindlustatakse materjalist arusaamine kõigile õpilastele. Edastage loengutes võimalikult palju visuaalset materjali (pilte, diagramme, skeeme, eskiise). Keerulisi protsesse seletades lisage diagramme, matemaatilisi funktsioone seletage graafiliselt, kui võimalik, tehke demonstratsioonkatseid. Laboratoorse töö käik võiks olla plokk skeemina esitatud, osutades olulisimatele pidepunktidele ja võtmeolukordadele, kus registreerida katsetulemusi (visuaalsetele õppijatele). Laboratoorse töö käiku võiks paralleelselt kirjalikule juhendile ka verbaalselt esitada (seda võivad teha ka õpilased ise rühmatööna), kirjeldades nii labori protseduuri kui ka eeldatavaid tulemusi (auditiivsetele õppijatele). Kasutage Google Images, digitaalset raamatukogu (SMETE & MERLOT) fotosid ja pilte oma loenguesitluste ilmestamiseks, märkides ära illustratsioonide autorid.

4.4.4 Induktiivne ja deduktiivne õpistiil

“Ärge püüdkegi muuta oma õpilasi, muutke ennekõike iseennast. Hea õpetaja mõjul muutuvad kehvemad õpilased paremateks ja head õpilased suurepäraseks.” Marva Collins

Induktsioon on inimeste loomulik õpistiil. Lapsed ei astu ellu üldiste seaduste kogupaketiga, vaid jälgivad kõike enda ümber ja teevad järeldusi: „Kui ma oma lutipudeli maha viskan ja karjun kõvasti, tuleb

kindlasti keegi.” Kõik, mis me iseseisvalt õpime, põhineb tegelikul olukorral või probleemil, mis tuleb lahendada. Induktsioon on protsess, kus minnakse üle konkreetset abstraktsele, üksikult üldisele.

Induktiivsed õppijad vajavad motivatsiooni. Mõttetu on neid õppima sundida sõnadega: “Uskuge mind, seda värki läheb teil tulevikus vaja!”. Sama kehtib sensoorsete õppijate kohta – nad tahavad näha ilminguid enne, kui mõistavad ja omandavad põhjapanevat teooriat (vt jaotis 7.4 – Loogilised õpetamise mudelid).

Suurem osa õpilasi on induktiivsed õppijad. *Richard Felder*’i (Felder 1988) poolt läbiviidud uurimusest selgus, et ka 50% õppejõududest määratles ise end kui induktiivseid õppijaid, samas tunnistas, et nende poolt eelistatav õppemeetod oma õppeaine õpetamisel on siiski deduktiivne. Siit tuleneb kolmas õpistiili ja õppemeetodite sobimatus.

Deduktsioon on induktsioonile vastupidine protsess - üleminek üldiselt üksikule.

Kuidas õpetada mõlemaid, nii deduktiivseid kui ka induktiivseid õppijaid? Kas minna üldiselt üksikule või konkreetset abstraktsele – kas esitada kõigepealt abstraktne teooria seda illustreerivate näidetega või ehitada teooria üles üksikuist elulistest näidetest, kord-korralt uusi üldistusi tehes?

Mõjusaks on STEM valdkonnas osutunud just kõigepealt induktsiooni ja seejärel deduktsiooni kasutamine õpetamisel. Õpetaja alustab teoreetilise materjali esitlemisega, tuues näiteks vaadeldavaid nähtusi ja ilminguid, mida õpitav teooria seletab (näiteks mõne füüsikalise probleemi, mille lahendamiseks vastavat teooriat kasutatakse) ja tuletab põhilised seadused, mis seletavad vaadeldavaid nähtusi. Seejärel, kasutades deduktsioonimeetodit, esitab õpetaja oodatavaid tulemusi ja rakendusi. Soovitav on anda seejärel koduseid ülesandeid, kus tuleks kasutada vastõpitatud reegleid ja seadusi. Sellised kodutööd aitavad induktiivseid õppijaid, andes neile enesekindlust, samas deduktiivsetel õppijatel aitab see sobitada nende õpistiili õpetaja õpetamisviisiga.

Induktiivõppe (*inductive learning*) kasutamise puhul ei välistata siiski mitte mingil juhul deduktiivset õpetamist (*deductive teaching*). Mõjus, kõiki õpistiile arvestav õpetamine hõlmab ilmtingimata tasakaalustatult mitmeid õppemeetodeid ja kujutab endast integreerivat õpet – nii aktiivset, induktiivset kui ka deduktiivset õpet, seetõttu ei tohiks STEM valdkonnas välistada ei interaktiivsete loengute lugemist, harjutustunde ülesannete lahendamise õpetamiseks ega ka laboratoorseid töid.

Laboratoorsete tööde läbiviimisel võiks iga laboratoorne eksperiment koosneda mitmest üksteisele järgnevast nn mini-laboriülesandest, mis kokkuvõttes keskenduksid loengus õpitud teooriale (induktiivsed õppijad). Õpilastel palutakse mini-laboriülesannete tulemusi ekstrapoleerida erinevateks etteantud olukordadeks ja esitada kirjalikult õpitud kontseptsiooni kasutamisevõimalusi uutes või sarnastes olukordades (deduktiivsetele õppijatele).

Eelneva alusel on soovitatav esitada uut õpetatavat materjali nii induktiivselt kui ka deduktiivselt.

4.4.5 Aktiivne ja kaalutlev õpistiil

“Õpetamisel tuleks meeles pidada kolme asja: tundke oma ainet süvitsi, teadke, keda Te õpetate ja õpetage neid elegantsiga.” Lola May

Kompleksseid psühholoogilisi protsesse, mille tulemusel tajutud informatsioon muudetakse teadmiseks, võib tinglikult jaotada kaheks: aktiivne eksperimenteerimine ja kaalutlev mõtlemine (tagasisivaatav

järelmõtlemine), mis on tihedalt seotud inimese introvertse ja ekstravertse loomusega (vt jaotis 4.3 – Sihtrühma analüüs).

Aktiivne eksperimenteerimine eeldab informatsiooni testimist, seletamist, diskuteerimist. Insenerid on oma olemuselt tavaliselt aktiivsed õppijad. Nad ei õpi olukordadest, kus on vaja passiivsust (enamik monoloogilisi loenguid). Aktiivsed õppijad õpivad paremini grupis ja on suured eksperimenteerijad ning neile meeldib rühmatöö. Aktiivsetel õppijatel võiks soovitada kodus koos õppida ja koduseid ülesandeid ühiselt lahendada, nad õpivad paremini, kui seletavad üksteisele uut materjali. Aktiivsed õppurid mõtlevad kõvahäälselt, on kohe valmis uusi ideid katsetama, proovima, neil tulevad alati ootamatud ideed.

Kaalutlev mõtlemine on aga informatsiooni introspektiivne (sisekaemuslik) töötlemine. Kaalutlevad õppijad ei õpi eriti palju olukordadest, kus ei võimaldata mõtlemist esitatava informatsiooni üle (enamik monoloogilisi loenguid). Nad õpivad paremini üksinda või maksimaalselt kahekesi ja on enamjaolt teoreetikud. Kaalutlevale õppijatele võiks õpetaja soovitada kodus kirjutada lühikokkuvõtte õpitust, et teemat paremini mõista. Õppimisel tuleks neil mitte lihtsalt mehaaniliselt materjali meelde jätta, vaid aeg ajalt pause teha ja eelnevalt õpitud materjal uuesti läbi sirvida, küsimustele vastata. Nad soovivad eelnevalt tegevuse läbi mõelda, viivitavad tegutsemisega, neile ei meeldi rühmatöö.

Insenerihariduses on mõlemaid – nii aktiivset kui ka kaalutlevat õppijat vägagi vaja. Kaalutlev õppija on teoreetik, matemaatiline modelleerija, kes defineerib probleeme ja pakub neile lahendusteid. Aktiivne õppija on praktiline tegutseja, ta hindab ideede väärtust, planeerib ja viib läbi eksperimente ning otsib lahendusi, mida saaks praktikas kasutada. Kõigis õpperühmades on nii aktiivseid kui ka kaalutlevaid õppureid, enamus tundidest on aga passiivsed – aktiivsed õppijad ei saa tegutseda ja kaalutlevad õppurid ei tegele eriti ka mõtlemisega.

Kuidas õpetada nii aktiivset kui ka kaalutlevat õppijat üheaegselt? Õpetaja peaks uue materjali esitamisel tegema pause (kaalutlevad õppijad vajavad mõttepause) ja läbi viima interaktiivseid loenguid lühikeste aktiivsete pausidega, diskussioone või teemaga seotud probleemide ja ülesannete lahendusi (aktiivsetele õppijatele). Materjali esitamisel tuleks võimaldada nii praktiliste probleemide ja ülesannete lahendamist (aktiivsetele õppijatele) kui ka põhitõdede esitamist (kaalutlevale õppijatele). Kasutage tegevuspõhist aktiivõpet. Eriti efektiivne aktiivsete õppijate õpetamisel on moodustada 3–4 liikmelised grupid ja paluda neil vastata ühiselt õpetaja küsimustele interaktiivses loengus. Grupile antakse aega vastamiseks 30 sekundist kuni mõne minutini, mille järel toimub üldine diskussioon (selle kestvuse määrab õpetaja, piisab ka 5 minutist). Selline tunni läbiviimine muudab õhkkonna vabamaks ja annab õpetajale vajalikku tagasisidet uue materjali mõistmise kohta, aga võimaldab ka kõige introvertsema õpilase kaasahaaramist, kes muidu üksi oma arvamust iial ei avaldaks. Üks selline kasvõi 5-minutiline elav arutelu tunnis stimuleerib, „äratab“ õpilased ja toob rahulolu õnnestunud tunnist kõigile.

Laboratoorsete tööde läbiviimisel võiks õpilaste grupi erinevatele liikmetele anda konkreetseid spetsiifilisi kohustusi, kohustused vahelduaksid semestri jooksul (aktiivsetele õppijatele). Iga laboratoorse töö läbiviimisel võiks õpilastel võimalusel olla ka individuaalne töö, kus õpilased töötavad neile sobivas tempos (kaalutlevatele õppijatele).

Eelneva alusel on STEM valdkonnas soovitatav kasutada aktiivset ja kaalutlevat õpetamist nii, et õpilaste aktiivne osalemine tunnis oleks tasakaalustatud mõttetööga.

4.4.6 Lineaarne ja holistiline õpistiil

“Keskmine õpetaja räägib, hea õpetaja seletab, väga hea õpetaja demonstreerib, suurepärane õpetaja inspireerib.” William Arthur Ward

Enamikel juhtudel eelistatakse insenerihariduses materjali esitamist loogilises järjestuses. Kui teatud osa materjalist on esitatud, kontrollitakse õpilaste teadmisi ja minnakse järgmise uue materjali juurde.

Enamikele õpilastele on see süsteem sobiv – **nad õpivad lineaarselt (järjestikusest)**, mõistes materjali selle esitamise loogilises järjekorras. Nad vajavad uue materjali mõistmiseks seoseid juba eelnevalt õpituga. Järjestikused õppurid saavad asjast aru samm-haaval, toimub pidev progress, kus iga järgmine samm peab loogiliselt järgnema eelmisele, nad jälgivad lineaarset skeemi ka ülesandeid lahendades. Nad suudavad tegutseda ka osalise arusaamisega, oskavad lihtsalt oma sõnadega seletada, neile on oluline analüüs, analüütiline mõtlemine (nad „näevad metsas puid“).

Osa õpilasi aga ei saa sel moel õppida – nemad õpivad hooti, suurte hüpetega – nad võivad käia päevi teadmatuses ja siis äkki tekkib hetkega arusaamine ning üksikutest pusle tükkidest saab tervik, kogupilt. Nad mõistavad ootamatult uut materjali sel tasemel, et suudavad ülesandeid lahendades lineaarsed õppijad pahviks lüüa – **need on holistilised õppijad** (neid nimetatakse sageli erialakirjanduses ka globaalseteks ehk **üldhaardega** õppijateks). Üldhaardega õppurid haaravad õpitavat suurte tükkidena juhuslikus järjekorras siit ja sealt ja siis järsku tunnevad, et ongi asjas sees ja saavad asjadest sügavuti aru. Nad vajavad suurt pilti, nende teadmistes on ajutiselt suured lüngad, kuni kogupildi tekkimiseni, nad ei oska hästi oma sõnadega seletada, ei tea sageli, kuidas jõudsid õige vastuseni, neile on oluline süntees ja süsteemne mõtlemine („näevad puude taga metsa“).

Üldhaardega õppurid võivad olla suutelised lahendama keerulisi ülesandeid kiiresti, võivad panna asju kokku uudsel viisil, kui neil on olemas üldine ettekujutus asjast, kuid neil võib olla probleeme seletamisega, kuidas nad ülesande lahendasid.

Lineaarsed õppijad saavad töötada materjaliga, mida nad mõistavad vaid osaliselt või pealiskaudselt, holistilistel õppijatel see ei õnnestu. Lineaarsed õpilased on tugevad konvergentses (koondavas) mõtlemises ja analüüsis, holistilised õppijad aga just divergentses (hajuvas) mõtlemises ja sünteesis ning on seega paremad probleemilahendajad. Lineaarsed õppijad õpivad paremini, kui materjal on esitatud loogiliselt, üleminekuga kergemalt raskemale, holistilised õppijad „hüppavad“ kohe üle raskemale ja keerulisemale materjalile.

Koolis on holistilistel õppijatel tunduvalt raskem, tihti tunduvad nad olevat mahajäänud ja nad ei vasta tavaliselt oma õpetajate ootustele. Nad võivad tunduda rumalatena, „maadeldes“ materjaliga, mida teised ammugi juba mõistnud on. Paljud neist langevad õpingute jooksul välja – kuid holistilised õppijad on küll viimased, kes peaksid inseneriharidusest lahkuma! Nemat on sünteesijad, multidistsiplinaarsed uurijad, süsteemsed mõtlejad – just need, kes näevad seoseid seal, kus teised neid tavaliselt näha ei oskagi. Nendest saavad tõeliselt väljapaistvad insenerid, juhul kui nad suudavad „ellu jääda“ igapäevases õppeprotsessis ja jõuavad põhikoolist kaugemale.

Lugedes eelmisi punkte, võivad paljud inimesed teha ennatlikke järeldusi, otsustades, et nad on üldhaardega õppurid, sest meil kõigil on olnud hetki, mil selgus tekib nagu välgust valgustatuna, ahhaa-efektiga. Mitte need selguse tekkimise hetked ei määra, kas olete üldhaardega õppur, vaid see, mis toimub vahetult enne seda. Järjestikused õppurid võivad mittetäielikult aru saada asjast, aga sammhaaval

jätkata siiski liikumist õiges suunas. Tugevalt üldhaardega õppurid ei ole võimelised enne detaile omandama, kui neil on olemas üldine pilt (raamistik) teemast, sest neil pole järjestikuse omandamise võimet. Ja isegi peale üldpildi tekkimist, võivad nad hüpata siia-sinna, mitte mõistes detaile. Järjestikused õppurid võivad palju teada paarist aine aspektist, aga neil on raskusi üldpildi kirjeldamisega või kahe õppeaine seostamisega.

Kuidas järjestikused õppurid saavad end õppimisel aidata? Enamus kõrgkoolide kursusi on üles ehitatud järjestikusel moel. Kui teil juhtub olema õppejõud, kes hüppab teemalt teemale osi vahele jättes, saab teil olema raske. Paluge õppejõul täita tühikud konsultatsioonides või püüdke neid täita ise erialakirjanduse abil. Võtke aega ja korrastage loengumaterjal endale sobivale järjestikusele struktuurile. Kokkuvõttes tasub see ajakulu ennast ära. Püüdke arendada oma üldise mõtlemise taset, seostades uut materjali eelnevaga ja teiste õppeainetega.

Kuidas üldhaardega õppurid saavad end õppimisel aidata? Kui te olete üldhaardega õppur, siis saab teid aidata teadmine, et vajate üldist pilti enne, kui saate detailidesse süveneda. Kui õpetaja enne ainesse süvenemist üldist pilti ei loo, ei selgita, kuidas õppeaine (või selle osa) eelneva ja teiste ainetega suhestub, saab teil olema raske. Enne uue peatüki juurde asumist sirvige see läbi, püüdke luua üldist pilti teemadest, looge endale "raamistik" ja siis asuge korralikult õppima. See võib tunduda ajaraiskamisena, kuid säästab Teid kogu aine mitmekordsest läbiõppimisest, sest enne, kui suur pilt ei ole paigas, ei suuda Te detaile mõista. Väikeste osade kaupa õppimine pole Teie jaoks - püüdke õppida suuremate tükkidena. Püüdke seostada uusi osi sellega, mida juba teate. Esitage õppejõule vastavasuunalisi küsimusi. Ärge heitke meelt, kui asjast aru ei saa, vaid püüdke seostada uut osa tuntuga ja sel teel elada uude materjali sisse. Kui Te kord suure pildi olete omandanud, lubab see uut ainet rakendada viisil, millest järjestikused õppurid unistatagi ei oska.

Kuidas õpetada holistilisi (üldhaardega) õppijaid? Seni on õpetamisel kõik, mis võimalik tehtud selleks, et katta lineaarsete õppijate vajadusi ja seda juba esimesest klassist alates, kuni keskkooli lõpuni välja ning ülikooliski. Õppekavad on lineaarsed, ainekavad on lineaarsed, õpikud on loogiliselt koostatud ja enamik õpetajaid õpetab samuti lineaarselt. Et katta holistilise õppija õpistiili erisusi, tuleks enne tunni algust välja tuua tunni eesmärk ja struktuur, nn kogupilt – läbitavad teemad - ja seejärel esitada uus materjal samm-sammult ehk astmeliselt, teemakohase materjaliga, mis vastab õpilaste endi kogemustele. Tihedamini võiks keskenduda küsimusele: „Mis siis, kui...?“ Holistilistel õppuritel tuleks lubada endil valida ülesannete lahenduskäik ja mitte anda neile ette kindlaid „retsepte“ ning standardseid lahenduskäike. Soovitav oleks neile anda loovust nõudvaid ülesandeid ja esitada vastavaid probleemikäsitusi, tuues sisse ka teistes õppeainetes õpitut ning rõhutades uue materjali seoseid juba eelnevalt õpituga. Soovitage holistilistel õppijatel enne kogu uue materjali õppimist õpiku sisukord ja kogu õpitav peatükk läbi sirvida ning lugeda läbi ka küsimused peatükkide lõpus, sest nad vajavad nn üldpilti (raamistikku) õpitavast materjalist.

Holistilistele õppijaile võiks seletada nende õpistiili eripära, sest tihti on nad ka ise endas pettunud, et ei jõua nii kiiresti edasi kui teised. Õpetaja peaks holistilist õppijat õppima juhendama. Kindlasti tõstaks nende enesekindlust teadmine, et inseneri- ja tehnikahariduses on nende loovus ja lai vaatenurk just probleemilahenduses asendamatud. Kui nad mõistavad, kuidas õpivad, ei ole nad liiga enesekriitilised ja suhtuvad õppimisse positiivsemalt. Kui nende pingutusi hinnatakse ja nad saavad oma võimeid ka teistele demonstreerida, on neil edasijõudmiseks STEM ja tehnikaaladel suured võimalused.

Laboratoorsete tööde läbiviimisel võiks töö üles ehitada lineaarselt – alustades lihtsamatest ideedest ja lõpetades keerulisemate rakendustega (lineaarsetele õppijatele). Üldisi kontseptsioone tuleks korduvalt rõhutada kogu eksperimendi jooksul mini-laboriülesandeid teostades (holistilistele õppijatele). Eelneva

alusel tuleks lineaarsel õpetamisel arvestada ka holistilist vaatenurka. Andke eelnevalt õppeainest ja ainetunnist ülevaade (esitage tunni struktuur märksõnadega või skemaatiliselt) enne, kui alustate detailset õpetamist. Alustage õppeaine või ainetunni õpetamisel väljakutsega, tekitage huvi, esitage küsimusi, kasutage probleem- ja uurimusõppe elemente.

4.4.7 Tasakaalustatud õpetamine

„Keskmine õpetaja selgitab keerukusi, hea õpetaja viitab lihtsusele.“ Robert Brault

Õpilased õpivad paremini, kui nende õpistiilid sobivad õpetajate õpetamisstiiliga. Et aga õpilastel on erinevad õpistiilid, siis on õpetajal parem kasutada tasakaalustatud õpetamisstiili, mis ei eelista üht õpistiili teisele, vaid püüab arvestada kõigiga (Felder, Brent 2005). Optimaalne tasakaalustatud õpetamisstiil sobib õpilaste eelistustega, et õpilased ei tunneks end õppetöös ebamugavalt, kuid läheb vahepeal ka vastuollu nende eelistustega, sundides õpilasi pingutama ja arenema ka nende õpistiilidest erinevatesse suundadesse (Felder, Brent 2005; Krull, 2001, Leppik, 2008). Teadmised konstrueerib küll õppija ise, kuid õpetaja ülesandeks on luua selleks sobivad tingimused.

Soovitused tasakaalustatud õpetamiseks (Felder 2011). Traditsiooniline õpetamine soosib vaid kindla õpistiiliga õpilasi ja ei toeta kõiki õpilasi õppetöös. Tark õpetaja on teadlik õpilaste individuaalsetest erinevustest ja oma õpetamise iseärasustest, seetõttu oskab ta oma töös õpituatsiooni mõjusust arvestada, mitmekesistada ja paindlikumaks muuta. Ehkki õpetajal ei ole võimalik kõiki eelkirjeldatud võtteid ühes tunnis korraga kasutada (mis ei ole ka arukas, sest hea tund on rahulik tund), et katta kõigi õpilaste eelistusi korraga, võiks ta tegevusi varieerida nii, et erineva õpistiili eelistajate õppimise iseärasustega arvestatakse erinevates tundides erinevalt.

4.4.8 Praktilisi soovitusi erinevate õpistiilidega arvestamiseks

„Alles siis võib öelda, et inimene on vaimust nõder, kui ta ka mõistliku õpetuse peale rehkendust ei mõista.“ Carl Robert Jakobson



Sajandeid on klassikaline loeng olnud ainsaks õppemeetodiks, seda eriti kõrgkoolis. Tänapäeval on aga loeng vaid üheks paljudest õppemeetoditest, olles õpetajale üheks paljudest töövahenditest.

Enamike tehniliste erialade õpilaste õpistiilid erinevad oluliselt õpetajate poolt eelistatavatest õppemeetoditest ja seda mitmete näitajate poolest.

Enamik õpilastest on visuaalsed, sensoorsed, induktiivsed ja aktiivsed õppijad, mõned kõige suurema loovusega õpilased on holistilised õppijad. Enamus STEM valdkonna õpetamisest on aga auditivne, abstraktne (intuitiivne), deduktiivne, passiivne ja lineaarne. Need ühildamatused viivad kehvade õpitulemusteni, toovad kaasa õpetajate rahulolematuse ja põhjustavad õpilaste väljalangevust, mille tulemusel kaotame tulevasi väärtuslikke insenere ja tehnikuid.

Individualiseerimine peaks saama hariduslike protseduuride vaimseks aluseks, kus õpilane võiks lahendada iga ülesannet talle sobivat meetodit ja erinevaid materjale kasutades ning jõuda soovitud tulemuseni.

Õpetaja ei peagi määrama õpilaste õpistiile. Juba õpilaste küsimused ja väljendusviis reedab nende õpistiili (eelnevalt tutvustatud õpistiilide alusel) : „Ma ei näe mingit seost matemaatika ja tegeliku elu vahel!“ (sensoorne õpistiil), „Ma vihkan neid pidevaid kordavaid arvutusi – need on igavad!“ (intuitiivne õpistiil), „Isegi, kui ma oskan ülesandeid lahendada, jään ma pidevalt kontrolltöodes ajahätta!“ (sensoorne õpistiil), „Kõik minu ümber oskavad seda ülesannet lahendada. Ja kui ma lõpuks aru saan, on teised ammu edasi liikunud. Ma ei võida kunagi!“ (globaalne õpistiil).

Kuigi õpilaste õpistiile on väga mitmeid, piisab suhteliselt väheste võtete rakendamisest, et arvestada enamike õpilastega oma õppeaine õpetamisel. Alati ei olegi vajagi igas tunnis kõiki võtteid kasutada, vaid võiks valida mõned sobivamad ja proovida neid ükshaaval oma tundides. Need, mis tunduvad Teie aines sobivaimad, võiks võtta kasutusele ja järgmisel aastal proovida jällegi midagi uut. Sellega aitab iga õpetaja oma aine mõistmisele ja rikastamisele kaasa.

Tunnis, milles õpilased on kogu aeg passiivsed, ei õpi efektiivselt ei aktiivne eksperimenteerija ega ka kaalutlev mõtleja. Täna kuulub aga enamik tehniliste õppeainete tunde just sellesse kategooriasse.

Õpetajatöö olulisim osa on aktiivse iseseisva mõtlemise käivitamine tunnis!

Järgnevalt on toodud soovituslikud strateegiad õpetajatele, kuidas mõjusalt õpetada tehnilisi õppeaineid, arvestades oma õpilaste erisuste ja erinevate õpistiilidega:

1 Veenduge oma õpilaste eelteadmiste tasemes enne materjali ettevalmistamist (kõik õpistiilid).

2 Tunni algul teavitage õpilasi uue materjali ja ainetunni struktuurist ja teemadest, tunnis läbitavast materjalist, tunni kavast (kõik õpistiilid, eriti aga holistiline).

3 Enne uue materjali esitamist teavitage õpilasi uutest õpitavatest seadustest, põhitõdedest jne, ärge alustage kohe uue materjali esitlemisega, graafikute ja jooniste demonstreerimisega. Seletage võtmemõisteid ja -probleeme, mis uue teemaga on seotud, probleeme projekteerimisel, reaalses inseneritöös jms.

4 Motiveerige oma õpilasi. Alustage oma tundi motiveeriva sissejuhatusega (vt jaotis 4.5.1). Uue materjali õpetamisel esitage võimalikult palju seoseid eelnevalt õpituga, teistes õppeainetes õpituga ja esitage enne uue materjali läbimist näiteid, mis oleks seotud õpilaste isiklike kogemustega (induktiivne/holistiline).

- Näiteks teatage, et sel nädalal käsitlete vedelike voolamist torus. Paluge õpilastel kolme- neljaliikmelistes rühmades kirjeldada 1-2 minuti jooksul nii palju sellega seonduvaid reaalseid situatsioone kui võimalik. Kindlasti suudetakse pakkuda vähemalt järgmisi probleeme: olmeummistused kodus, aiakastmine, bensiini ja jahutusvedeliku voolamine, linna veevarustus ja reoveesüsteem ning tuua palju tööstuslikke näiteid. Täiendage õpilaste näiteid.
- Seejärel paluge neil kui tulevastel inseneridel projekteerida torustikusüsteem vedelikureservuaarist reaktoris. Mida oleks selleks vaja teada? Nüüd võivad mõned grupid küsida vedeliku tiheduse ja viskoossuse väärtust, reservuaari kaugust reaktorist, toru läbimõõtu, toru materjali jne. Andke vajadusel vihjeid ja lisage omalt poolt vajaminevaid näitajaid. Kulutades 10 minutit uue teema alguses sellisele ülesandele, motiveerite oma õpilasi ja tõstate nende huvi uue materjali vastu.

5 Tagage tasakaal konkreetse informatsiooni (faktid, näited, andmed, kasutusala, reaalsed või hüpoteetilised eksperimendid ja nende tulemused) (sensoorne) **ja abstraktsete kontseptsioonide** (printsüübid, teooriad, matemaatilised mudelid) (intuiitiivne) **vahel**. Inseneriõppes on tasakaal nihkunud enam abstraktsuse poole (Felder 2000).

- Lisage konkreetseid illustratsioone ja kasutusvõimalusi ka teoreetilise materjali esitlusse.
- Tooge rohkelt näiteid, mis on seotud tegeliku eluga. Mida üldisem on teooria, seda enam oleks tarvis tuua reaalseid näiteid.
- Valemite ja algoritmide seletamisel kasutage näidetes ka numbreid, mitte ainult abstraktseid muutujaid.

6 Pange õpilased seoses uue õpetatava teemaga mõtlema, võrdlema ja analüüsima. Esitage avatud küsimusi, paluge õpilastel endil koostada küsimusi ja seletada ülesannete lahenduskäike. Arendage õpilastes üldistamisoskust; paluge õpilastel endil koostada ülesanne vastomandatud seaduse kohta, teha kokkuvõtte tunnis õpitust, võrrelda ja analüüsida jne.

7 Esitage võimalikult palju elulisi näiteid ja looge seoseid varemõpituga (sensoorne/intuitiivne).

8 Järgige uue teoreetilise materjali esitamisel teaduslikku meetodit - esitage konkreetseid näiteid nähtuste kohta, mida teooria kirjeldab või ette ennustab (sensoorne/induktiivne), seejärel tuletage võrrandid või formuleerige teooria (intuitiivne/induktiivne/lineaarne), näidake teooria kehtivuse tingimusi ja tuletage kaasnevad nähtused või tagajärjed (deduktiivne/lineaarne), näidake rakendamise võimalusi (sensoorne/ deduktiivne/ lineaarne), avage aineloojika.

9 Kasutage pilte, skeeme, graafikuid, lihtsaid visandeid jne verbaalse materjali esitamisel (sensoorne/visuaalne). Näidake videoklippe (sensoorne/visuaalne), viige läbi demonstratsioone (sensoorne/visuaalne), aga ka praktilisi töid, kus õpilased ise saaksid aktiivselt osaleda (kinesteetiline/aktiivne).

10 Viige läbi interaktiivseid loenguid. Ärge lugege terve tunni jooksul ühtejärge. Tehke lühikesi mõttepause, et õpilased saaksid mõelda selle üle, millest rääkisite (kaalutlev); **tehke pause** iga tähtsa informatsiooni edastamise järel, et õpilased saaksid märkmeid teha; tahvile ja slaidile kirjutage vaid olulisim.

11 Andke õpilastele lisaks konspekterimisele vahelduseks võimalusi ka ise midagi teha. Väikestes rühmades ajurünnakud, mis ei peaks kestma üle 3-5 minuti, on väga efektiivsed loengu elavdamiseks (aktiivne); viige läbi aktiivõpet (kinesteetiline/aktiivne):

- Paluge õpilastel koostada graafikuid, lahendada ülesandeid vastõpitud materjali kohta.
- Paluge esitada võimalikult palju elulisi näiteid erinevatest kasutusalaadest.
- Alustage ülesande lahendusega ja vaadake, kui kaugele keegi jõuab 2 minutiga.
- Küsige, mis peaks olema tuletuse, ülesande lahenduse, vms järgmine samm? Kas tulemus on õige või vale?
- Lugege erinevate ülesannete vahel loengut 10–15 minutit, seejärel esitage avatud küsimus õpitu kohta või andke uus lühiülesanne (vt interaktiivne loeng).

12 Põhiprintsiipide esitamiseks kasutage induktiivset õpetamist, seda eriti juhul, kui õpilased ei oma eelnevaid baasteadmisi. Arvestada tuleks aga seda, et induktiivne õpetamismeetod on alati aeganõudvam.

13 Varieerige erinevaid õppemeetodeid - miniloengute vahel kasutage mõnda aktiivõppe õppemeetodit (vt jaotis 8.5.3 – Aktiivõppe meetodid)..

14 Tooge selgitavaid näiteid, mis vastaksid õpilaste kogemustele, korrake olulisimat ja tehke vahekokkuvõtteid või paluge õpilastel endil teha õpitust vahekokkuvõte.

15 Sõnastage olulised pidepunktid erinevalt ümber oma sõnadega, kasutades lihtsalemõistetavaid termineid ja paluge seda teha ka õpilastel.

16 Andke õpilastele tunnis harjutusülesandeid, et rakendada põhilisi õpitud teadmisi (sensoorne/aktiivne/lineaarne), aga ärge pingutage nendega üle (intuitiivne/kaalutlev/holistiline). **Esitage avatud küsimusi**, mis võimaldavad analüüsi ja sünteesi (intuitiivne/kaalutlev/holistiline). Esitage küsimusi, mis paneksid õpilasi mõtlema, näiteks:

- „Leidke kolm erinevat moodust tõestamaks, et valem, mille me just tuletasime on õige!”
- „Arvutiprogramm ütleb, et vajame reservuaari mahtuvusega $365\,2974 \times 10^6 \text{ m}^3$, kas Te näete siin mingit ebakõla? Millist?”
- „Mis oleksid 3 küsimust, mille vastused kataksid täna õpitud materjali?”
- jne.

17 Andke kindlasti koduseid ülesandeid, et õpilased saaksid pärast uue materjali esitamist seda hiljem kodus analüüsida ja rakendada ning seeläbi uut materjali kergemalt omandada. See on vajalik uue materjali kinnistamiseks (Kolb'i õpiprotsess).

18 Andke õpilastele vahel võimalus suuremate kodutööde puhul koostööd teha (aktiivne), aktiivsed õppijad õpivad paremini koos töötades.

Moodustage ise õpilaste rühmad (3-4 õpilast), sel juhul saate igasse rühma määrata nii tugevamaid kui ka nõrgemaid õpilasi. Ärge muutke gruppide koosseisu liiga tihti – kui õpilased teavad, et grupi koosseisu muudetakse paari nädala tagant, ei tule meeskonnatööst eriti midagi välja. Grupp peaks jääma samaks vähemalt kuuks ajaks, võimalusel vähemalt semestriks. Kui grupp avaldab soovi pikemaks koostööks, võiksite sellega arvestada.

19 Kiitke ja tõstke esile loovaid lahendusi (intuitiivne/holistiline).

20 Võimaluse korral rakendage õpitut praktikas – viige läbi laboratoorseid töid, kasutage jätku, kuid võimalusel ka paindlikke – poolstruktureeritud ja struktureerimata laboratoorseid töid.

21 Andke õpilaste õpitulemustele hinnang, nii saate vajadusel parendada õpiedukust ja Teie õpetatava aine omandamist. Andke tagasisidet.

22 Viige läbi nn ausaid teste ja kontrolltöid. Teatage eelnevalt, mille kohta töö tuleb. Töö koostamisel arvestage püstitatud õppe-eesmärkide ja läbitud materjaliga. Hinnake seda, mida olete õpetanud. Vähendage üllatusi, pikendage testide sooritamise aega (sensoorsele õppijatele).

23 Õpetage oma õpilasi õppima – tutvustage õpilastele erinevaid õpistiile nii tunnis kui ka konsultatsioonides. Kui õpilased mõistavad, kuidas nad õpivad ja kuidas saaksid õppida veelgi efektiivsemalt, on see neile suureks abiks oma õpistiili kohandamisel edu saavutamise eesmärgil (kõik õpistiilid). Soovitage õpilastele mõnda testi, mille abil huvilised oma õpistiili tundma õppida saaksid. Oma õpistiili saab näiteks ise määrata, vastates testi 44 küsimusele *Richard M. Felderi* kodulehel <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>.

24 Loengu käigus hoidke kuulajatega silmsidet ja jälgige järgmisi indikaatoreid, mis peaksid suunama Teie edasist tegevust (Aarabi 2007):

- *müra tase loengu ajal* (tuleb alati hoida miinimumi lähedal!);
- *kuulajate poolt esitatud küsimuste tüübid* (asjalikud küsimused osundavad sellele, et vähemalt mõned kuulajatest on Teid huviga jälginud; kontekstivälised küsimused viitavad aga sellele, et Te ei ole leidnud oma kuulajaskonnaga vajalikku kontakti);
- *visuaalne tagasiside* (jälgige oma kuulajaid – kui suurem osa näib väsinud, mõned tukuvad, igavlevad või loevad ajalehte, siis on õige aeg õpilasi aktiivselt kaasata. Muutke

loengu kiirust, lisage nalju ja huvitavaid lugusid oma kogemustest. Ärge mingil juhul jätkake samas tempos loengu lugemist! Kui mõni õpilane tukub Teist olenemata põhjustel, peate siiski ka tema tähelepanu köitma – see on Teie loeng ja Teie vastutus!).

25 Rääkige mõõduka kiirusega, täiendage öeldut žestide ja miimikaga, liikuge ruumis vabalt ringi.

26 Tehke alati loengu/tunni lõpus kokkuvõtte, seda võivad teha ka õpilased või võite paluda kõigil teha kirjalik lühikokkuvõtte tunnist (kokkuvõtte pikkus lausetes tuleks eelnevalt ette anda).

4.5 Motivatsioon

„Kui Teie ainukeseks tööriistaks on haamer, siis kohtletegi kõiki naeltena!“ Abraham Maslow

Keegi ei saa kellelegi midagi vägisi õpetada – õpilane peab ise õppida tahtma. **Edu on see, mis enim õppurit motiveerib, miski ei soodusta edu rohkem kui edu ise.** Kui õppija õpistiil erineb õppemeetodist, võib motivatsioon kaduda, seda eriti STEM valdkonnas ja tehnikaõpetuses. Kui õpilasel on aga piisav motivatsioon, kompenseerivad kõva töö ja enesedistsipliin isegi algteadmiste vähesuse.

Kas Teie sihtrühm, õppija suunab oma tähelepanu õppimisobjektile või mitte, sõltub muuhulgas tema huvist, tema motiividest.

Mida mõistetakse mõistete *motiiv*, *motivatsioon* ja *motiveerimine* all? Vastame sellele küsimusele lühidalt ja lihtsustatult.

Motiiv on koondmõiste paljude kõnekeelsete nimetuste jaoks nagu impulss, ajend, vajadus, liikumise põhjus jne. Motiiv on tunnetatud vajadus, mis kutsub esile inimese aktiivsuse. Motiivid ei vii vahetult tegutsemiseni, motiivid tuleb aktiveerida – sel juhul on tegu motivatsiooniga.

Stiimul – subjektiivselt omandatav ergutav põhjus, mis kutsub esile inimese suunatud aktiivsuse, paljudel juhtudel võib stiimul muutuda motiiviks.

Motivatsioon on protsess, milles „äratatakse“ motiivid, so inimese aktiivne olek, mis kutsub esile tegevuse, mille määravad motiivid. Kellegi **motiveerimine** on tema tegutsemisele ergutamine. Kui õpetaja oskab oma õpilasi motiveerida, õpivad nad kergemini ja paremini. Motivatsiooni tähenduse seletuseks sobiksid sõnad "liikumapanija", instrument, mõjutusvahend prestiiži saavutamiseks.

Sõna „*emotsioon*“ tuleneb samast ladinakeelsest tüvest kui „*motivatsioon*“, mis viitab nende kahe mõiste sugulusele. Motivatsioon on seotud emotsioonidega. Arutu on aga lähtekoht, kui (õppe)tööst soovime õpilastele ainult nn positiivseid emotsioone (et ta oleks õnnelik ja rõõmus ning et tal oleks pidevalt lõbus). Rõõmu tundmiseks on õpilastel vaja üle elada ka raskusi ja nukraid hetki – elada normaalset elu (Leppik 2016).

4.5.1 Motiveeriva õppetegevuse kujundamine

“Ära ole kuri, et Sa ei saa muuta oma õpilasi sellisteks, nagu tahaksid, sest Sa ei saa ka ennast muuta selliseks, nagu sooviksid.” Thomas A. Kempis

Huvitatuse äratamine õppimise vastu on suurt oskust nõudev ülesanne. Kuidas saaks õpetaja oma õpilasi õppetöös motiveerida? Huvi (sage positiivne emotsioon) mängib tähtsat motiveerivat osa harjumuste, oskuste ja intellekti kujunemisel ning arengus. Oluline osa motivatsioonis on ka rahulolu oma saavutustega, oma arengu edenemise jälgimine ja kiitus või tunnustus õpetajalt.

Õpimotivatsiooni kirjeldatakse ootuse-väärtuse teooria kaudu. Selleks, et õpilane pühenduks õppimisele, peab ta lootma, et õpitavas on tema jaoks midagi vääruslikku ja ta tuleb selle väärtuse omandamisega toime. Eduka õppimise seisukohalt on oluline, et mõlemad eeldused oleksid täidetud. Usku oma toimetulekusse ja õpitu väärtuslikkusesse mõjutavad oluliselt ka varasemast õppeprotsessist saadud kogemused.

Motivatsiooni võib laias laastus liigitada:

- *sisemiseks* – motivatsiooni põhjus peitub õppijas endas, tema tegevus toob hingelist rahulolu ja rõõmu, soov õppida, midagi teada saada või saavutada;
- *väliseks* – motivatsiooni põhjuseks on välimine ehk materiaalne tasu sh hea hinne, kiitus, õpetaja ja vanemate rahulolu jne.

Sisemine motivatsioon on palju võimsam kui väline, sisemiselt motiveeritud inimesed leiavad sagedamini inspiratsiooni iseendast.

Mida sügavamad ja isiklikumad on motiivid, seda vähem vajame materiaalseid ergutusvahendeid. Õpilase emotsionaalne seisund mõjutab tugevasti õpimotivatsiooni ja kitsamalt ka omandamise tulemuslikkust.

Psühholoogia vaatevinklist on õppuril kolm psühholoogilist põhivajadust motiveeritud ja tulemuslikuks õppimiseks (Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002):

- autonoomia (vajadus iseseisvalt otsustada oma käitumise ja tegevuse üle);
- kompetentsus (vajadus suhelda positiivselt keskkonnaga);
- seotus (enesetunnetus ja teiste toetuse vajadus).

Kõrgem kompetentsuse tunnetus ja enesemääratlus tagab suurema sisemise motivatsiooni ja õpihuvi. Sisemist motivatsiooni mõjutavad aga tagasisidena saadud kommentaarid, tunnustus ja hinded. Välist motivatsiooni mõjutavad ärevus, stress ja hirm eksimuste ees, sest väheneb enesekindlus ja enesest lugupidamine. Motivatsioon kasvab oma enda eesmärkide saavutamisel, oma huvide toel ja vastavalt oma võimetele tegutsedes. (Deci 2008).

Kompetentsuse ja autonoomia tunnetus toetab õppurite soovi õpitut ise rakendada. Sisemine motivatsioon on seotud ka rahulolu vajadusega, mis omakorda on seotud õppimise tulemuslikkusega.

Õpimotivatsioon. Õppeprotsessis ollakse eelkõige huvitatud õpilaste õppimisele suunatud motivatsiooni ehk õpimotivatsiooni toetamisest (Krull, 2000). Õpimotivatsiooni peetakse tänapäeval õppimise eeltingimuseks, seepärast on õpetajal väga oluline olla teadlik õpetamise ja õppimise aspektidest, mis seda toetavad või takistavad. Ka ei saa pidada väliseid motivatsiooniallikaid ainult „halbadeks“ ning sisemisi „headeks“, kuna see ignoreeriks paljusid õppimise erinevaid tahke, eesmärke ning kontekste. Õppimise alalhoidmiseks vajame tegelikult tervet kombinatsiooni erinevatest sisemisest ja välistest tasustustest, kuna reaalinete ja tehnikavaldkonna õppeainete õppimine on aeg-ajalt küllaltki raske ja pingutust nõudev tegevus. Sisemised tasustused tulenevad meeldivast ning huvitavast tegevusest; välistest on eriti vajalikud need, mis annavad meie tegevusele tagasisidet.

Huvi kui psühholoogiline seisund viitab õpilase keskendunud tähelepanule tunnis käsitletava teema, õppetegevuse vm suhtes. Huvi mängib olulist rolli õpilase sisemise motivatsiooni esilekutsumisel ja säilitamisel. Seejuures võib õpilase huvi olla *personaalne* (individuaalne) või *situatsiooniline*. Esimest peetakse suhteliselt stabiilseks, inimese isikuga tihedalt seotuks, ning teist suhteliselt lühiajaliseks ning kontekstist sõltuvaks. Individuaalset huvi peetakse ka sisemise motivatsiooni mootoriks. Kuigi paljud autorid käsitlevad sisemist motivatsiooni ja individuaalset huvi kahe eristuva konstruktina, ennustavad mõlemad sarnaseid tulemusi. Näiteks soodustavad mõlemad sügavuti õppimist ning suurendavad pingutusi, mida õpilane teeb oodatava tulemuse saavutamiseks. Situatsiooniline huvi seevastu on sarnasem välise motivatsiooni vormidele, kuna huvi kutsutakse esile väliste stiimulite poolt ning säilitatakse vaid niikaua, kuni kestab stiimul. See on seotud konkreetse õppekeskkonnaga ning võib muutuda vastavalt õpetaja valitud õppemeetoditele ning on seega õpetaja poolt kontrollitav, kontekstist sõltuv.

Mõnes olukorras võib situatsiooniline huvi muutuda nii tugevaks, et tekitab õpilases personaalse huvi antud teemavaldkonna või tegevuse vastu, stimuleerides ühtlasi õpilase sisemise motivatsiooni avaldumist. Situatsioonilist huvi aitavad esile kutsuda näiteks esitatava materjali uudsus ja põnevus, aga ka selgelt mõistetavus (vt jaotis 4.9.4 – Selgelt mõistetavus).

Kui eksami sooritamise väljavaade on 80%, loetakse eksamit lihtsaks, sest enamus üliõpilasi suudab selle niikuinii sooritada ja eksam ei stimuleeri. *J. W. Atkinson*'i mudeli järgi ajendatakse tulemuste motiveerimist keskmise raskusastme kaudu – 50%. Liiga lihtsad ülesanded muutuvad igavaks, liiga rasked koormavaks. Ülesanded ja probleemiasetused, mille lahendamine on sama tõenäoline kui mitte lahendamine, on kõige motiveerivad.

Motivatsiooni tasemed õppimisel ülikoolis on Stipek liigitanud järgmiselt (Stipek 2002):

- **1. tase – õpimotivatsioon** – ülesannete lahendamine, arvestused, ettekanded, kontrolltööd, esseed, seminarid, loengud jms on kõik õppetegevuse loomulikud osad, mis tavaliselt siiski iseenesest õpilasi ei paelu. Pigem püütakse sellist tegevust vältida. Õpilasi on lihtsam köita nn lihtsama materjali ja ülesannetega, mis aitaksid neil erilise vaevata ja positiivselt sooritada teste või läbida õppeainet. Sellel tasemel ei ilmne valdkonna või erialaga seonduvaid isiklikke huvisid. Õpimotivatsioon tuleneb vaid vajadustest. See tase on seotud õppetegevuse välise külje – formaalse edu ja hinnetega;
- **2. tase – valikumotivatsioon** – õpilased valivad õppeaineid, mis on nende jaoks huvitavad ja olulised, olles neile oluliste õppeainete tundides iseseisvad ja aktiivsed. Õpetaja toel püstitatakse õppetegevuse eesmärgid, püütakse eesmärgipäraselt omandada teadmisi ja oskusi, töötatakse distsiplineeritult ja just nii palju kui tarvis. Õppeprotsess ja professionaalne tegevus tagab rahulolu, ei loobuta lisatundidest ega –moodulitest. Seda taset ei iseloomusta mitte ainult isiklike motiivide areng, vaid ka sellelaadse tegevuse ühiskondlik vajadus;
- **3. tase – kognitiivne aktiivsus ja enesearendamine** – isiklike ja erialaselt oluliste väärtuste arendamise dünaamika on õppetegevuses võimsaks motiiviks. Erialane teadlikkus ja teadvus on ilmsed. Õpilane seob enesekindlalt oma tuleviku valitud erialaga. Kõigi õppeainete õppimisel ilmneb sihikindlus ja terviklikkus, osaletakse valdkondlikus uurimistöös ja kognitiivses tegevuses. Õpilase projektid, esseed, tööd, testid jms on väljapaistvalt sooritatud. Sellised õpilased omandavad õppeaines meisterlikkuse taseme ja tegelevad pidevalt enesearendamisega.

Stipeki uuringud on tõestanud, et reeglina on ülikoolis enamus üliõpilasi motivatsiooni esimesel tasemel, sest nende üheks kõige olulisemaks motiiviks oli „diplomi saamine“, sealjuures võimalikult väikeste pingutustega, otsides lihtsamaid teid testide ja eksamite läbimiseks ning seda minimaalsete uute teadmiste omandamise juures. Kusjuures selline suhtumine ei sõltunud, millisel semestril parajasti õpiti. Stipek soovitas, et õpinguid tuleks enam siduda tõsieluliste erialaste probleemilahendustega, sest edu erialases tegevuses tõstab omakorda õpimotivatsiooni. Selleks, et valida sobivaim eriala, tuleks eriti inseneria valdkonna üliõpilastele võimaldada esimese õppeaasta jooksul tutvuda erinevate erialavaldkondadega ja alles seejärel eriala valida (Stipek 2002).

Strateegiad õpitava väärtustamiseks sisemisele õpimotivatsioonile rõhumise abil:

- õpitava seostamine õpilaste huvidega: näiteks huvitavad rakendused;
- õppimine aktiivse tegevusena: võimalused õpitava loovaks rakendamiseks, rühmatööd, võimalus suhelda teistega ja ise uurida, uurimistööd, probleemõpe;
- õpilaste "mõtlemise panemine", st diskussiooni ja huvi tekitamine ehk õpilaste tahtmatu kaasamine teemasse.

Õppetegevuse kujundamisel võib motiveerimiseks soovitada järgmisi strateegiaid (Lang & Evans 2006):

- valige nõuetenivoo vastavalt sihtrühmale (keskmine raskusaste on kõige motiveerivam);
- andke esimesel kohtumisel ülevaade õppe-eesmärkidest ja hindamise põhimõtetest;
- tooge näiteid reaalsest elust;
- kasutage erinevaid õppemeetodeid;
- kasutage paindlikku hindamissüsteemi;
- kus võimalik, kasutage induktiivset õpetamist;
- võimaldage õpilastele aktiivset tegevust tunnis;
- kasutage vahel ka grupitööd;
- õpetatav materjal olgu struktureeritud ja lihtsalt mõistetav – oluline on, et õpilased uuest materjalist aru saaksid;
- äratage kuulajates täiendavat tähelepanu – esitage materjal korrektses keeles, ilmekalt, kasutades erinevaid tehnilisi õppevahendeid, olge entusiastlik;
- looge oma kuulajatele eduelamusi;
- äratage kuulajates uudishimu ja huvi esitatava materjali vastu;
- looge positiivne õhkkond, tagage distsipliin tunnis;
- rääkige puhkepausidel humoorikaid vahepalasid;
- julgustage õpilasi küsimusi esitama;
- andke kohest tagasisidet;
- praktilises tegevuses on oluline õigete töövõtete omandamine – ümberõppimisega kaob huvi;
- arvestage õpilaste erinevate temperamenditüüpidega – ekstravertidele on oluline tunnustus, kiitus ja esiletõstmine, introvertidele aga mõjub motiveerivalt konstruktiivne kriitika;
- märgake õpilaste tugevaid külgi ja neist lähtudes ehitage üles õpilaste edutunne – see suurendab huvi õpitava vastu;
- pidage meeles, et võrdlus motivaatorina omab alati kahesugust mõju – mõni saab innustust, mõnel kaob aga tuju hoopis;
- viige läbi nn ausaid kontrolltöid, teste ja eksameid – küsige ja hinnake seda, mida olete õpetanud.

Sissejuhatuse võiks koosneda kolmest osast:

- loengu eesmärgede tutvustav osa;
- eelmise loengu tähtsaimate pidepunktide lühikokkuvõte;
- motiveeriv sissejuhatus.

Iga õppetunni või ettekande jaoks on eriti tähtis motiveeriv sissejuhatus:

- motiveerivalt mõjub *isiklik seos* – ajendav, sihtrühmale primaarne on see, mis neid huvitab, sobib nende kogemustemaailmaga ja on neile aktuaalne;
- motiveerivalt mõjub *seos situatsiooniga* – kui osalejad on kõik ühiselt mingi sündmuse üle elanud ja kui nad tunnevad, et pöördutakse nende kõigi poole;
- motiveerivalt mõjub sissejuhatuseks *moto „Teisiti kui arvatakse...”* – üllatus sissejuhatuseks äratav kindlasti kuulajate tähelepanu ja tekitab uudishimu;
- motiveerivalt mõjub *probleemiasetusega* sissejuhatus – ülesannete ja probleemiasetusega ajendatakse aktiivsust;
- sissejuhatus sobiva *tsitaadiga* mõjub samuti motiveerivalt;
- motiveerivalt mõjub *küsimusega algav* sissejuhatus, millele leitakse loengus vastus;
- *demonstratsiooniga algav* sissejuhatus, mis tutvustab uuritavat nähtust;

Kindlasti tuleks jälgida sissejuhatuse mõttekat sidumist käsitletava teemaga. Kunstlikult koostatud sissejuhatus – nn „trummilöök” ilma sisulise teemaseoseta ei anna ideaalset lahendust.

Sissejuhatus peaks motiveerima, kuid tingimata peab see ka informeerima kuulajaid – ennekõike just Teie eesmärkidest.

Esimeses tunnis võite kasutada ka ***McKeachie jäämurdmise strateegiat*** – mõne aja möödudes loengu algusest küsige õpilastelt, mis mulje on neil jäänud Teie esimesest loengust (tunnist) ja kirjutage vastuseks saadud kõige iseloomulikumad omadussõnad tahvile. Seejärel küsige, missugune tunne valdab õpilaste arvates Teid pärast esimest kohtumist nendega. Seletage neile, et muretsete veidi, kuidas õpilased Teie poolt õpetatavasse ainesse suhtuvad; et Te ei ole kindel, kas kõik ikka huviga jälgivad ja uut materjali omandada soovivad. Õpilased peavad mõistma, et olete oma aines kindel, samas üllatab neid aga tõsiasi, et õpetajal on samuti olemas tunded (McKeachie 2006).

Emotsionaalne tasakaal on eelduseks, et momendil õpitav omandatakse ja salvestatakse püsivalt.

Motivatsiooni seisukohalt tuleks silmas pidada ka järgmisi asjaolusid (Leppik 2008):

- õpilaste motiveerimiseks on väga tähtis ***paindlik ja arukas hindamissüsteem***;
- teoreetilise õpetuse puhul on esmatähtis, et kõik õpilased ***uuest materjalist aru saaksid***, seda mõistaksid. Selleks peaks õpetaja aine esituse vastavalt üles ehitama, et arvestada võimalikult kõigi õpilaste individuaalsete iseärasustega (sünnipärase või elu jooksul omandatutega). Õpihuvi langeb kohe, kui materjal jääb arusaamatuks.

Õppemeetodid ja strateegiad, mis oskusliku rakendamise korral peaksid suurendama õpilaste õpimotivatsiooni:

- projektõpe (*project-based learning*), eriti kui selle käigus valmistatakse reaalne produkt (toode, mudel, joonis, rakendus);
- uurimuslik õpe;
- probleemõpe;
- aktiivõpe;
- pidev ja konstruktiivne tagasiside;
- erinevad rühmatöövormid (mosaiikrühmad, rollide jaotamine rühmas);
- tegevused ja reaalsed ülesanded, mille käigus saadud oskustest on kasu igapäevaelus;
- reaalsete situatsioonide simulatsioonid;
- praktilised tööd (laboratoorsed tööd);
- video, postri, mõistekaardi valmistamine;
- õppekäigud, välipraktikumid.

Kindlasti tuleks aga meeles pidada, et suhteliselt suur osa meie õpilastest on ekstravertsed, kaalutleva õpistiiliga õppijad, kes vajavad rahu ja aega, et õpitut sügavuti mõista. Seega ei tasu kunagi aktiivõppega liialdada, vaid võimaldada tõhusat ja rahulikku õppimist kõigile (Cain 2013).

Tehnikavaldkonnas on väga motiveerivad **reaalsed, elulised ülesanded**, mis aga on omakorda komplekssed ja hägusad, pingelised, vajavad õpetaja tõlgendusi ja hinnangut/kriitikat, eeldavad ainetevahelist integratsiooni, on seotud ühiskondlike ja majanduslike aspektidega, vajavad süsteemset lähenemist ja “suure pildi” nägemise oskust, nõuavad meeskonnatööd ja suhtlemist, kuid annavad inseneridele ja tehnikutele vajalikke teadmisi ja oskusi reaalseks erialaseks tööks.

Ei saa õpetada õpilast, kes ei taha õppida, vägisi õpetamine ei ole võimalik!

Huvi ja positiivne õppekeskkond on harjumuste ja intellekti kujunemise oluline alus, kindlasti aitab kaasa ka meie enesearenduse instinkt. Siiski - edu ei soodusta miski rohkem kui edu ise.

4.5.2 Motivatsiooniteooriad

„Hea õpetaja ei peaks mitte oma mõtteid edastama, vaid õpilaste mõistust sütitama“. F. W. Robertson

Käesolevas peatükis tutvustatakse motivatsiooniteooriaid, mille põhimõtteid võiks arvesse võtta STEM valdkonna õppeainete õpetamisel ja õppimisel (vt ka jaotis 4.2.5 – Humanism).

Maslowi motivatsiooniteooria. Humanistliku psühholoogia põhimõtetest lähtudes arendas Abraham Maslow välja hierarhilise motiivide teooria. Selle teooria kohaselt kujutavad motiivid endast allutatud süsteemi: rahuldatud madalamate motiivide najal kujunevad välja kõrgema taseme motiivid. Madalamal tasemel on füsioloogilised vajadused, vajadus turvalisuse, kokkukuulumise ja tunnustuse järele. Püramiidi tippu kroonib vajadus aidata teistel jõuda eneseteostuseni, mis ongi õpetaja üheks eesmärgiks.

Vastavalt *Abraham Maslow*'i motivatsiooniteooriale, on igal indiviidil oma vajaduste hierarhia, millest sõltub tema käitumine (vt **sele 4.16**, Maslow'i teooria täiendatud versioon). Kui inimese vajadused madalamatel tasemetel on rahuldatud, muutuvad kõrgema taseme vajadused tähtsamaks. Kui üks madalama taseme vajadustest ei ole aga juhuslikult rahuldatud, muutub see prioriteetseimaks. Seega ei saa toimuda õppimist enne, kui ei ole rahuldatud õpilase füsioloogilised ja sotsioloogilised vajadused.

Maslow märkis, et koolid peaksid tunduvalt rohkem hakkama pöörama tähelepanu õpilaste sotsiaalsele heaolule ja selle loomise võimalustele.

Vaatleme lähemalt vajaduste hierarhia neid tasemeid, mis on olulisimad STEM valdkonnas. Arenenud riigid püüavad rahuldada kõigi indiviidide *füsioloogilisi ja turvalisuse vajadusi*, küll mitte alati edukalt. Kuna õpetajatel ja suuremal osal õpilastest on need vajadused täidetud, ignoreeritakse üldjuhul nende tähtsust. Õpetajad peaksid siiski teadma, et vaesematele õpilastele on need vajadused esmatähtsad. On väga raske kontsentreeruda õppimisele, kui muretsetakse, kust saab raha söögiks ja üüriks. Neid probleeme ei saa lahendada veenmisega paremini õppida, vaid need probleemid tuleks lahendada sotsiaalabiga. Turvalisus ühiselamutes ja koolis tuleb tagada kooli juhtkonna poolt.

Kui õpilane siirdub kodunt teise linna õppima, tugevneb tal vajadus *armastuse ja kokkukuuluvuse* järele. Ka õpetajatel on tähtis koht kokkukuuluvuse vajaduse rahuldamisel, õpilasi on vaja nii sotsiaalselt kui ka akadeemiliselt integreerida. Akadeemiline integratsioon sisaldab endas kontakte teaduskonnaga ja õpetajatega, akadeemilist tegevust, kuuluvust akadeemilistesse organisatsioonidesse, isetegevust jne. Õpetaja võiks võimalikult kiiresti selgeks õppida oma uute õpilaste nimed. Samas aitab ka, kui muuta õppimine mitte võistluseks, vaid koostööks – grupidööd lähendavad õpilasi ja suurendavad õpimotivatsiooni.

Üks tähtsaimaid vajadusi õpperühmas on *vajadus olla lugupeetud*. Hinded ongi siin tähtsaimaks motiveerijaks – olles tihedas seoses lugupidamisega, on hinded samal ajal ka õpetaja kontrolli all. Reputatsioon, saavutused ja eneseaustus sõltuvad hinnetest. Teadmine, et mul läheb hästi, on suureks motiveerijaks. Seetõttu oleks väga motiveerivaks parimate õpilaste vabastamine arvestusest, kui neil on õppetöös semestri jooksul saavutatud väga häid tulemusi. Kehvamate teadmistega õpilastele on hinded demotiveerivad. Nendele võiks anda rohkem aega õppimiseks ja enam võimalusi järeltöödeks. Õppetöös on väga tähtis tagasiside. Õpetajad peaksid hoiduma negatiivsest tagasisidest – tulemused tuleks siduda vastava saavutuse, mitte isiksusega. Kui õpilane on halvasti käitunud, tuleb parandada ja muuta tema käitumist, mitte tema isiksust. Kritiseerimist laiskuse eest võidakse kvalifitseerida otsese rünnakuna isiksuse vastu. Targem on öelda, et tulemus ei vasta õpilase võimetele ja ei ole seetõttu rahuldav. Naeratus, noogutus õige vastuse eest ja tunnustamine on positiivsed ning tugevdavad motivatsiooni.

Kontrolltööd motiveerivad õpilast teistega sammu pidama, et olla edukas. Kuna edu motiveerib, peavad ootused kontrolltööle olema positiivsed. Töökoormus peaks olema mõistlik, sest ületöötamine vähendab eduvõimalusi. Üliõpilastele on motiveerivaks võimalus osaleda teadusartikli ettevalmistamisel või näiteks uurimistöö katselise osa ühe läbiviijana, seda eriti viimastel kursustel.

Maslow'i hierarhia tase – *eneseteostuse vajadus*, on isiksuse vajadus tema potentsiaalini jõudmiseks. Selle üheks osaks on ka loovus, loomingulistele inimestele on see hierarhia tase sageli tähtsam kui nii mõnedki madalamad vajadused. See tase nõuab küpsust ja oskusi ning õpilaste puhul tasuks sellele enam tähelepanu pöörata viimastel kursustel. Siis vallandub õpilastes vajadus ise oma saatust juhtida, neile meeldib teha individuaalseid projekte, valida ise uurimisteemasid jne. Õpetaja rolliks on vaikselt tagasi astuda ja eemalt nõu anda.

Maslow'i hierarhia tase – *kõrgeim vajadus* – on isiksuse vajadus aidata teistel jõuda oma eneseteostuseni. Sellel tasemel toimuvad nii meeskonnatöö kui ka kolleegide tagasiside, mentorlus ja *coaching*, viiakse läbi interdistsiplinaarset õpet, probleemi- ja projektipõhist õpet.

Maslow'i hierarhia kõigil astmetel on kognitiivsed vajadused – rõõm õppimisest ja loomisest, mida saab motiveerimiseks ära kasutada. Siin saab õpetaja eemaldada barjäärid, mis takistavad õppimisest rõõmu tunda. Õpetaja entusiasmi ja rõõm on nakkavad. Magav õpilane ei õpi. Energiline tunni läbiviimine, kui sekka pikitakse huumorit ja üllatusi, hoiab vähemalt õpilased ärkvel. Kui õpetaja õpetab meisterlikult, naudivad õpilased tunnis osalemist ja õpivad meeleldi.

Õpetaja võib motiveerimiseks kasutada ka uudishimu äratamist. Kui õpilastele esitada küsimus, mis nõuab nende omandatud tehniliste teadmiste kasutamist ja mõtlemist – äratav see huvi ja motiveerib, näiteks: „Miks autoaknad jäävad öösel, samas, kui lähedalasuvate majade aknad ei jäätu?” Tähtis on esitada avatud küsimusi, mis provotseeriksid mõtlemist suurel hulgal õpilastel. Huvi äratamine nagu paljud teisedki motiveerimismeetodid mõjuvad vaid osale õpilastest. Kui õpilased tunnis Teie küsimusele vastata ei oska, jätke see koduseks ülesandeks ja alles järgmises tunnis arutage see probleem üksikasjalikult läbi.

Õpetaja töötab hierarhia kõrgeimal tasemel, püüdes aidata oma õpilastel saavutada rahulolu õpinguist. Motivatsioonimeetodite väljamõtlemisel tuleks olla loominguline. Tihti aitab ka vaid tähelepanemine ja tunnustamine. Samas on paljudele motiveerivaks aktiivne õppetegevus. Õpetaja peaks õpilasi motiveerima igal hierarhia tasemel, elimineerides kõrgemaid vajadusi, mis ohustavad madalamate vajaduste täitmist. Samas tuleb õpilasi innustada madalamate vajaduste täitmise järel pürgima kõrgemate vajaduste poole. Õpetajal on võimalik kindlaks määrata, missugune vajadus põhjustab õpilase käitumisprobleeme.

Et rakendada Maslow'i ideid, tuleks kindlalt uskuda oma õpilastesse. Õpilased peavad tunnetama, et neid hinnatakse ja austatakse ning nad on olulised. Iseloomulikuks tunnuseks on siin struktuur, rutiinid ja järjekindlus. Sellega aitatakse oma õpilastel arendada positiivset ja konstruktiivset kujutluspilti, abiks on ka positiivne õhkkond klassis. Meisterliku õpetaja õpilased keskenduvad isiklikule arengule, mitte turvalisusele ja kokkukuuluvusele. Maslow'i süsteemi rakendamine nõuab õpetajalt pikaajalist pühendumust.

Saavutusmotivatsiooni teooria. Atkinsoni (1974) saavutusmotivatsiooni teooria alusel mõjutavad inimese käitumist kaks ajendit: soov saavutada edu ja vältida läbikukkumist.

Saavutusvajadus põhineb kolmel näitajal:

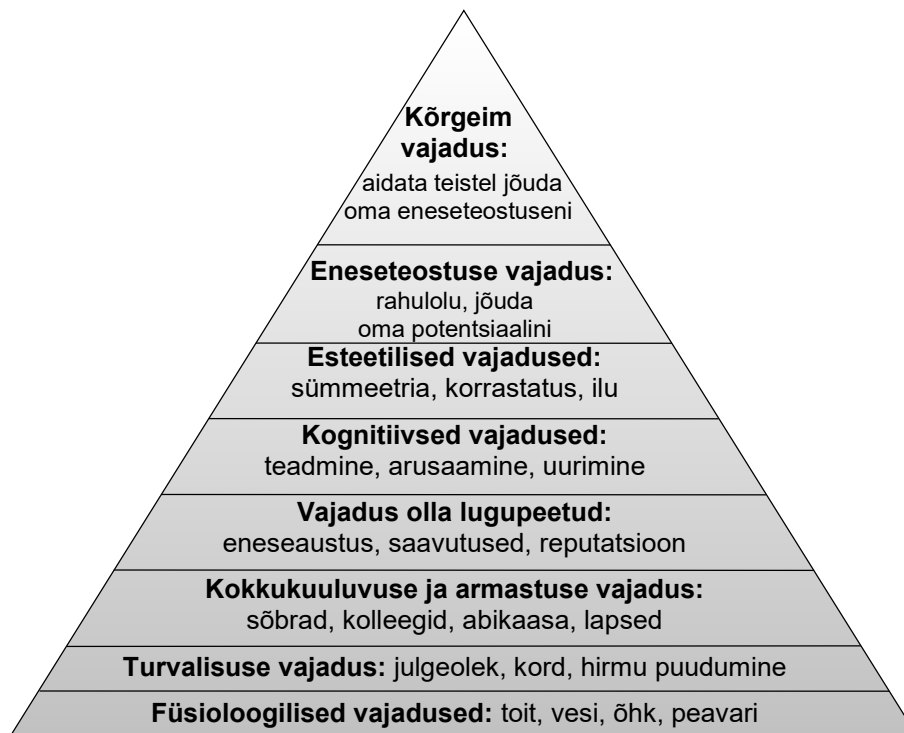
- vajadus olla edukas või midagi saavutada;
- enesehinnang konkreetse ülesande sooritamise tõenäosuse kohta;
- edu ajend ehk kui väga soovitakse ülesannet edukalt sooritada.

Läbikukkumise vältimist iseloomustavad kolm analoogset näitajat:

- vajadus vältida ebaõnnestumist;
- enesehinnang konkreetse ülesande sooritamise võimaliku ebaõnnestumise kohta;
- ebaedu ajend ehk kui ebaõnnestumise võib läbikukkumine olla.

Enesemääratlemise teooria. Vastavalt enesemääratlemise teooriale (*self-determination theory*) (Ryan & Deci, 2000) on inimesed arengule orienteeritud aktiivsed organismid. Inimeste valmidus areneda ja õppida saab avalduda, kui keskkond võimaldab kaasasündinud psühholoogiliste vajaduste (vajadus kompetentsustunde, autonoomia ja kuuluvuse/seotuse järele) rahuldamist. Nende kolme vajaduse rahuldamise määr mõjutab oluliselt indiviidi heaolu. Tingimused, mis toetavad nende kolme

psühholoogilise vajaduse rahuldamist, võimaldavad avalduda indiviidi sisemisel motivatsioonil. Vastavalt sellele teooriale on kahe esimese vajaduse rahuldamine esmatähtis, vajadus kuuluvuse/seotuse järele mängib pigem sekundaarset ning sisemist motivatsiooni säilitavat rolli.



Sele 4.16 – Inimvajaduste hierarhia Maslow'i motivatsiooniteooria järgi

Mitmed uurimused on näidanud positiivset seost õpilaste sisemise motivatsiooni ja õpitulemuste, enesehinnangu, püsivuse ja positiivsete emotsionaalsete näitajate vahel, kuigi seosed ei pruugi olla ühesuunalised. Lisaks omandavad sisemiselt motiveeritud õpilased, võrreldes väliselt motiveeritud õpilastega, mitmekesisemaid ning omavahel paremini seostatud teadmisi, õpitu säilib mälus kauem, nad rakendavad oma teadmisi sagedamini, tunnevad ennast kompetentsemana (Ryan & Deci, 2000) ning peavad olulisemaks enesearengut.

Enesemääratlemise teooria kohaselt toetavad õpilaste autonoomiat ning sisemise kontrollikeskme arengut sellised õppetegevused, mille mõttekust õpilastele põhjendatakse, mis pakuvad õpilastele valikuvõimalusi, aktsepteerivad õpilaste vaatenurka ja tundeid õpitava teema suhtes ning samal ajal minimeerivad välist kontrolli ja survet. Tegevused peaksid olema üles ehitatud kaasava õppimise vaimus, kus julgustatakse omaalgatuslikkust ning probleemide lahendamist rühmades.

Õpilaste autonoomiat soodustavad õpetajad tunnustavad õpilaste valmisolekut iseseisvaks uurimistegevuseks ning nad reageerivad positiivselt õpilaste poolt algatatud ideedele. Autonoomiat soodustavate õpetajate õpilased näitavad üles suuremat uudishimu õpitava vastu ning vastavad suurema valmisolekuga uutele väljakutsetele.

4.6 Toestamine

"Mida õpilane oskab teha täna õpetaja toetusega, seda oskab ta juba homme teha iseseisvalt ja meisterlikult". Lev Võgotski

Toestamine (*scaffolding* – inglise keelne tähendus *"tellingutega toetamine, kindlustamine"*) on toetusvorm, mis võimaldab õpilasel või algajal lahendada probleeme ja sooritada eriala ülesandeid, mis ületavad nende individuaalset suutlikkust. Toestamine on reeglina ajas vähenev. Õpetaja kontrollib lahendamise käigus neid ülesande elemente, mida õppija täita ei suuda, lubades tal keskenduda eelkõige oma teadmiste ja oskuste piiridesse jäävatele ülesannetele. Toestamise protsessi põhialuseks on modelleerimise ja imiteerimise protsessid.

Näiteks suudab õpilane lahendada arvutusülesande, töötades koos õpetaja, juhendaja või vanemaga, kuid on frustrerunud, kui peab ülesannet sooritama üksinda. Kui juhendatakse õpilast kasutama õiget ülesannete lahendamise strateegiat, lahendatakse korduvalt analoogseid ülesandeid ning esitatakse abistavaid-juhendavaid küsimusi õpitust arusaamiseks, on õpilane lõpuks võimeline lahendama ülesandeid iseseisvalt ja enesekindlalt (Vygotsky 1978) (vt jaotis 4.2.4 – Konstruktivism).

Sheppard (2009) kinnitab, et **kognitiivne õpiprotsess STEM valdkonnas toetub neljale põhjapanevale võtmekontseptsioonile:**

- *modelleerimine* – õpetaja-poolne ekspertesitlus, teooria ja praktika, näited, juhendamine, suuniste andmine, mille poole peaksid õpilased püüdlema. Põhimõtteks on sel etapil: õpeta seda, mida tahad, et õpilased oskaksid. STEM valdkonnas on sel etapil kesksel kohal eriala teaduslike ideede rakendamine praktikasse;
- *toestamine* - õpilaste toestamine õpetaja tegevuse imiteerimisel. Õpilaste tegutsemist suunatakse ja toetatakse, et aidata neil aru saada erinevate põhimõtete, võtete ja tegevuste olulisust;
- *coaching* – kaalutletud, läbimõeldud ja planeeritud tagasiside andmine, juhendades õpilast õpetaja tegevuse meisterlikuma imiteerimise poole, kompetentsuse ja asjatundlikkuse saavutamise poole;
- *hääbumine (fading)* – toetuse järk-järguline kadumine õpilase tegevuse parenemisel, iseseisva harjutamise jätkumine täieliku kompetentsuse saavutamiseni, iseseisev mõtlemine, tegevuse analüüs ja kriitiline mõtlemine.

Õppimine toimub seda paremini, mida enam antakse õpilasele võimalusi jälgida ja imiteerida õpetaja teadmisi ja oskusi ning õppida nii õpetajalt kui ka kaasõpilastelt. Tagasiside annab õpilastele võimalusi saavutada järk-järgult suuremat iseseisvust ja tõsta meisterlikkust. STEM valdkonnas ja inseneerias on kesksel kohal tegevuspõhine õpe – *learning by doing*. See nõuab teadmisi ja oskusi, praktikat ja tagasisidet ning tagasisidega arvestamist ja eesmärgipõhist tegutsemist (Sheppard 2009).

Jackson (1999) toob välja **STEM ja insenerivaldkonna õpetamiseks sobivad toestamise vormid:**

- *toetav toestamine* – (*supportive scaffolding*) kindla tegevuse toetamine. Toestatakse kogu tegevuse jooksul, antakse pidevalt nõu. Toestamine hääbub, kui õpilane on teadmised ja oskused omandanud ja vajaliku kompetentsuse saavutanud;

- *juhendatud toestamine – (guided scaffolding)* toimub terve tegevuspõhise õppe, praktilise tegevuse jooksul;
- *coachiv ja modelleeriv toestamine – (coaching and modelling scaffolding)* pakutakse abi ja tuuakse näiteid erinevate kontseptsioonide seletamisel sügavuti arusaamisega õppimiseks;
- *analüüsiv toestamine – (reflective scaffolding)* pakub tuge ülesande analüüsil, läbimõttlemisel, planeerimisel, võimalike tulemuste ja tagajärgede ennustamisel, hinnangu andmisel, seletades ülesannet ja õpitava tegevuse põhimõtet;
- *seesmine toestamine – (intrinsic scaffolding)* ülesande lihtsustamise toetamine, õpilase tähelepanu äratamine, olulise visualiseerimine, et analüüsida, kriitiliselt mõelda ja kontseptsiooni paremini mõista.

Toestamise hääbumine toimub STEM valdkonnas järk-järgult. Kui toestamine kaob, jäävad alles toestatud õppimisega omandatud assotsiatsioonid, mis aitavad õpilastel edaspidi lahendada uusi ülesandeid uutes tingimustes.

4.7 Tähelepanu ja väsimine

„Ma ei ole mitte õpetaja, vaid ärataja.“ Robert Frost

Tähelepanu on informatsiooni vastuvõtmise värav. Nõrga tähelepanu tingimustes on uue informatsiooni vastuvõtt raskendatud, sellest arusaamine aeglane ja meeldejätmine vaevuline. Õpetaja ülesandeks on selle värava avamine ja lahtihoidmine.

Tähelepanu nõrgestavad huvi ja motivatsiooni puudumine, väsimus, stress, hirmud, uue informatsiooni liialt suur maht, sobimatu õppemeetodi kasutamine, multitasking (mitme samaaegse tegevusega tegelemine ehk rööprähklemine) ja ümberlülitumine, liigne pinnapealsus ja ebasoodsad tingimused (külm, liigne kuumus, õpetaja vaikne hää või kehv diktsioon).

Tähelepanu maksimum saabub umbes 15 minutit pärast loengu algust, sellele järgneb taas langus. *Alustage oma loengut nagu tippsportlane pärast stardipauku – kasutage esimest tähelepanu tõusulainet ära nii efektiivselt kui võimalik!* Arvestada tuleks sellega, et tähelepanu on piiratud ressurss, nagu rahagi ja sellega tuleb hoolikalt ümber käia!

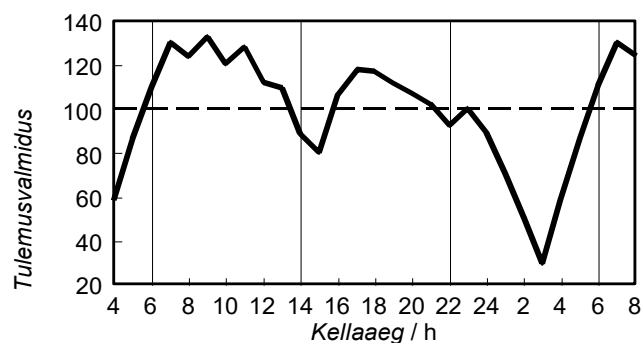
Tähelepanu mobiliseerimiseks sobivad järgmised strateegiad:

- õppetunni kõitev eesmärgistus;
- ainult olulise materjali esitamine;
- õppematerjali süstematiseerimine ja struktureerimine, loogilises järjestuses esitamine;
- „lassovõtte“ kasutamine uue teema või probleemi avamisel – leidke mõni ere näide või rabav fakt, mis teeks nähtuse huvitavamaks;
- järgige nn „15-minuti reeglit“ – tehke iga 15-20 minuti järel lühike puhkepaus, selle vältel saab teha kokkuvõtte läbitust, kasutada aktiivõppe meetodeid, anda ülevaate edasise tööst, rääkida huvitavat oma elust või erialasest tööst või esitada mõni küsimus jne – nii aitate õpilastel valmistuda uueks tähelepanu tõusuks;

- viige läbi interaktiivseid loenguid (vt peatükk 8);
- rääkige vahelduseks mõni nali või anekdoot;
- kasutage kontrasti põhimõtet – rääkige osa aega rõhutatult vaiksemalt, teine osa valjult;
- rõhutage tähtsat valjema häälega;
- leidke võimalus füüsilisele aktiivsusele, et „äratada“ õpilased pärast pikka istumist;
- andke uudset ja värsket informatsiooni saavutustest oma tehnilisel erialal;
- väljenduge võimalikult konkreetselt, korrektselt ja selgelt;
- kasutage visuaalset esitlust, eriti STEM valdkonnas on oluline demonstreerida skeeme, jooniseid, graafikuid jne;
- hoidke õpilastega silmsidet;
- garanteerige tagasiside – esitage küsimusi;
- öelge, et tunni lõpus palute kõigil teha kuuldust lühikokkuvõte.

Väsimist põhjustab mitte ainult füüsiline, vaid ka vaimne tegevus. Õpetaja peaks omama ettekujutust, kuidas mõjutab väsimine õpilaste õppetulemusi ja kui palju võib õpilaste tähelepanu ning mälu koormata, et vältida üleväsimust. Vaimse väsimise puhul alaneb õpilaste tähelepanuvõime ja aeglustub ka mõtlemine.

Inimese väsimine on kõikumv ööpäeva lõikes. Vastavalt *H. Schmidtke* uurimusele muutub inimese füsioloogiline aktiivsus 24 tunni jooksul ligilähedased **selel 4.17** esitatule. Perioodil, kui inimesel on füsioloogiliselt madalam töövõime (ajavahemikel 13.00 – 15.00 ja 21.00 – 23.00 ning öisel ajal), tekitab ka väsimus kiiremini (Melezinek 1999).



Sele 4.17 – Inimese füsioloogilise tulemusvalmiduse üldine kulg (Melezinek 1999)

Füsioloogiliste eripärade tõttu võib igal inimesel, sõltuvalt tema subjektiivsetest psüühilistest näitajatest, olla tegelik füsioloogiline aktiivsus **selel 4.17** esitatust veidi erinev.

Psühholoogiliselt ei ole võimalik pikka koormust taluda, seetõttu vajavad õpilased pause, et tajuda ja meelde jätta õpitut. Mälu saab intensiivselt koormata vaid piiratud aja jooksul, informatsiooni salvestamine mällu nõuab teatud aega. Arvestada tuleks ka retroaktiivse ja proaktiivse pidurdusega.

Pedagoogiline strateegia väsimise vältimiseks. *Tuleks teadlikult teha õppetöö käigus puhkepause.* Vaheaegadele lisaks peaksid lühemad pausid võimaldama tempot maha võtta näiteks ka ühelt teemalt teisele üleminekul. Selle jooksul võiks tutvustada uut raamatut, rääkida uuematest leiutistest, õpetaja

enda tegevuse praktikast tema tehnilises erialas jne. Pause oleks soovitatav teha ka laboritööde või harjutuste läbiviimisel ja õppetöökojas. *Intellektuaalne koormus peaks olema laineline: 15 – 20 minutit pingutust, millele järgneb lühike lõdvestus.*

Samas tuleks pöörata tähelepanu tööga, et pauside tegemine iseseisva intellektuaalse tegevuse puhul sagedamini kui 1–1,5 tunni tagant hajutab liigselt tähelepanu.

4.8 Mäletamine ja unustamine

„Unustamine on õppimise sõber.“ James Larsson

Uue materjali meeldejätmiseks on tarvis tähele panna, aru saada ja korrata.

Mälu. Vastuvõetud informatsioon saadetakse *lühimällu*, kus see kas lükatakse tagasi või saadetakse edasi püsिमällu. Lühimälu maht on piiratud. Püsिमälu säilib info kadudeta. *Püsिमälu* moodustab mõistete (semantiline mälu), kujutuspiltide (episoodiline mälu), tegevuste (protseduuriline mälu) ja kompamisest ning liikumisel põhinevate teadmiste, näiteks ujumine ja jalgrattasõit (kinesteetilise mälu) võrgustiku. *Semantilises mälus* on abstraktsel kujul sõnadeks ja kujutuspiltideks kodeeritud üldistatud informatsioon, mis väljendab seda, kuidas me mõisteliselt asju klassifitseerime (Tulving 1972).

Episoodilises ehk sündmuste mälus talletatakse visuaalseid pilte ja helisid mineviku tähelepanekutest või sündmustest. Erinevaid strateegiaid ja protseduure kasutav töötlussüsteem võimaldab meil ligipääsu oma mälestustele. Osa infot säilib paremini, see sõltub esialgse tajuprotsessi kvaliteedist (kui efektiivselt info vastu võeti) või sellest, kui efektiivselt ühendati info mälupiltide võrgustikku ja kui palju loodi seoseid. Et õpetada õpilasi paremini meelde jätma, peame parendama ja kaasa aitama info töötlemisele ja leidma enam võimalusi õpitu seostamiseks teadmistepagasiga (Tulving 1972).

Ülekoormuse vältimiseks filtreerib aju ebaolulise välja, püüdes jätta kõrvale info, mida seesmise või välise struktuuriga seostada ei suudeta. Aju peab objekti äratundmiseks looma seoseid ja otsima ühiseid omadusi. Saades visuaalse stiimuli, püüab aju seda sobitada seniste kogemuste mustriks. Õpetaja ülesanne on aidata õpilastel otsida verbaalsest või visuaalsest infost tähenduslikke struktuure ja neid mõtlemise, kõne ning kirjutamise abil töödelda ja seostada seniõpituga.

Õpilased ütlevad sageli, et neil on halb mälu. Mälutõrked on sageli just informatsiooni töötlemise tõrked. Millegi meeldetuletamine ei tähenda, et me leiame info üles vastavast „mälusahtlist“, see on pigem taasloomisprotsess, mille käigus otsitakse mäluarhiivist sobivaid säilikuid, mis pannakse seejärel kokku, et moodustada otsitav mõiste või kujutis. Niisugust taasloomist kogeme, kui meil on midagi „keeles“ või kui näiteks ütleme ekslikult Sirje asemel Sirle (Fisher 2005). Mäluprotsessid ei pruugi olla teadlikud, sageli meenub oluline info hiljem, siis kui seda enam tarvis ei lähe. Halb mälu ei tulene niivõrd mälu psühhofüüsilisest väärtalitusest, kui just puudulikest õppimisharjumustest (vt ka jaotis 11.6 – Õppimisharjumused, jaotis 4.2.7 – Informatsioonpsühholoogiline õpiteooria, jaotis 4.1 – Mis on õppimine?).

Unustamise fenomen on laialdaselt teada ja tuntud – igaüks meist on pidanud konstateerima, et mälestused tuhmuvad ja õpitu kaob mälust. Unustamine on üks olulisemaid juhtimise argumente ehk õpetaja peaks õpilasele soovitama harjutada seda, mis kipub ununema (Kukk 2012).

Uuringud on tõestanud (Miller G.A. *The Magical Number of Seven, Plus, Minus Two: some limits of our capacity for processing information*), et 7 omavahel seostamatut numbrit, nime, fakti jne suudetakse edukalt lühimälu salvestada või neid on võimalik lühimälu ammutada (Fisher 2005).

Mälu süstemaatiliste uuringutega alustas Hermann Ebbinghaus, kes õppis ise katseisikuna aastaid pähe mõttetuid silpe ja kontrollis erinevate ajaperioodide järel, kui palju ta õpitust mäletas. *Ebbinghaus* tegi kindlaks, et ta oli õpitud tekstist unustanud ühe tunni möödudes 56%, üheksa tunni möödudes 64%, kahe päeva pärast 72% ja 31 päeva pärast 79% õpitust. Suurem osa õpitust unustati lühikese aja jooksul, hiljem kulges nn unustamiskõver suhteliselt lamedalt.

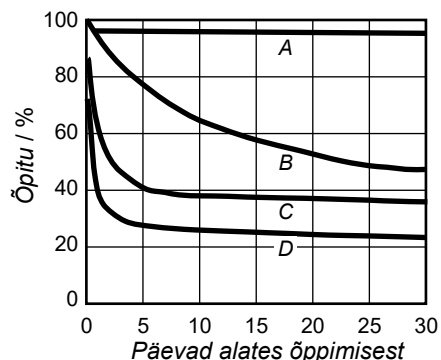
Süstematiseeritud uuringud informatsiooni salvestamise kohta näitavad, et seda mõjutavad erinevad faktorid. Üheks faktoriks on **õpitava informatsiooni struktuur** – kas tegemist on mõttetu või mõtestatud, osadeks ja teemadeks jaotatud või struktureerimata informatsiooniga jne.

R. Naef esitas unustamiskõverad erinevate õppematerjalide kohta. **Selel 4.18** on esitatud unustamiskõver A – struktureeritud olulistele printsiipidele ja seaduspärasustele, B – luuletustele, C – proosale, D – mõttetutele silpidele. Kõverad näitavad, et mõtestatud materjalist ununeb vähem, mõttetust aga väga palju.

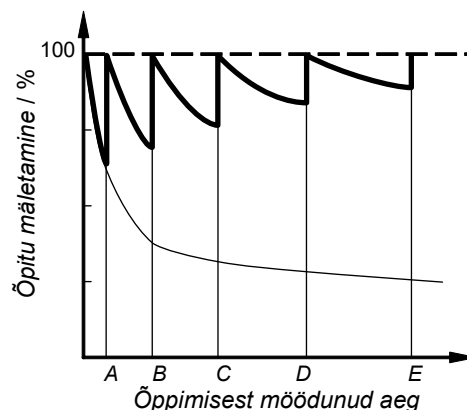
Teiseks faktoriks on, **kuidas õpilane õpib**. Naef tõestas, et sama materjal jääb tunduvalt paremini meelde, kui õpitust saadakse aru, seda mõistetakse, mitte aga mehaaniliselt pähe õppides.

Kolmandaks faktoriks on **õpilase motivatsioon**. Mida rohkem on õppija huvitatud, mida isiklikumalt teda aine puudutab, seda paremini jääb talle õpitav materjal meelde.

Unustamist mõjutavad aga ka nn **segavad faktorid**. Unustamist ei mõjuta mitte ainult aeg, vaid ka teiste, pärast õppimist sooritatud tegevuste häiriv mõju (*retroaktiivne pidurdus*). Analoogselt võib ka õppimisele eelnev tegevus häirida järgneva analoogse, uue informatsiooni meeldejäamist (*proaktiivne pidurdus*).



Sele 4.18 – Unustamine tähendab, et õpitu sisu ei saa hiljem edasi anda täielikult. Seda kujutatakse unustamiskõveratega. Kõver D näitlikustab, et pähe õpitud mõttetud silbid unustatakse suures osas väga kiiresti. Proosatekstide puhul on meeldejätmise natuke parem (kõver C). Luuletuste (kõver B) puhul veel parem. Seaduspärasuste, väga mõtteka materjali unustamist näitlikustab kõver A. Sellist materjali unustatakse kõige vähem



Sele 4.19 – Unustamise kõver. Õpitu mäletamine pärast kordamisi: kui möödunud on: A – mõned minutid; B – üks päev; C – üks nädal; D – üks kuu; E – mitu kuud.

Õpilane konstrueerib oma maailmapildi mällu talletunud suhtlemiskogemuste vaimse töötlemise abil. Selleks, et mälust rohkem infot ammutada, peab seda paremini säilitama. Info säilitamine on aktiivne tegevus. Selleks, et info kinnistuks, peab talletunud info eest ka hoolt kandma. Siin on asjakohaseks näiteks kirjutamisoskus, mis sisaldab endas sõna nägemist (või kuulmist), selle kirjutamist ja kontrollimist. Hea mälu on otseselt seotud sellega, mida me teeme. Kui me salvestunud infot ei kasuta, siis hakkab see mälu tuhmuma. Selle heaks, et saaksime midagi püsimalust kätte, peame ka tööd tegema. Mälu tekitab info põhjaliku kodeerimise, kordamise ja infotötluse tagajärjel ja ainult kordamisest tehnikavaldkonna õppimisel ei piisa.

Kuna informatsiooni jäetakse seda paremini meelde, mida mõttekam ja struktureeritum see on, tuleks õppetöö läbiviimisel esile tõsta just sellele õppeainele seesmiselt omaseid struktuure. Isoleeritud fakte unustatakse kiiresti, seepärast on tähtis esitada õppeaine põhjanevaid nähtusi, mõisteid ja fakte võimalikult loogilistes seostes.

Kuna õpetatava materjali mõistmisel on meeldejätmise vaatevinklist paremad tulemused kui päheõppimisel, tuleks püüelda õpituatsiooni poole, kus sihtrühm avastab probleeme lahendades iseseisvalt õpitavate nähtuste olemuse. Tehniliste ainete õpetamise praktikas tuleks interaktiivsetele loengutele lisaks kasutada laboratoorseid töid ja induktiivseid õppemeetodeid.

Kordamine peaks toimuma lühikese aja jooksul pärast õppimist, et vähendada unustamist. Tuleks lühidalt ja kokkuvõtvalt korrata õpitut iga õppetunni lõpus ning pöörata tähelepanu sellele, et seda ka edaspidi süstemaatiliselt korratakse (näiteks ülesannete lahendamisega tunnis ja kodus), vt **sele 4.19**.

Norra teadlase B. Ringøm'i sõnul tuleks unustamiskõver üle kavaldata. Selleks soovib ta mahuka ja raske materjali selgeksõppimisele järgneval päeval üle korrata selle olulisimad pidepunktid (teesid, faktid, järeldused, tegevusjuhised jm). Sellega tagatakse nende meeldejätmise umbes nädalaks. Nädala möödudes tuleks materjal uuesti üle korrata. Ühe kuu pärast korratakse veelkord ja aasta möödudes uuesti. Nii jäetakse mällu põhitarkuse raudvara.

Üleõppimine on õppimine, mis jätkub pärast materjali esmakordset meeldejätmist. Uurimused on näidanud, et jätkates õppimist ka pärast seda, kui õpitava reprodutseerimise võime on saavutatud, jääb õpitav paremini meelde. Näiteks luuletuse õppimisel on sageli esialgu õpitavat raske meelde jätta just seoses unustamisega (pärast esmakordset meeldejätmist võib näiteks paari tunni järel osa õpitust olla ununenud), kuid õpitav jääb paremini meelde mitmekordsel kordamisel (harjutamisel) ehk üleõppimisel.

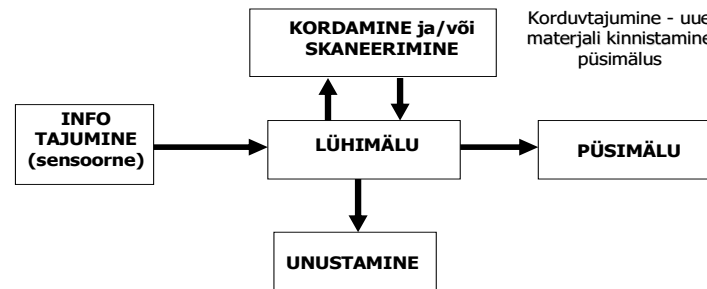
Kuna nii retroaktiivsed kui ka proaktiivsed pidurdused mõjuvad meeldejätmisele negatiivselt, ei tohiks õppetöös sarnased õppeained üksteisele järgneda. Seda tuleks arvestada nii tunniplaanide koostamisel kui ka erinevate tehniliste õppeainete õpetamisel.

R. Atkinsoni ja M. Schiffriini mälumudel (Leppik 2008) tõestab kordamise vajalikkust õppimisel (**sele 4.20**). Pärast info tajumist tuleks seda püsimalus salvestamiseks lühimälu perioodil mitmeid kordi korrata/skaneerida. Vastasel juhul unustab õpilane uue informatsiooni.

Omandamise ja unustamise vahel on seaduspärasus (Märja et al 2003):

- kahest samavõrra hästi omandatud informatsioonist ununeb kiiremini hiljem õpitu;
- kordamine kinnistab eelkõige varemõpitud;
- suurem osa sellest, mis meelde jäi, unustatakse juba õppeprotsessi käigus või vahetult selle järel õpilasele ebameeldiva või tema senistele arusaamadele vastukäiva info väljatõrjumise tulemusena;

- meeldejätmisel toimub negatiivne ülekanne – varemõpitu seguneb hilisemaga, sarnasused õpitu lähedavad segamini (retroaktiivne ja proaktiivne pidurdus).



Atkinson & Shiffrin (1971)

Sele 4.20 – R. Atkinsoni ja M. Schiffriini mälumudel

Uue info, oskuse, arusaama vms vajaliku integreerimise oluline tingimus on käsitletu võimalikult kohene rakendamine. Õpetaja peaks läbi mõtlema juba uue materjali kavandamisel iga uue materjaliosa omandamiseks ja kinnistamiseks ka selle rakendamise võimalused kas siis iseseisvalt ülesannete lahendamise, praktilise töö, probleemilahenduse või muude tegevuste kaudu, et uued omandatud teadmised seostada seniõpitudga.

Uue materjali omandamise hõlbustamiseks tuleks:

- ajalises järjestuses ennekoike käsitleda olulisemat ja meeldejätmist vajavat materjali;
- läbitud materjali kordamisel tuleks alustada kordamist just hiljem õpitud materjalist;
- oluline materjal tuleks üle korrata selle rakendamise kaudu juba sama tunni jooksul;
- sarnaseid õppeaineid ei ole sobiv lülitada ajakavasse järjest vältimaks proaktiivset ja retroaktiivset pidurdust, et sarnaste ainetes omandatu hiljem mälus ei „seguneks“ ja seeläbi omandamist ei mõjutaks. See vähendab negatiivse ülekande ohtu ja tühimuse tekkimist;
- meeldejätmise hõlbustamiseks tuleks igal õppijal välja töötada just temale sobiv mnemotehniliste võtete kogum (vt peatükk Õppima õppimine ja õppima õpetamine).

Õpitu rakenduslikule osale peaks kindlasti järgnema analüüs ja tagasiside. Tekkinud küsimuste, kahtluste, raskuste, mittemõistmise, aga ka õnnestumiste üksikasjalik analüüs võimaldab õpitu veel kord läbi mõtestada ja seeläbi lõplikku omandamist tõhustada.

4.9 Suhtlemine STEM õppeainete õpetamisel

“Me oleme alati edukamad, kui töötame üheskoos. Meie erisustel ei ole tähtsust, loeb inimlikkus.”

Bill Clinton

Koostöö on alati seotud suhtlemisega, ka õppetegevus on suhtlusprotsess. Samas ei toimu see mitte ainult õpetaja ja õpilase vahel, vaid ka õpilaste endi vahel vastavas õppekeskkonnas (vt ka jaotis 2.9 – Õppimist toetava õppekeskkonna loomine). Seetõttu tuleks õpilaste gruppi vaadelda kui sotsiaalset süsteemi, kuhu kuuluvad nii õpetaja kui ka õpilased. Meisterlik suhtlemine loob õppimist toetava õppekeskkonna (vt jaotis 2.9 – Õppimist toetava õppekeskkonna loomine). Selline keskkond ei tekki iseenesest, vaid vajab õpetajapoolset ettevalmistust, läbimõtet ja oskust reageerida vastavalt olukorrale. Õppimine sõltub ka sellest, kuidas õpilased end õppekeskkonnas tunnevad ja millised tunded valdavad neid õppimisel. Avatud ja usalduslikus keskkonnas tunnevad õpilased end turvaliselt ja on võimelised vabalt suhtlema ning õppima nii individuaalselt kui ka üksteiselt ja koostöös. Turvaline keskkond annab õpilastele ka julguse öelda, kui nad millestki aru ei saa. Suhtlemisele aitab kaasa ka see, kui õpetaja on kättesaadav nii enne kui ka pärast tundi.

4.9.1 Suhtlemine

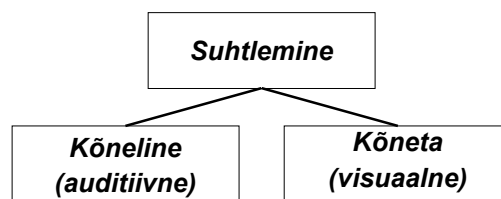
“Õpetamise kunst on teadmine, kuidas õigesti soovitada.” Henri Frederic Amiel

Hea õpetaja tunneb oma ainet ja oskab seda edasi anda, tunneb oma õpilasi ja nende vajadusi. Õppimist motiveeriv positiivne õhkkond luuakse siiski peamiselt õpetaja ja õpilase vastastikuse mõju tulemusena. Õppetegevus ja õpetatava materjali õpetamine põhinevad suures osas suhtlusprotsessidel. Suhtlemine väljendub igas õppetöö osas ja avaldab märkimisväärset mõju kogu õppetöö edule. Õpetaja töös ongi kesksel kohal suhtlemine. Seepärast on väga oluline, et õpetaja pidevalt arendaks oma suhtlemisoskust.

Suhtlemisel on oluline:

- õppida selgeks õpilaste nimed ja tervitada neid nii tunni alguses kui ka tunnivälisel ajal kohtudes;
- jälgida, et füüsiline distants, kaugus õpilastest ei takistaks suhtlemist, astuge ka tunni ajal õpilastele lähemale, eriti suurtes auditooriumides;
- kõneta suhtlemine, silmside, miimika jne;
- kõneline suhtlemine ja selgelt mõistetavus – liiga kiire, vaikne või keeruline jutt ei paelu;
- mõtlemisküsimuste esitamine, ooteajaga arvestamine ja kuulamisoskus (vt jaotis 8.8);
- tagasiside andmine nii, et õpilased saaksid aru, kuidas peaks ennast ise edasi arendama, oma kompetentsusi täiendama, juurde õppima jne.

Õpetaja tarkus ja eneseusk on tema edu A ja O. Õpetaja ülesanne on luua mõnus õppekeskkond ja õhkkond, kus õpilasel on hea osaleda, nii saab ka õpetaja oma sõnumit paremini esitada.



Sele 4.21 – Suhtlemise lihtsustatud süsteem

Lähtume **selel 4.21** esitatud suhtlemise lihtsustatud süstematiseerimisest.

Kõnelisel (auditiivsel) suhtlemisel tajutakse vahendatut kuulmisorganitega. Siin mängivad olulist rolli helitugevus, helikõla, hääletäius, helikõrgus jne.

Kõneta (visuaalse) suhtlemise puhul tajutakse käitumisviisi. Siin on oluliseks näoilme (miimika), pilgu liikumine, vaate suunamine, žestid jne.

Kompleksse suhtlemise puhul pääsevad mõjule lisaks eelpool nimetatutele veel taktiilsed komponendid (kehakontaktid), lõhnafaktorid jms. Õppetegevuses on neil siiski suhteliselt vähene tähtsus.

Tehnikahariduses on suhtlemises olulise tähtsusega järgmised faktorid:

- tehnilise terminoloogia ja mõistete valdamine;
- probleemide arutelu erinevatel tasemetel;
- antud situatsioonis olulise määramine;
- väitlus erinevate lahendite/seisukohtade poolt ja vastu;
- ühiste arutelude ja visandite põhjal uute ideede arendamine;
- tehniliste probleemide seletamise oskus erinevale kuulajaskonnale;
- erialase enesekindluse ja autoriteedi saavutamine.

Olulised oskused suhtlemisel:

- kuulamisoskus – hinnanguvaba, lõpuni kuulamine, küsimuste esitamine ja peegeldamine, parafraseerimine;
- kehtestamisoskus – oma õiguste eest seismine piiramata teiste õigus, vastutuse võtmine;
- konfliktilahendamisoskus;
- koostööl põhinevad probleemilahenduse oskused;
- oskuste valik.

Suhtlemises kui protsessis on kolm komponenti:

- suhtlemispartneri tajumine;
- informatsiooni edastamine ja vastuvõtmine;
- suhtlemispartneri mõjutamine.

Suhtlemist kui teabe vahetamise protsessi mõjutavad järgmised tegurid:

- tähendus on inimestes, mitte sõnades – inimesed interpreteerivad sõnumit erinevalt;
- suhtlemine ei ole täiuslik;
- suhtlemine on pöördumatu ja kordumatu protsess.

Mina-tasandid suhtlemisel. E. Berne'i arvates käitub iga normaalne inimene kolmel erineval viisil: kord lapsena, kord lapsevanemana ja kord täiskasvanuna. Ta nimetas neid kolme sotsiaalset rolli normaalse isiksuseosa egoseisunditeks ja uskus, et igal konkreetsel hetkel viibime ühes neist rollidest.

Meeskonnatööoskus, mis on üks inseneri igapäevatöö aluseid, on ka üks suhtlemise eeldusi tehnikavaldkonnas.

4.9.2 Kõneline suhtlemine

“Sa saad maksta õpetajatele, et nad õpetaksid, kuid Sa ei saa neile maksta, et nad hooliksid.” Marva Collins

Kõnekunst (retoorika) ei seisne üksnes kõne esinduslikumaks, peenemaks ja kaunikõnalisemaks kujundamises. Teie eesmärgiks peaks eelkõige olema õppida rääkima nii, et oleksite kergesti, hästi ja meelsasti kuulatav. Järgnevalt tutvustame Teid mõningate kõnelise suhtlemise strateegiatega.

Parakeel. Hää! annab 38% suhtlemise üldmuljest. Parima tulemuse saate rääkides selgelt ja madalama häälega. Häälekvaliteedi olulised faktorid on hääle kõrgus, toon, kõne tempo ja naeratus hääles. Häälest väljaloetavat infot nimetatakse parakeeleks.

Kõnetempo. Teie kõnetempo vastab Teie isiksusele, temperamendile. See on loomulik ega anna tavaliselt põhjust, et põhimõtteliselt muuta Teie harjumusi. Liiga kiire kõnetempo mõjub aga kärsitult, närviselt ja ohustab mõistetavust. Vahetage kõnetempot, sellega väldite monotoonsust. Ühtlane kõnetempo mõjub uinutavalt. Magav õpilane ei õpi! Kui soovite midagi rõhutada, esile tõsta – rääkige aeglasemalt ja madalama tonaalsusega. Püüdke rääkida pigem aeglaselt, kui kiiresti. Tavaliselt kipub kõnetempo tõusma - ja mida närvilisem on inimene, seda kiiremaks tempo läheb. Oluline on, et kõnetempo sobiks olukorra ja sihtgrupiga. Rahulik tempo mõjub enesekindlalt ja rõhutab teema tähtsust.

Hääle tugevus ja kõla. Hääle tugevus tuleb sobitada ruumi tingimustega. Vaikne kõne loob küll teatud intiimsuse, kammerliku õhkkonna ja sunnib kuulajaid kõrgendatud keskendumisele, aga liiga vaikset rääkimine ohustab mõistetavust ja huvi Teie esinemise vastu kipub kaduma. Seetõttu rääkige väiksemas ruumis pigem valjemini kui liiga vaikset. Häälekõlast sõltub kõne arusaadavus, kõlav hää! jätab esinejast enesekindla mulje. Kujutage ette, et räägite kellegagi viimases reas. Kui esinete suurel konverentsil, on reeglina puldil ka mikrofoni, kuid sellega aheldate ennast ühte kohta. Võimalusel kasutage suures ruumis mikrofoni, statiiviga mikrofoni võtke mikrofoni kätte, veelgi parem oleks kasutada reväärimikrofoni. Nii saate vabalt liikuda ja kuulajatega vahetumalt suhelda. Kui hää! on „kinni“, hõõruge enne esinemist peopesi vastamisi, kuni pihud lähevad tuliseks – nii läheb hää! kergemini lahti, ka võib tuliseks hõõrutud pihud suruda kaela vastu, häälepaelte lähedale. Hääle kiirele „käivitamisele“ aitab kaasa ka, kui lasete peopesadele kraanist kuuma vett. Kui loote paberilt maha, hoidke paberit allpool suud ja väljapoole kaldu. Nii moodustab paber heliekraani ja Teie hää! kõlab kaugemale. Pange tähele – kui rääkides naeratate, kumab see ka Teie hääles ja peegeldub kuulajatelt tagasi.

Enne esinemise, tunni või loengu algust jooge klaas toasooja vett, sidrunivett või sooja teed, vältige külmi ja karboniseeritud jooke – nii hoiate ja säästate oma hää!t. Hoidke läheduses klaasi veega, nii saate esinemise ajal vajadusel veidi suud kasta.

Modulatsioon. Sõnad ei koosne ainult tummadest ja seosetutest tähtedest – need on musikaalsed, kõlavad ja helisevad. Tempo, helitugevus, helikõrgus ja pausid moduleerivad kõnet. Vaheldusrikkaks kõnelemiseks varieerige tempot, helitugevust, helikõrgust, kasutage pause jms. Madalam hää! väsitab rääkimisel vähem. Hääletooniga varieerides on võimalik muuta kõne ilmekamaks ja huvitavamaks. Hääletoon peaks lause lõpus langema. See rõhutab kompetentsust, kindlameelsust ja kõlab rahustavalt.

Pausid. Samal ajal, kui Te kõnelete, peate mõtlema, mida öelda järgmisena. Pausid kergendavad seda ülesannet. Ka Teie kuulajad vajavad pause. Nende pauside ajal saavad nad läbi töötada Teie poolt eelnevalt vahendatud informatsiooni. Alustage oma ettekannet pausiga. Te loote sellega ootusrikka pinge. Ka kõne ajal võite pausidega saavutada erilist mõju. Enne, kui ütlete midagi tähtsat – tehke paus! Paus tehke ka pärast tähtsa informatsiooni edastamist. Pausid määravad rõhuasetuse.

Õige hingamine. Oskus teha pause on õige hingamise üheks eelduseks. Pauside ajal saate küllaldaselt õhku – Teie kõneviis peab võimaldama regulaarset hingamist. Õige hingamine annab kõnele energiat –

kõnelemine on „helisev” väljahingamine. Kui Teil ei ole kopsudes õhku, jääb hing kinni. Hingake rahulikult ja sügavalt nagu nuusutaksite lille lõhna. Enne kui ütlete oma ettekande esimesed sõnad, hingake mõned korrad sügavalt sisse ja välja ja vaadake auditoriumis istuvaid kuulajaid, sellega loote ka nn kandva pausi. Moodustage lühikesi lauseid, et mitte keset lauset õhku ahmida.

Rõhutamine. Rõhutamine on väga tähtis. Üksikute sõnade erineva rõhutamisega võite oma ütluse mõtet tunduvalt muuta. Nii võib näiteks küsimusel „Kas Teie usute, et see on piisav?” olla mitu erinevat tähendust. Proovige rõhutada rasvaselt trükitud sõna:

Kas **Teie** usute, et see on piisav?

Kas Teie **usute**, et see on piisav?

Kas Teie usute, et **see** on piisav?

Kas Teie usute, et see **on** piisav?

Kas Teie usute, et see on **piisav**?

Kõnestiil. Tüüpiliseks stiilivahendiks on *retooriline kordamine*. Paljud õpetajad kasutavad seda vahendit, et saavutada paremat uue materjali meeldejätmist.

Retoorika. Aristoteles tõi välja retoorika olulised osad, mis on olulised veenvaks esinemiseks:

- *Ethos* – eetika, autoriteet, usaldusväärsus, enesekindlus, veenvus, tähelepanu võitmine, ootuse tekitamine, hea tahe, iseloom;
- *Logos* – loogika, probleemi püstitamine faktid, argumendid, sisu, lahenduse pakkumine – loogikal ja argumentidel põhinev veenmine;
- *Pathos* – paatos, emotsionaalsus, asjatundlikkus, lootus, positiivne optimism, kirg, uhkus patriotism.

Argument koosneb järgnevatest osadest:

- **väide** (nt kohustuslik koolivorm mõjub hästi õppetulemustele);
- **väidet toetav seletus** (nt ühtne koolivorm tugevdab kooli identiteeti ja õpilaste ühtekuuluvustunnet ning lubab vaatamata selles vanuses omasele eristumisele keskenduda õppetööle);
- **väite tõestus** (see võib olla nii statistika, tsitaadid autoriteedilt, loogika. Nt USAs läbiviidud uuring näitas, et kohustusliku koolivormiga õppeasutustes olid keskmised eksamitulemused 10% paremad kui koolivormita õppeasutustest);
- **terviklik järeldus väite tõesusest** (nt järelikult mõjub koolivormi olemasolu positiivselt õppetulemustele, mis ongi aga kooli peamine ülesanne).

Erinevaks stiilivahendiks on retooriline küsimus – see küsimus nõuab küll vastust, kuid iga kuulaja annab selle vastuse iseendale. Selliste küsimustega saab ergutada ja arendada kuulajate kaasamõtlemist.

Prolepsise all mõistetakse retoorikas vastuväidete ennetamist – oskuslikult kasutatuna võib see olla abiks heale argumentatsioonile. Prolepsise võib sisse juhatada järgmiselt: „Sellele võib vastu väita...” või: „Nüüd võite Te mulle vastu väita, et...” Näitena võiks siin tuua ühe *Bismarck*'i kuulsa formuleeringu: „Ma näen, kuidas mõned teist pead raputavad, ja arvan, et mõistan Teid tõenäoliselt õigesti – Te kaalute just järgnevat vastuväidet...” Prolepsisega on seotud „jah–aga” meetod, mille puhul kõigepealt väidetakse midagi, seda järgnevalt uuesti piirates: „Siin võib Teil küll õigus olla, kuid me peame silmas pidama veel ka...”

Nimetatud stiilivahendeid tuleks kasutada mõõdukalt, nende liiga sage kasutamine mõjub segavalt ja rutiinselt. Insener saavutab kõnelejana positiivset mõju just tänu oma asjatundlikkusele ja loogikale.

Ärge kunagi alustage lausega: „Ma ei ole väga hea kõneleja....“, sellega kustutate tähelepanu ja huvi oma esinemise vastu.

Mõõdukas emotsionaalsus ja kõne loogiline ülesehitus hoiavad õpilaste tähelepanu ning äratavad huvi. Õpetaja mõõdukas emotsionaalsus äratav usaldust ja huvi. Kõne loogiline ülesehitus hoiab tähelepanu ja muudab mõtte arusaadavaks.

Kõnelise suhtlemise vormid õppetegevuses jaotatakse ühepoolseteks ja interaktiivseteks ehk vastastikusteks. Ühepoolset suhtlemise vormi kasutatakse loengul, demonstatsioonil, ettekandes, seletuses ja kõnes. Vastastikust suhtlemise vormi kasutatakse aga interaktiivsel loengul, rühmatöös, õppevestlusel, diskussioonil, ümarlauas, ajurünnakus, väitluses, dispuudil, harjutustunnis, laboritöös jne (vt ptk 8).

Alustamine ja lõpetamine. Teie esimesed laused peavad mõjuma kuulajatele nagu reklaam. Loengu alguses oleks kasulik meelde tuletada eelnevalt läbitud reegleid, mõisteid jne, juhul, kui neid algavas loengus uuesti kasutatakse. Arvestage jaotises 4.5.1 esitatud strateegiaid motiveerivaks sissejuhatuseks:

- tervitage ja esimesel korral ka tutvustage ennast;
- püüelge *isikuseoste* poole, arvestage kuulajate soovide ja ootustega;
- püüelge *situatsiooniseoste* poole, alustage aktuaalse sündmuse või situatsiooniga, millega on kõik eelnevalt kokku puutunud;
- alustage uudse, ootamatu, kuid teemaga seotud huvitava infoga - sooritage nn „trummilöök“;
- alustage isikliku elamuse, piltliku vanasõna või tsitaadiga (loomulikult arvestades Teie ettekande teemat);
- esitage mõni lihtsa vastusega jah-ei küsimus;
- tutvustage kaht pealtnäha erinevat juhtumit, et need seejärel siduda;
- paluge õppuritel välja tuua neid huvitavad teemad ja probleemid, mida saate läbida;
- alustage narratiiviga, lühikese jutuga.

Kui Te suudate kohe alguses köita kuulajate tähelepanu ja äratada neis huvi, olete oma esinemist väga hästi alustanud. Kaasake kuulajaid, esitage küsimusi, pange õpilased kaasa mõtlema.

Arvestage „5 minuti reegliga“! Esimesed 5 minutit on Teie loengu käivitamisel kõige olulisemad. Esimese 5 minuti jooksul annab Teie kuulajaskond Teile kui lektorile oma hinnangu, Teid jälgitakse ja pannakse proovile. Te peate olema enesekindel ja kompetentne spetsialist oma erialal. Samas tuleb Teil tähelepanu pöörata oma kuulajaskonnale – anda mõista, et nad on aktiivsed osalejad, mitte passiivsed pealtvaatajad. Selle aja jooksul tuleks välja tuua kõik oluline, millest rääkima hakkate (Aarabi 2007).

Mitte ainult ettekande algus, vaid ka lõpp peaks moodustama esitluse kõrgpunkti. Hästi õnnestunud lõpp on päästnud nii mõnegi halva kõne! *Ka lõpetamisel kehtib „5 minuti reegel“* – see, mida räägite viimase 5 minuti jooksul, jääb kuulajatele loengust kõige paremini meelde. Jätke alati loengu lõpuks varuaega kuulajate küsimustele vastamiseks.

Lõpetamiseks võiks muuhulgas kasutada:

- juhtumõtte kokkuvõtmist, seotuna laiemasse temaatilisse seosteraamistikku;
- käsitletava teema arengutendentsi ning väljavaate esitamist;
- kõne alguse ja lõpu vahelise temaatilise kaare sulgemist jne;
- aega kokkuvõtteks ja küsimusteks;
- tänage oma kuulajaid.

Olge täpne, austage oma õpilasi ja arvestage nendega. Tulge alati enne loengut või esitlust varem kohale. Kontrollige, et tehnika oleks laitmatu korras, vajalikud failid avatud ja kõik pistikud vooluvõrgus. Kui vajate interneti, kontrollige eelnevalt, kas ühendus on olemas ja levi piisav.

Lülitage välja oma mobiiltelefon – järgnev aeg kuulub Teie õpilastele ja kuulajatele.

Kui Teile tundub, et õpilased on väsinud, pakkuge üks lõõgastav moment, rääkige üks teemaga seonduv hea nali, mõni kogemus, näidake mõni lühivideo, andke üks aktiivõppemeetodit rakendav ülesanne, tooge õpilased teema juurde tagasi, küsides näiteks: “Mida Teie teeksite, kui...? Mis siis kui...?”, kuulutage välja 3-minutiline vaheaeg, andke rühmaülesanne jne.

Olge ette kindel, et ei räägi üle aja, sest see on lugupidamatu Teie õpilaste ja kuulajate vastu, sama kehtib ka vaheaegade kohta, pidage alati täpselt ajast kinni.

Pärast tundi tänage oma õpilasi, et nad heatahtlikult koostööd tegid ja tunnis kaasa töötasid.

4.9.3 Kõneta suhtlemine

„See, kes soovib õpetada, ei tohiks kunagi ise lõpetada õppimist.“ Richard Henry Dann

Kuulajad tajuvad õpetaja või õppejõu esinemist mitmete meeleorganitega üheaegselt, seetõttu tuleks lisaks akustilistele võtetele kasutada ka erinevaid visuaalseid võtteid. Suhtlemise visuaalselt nähtavad strateegiad on miimika, pilk, žestid, distants ja väljanägemine. Jälgige ka õpilaste miimikat ja kehakeelt. Kui märkate, et tähelepanu kipub kaduma, andke mõni aktiivõppe ülesanne või rääkige teemaga seonduv kogemus. Kõneta suhtlemine on suhtlemise kõrgem vorm.

Kõneta ehk mitteverbaalse suhtluse võib jagada kaheks:

- *liigutused* – miimika, žestid, pilk, väljanägemine, kehahoiak ja rüht;
- *ruumisuhted* – distants, kui kaugemale vestluspartnerist suhtlemisel hoitakse.

Ruumisuhted. Ruumisuhteid uurib eraldi teadusharu – *prokseeemika*, mis käsitleb mugavat vahemaad kahe suhtleja vahel, mida privaatsest vajatakse, et ennast suhtlemisel hästi tunda. Erinevates suhtlussituatsioonides on see erinev. Erinevust võime tajuda ka kultuurikontekstist sõltuvalt. Tavapäraselt vajab põhjamine inimene oma suhtluspartnerist suuremat distantssi kui lõunamine inimene.

Distants. Distantis suhtlejate vahel (vahemaa suhtluspartnerite vahel, kasutatava ruumi omavaheline jaotamine, mööbli paigutus ruumis jne) vahendab kindlat informatsiooni. Nii võib suhtlemist õpilastega tunnis mõjutada laudade asetus auditooriumis, aga ka õpetaja asukoht. Võimalusel võite ruumi asetust

muuta, toole võib tõsta ümber põhikaareks ja olla ise selle keskel, võimalus on sättida lauad „kalasaba“ mustrisse, V- või U-tähe kujuliselt ja liikuda ise keskel.

Distantsitsoonid – on ruumitsoonid inimese ümber, mida inimene peab isiklikuks alaks. Meile ei meeldi kui võõrad tulevad meile liiga lähedale ja me püüame neist eemalduda. Kui tsooni reegleid rikutakse ja sisenetakse isiklikku ruumitsooni, siis reeglina suhtluspartner sulgub ja tunneb ennast ebamugavalt.

Distantsitsoonid jagunevad järgmiselt:

- *intiimtsoon* (käeulatus, käsivarre pikkus) – kehapinnast 45 – 60 cm, kuhu lubatakse lähedasemaid sõpru, pereliikmeid, sugulasi, partnerit, arste, ja mõne teise elukutse esindajaid. Selles tsoonis on võõra inimesega suhtlemine reeglina ebamugav;
- *dialogi- ehk personaalne tsoon* – 60 – 120 cm, milles suheldakse nende inimestega, keda peetakse endaga samaväärseteks: meeldivad tuttavad, kolleegid, sõbrad. Seda tsooni kasutatakse ka ametiasjade ajamiseks.
- *respektitsoon* – 120 – 200 cm, milles suheldakse nn endast „kõrgemate“ või „tähtsamate“ inimestega: ülemused, õpetajad, politseinikud jne;
- *publikutsoon* – üle 200 cm, mida kasutatakse avalikel esinemistel.

Tähelepanu väljendamine tähendab oma füüsilise tähelepanu suunamist konkreetsele isikule. See on mitteverbaalne suhtlemine, mis näitab, et kuulajat huvitab nii rääkija kui ka tema jutt. Siia alla kuulub peamiselt kehakeel, mis näitab kuulaja huvi teema vastu: kuulaja kehahoid ja -keel, piisav silmside ning väliste segajate vältimine (kõrvaldamine). Tähelepanu väljendamine teeb oluliste asjade rääkimise kergemaks, samas kui tähelepanu mitteväljendamine pärsib suhtlemist.

Rüht. Laua taga töötaja kipub kühmu hoidma. Püüdke esinemisel veidi lõuga tõsta, mitte ülbelt, vaid selleks, et seista sirgemalt. Ärge kõssitage mikrofoni kohal, tõstke mikrofoni suu juurde (võimalusel eelistage reväärimikrofoni). Hoidke selg sirge ja hingake korralikult. Õige rühi saate ka siis, kui seisate hetkeks seljaga vastu seina, pannes kannad ja kukla samuti seina vastu. Püüdke sellist rühti säilitada.

Miimika ehk näoilme. Miimika näitab suhtumist suhtluspartnerisse, illustreerib või modifitseerib verbaalset väljendust ja kujutab endast tagasisidet, mis näitab vestluspartnerile, kuidas võetakse vastu tema väljaütlemised ning käitumine. Õppetöös väljendatakse miimikaga tähelepanu ja tegutsemisvalmiduse astet. Õpilaste näoilme järgi võib õpetaja saada osaliselt informatsiooni, kas õppeainest või ülesannetest on aru saadud või ei. Õpetaja näoilme järgi võib aga õpilane otsustada, kuidas hinnatakse tema vastust, tulemusi ja käitumist (kõneta tagasiside).

Pilk. Silmside mängib koos näoilmega suhtlemisprotsessi tagasiside juures tähtsat osa. Kõneleja tõstetud pilk teatab, et tema esinemine on lõppemas ja ta annab sõna üle; kui ta aga ei ole veel selleks valmis, väldib ta silmsidet jne. Silmside reguleerib suhtlemist. Õpetaja võib otsavaatamisega õpilasi katkestada või neile sõna anda. Ka õpilased võivad oma küsiva pilguga katkestada õpetaja esinemise, et küsida selgitavaid küsimusi. Silmsidega saab luua tunnis ka individuaalseid kontakte – kaasa haarata, julgustada, aktiveerida, aga ka vaigistada ja korrale kutsuda. Vaadake rääkides kuulajatele silma ja naeratage. Püüdke jätta mulje, et näete igaüht üksikuna (sel juhul võib vaadata umbes 10-15 cm kuulajate peadest kõrgemale, mis jätab mulje, nagu räägiksite kõigile korraga). Vaadake oma kuulajaid, neid ei tohiks vältida ega neist ka mööda vaadata, sellest võib aru saada, et kõneleja on auditoriumi ees närviline. Taastage mõtte lõpus silmside kuulajaskonnaga. Ärge vaadake aknast välja, ühte punkti ega

kõrgele üles. Ärge unustage ka tagumisi ridu, looge silmside ka tagareas istujatega. Vaadake neile kuulajate otsa ja looge just nendega enam kontakt, kes mõtlevad Teiega kaasa ja kuulavad huvitatult ning vältige silmsidet vaenulike kuulajatega.

Silmside peab olema mõõdukas (3-4 sekundit), et see toetaks suhtlemist. Liigselt kinnistunud, ebamääraselt hüplev silmside või selle vältimine jällegi pärsivad suhtlemist. Mõõdukas silmside tähendab silmade fikseerimist kõnelejale ja aeg-ajalt pilgu juhtimist näiteks tema kätele (žestide puhul) ning siis taas silmside taastamist. Sageli on silmside hoidmine raske, teatud riikides isegi mittesoovitav, kuid meie kultuuriruumis ei naudi keegi vestlust kaaslasega, kes pidevalt ringi keerutab ja ümbrust jälgib. Silmside puudumist võib tõlgendada kui huvipuudust või isegi kui vaenulikkust.

Aktiivne kuulamine. Tähelepanelik kuulamine näitab kõneleja tunnustamist, talle kogu tähelepanu pühendamist ja eeldab silmsidet. Tähelepanu ei pöörata mitte ainult sõnadele, vaid ka sõnade taga peituvatele tunnetele. Me kõik oleme head kuulamise teesklejad, aga meid reedavad mõned märgid. Seda, et kuulajad ei viibi mõtetes meiega, vaid mõtlevad muust, näeme ka nende silmadest.

Hiina hieroglüüf, mis tähistab verbi „kuulama“, sisaldab endas tähiseid „Sina“, „silmad“, „kõrv“, „täielik tähelepanu“ ja „süda“.

Mõned aktiivse kuulamise oskused, millele tuleks tähelepanu pöörata on:

- *mõtetes kohalolek* – kuulake vaikselt ja maksimaalse tähelepanuga;
- *avatud kuulamine* – hinnanguvaba;
- *julgustamine* – kasutage sõnatuid (noogutamine) ja sõnalisi vahendeid;
- *silmside* – hoidke silmsidet ja näidake üles huvi;
- *parafraseerimine* – „Te ütlesite, et...“, „Kas ma sain õigesti aru, et ...“;
- *reageerimine ja analüüs* – sõnadele ja tunnetele - „See, mida ütlete, kõlab julgustavalt...“;
- *(vahe)kokkuvõtete tegemine* - „Võtame seniräägitu kokku...“

Jälgimisoskused. Kuulamise puhul on väga oluline osata rääkijat jälgida ja mitte segada pidevalt vahele või esitada küsimusi. Sageli räägib aga kuulaja nii palju, et vestluse juhiks muutub hoopis tema, mitte rääkija.

Empaatiline kuulaja austab teise privaatsust ja käitub tagasihoidlikult, andes pigem märku, et kui soovitakse rääkida, siis on ta valmis kuulamist jätkama.

Tähelepanelik vaikimine laseb kõnelejal mõelda ja ennast rahulikult väljendada. Paljudes kuulajates tekitab vaikus nii suurt ebamugavustunnet, et neil on tugev soov seda vaikust lõhkuda küsimuste, nõuannete või oma arvamuse avaldamisega, nii endas tekkinud ebamugavusest üle saades. Sel juhul ei ole tähelepanu keskmes mitte rääkija, vaid kuulaja tähelepanu ja seesmise vaikuse puudumine.

Suhtlemispausi ajal on võimalik kuulajal:

- märgata, kas rääkija kehahoiak väljendab kohalolu;
- jälgida, mida räägivad vestluskaaslase silmad, näoilme ja žestid;
- mõista (mõtestada), millest teine räägib – mida ütleb ja tunneb.

Selline lisategevus täidab pausi ja muretsemiseks ei jää enam aega. Efektiivne kuulaja õpib rääkima siis, kui see on kohane, vaikima siis, kui see on vajalik ning tunneb mõlema tegevuse puhul ennast ühtviisi hästi.

Žestid. Siia kuuluvad käelabade, käte, jalgade, jalalabade, keha ja pea väljendusliigutused. Käeliigutused on eelkõige kõnelise suhtlemise illustreerimiseks, näitavad aga ka emotsionaalset seisundit (närvilisus, hirm jne). Ka pealiigutused (noogutamine, raputamine, tõstmine ja langetamine) täidavad suhtlemises tervet rida erinevaid funktsioone. Žestikuleerimine on kõne visuaalseks toetamiseks hea vahend, kuid stereotüüpsed žestid on koormavaks harjumuseks. Žestid võivad ja peavad moodustama ainult öeldu lihtsa täienduse ja ei tohiks edastada iseseisvat informatsiooni. Kõneleja peaks jälgima ka oma kehahoiaikut: nn *jääkaru efekti* (keha küljelt küljele kõigutamist) ja *elevandi seisu* (ette-taha kiikumist) tuleks vältida.

Mõningad žestid on esitatud **selel 4.22**. Olge avatud. Ärge seiske seotud kätega ühes poosis. Kui hoiate mikrofoni käes, ärge suruge seda vastu rindu (parem oleks kasutada reväärimikrofoni). Žestikuleerides näidake publikule peopesi – seegi annab signaale avatusest. Viibake küsimusi esitades. Ärge keerake auditoriumile selga. Slaidi kommenteerides jääge näoga õpilaste poole. Ärge kõlistage taskus olevaid sente või võtmekimpu, ärge mängige prillide, ehete või pastakaga, ärge väänake oma käsi ega mudige oma riideid.

Kehakeel. Osavõttu väljendav kehahoid on erakordselt oluline, see räägib sageli enam kui sõnad. Sobilik kehakeel toetab ja soodustab suhtlemist. Tardunud ilme aga annab tagasisidet, et tegemist on külma, eemalseisva ja reserveeritud inimesega.

Meie kehakeele eest vastutavaks ajuosaks on limbiline aju. See reageerib meid ümbritsevale maailmale silmapilkselt, ilma eelneva mõtlemiseta. Seetõttu edastab see keskkonnast tulevale informatsioonile vastuseks keha ehtsa ja tõelise reageeringu. Limbiline aju on ka meie emotsionaalseks keskuseks. Sealt liiguvad signaalid mitmetesse teistesse ajuosadesse, mis omakorda juhivad meie käitumist. Seda käitumist saab vaadelda ning tõlgendada, kuna see avaldub füüsiliselt jalgade, torso, käsivarte, käte ja näo kaudu. Kuna need reaktsioonid ilmnevad, erinevalt sõnadest, mõtlematult, siis on nad tõelised. Seetõttu peetakse ka limbilist aju „ausaks ajuks“. Kuna inimesed ei ole alati kõneta suhtlusest teadlikud, reedab kehakeel tihti nende tegelikke kavatsusi, mõtteid ja emotsioone, isegi kui nad oma kõnes midagi muud väidavad (Navarro 2010).

Mõningate kehakeele signaalide tõlgendusi (Navarro 2010, Pease 2004):

- oma keha vestluskaaslase poole kallutamine on märk sellest, et ollakse inimesest ja tema jutust huvitatud;
- vestluse ajal oma riide ja aksessuaaride kohendamine või riietelt näiteks niidijuppide ära korjamine näitab huvi puudust. Inimene ei ole sel juhul kogu tähelepanuga arutelu juures;
- olenevalt kontekstist võib ristatud jalgu ja käsivarsi pidada kinniseks kehakeeleks ja kaitseasendiks;
- sõrmedest moodustatud katust, milles sõrmed on suunatud ülespoole, peetakse jõuliseks kindlustunde väljenduseks, mida kasutatakse tihti oma jutu rõhutamiseks, andes märku, et inimene on oma mõtete ja seisundiga rahul ning arvamustes kindel;
- kui sõrmed on just nagu palveks kokku põimitud, on see alandlik poos, mis võib väljendada ka inimese mõtisklust ja tähelepanelikkust;

- sõrmedega peopesa aeglaselt hõõrumine või ristatud sõrmede edasi-tagasi hõõrumine on märk muretsemisest ja kõhklemisest. Seda tehakse tavaliselt närvilistes olukordades, kus inimesed kogevad kerget stressi ja ärevust. Tegemist on rahustava käitumisega;
- kui keegi seisab käed taskus ja tema pöidlal vaatavad taskutest välja, näitab see kõrget enesekindluse taset. Tegemist on žestiga, mida kasutavad tihti kõrge ühiskondliku staatusega inimesed. See väljendab võimekust ja teistest üleolekut;
- kui inimene seisab käed puusas ja küünarnukid on suunatud väljapoole, on tegu territoriaalset domineerimist väljendava sõnumiga, mis ütleb: „Hoidke minust eemale!“. Asend näitab ülimat enesekindlust ja sõltumatust;
- kui inimene seisab laua taga käed laiali, nii et sõrmeotsad lauale toetuvad, on tegu territoriaalse sõnumiga, mis väljendab enesekindlust ja autoriteeti. Sageli kasutatakse seda asendit vaidlustes ja lahkarvamuste korral, kui midagi nõutakse, tahetakse ennast kehtestada või soovitakse oma seisukohti eriliselt rõhutada;
- huulte torutamine on märk lahkarvamustest ja pahameelest. Huuli torutav isik ei nõustu öelduga või kaalub alternatiivset seisukohta;
- kui inimese mõlemad käed on asetatud selja taha, näitab see eemaletõmbumist ja soovi hoida distantsi. Selline kehahoid saadab sõnumi, et inimene ei taha, et talle lähenetaks või temaga kontakti astutaks. Ta võib tunda end üleolevalt ja ülimalt kindlalt;
- kerge peakallutus väljendab avatud ja sõbralikku suhtumist. Inimesed võtavad sellise asendi tavaliselt, kui nad vestluskaaslast süvenenult kuulavad;
- rusikasse tõmbunud käed annavad märku vihast või pingest. Avatud pihuga väljasirutatud käed viitavad siirusele;
- kui inimene seisab pöidlal taskus ja käelabad on nähtaval, on see märk madalast staatusest ja enesehinnangust. Sellega kaasneb tihti ka ebakindlus;
- sirget selga seostatakse tavaliselt parema tuju, suurema enesekindluse ja avalama olekuga kui kühmus kehahoiakut.

Liigselt kehakeele märkidele keskendudes võib siiski ka eksida ja seda ei tohiks liigselt ületähtsustada. Näiteks võib rinnale ristatud käte põhjuseks olla ka külmatunne, kuid seda võib tõlgendada hoopis kaitseseisundina. Paljudel inimestel on harjumus istuda mugavalt jalga üle põlve – see viib eksiteele, kui alati tõlgendada seda tühimuse märgina.

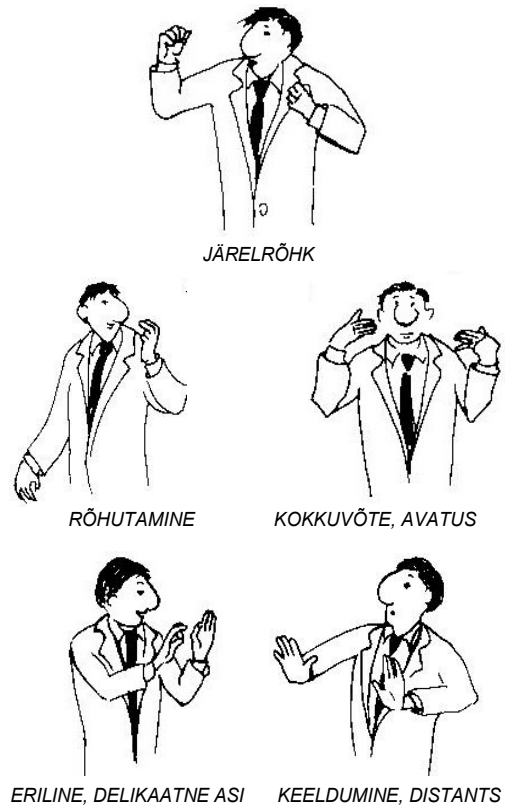
Kehakeele sõnumeid edastavad ka väljanägemine, soeng, riietus, ehted, tätoveeringud, kehahoid, kõnnak, liikumine ja lõhn.

Väljanägemine. Esimene mulje Teist võib olla otsustavaks, kas üldse suhtlemine toimub või mitte. Mitte kõike ei saa muuta oma väljanägemises (näiteks kehaehitust), siiski saab seda parandada hoolitsetuse ja sobiva riietusega. Teie väljanägemises peegelduvad sotsiaalne staatus, iseloomuomadused ja emotsionaalne seisund. Riietuse vastavalt olukorrale ja kuulajaskonnale. Teie esinemise kvaliteedi määravad aga ka kingad. Valige kõige mugavamad jalatsid, millega võib kaua aega seista ja kergelt kõndida. Ärge kunagi pange esinemiseks jalga uusi kingi. Daamina loobuge keerukatest mustritest ja lehvidest-satsidest-rüüžidest. Nii joonistute ise selgemini välja – ärge lubage riietusel oma isikut varjata. Ärge liialdage ehete, kaubamärkide ja kosmeetikaga. Austage oma kuulajaid, vältides ka liiga „maalähedast“ olekut, olgu see kuitahes mugav (näiteks spordijalatsid). Olge lihtne ja väärikas.

Auditooriumil on piisavalt aega Teid vaadata ja hinnata. Kui olete väga erandlik, tunnevad teised end ebamugavalt. Kui olete daam ja peate kasutama reväärimikrofoni, loobuge kleidist – seeliku või pükste külge on mugavam mikrofoni pulti kinnitada.

Eneseanalüüs. Oma tegelikku kõnekäitumist saab kontrollida helisalvestuselt (näiteks). Teil on nii võimalik kontrollida oma kõne tugevust, kõrgust ja kiirust, parandada kõnestiili ja artikulatsiooni, vältida parasiitsõnu. Oma mittekõnelist käitumist võite jälgida kõnet harjutades peegli ees. Kogukäitumise (kõnelise ja mittekõnelise) kontrollimise ja analüüsi parimat võimalust pakub videosalvestus, mida võiks analüüsida koos mentoriga.

Liikumine. Üldiselt elavdab ruumis liikumine õpilaste tähelepanu, seetõttu võiks õpetaja aeg-ajalt laua tagant tõusta, ringi jalutada, tahvli ette astuda, akna alla minna jne. Õpetaja pidev ringiliikumine aga näitab tema närvilisust ja ärritatust. Püsige paigal, kuni tahate päriselt kohta vahetada. Tasakaalu aitavad hoida mõõdukad liigutused. Kui seista on raske, istuge või kujutlege oma selja taha „post“ ja „toetuge“ sellele, see toimib. Kui liigute, tehke seda nähtavalt, koha vahetus hoiab kuulajate tähelepanu. Rääkige osa juttu auditooriumi keskel ja kulgege siis näiteks paremale. Peatuge seal mõnda aega ja rääkige ühel kohal. Minge vasakule ja korrake stseeni, liikuge ridade vahel. Kaasake iga liikumisega küsimus, selgitus, naeratus, et õpilased saaksid signaali, kui vahva ja turvaline on Teiega töötada. Õpilastel ei tohiks tekkida tunnet, et mängite ainult keskvärvasse.



Sele 4.22 – Žestide mõningaid põhipositsioone

Esimeste ridade tühjaks jäämine võib anda märku õpilaste madalast õpihuvist, hirmust vastamise ees või umbusust õpetaja vastu.

Auditooriumi nurgas istuvad tavaliselt endassetõmbunud õpilased, õpetaja nina all aga need, kellega õpetaja kõige kindlamini võiks arvestada.

Üksteise lähedal istuvad õpilased on omavahel rohkem seotud, distantsti hoidvad õppijad aga võõrad või reserveeritud. Seda võiks arvestada ka aktiivõppe ülesannete andmisel.

Silmside õpetajaga annab märku avatusest ja usalduslikkusest, pilgu vältimine aga on reserveeritud hoiaku märgiks.

Informatiivne on ka see, kui täpselt keegi kohale tuleb. Varane kohaletulek võib olla lugupidamise, koostöövalmiduse ja heasoovlikkuse tunnuseks. Täpselt tulevad kohale asjalikud, toimekad ja pedantsed isikud. Hilinema kipuvad enamasti boheemlased ja õppimisse lohakamalt suhtuvad õpilased.

4.9.4 Selgelmõistetavus

“Ma ei õpeta kunagi oma õpilasi. Ma püüan luua neile tingimusi, kus nad saaksid ise õppida.” Albert Einstein

Ükskõik, millise suhtlemise vormiga tegemist ka ei oleks, STEM valdkonna õpetamisel ei tohiks kunagi unustada üht väga olulist strateegiat – mõistetavust ehk selgust (*clarity*). See reegel ei kehti mitte ainult kõnelise suhtlemise kohta, vaid isegi suuremas ulatuses teaduslike ja tehniliste tekstide kohta.

Mis iseloomustab selgelmõistetavat (lihtsaltmõistetavat) kõnet või teksti? Milliste tunnustega saab mõistetavust iseloomustada?

Juba eelmise sajandi 30-ndadel aastatel hakati otsima meetodeid tekstide loetavuse või mõistetavuse analüüsiks ja hindamiseks.

Hamburgi koolkonna esindajad Langer ja Schulz, Thun ja Tausch (Melezinek 1999) on välja arendanud sobiva, paljudele empiirilistele uurimustele tugineva mõistetavuse kontseptsiooni. See kontseptsioon on kasutatav nii selgelmõistetava suulise tehnilise informatsiooni kui ka tehniliste ja teadustekstide koostamiseks ja analüüsiks.

Keeruline sõnastus ei väljenda teaduslikkust. Nii mõnedki esinejad või tehniliste tekstide koostajad ei arvesta tavaliselt, kuidas on seotud kõne või teksti mõistmine kuulmise ja nägemisega. Arvatakse isegi, et raskestimõistetavus ja suure hulga võõrsõnade kasutamine äratav aukartust ja on teaduslikkuse tunnuseks. Kuid see ei ole kaugeltki nii. Raskesti mõistetavad formuleeringud ei arvesta adressaatide aja ja pingelise tööga. Õpilaste huvi kaob, kui nad peavad kuulama võõrsõnadega liigselt pikitud loengut.

Langer ja Schulz, Thun ja Tausch on esitanud **Hamburgi koolkonna neli mõistetavuse tunnust**:

- *lihtsus*;
- *liigendatus–kord*;
- *lühidus–täpsus*;
- *lisastiimulid*.

Kui teadustekstide või suulise ettekande analüüsimisel võib leida eelpool esitatud tunnuseid, loetakse materjale lihtsaltmõistetavateks.

Langer ja Schulz ja Thun ja Tausch töötasid välja üksikasjaliku meetoodika tekstide ja suulise esinemise mõistetavuse analüüsimiseks ning hindamiseks. Autorid kasutasid selleks *viieastmelist skaalat* (+2, +1, 0, -1, -2). Vaatleme seda mõistetavuse hindamise meetoodikat lähemalt.

Tunnuse **lihtsus** määramise meetoodika kasutamise algoritm on esitatud **tabelis 4.4**. Teksti mõistetavuse tunnus **lihtsus (selgus)** tugineb eelkõige lihtsusele lauseehituses ja sõnade valikus. Selle tunnuse positiivne poolus on lihtsus, negatiivne aga keerukus. Väga lihtsalt formuleeritud tekstid hinnatakse väärtusega +2, väga keerulised aga väärtusega -2.

Tabel 4.4 – Tehniliste tekstide lihtsuse määramise meetoodika

Lihtsuse tase		
Lihtsus	+2 +1 0 -1 -2	Keerukus
Lühikesed, lihtsad laused		Pikad, keerulise ülesehitusega laused
Ladusad sõnad		Konarlikud sõnad
Selgitatud erialaterminid		Selgitamata erialaterminid
Konkreetne		Abstraktne
Näitlik		Mittenäitlik

Tehnilised ja teaduslikud tekstid peaksid omama **tabelis 4.4** esitatud kõigis kriteeriumites positiivseid väärtusi, et olla lihtsalt mõistetavad.

Mõistetavuse tunnuse **liigendatus-kord** määramisel analüüsitakse ja hinnatakse, kas laused on loogilises järjestuses või järgnevad üksteisele seosetult. Teksti sisemise korra kõrval hinnatakse ka välist liigendatust: tekstilõikude ülevaatlikku grupeerimist, struktureeritust, liigendavaid märkusi teksti alguses ja lõpus. Niisiis on siin tegemist olulise ja vähemtähtsa informatsiooni selge eristamisega. **Tabelis 4.5** on esitatud meetoodika kasutamise algoritm tunnuse **liigendatus-kord** määramiseks.

Tabel 4.5 – Tehniliste tekstide liigendatuse määramise meetoodika

Liigendatuse-korra tase		
Liigendatus-kord	+2 +1 0 -1 -2	Liigendamatus-seosetus
Liigendatud		Liigendamata
Õige järjestusega		Seosetu, segane
Ülevaatlik		Ei ole ülevaatlik
Olulise ja ebaolulise hea eristamine		Olulise ja ebaolulise halb eristamine
„Punane joon” jääb lõpuni nähtavaks		„Punane joon” katkeb tihti
Loogiline järjestatus		Loogiline järjestatus puudub

Ka sellele tunnusele **tabelis 4.5** esitatud kõik kriteeriumid peavad omama positiivset väärtust, et tehniline ja teadustekst oleks lihtsalt mõistetav.

Mõistetavuse tunnus **lühidus-täpsus** tegeleb keelekasutuse analüüsiga. Informatsiooni lühike esitus asub siin positiivsel poolusel ja paljusõnalisus ning laialivalgusus negatiivsel poolusel. **Tabelis 4.6** on esitatud meetoodika kasutamise algoritm tunnuse **lühidus-täpsus** määramiseks.

Siiski tuleb arvestada, et materjali liigne kokkusurutus, samuti nagu ka liigne laialivalgusus, takistavad selle meeldejäämist. Seetõttu peaks tunnuse **lühidus-täpsus** kriteeriumite optimaalne väärtus asetsema tunnuse taseme skaala keskosas.

Teksti mõistetavuse tunnuse **lisastiimulid** määramisel analüüsitakse, kas ja kui palju sisaldab tekst ergutavaid stiimuleid ehk abinõusid, mis peaksid sihtrühmal tekitama huvi ja osalemissoovi (näiteks retoorilised küsimused, elulised näited, jne). **Tabelis 4.7** on esitatud meetodika kasutamise algoritm tunnuse **lisastiimulid** määramiseks.

Tabel 4.6 – Tehniliste tekstide lühiduse-täpsuse määramine

Lühiduse-täpsuse tase		
Lühidus-täpsus	+2 +1 0 -1 -2	Paljusõnalisus
Piirdutakse olulisimaga		Palju mittevajalikku
Kokkusurutud		Laialivalgus
Õppe-eesmärgile kontsentreeritud		Tihti teemast kõrvalekalduv
Lühike		Põhjalik
Iga sõna on vajalik		Palju sõnu võiks välja jätta

Selle mõistetavuse tunnuse puhul ei saa anda optimumile nii üheseid nõudeid nagu eelnevate tunnuste puhul. Pigem asub ka selle tunnuse optimum siiski skaala keskel. Arvestada tuleks, et lisastiimulid on mõistetavust parendavad vaid ühendatuna hea **liigendatuse-korra** tunnusega.

Tabel 4.7 – Tehniliste tekstide lisastiimulite määramise meetodika

Lisastiimuli tase		
Lisastiimulid	+2 +1 0 -1 -2	Lisastiimul puudub
Ergutav		Kuiv/kaine
Huvitav		Värvitu
Vaheldusrikas		Üksluine
Isiklik		Isikupäratu

Tekstide selgeltmõistetavusega on Eestis tegelenud Jaan Mikk, kes on avaldanud ka hulgaliselt artikleid ning raamatuid sellealaste uurimistööde kohta. Viimastel aastatel on selgeltmõistetavusele hakatud üha suuremat rõhku panema ja selle tähtsusele viitab ka rahvusvahelise selge keele päeva tähistamine üle maailma iga aasta 13. oktoobril.

4.9.5 Suhtlemise struktuur

“Ma õppisin isegi siis, kui andsin oma viimase tunni.” Claude Moore Fuess

Õpetaja juhtimisstiili vaatevinklist ning õppetöös osalemise taseme järgi võib eristada viit olulisemat suhtlemise struktuurivormi. Lähtudes P. Heinemann'i idealiseeritud viiest liikmest koosnevast suhtlemise süsteemist, esitlemegi järgnevalt neid suhtlemise struktuurivorme (Melezinek 1999).

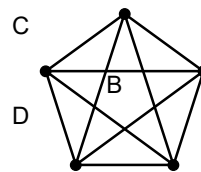
Selel 4.23 on esitatud suhtlemise **täisstruktuur** – kus igal liikmel on võrdsed suhtlemise võimalused ja ühelgi liikmel ei ole kesket positsiooni. Ülesannete lahendamiseks ei ole sellise struktuuriga süsteemid eriti sobilikud, sest nõuavad rohkem aega. Sellise struktuuri liikmed on alati kõige rahulolevamad. Täisstruktuur sobib konverentsiks, probleemilahenduseks, diskussiooniks, ajurünnakuks, rühmatööks, see võimaldab vaba mõttevahetust ja aktiivset koostööd. Täisstruktuuriga suhtlemise süsteemid ei ole aga reeglina eriti stabiilsed ja kalduvad üle minema struktuurideks, milles teatud liikmed saavutavad keske juhtpositsiooni.

Selel 4.24 on kujutatud suhtlemise **ringstruktuur**. Ka siin on kõigil liikmetel võrdsed suhtlemisvõimalused – iga liige saab otse suhelda ainult kahe naabriga, teistega on tal vaid kaudne side. Kasutatakse rühmatöös ja seminarides. Suhtlemise ringstruktuuril ei ole kindlat juhti. Süsteem on sarnaselt täisstruktuurile vähe stabiilne. Ülesannete lahendamisel tehakse ringstruktuuri kasutamise korral kõige rohkem vigu, aga neid ka korrigeeritakse kõige sagedamini.

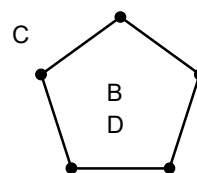
Selel 4.25 on visandatud suhtlemise **kettstruktuur**, mis sarnaneb katkestatud ringile, kus ühel liikmel on keskne positsioon. Kettstruktuuris suheldakse näiteks hobuseraua kujulise laua taga rühmatöös või seminaril.

Selel 4.26 on näitlikustatud suhtlemise **Y-struktuur**, mis kujutab endast süsteemi, milles ühe liikme keskne positsioon on veelgi tugevamalt rõhutatud. Kasutatakse juhendatud õppimisel, rühmatöös, kus on valitud kindel rühmajuht jms.

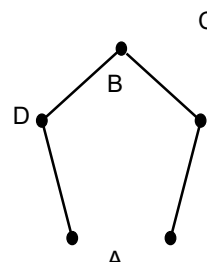
Selel 4.27 on visandatud suhtlemise **tähtstruktuur** – kus üks liige on kindlal juhtpositsioonil. Sellise struktuuriga suhtlemise süsteemi puhul on liikmete töördõm ülesannete lahendamisel, rahulolu ja aktiivsus erinev just ebaühtlaselt jaotatud suhtlemise võimaluste tõttu. Tsentraliseerimine tagab aga suhteliselt suure süsteemistabiilsuse, kui positsioonis C on õpetaja. Tähtstruktuuri nimetatakse ka **didaktiliseks**



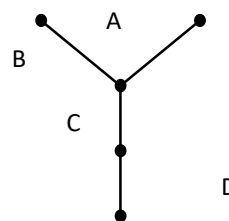
Sele 4.23 – Suhtlemise **täisstruktuur**. Igal liikmel on võrdsed võimalused.



Sele 4.24 – Suhtlemise **ringstruktuur**. Iga liige saab otse suhelda ainult kahe naabriga.



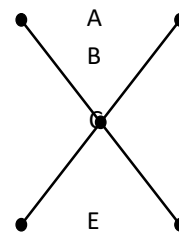
Sele 4.25 – Suhtlemise **kettstruktuur**. Üks liige saab keskse positsiooni



Sele 4.26 – Suhtlemise **Y-struktuur**. Ühe liikme keskne positsioon pääseb veel rohkem esile

struktuuriks, kui see on kasutuses klassikalises loengus, kus õpetaja seisab klassi ees ja õpilased istuvad ning kuulavad ja teevad märkmeid. Suhtlemine on sel juhul reeglina ühesuunaline.

Kokkuvõtvalt võib tõdeda, et kasvava tsentraliseeritusega grupi töö tulemuslikkus kasvab, väheneb tehtud vigade arv ja ülesande lahendamiseks vajalike suhtlemiste arv, mille tulemusena kulub ülesannete lahendamiseks ka vähem aega. Samaaegselt erineb aga üksikute liikmete rahulolu tase: kesksel positsioonil olevad liikmed on rahulolevamad kui äärepositsioonidel olevad liikmed.



Sele 4.27 – Suhtlemise tähtstruktuur. Üks liige on kindlal juhtpositsioonil

Lähtuvalt eelnevalt visandatud erinevatest suhtlemise struktuurivormidest, võib õppetöös tavapärased suhtlemisvormid järjestada teljel *õpetajakeskne* – *õpilaseskne*.

Õpetajakeskne suhtlemise struktuur õppetöös vastab tähtstruktuurile (sele 4.27), õpilaseskne suhtlemise struktuur õppetöös vastab täisstruktuurile (sele 4.23).

Tekkib pragmaatiline küsimus, missugune nende kahe pooluse vahele jäävast struktuurist on sobivaim efektiivseks STEM ja tehnikaainete õpetamiseks? Tuleb tunnistada, et tehnikaspetsialist valiks temale omases optimeerimispuudluses sellise struktuuri, mis pakuks nii rahulolu kui ka efektiivse töö võimalusi. Praktilised puudlused tehnikahariduses täiendavad õpetajakeskset õppetööd (frontaalne õpetamine) grupikeskse õppetööga (aktiivõpe). Näiteks frontaalloengu läbiviimisel stimuleeritakse inseneripedagoogikas kuulajate ja õpetaja vahelist aktiivset suhtlemist. Väheste kuulajaskonnaga frontaalõppetööd ei esinegi nii väga harva, samal ajal kui kogenud õppejõud suudab läbi viia ka 100-liikmelise kuulajaskonnaga loengus aktiivse diskussiooni.

4.9.6 Õpetaja juhtimisstiil

„Iga õpetaja kohta, kes soovib väga õpetada, on tavaliselt 30 õpilast, kes nii väga õppida ei tahagi.“ W.C. Stellar

Õpetaja on õppetegevuse juht ja õppekeskkonna looja. Vastastikmõju õpilaste grupis sõltub oluliselt õpetaja juhtimisstiilist. **Eristatakse kolme juhtimisstiili** (Melezinek 1999):

- **autoritaarne stiil** – iseloomulik on õpetaja dominantne käitumine, dirigeerivad tegevused ja vähene õpilaste mõistmine. Õpilased ei pruugi mõista, mida ja milleks nad õpivad. Sellise stiili puhul saab küll läbi töötada suurema hulga õpetatavat materjali, kuid rahulolu ja rõõm õppimisest puudub. Õpilastel on vähe iseseisvust ja individuaalsust;
- **demokraatlik sotsiaal-integreeritud stiil** – iseloomulik on õpetaja vähemdirektiivne käitumine, enam pööratakse tähelepanu positiivsetele emotsioonidele ja materjalist arusaamisele. See juhtimisstiil annab parimaid tulemusi, grupis tekib sõbralik õhkkond, on kõrgeim motivatsioon ja õpilased töötavad iseseisvalt ka õpetaja puudumisel;
- **liberaalne, isevoolu ehk mittesekkuv stiil** – õpetaja ei sekku üldse või sekkub väga vähe grupis toimuvatesse protsessidesse, pigem distantseerub ja käitub pealtvaatajana, kuid on pidevalt kohal. Sel juhul töötab õpilaste grupp kõige vähem ja ka õpitakse kõige vähem.

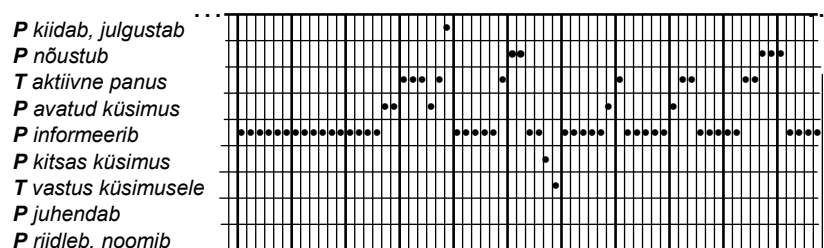
Iga õpetaja saab vägagi kindlalt määrata, kas õppetund möödus edukalt ja kas grupis on piisavalt hea õhkkond. W. Thomas'e poolt on välja töötatud IBM täiendusõppe jälgimiskriteeriumid, mis võimaldavad analüüsida vastastikmõju õppetöös. Analoogseid jälgimiskriteeriume kasutatakse ka inseneripedagoogikas õppetegevuse analüüsil ja vaatlusel.

Inseneripedagoogikas toimub vastastikmõju protokollimine õpetaja ja õpilaste tegevuse graafilisel kujutamisel kindlate kriteeriumide alusel. Abtsiss-teljel on aeg, kus iga minut on jaotatud 6-ks intervalliks. Ordinaatteljele on kantud jälgitavate kriteeriumide süsteem. Noteerimisel kantakse ajajaotusele vastavalt punktid vastava kriteeriumi juurde.

Jälgimiskriteeriumide **üheks näiteks** inseneripedagoogikas **võiks olla**:

- **informeerib** – õpetaja esitab õpetatavat materjali;
- **kiidab, julgustab** – õpetaja kiidab ja julgustab õpilasi, toetab neid sõnadega „õige”, „jah” jne;
- **seletab, nõustab** – õpetaja seletab lähemalt üksikut mõtet, süveneb probleemi, arendab seda edasi, tõestab seda jne;
- **avatud küsimus** – õpetaja esitab küsimuse, millele vastamine nõuab kompleksset mõtetegevust, näiteks „Millised on võimalikud tagajärjed...?” või „Mis võimalused avab...?”;
- **kitsas küsimus** – õpetaja esitab küsimuse, millele saab ainult üheselt vastata, näiteks „jah” või „ei”;
- **noomib** – õpetaja noomib, kutsub korrale;
- **juhendab** – õpetaja annab õpilastele korraldusi ja juhiseid, suunab;
- **aktiivne tegevus** – õpilased osalevad aktiivselt, esitavad küsimusi. Õpilaste aktiivset osalemist saab stimuleerida avatud küsimuste esitamisega, märgatavate pausidega, aktiivmeetodiga interaktiivses loengus, ülesannete lahendamisega jne;
- **vastus küsimusele** – õpilased vastavad lühidalt, peamiselt pärast õpetaja otsest pöördumist, vastuseid antakse enamasti õpetaja kitsastele küsimustele.

Selel 4.28 on näitena esitatud eespool kirjeldatud õppetöö vaatluse täidetud protokoll. Protokollist nähtub, et õpetaja (P) esitas tunni esimestel minutitel peamiselt uut informatsiooni, mille käigus toimus õpetaja ja õpilaste (T) vaheline vastastikmõju.



Sele 4.28 – Õppetöö vaatluse täidetud protokoll

Õpetaja saab esitatud vaatluslehte kasutada ka mõne oma kolleegi õppetöö analüüsimiseks või iseenda tunni helisalvestise hilisemaks analüüsimiseks. Eelistatud on videosalvestised, mis võimaldavad lisaks ka kõigi käitumisviiside analüüsi (õppurid ja õpetaja). Õpetaja saab sel moel teada, milliseid efekte kutsuvad esile kasutatud õppemeetod, mida ta õppe-eesmärke silmas pidades saavutab jne. Selline analüüs

võimaldab teaduslikult kontrollitud baasil saavutada efektiivsemat STEM valdkonna ja tehnikaainete õpetamist. Õppetegevuse vaatluseks on võimalik koostada erinevaid vaatluslehti (vt ka ptk 10.5 – Õppetegevuse vaatlus ja kolleegide tagasiside).

4.9.7 Distsipliin ja „kriisikliinik“

„Haridus on väga huvitav asi, kuid hea oleks aeg-ajalt meelde tuletada, et seda, mis elus tegelikult väärt on, ei olegi võimalik koolis õpetada...“ Oscar Wilde

Tüüpiline loeng: üks õpilane hilineb ja jalutab rahulikult klassi, paljud tegutsevad läptopis, paar õpilast räägivad vaikselt omavahel, üks tukub, mobiiltelefon heliseb...

Ikka ja jälle murravad õpetajad pead järgmiste probleemide pärast tunnis:

- õpilased hilinevad;
- õpilased puuduvad;
- õpilased tegelevad tunnis muude asjadega;
- allumatud õpilased;
- halvad kontrolltöö tulemused;
- spikerdamine ja plagiaat;
- õpetaja teeb vea.

Ikka leidub keegi, kes on vahel vaenulik või soovib näidata oma üleolekut, loeb tunnis ajalehte, igavleb demonstratiivselt, tukub, teeb pidevalt täpsustavaid vahemärkusi, vajab tähelepanu ja segab teisi, esitab intrigeerivaid küsimusi, otsib pidevalt vigu ja targutab... Mida peaks sel juhul tegema?

Teie esimene valik olgu heatahtlikkus, huumor ja naeratus. Kiuslikele küsimustele vastake: „See on väga hea küsimus, seda tasub ühiselt arutada!“ Seejärel küsige teistelt: „Mida teie arvate?“ Nüüd on enamus auditooriumist Teie paadis. Lisaks olete selle repliigi ajal jõudnud mõelda, mida vastata.

Kui keegi püüab pidada tunni ajal pikemat dialoogi ja soovib seeläbi tähelepanu, viidake ajapuudusele, sest vajalik materjal on tarvis läbida ja lubage temaga edasi vestelda vaheajal. See tagab ka võrdse kohtlemise põhimõtte.

Kui on keegi, kes soovib näidata oma üleolekut, kaasake ta õpetamisesse, kutsuge endale assistendiks – muutke teadlik konkurents koostööks.

Kui on keegi, kes targutab alusetult, lihtsalt tähelepanu soovides, öelge talle, et ka Teie olite samal seisukohal enne, kui olite tutvunud vastava uuema teaduskirjandusega, aga nüüd on Teie seisukohad muutunud.

Kui kommenteerijal on õigus või ta pakub mõne uudse huvitava vaatenurga, tänage teda siiralt. Tänu temale olete ka ise targemaks saanud. Õpetamine on õppimine. Õppimine ei ole kunagi häbiasi. Oma õpilastelt õppimine on aga lausa auasi.

Kõik sõltub sellest, kas õpilaste tegevus tunnis on häiriv või mitte. Häiriv tegevus on rääkimine (nii omavahel kui ka telefoniga), krabistamine ja muu müra tegemine, hiline mine, ruumis ringi jalutamine. *Tegevused, mis ei häiri* on magamine (norskamata), lugemine, kikivarvul klassiruumi sisenemine ja kohale istumine jne. Määrav on ka see, kas häiriv tegevus toimub korduvalt või esmakordselt. Kõigepealt tuleks õpetajal langetada järgmised otsused: kas õpilaste tegevus segab või ei sega teisi õpilasi õppimisel ja õpetajat õpetamisel ning kas see tegevus toimub esmakordselt. Seejärel tasuks mõelda, kuidas lõpetada häiriv tegevus ja mida peaks segajaga ette võtma pärast tundi.

Kui Te ei tee midagi, et lõpetada ka seda pidevat tegevust, mis ei häiri teisi, muutub see tegevus pikapeale häirivaks. Häiriva tegevuse ignoreerimine ei ole samuti arukas mõte. Kui lubate häirival tegevusel jätkuda, võib klass ajapikku Teie kontrolli alt väljuda. Reageerige igale ebasoovitavale käitumisele koheselt. Ärge kunagi ignoreerige ühtegi distsipliini rikkumist! Mida kauem Teie viivitate, seda rangemad meetmed tuleb hiljem kasutusele võtta (Nilson 2003).

Kui üliõpilane häirib tundi esmakordselt, unustage see. Kui see Teid segab, rääkige temaga vajadusel pärast tundi. Hoiatage, et oluline info võib õpilase tegevuse tõttu tunnis märkamata jääda ja ta segab oma kaasalasi, kes soovivad õppida. Ärge andke õpilastele ülesandeid või aktiivset tegevust karistuseks.

Õpetaja reaktsioon häirivale tegevusele võib olla erinev:

- *agressiivne* – karjumine ja asjade loopimine;
- *passiivne* – häiriva tegevuse ignoreerimine;
- *enesekindel* – tooge selgelt ja rahulikult välja probleem, mis Teid häirib ja öelge, mida Te õpilastelt nõuate.

Kas agressiivne reaktsioon töötab? Lühiajaliselt kindlasti – kui karjute õpilaste peale, et nad vait jääksid, siis reeglina nad seda ka teevad. Te võidate lahingu, aga kaotate sõja. Te kaotate enesekontrolli selleks, et kontrollida klassi käitumist ja seeläbi kaotate Te õpilaste usalduse.

Kas passiivne reaktsioon mõjub? Tunnis rääkimise ignoreerimine on vilets mõte. Te annate sellega õpilastele selge signaali, et Teie tunnis on kõik lubatud.

Vaikimine ja demonstratiivne ootamine raiskab kõigi väärtuslikku aega ja karistab kõiki õpilasi, ka neid, kes ei häirinud teisi ja tulid kohale, et õppida.

Ukse lukustamine hiline mine vältimiseks karistab ka neid, kes vaid ühe korra, mõjuva põhjusega hilinevad. Samuti on see ohutuse vaatevinklist mõtlematu tegu.

“Äkki räägite meile ka seda nalja” – on tegelikult õpilaste panemine piinlikku olukorda, mille järel Te kaotate nende usalduse. Te ei saa kohe kindlasti teada, mis neile tegelikult nalja tegi.

Kõige tõhusam oleks kasutada enesekindlat, otsest reaktsiooni. Vaadake segajate poole ja öelge rahulikult: “Vabandage mind – te segate oma tegevusega teisi. Palun lõpetage see koheselt ja austage oma kaasalasi, kes soovivad õppida.” Reeglina nad ka lõpetavad tunni segamise. Te saavutate kontrolli ilma agressiivse suhtumise ja sarkasmita, õpilased peavad Teist lugu.

Kui peate korrale kutsuma pidevalt ühte ja sama õpilast, rääkige temaga rahulikult pärast tundi. Öelge, et tema tegevus on häiriv, see segab neid kaasõpilasi, kes soovivad õppida ja häiriv tegevus peab seetõttu lõppema. Küsige segajalt, miks ta seda teeb. Miks ta ei austa oma kaasalasi, sest austus on reeglina vastastikune. Te saavutate eesmärgi ja taastate klassis korra.

Tunni segamine - rääkimine – juhuslikud õpilaste omavahelised jutuajamised on enamasti ettearvatavad. Selle lõpetamiseks paluge enesekindlalt õpilasel lõpetada tunni segamine. Teiseks võimaluseks on tundi segavale õpilasele lähemale astumine, ise samal ajal tundi edasi pidades. Kui õpilane ei lõpeta tunni segamist, pöörduge tema poole: „Ma arvan, et te peaksite tähelepanelikum olema!” või „Te segate oma kaaslast, arvestage palun ka teistega!“. Kui ka see ei aita, saatke segaja klassist välja ja jätke õpilase enda hooleks, kust ta vastava tunni õppematerjali saab.

Hilinemine – kui mõni õpilane hilineb pidevalt, rääkige temaga pärast tundi. Kui see siiski ei aita, tehke tema klassiruumi sisenemisel pikk paus, sellega pöörduv kõigi tähelepanu hilinejale. Võite kroonilistele hilinejatele ka esireas kohad reserveerida ja siis paluda neil teenitult istuda nn „hilinejate looži“. Kui õpilane hilineb korduvalt, paluge tal vabandust paluda oma kaaslastelt selle eest, et ta nende õppimist segas ja alles seejärel lubage tal istuda oma kohale.

Autoriteetne õpetaja kehtestab õpilastele käitumisstandardid, esitab õpilastele oodatavad käitumisnormid ja reeglid ning teavitab nendest üleastumise tagajärgedest juba esimesel kohtumisel ja teeb seda mitte laskudes õpilaste tasemele, vaid tõstes õpilased oma tasemele. Õpetajal on õigus premeerida ja karistada õpilasi tema vastutuse ja õiguste piires, hoidmaks distsipliini ja tagamaks õppe-eesmärkide saavutamist. Distsipliini ei tohi õpetaja kasutada aga oma autoriteedi või jõu näitamiseks. Distsipliini eesmärgiks on saavutada õpilaste oodatav käitumine ja enesedistsipliin. Distsipliini soovitatakse kasutada kui treeningut, mis loob võimalused õppimiseks.

Seletage õpilastele juba esimeses tunnis, milliseid käitumisviise ja tegutsemist Teie oma tunnis aktsepteerite ja põhjendage, miks – põhilisemateks põhjendusteks on, et teisi õpilasi tuleb austada ja õppimisel mitte segada ning püstitatud õppe-eesmärgid tuleb etteantud aja jooksul kõigil saavutada. Õpilastele on alati sobiv soovitada teha teistele seda, mida nad soovivad, et teised neile teeksid. Tutvustage õppe-eesmärke, hindamise aluseid ja järgivastamise võimalusi. Seletage õpilastele oma suhtumist õppetööst osavõttu, spikerdamisesse, tegemata kodutöösse, hilinemisesse ja puudumistesse. Võite keelata mobiiltelefoniga rääkimise, sülearvuti (kui sülearvuti kasutamise tõttu õpilane tunnis ei osale ja see segab teiste õppimist, võib õpetaja selle kasutamise keelata) ja kõrvaklappide kasutamise, sest sel juhul ei toimu isegi juhuslikku ehk tahtmatut õppimist (*accidental learning*). Looge tunnis positiivne ja toetav õhkkond.

Paljud õpetajad kehtestavad järgmised põhireeglid (Lang & Evans 2006):

- keegi ei räägi tunnis õpetajast valjemini;
- teiste õigusi ja tundeid tuleb austada;
- teiste omandit tuleb austada;
- loengu või presentatsiooni ajal tohib rääkida vaid üks esineja korraga, üksteisele antakse sõna;
- tunnis tuleb olla tähelepanelik ja kaasa töötada;
- kõik vajalikud õppevahendid tuleb õpilastel endil tundi kaasa võtta.

Oma käitumisega peate ka ise olema õpilastele eeskujuks (näiteks: ärge hilinege ega rääkige tunnis mobiiltelefoniga), käituge korrektselt ja viisakalt. Kui Te soovite, et õpilased ei segaks jutule vahele, ärge tehke seda ka ise. Kui soovite, et õpilased esitaksid kodutööd õigeaegselt, tagastage ka ise õigeaegselt parandatud kontrolltööd. Kui kutsute õpilase konsultatsioonile, olge ise ka kohal. Kui nõuate punktuaalsust, alustage ja lõpetage oma tund õigeaegselt (Nilson 2003).

Kui õpilane rikub distsipliini, jääge rahulikuks, ükskõik kui väga see Teid ka ei vihastaks – ärge laskuge tema tasemele! Lugege kümneni, hingake sügavalt sisse ja ärge kaotage enesekontrolli! Kui Te jääte

rahulikuks, võidate teiste õpilaste toetuse, kes omakorda võivad kasutada sotsiaalset survet reeglitest üleastuja korrale kutsumiseks. Õpetaja on reeglina kõige vanem ja arukam isik klassiruumis ning peab ka selleks jääma.

Daniel Elliott (Elliott 2005) soovib õpetajal esimeses tunnis jaotada õpilased 3-4-liikmelisteks gruppideks ja paluda igal grupil esitada 5 käitumisreeglit, mida järgneva õppeaasta jooksul tunnis üheskoos järgitakse. Koos valitakse seejärel välja ühised lõplikud käitumisreeglid, millele õpetaja lisab täiendavalt omapoolsed nõudmised. Selline ühine käitumisreeglite koostamine loob klassis positiivse õhkkonna ja reegleid täidetakse ning nende täitmist jälgitakse üheskoos meelsamini. Tihti sellised reeglid ka allkirjastatakse ühiselt.

Spikerdamine – spikerdamist loetakse ebaeetiliseks käitumiseks ja plagieerimiseks. USA 31 kõige kõrgemalt hinnatud ülikooli vilistlaste seas 1990. aastal läbiviidud küsitluse andmetel spikerdas 33% üliõpilastest pidevalt, 45% aga väitis, et spikerdas õpingute jooksul mõnel korral. 2001. aastal läbiviidud kordusuuringul väitis aga juba 75% küsitletud üliõpilastest, et on spikerdanud korduvalt. Ka Eestis on spikerdamisega kõigis kooliastmetes, sealhulgas ka ülikoolis, suured probleemid. Spikerdamise põhipõhjuseks tuuakse võistlust paremate hinnete eest. Kindlasti on paljudki õpetajad tähele pannud eksami või kontrolltöö ajal ärevaid pilke, spikrite edasiandmist, närviliselt oma asjades sorimist, mobiiltelefonis tegutsemist, pidevat peopessa vaatamist ja muidugi identseid vastuseid (ka sarnaste vigadega) kontrolltöödes ning eksamil. KTH-s on alates 2012. aastast lubatud üliõpilastel piiramatul arvul kordadel parandada oma testide ja eksamite tulemusi, mis on viinud spikerdamise vähenemiseni. Lisa Shu Harvardi Ülikoolist viis läbi uuringu, kus õpilased kahes rühmas sooritasid teadmiste kontrole, kusjuures ühe rühma üliõpilased pidid eelnevalt enne testi läbimist allkirjastama eetikakoodeksi alusel koostatud lepingu, kus kinnitasid, et spikerdamine on ebaeetiline ja andsid lubaduse mitte spikerdada. Uuringu tulemused näitasid spikerdamise vähenemist rühmas, kus õpilased allkirjastasid lepingu (Personality and Social Psychology Bulletin Vol. 37, No. 3). Spikerdamise vähenemist on toonud ka rühmaeksami kasutamine.

Või ehk on Teiega juhtunud ka järgmine lugu? Tööd on hinnatud ja õpilastele tagastatud. Üks õpilane tuleb Teie juurde ja näitab lehekülge, millel ei ole ühtegi punast märki ja millel on ülesanne õigesti lahendatud. Ta kurdab, et hindamisel on see kontrolltöö leht vist "kahe silma vahele jäänud" ja nõuab hinde tõstmist.... Soovitav on igale kontrolltöö lehele teha märke, et see on kontrollitud, sel juhul ei ole võimalik parandatud kontrolltöös lehti välja vahetada. Ka ei peaks õpetaja sellisel juhul hinnet muutma.

Richard Felder (2011) jaotab spikerdamise järgmiselt:

- eelluure – keegi saab eelnevalt ülesanded teada;
- sõbra abiga – SMS, foto või sõnum telefonis;
- loomulikud vajadused – õpilane peab kiiresti ruumist lahkuma;
- on/ei ole – ei antagi tööd ära ja väidetakse, et õpetaja on selle ära kaotanud;
- kiirvahetus – pärast hindamist asendatakse vale lahendusega leht uue ja õigega;
- palgatakse "asenduskeha", kes õpilase asemel kohale tuleb ja testi sooritab;
- rahvaluule – eelnevalt testi teinud õpilased annavad ülesanded järgmistele – see on õpetaja süü ja seda saaks ära hoida.

Spikerdamise vastu on võimalik kasutada järgmisi võtteid:

- ärge järke teste lohakile, ka faile mitte;
- teadke mitu tööd te välja jagasite ja lugege need testi lõpus üle;
- ärge teatage õigeid vastuseid enne, kui kõik on oma tööd ära saanud;
- registreerige testil osalenutelt ära korjatud tööd nimeliselt;
- vajadusel võite "sullerite" töödest koopiad teha;
- nõudke tervet lahenduskäiku, ärge leppige ainult vastusega;
- lubage kasutada abimaterjale, teha rühmatööd, küsida nõu;
- arutage eelnevalt läbi spikerdamisega kaasnevad riskid ja tagajärjed;
- tutvustage ülikooli eetikakoodeksit;
- ärge saatke ülesandeid/vastuseid õpilastele meilitsi;
- kontrollige õpilastelt saadetud failide autorit, aega ja kuupäeva;
- andke üleastumiste kohta kohest tagasisidet;
- ärge korrake samu töid ja ülesandeid teistes rühmades;
- koostage õpilastele tegevusjuhis teadmiste kontrolliks valmistumiseks;
- koostage teste, mis põhinevad õpitul, on arusaadavad ja lahendatavad;
- seletage oma õpilastele spikerdamise analoogiat plagieerimisega;
- viige tihemini läbi kontrolltöid, et töö ei toimuks liiga suure aineosa peale;
- uuendage oma kontrolltöö ja eksami küsimusi pidevalt;
- andke vanu kontrolltöid ja eksamiülesandeid õpilastele eelnevalt harjutamiseks kodutöös;
- vahetage kontrolltöös või eksamil ülesannete järjekorda;
- paluge õpilastel isiklikud asjad (ka mobiiltelefon) eksami ajaks eemalasetsevale lauale panna, kuid võtke arvesse, et neil võib telefone olla ka mitu;
- kui abimaterjale lubatakse kasutada, jaotage laiali enda omad, ärge lubage neid õpilastel endil kaasa võtta;
- märkige kontrollimisel töös vale vastus näiteks ristiga ja tehke märke lahenduskäigu lõppu, et vältida õpilaste parandusi pärast töö kättesaamist.

Plagieerimine ehk loomevargus – oma olemuselt on see intellektuaalse omandi vargus, sest originaali autorile ei viidata. Plagieerimise puhul väidetakse teiste ideed või sõnad olevat enda omad (Nilson 2003). Plagieerimine on tõenäoline, kui:

- õpilane ei esita referaadis või kirjalikus töös viiteloeetelu, või esitab viited, mis ei ole kooskõlas teemaga;
- oma töös esitatakse teiste autorite ideid, jooniseid ja tabeleid neile korrektelt viitamata;
- on esitatud olematud või kättesaamatud viited;
- kui töö ei vasta õpilase arengutasemele.

Plagieerimist saab kontrollida internetis (näiteks, kui interneti otsinguribale trükkida märkide '.....' vahele kaheldav tekstilõik, samuti saab plagiaadikontrolliks kasutada tänapäeval laialt levinud spetsiaalseid arvutiprogramme iThenticate, Grammarly, Small Seo Tools, PlagTracker, SeeSources, PaperRater, PlagiarismChecker, Anti-Plagiarism, DupliChecker, Plagiarisma.net, Plagium, Viper, PlagiarismDetector, Turnitin, CopyScape, Euforus, Kratt vms). Teavitage õpilasti, et Te viite läbi plagiaadikontrolli. Suhelge õpilastega ja jälgige nende töö käiku ning edusamme kursusetöö, lõputöö vms kirjutamise jooksul. Paluge esitada töö ajakava, esialgne kava ja teatud etappide järel vahekokkuvõtte tehtust. Paluge lisada kasutatud internetiartiklite koopiad või lingid.

Soovitus: ärge andke õpilastele selliseid ülesandeid, mille täitmisel oleks võimalik plagieerida või spikerdada. Kaasaegse konnektivistliku õpiteooria alusel on pea võimatu (ja isegi mõttetu) mitte kasutada juba loodud teadmisi ja olemasolevaid allikaid, küll tuleb neile aga neile korrektselt viidata. Seega on õpetaja ülesandeks juba eos võimalik plagieerimine elimineerida ja õpilasi vastavatest nõudmistest informeerida. Kui aga anda kontrolltöös või eksamil kõrgema taseme mõtlemist nõudvaid ülesandeid, analüüsi ja hinnangu andmist ning rühmaülesandeid, siis on õpilastel raskem ka spikerdada.

Tunnist puudumine. Puudutakse reeglina siis, kui õppematerjal on lihtsalt kättesaadav ja õppejõud ei nõua kohalkäimist. Sel juhul, kui peate õpilaste õppimise toetamisel tingimata oluliseks, et õpilased kontakttunnis osaleksid, andke oma nõudmistest õpilastele teada. Viige tunnis läbi aktiivõpet, andke ja hinnake kodutöid, jaotage õpilastele laiali mittetäielikud jaotmaterjale, jaotage tunnis lisamaterjale, viige läbi grupitöid ja seminare, mis lähevad hindamisel arvesse (vt ka jaotised 8.3.2 ja 9). Samuti on ainekavasse õppeinfosüsteemis võimalik vajadusel teha märke, et ainetundides osalemine on kohustuslik.

Erinevaid strateegiaid õpetaja autoriteedi ja distsipliini kehtestamiseks ning säilitamiseks:

1. Hoiatamise strateegia ehk nn „kuuma pliidi mudel“ – kõige traditsioonilisem, vanim seni kasutatud distsipliini strateegiatest, kus õpetaja annab õpilasele märku tema ebasoovitavast käitumisest, kutsub ta korrale ja palub käitumist muuta (Orlich 2007). Eelnevalt tuleks esimeses tunnis kehtestada reeglid. Õpilasel on eelnev hoiatav teadmine (kuum pliit põletab), kui siiski reeglitest üle astutakse, järgneb kohene karistus (kui kuuma pliiti puudutasid, see põletaski). Ebasoovitavale käitumisele järgneb alati karistus (iga kord, kui pliiti puudutad, põletab see jälle). Distsipliinireeglid kehtivad kõigile (kuum pliit põletab kõiki, kes seda puudutavad).

Õpetaja võib saata õpilasele hoiatava ja korralekutsuva pilgu või pöörduda õpilase poole korralekutsuvalt, näiteks: „Peeter, lõpeta rääkimine! Sa segad teisi!“

Hoiatamise strateegia põhineb kahel kontseptsioonil:

- strateegial on kolm taset – madal, keskmine ja kõrge;
- strateegial on kaks suhtlemise vormi – individuaalne ja avalik.

Hoiatamise strateegiat on lähemalt tutvustatud **tabelis 4.8**.

Hoiatamise strateegia võib kokku võtta kahe printsiibiga:

- esitage kohe esimeses tunnis oma nõudmised ja oodatavad käitumisstandardid;
- kui õpilane või õpilaste grupp käitub Teie nõuetele vastuvõtmatus, kasutage hoiatamise strateegiat teiste õpilaste õppetööd minimaalset häirides.

Tabel 4.8 – Hoiatamise strateegia võimalused distsipliini säilitamiseks

Tase või suhtlemise vorm	Selgitus	Hoiatamise strateegia
Madal tase	Sõnatu, signaal või liigutus	Otsa vaatamine, pearaputus, õpilasele lähenemine
Keskmine tase	Sõnaline, vestlus, sundimata	Korralekutsumine, märkuse tegemine, segavate esemete ära võtmine, nõue lõpetada kohe segav tegevus
Kõrge tase	Sõnatu ja sõnaline, kõrgendatud häälega, sundimine	Hääle tõstmine ja segava tegevuse lõpetamise nõudmine, õpilase eraldamine grupist, vajadusel karistamine
Avalik vorm	Kavatsusega, et kogu õpilaste rühm märkaks hoiatust	Rääkimine või käitumine, mis annab õpilasele käsu tegutsemiseks
Individuaalne vorm	Kavatsusega, et ainult väike rühm õpilasi märkaks hoiatust	Märkamatu tegevus, õpilasele lähemale liikumine, temaga rääkimine

Te võite näiteks nõuda, et kontrolltöö ajal ei tohi keegi rääkida enne, kui olete õpilase märguande peale seda lubanud. Sel juhul peavad kõik seda ka järgima ja vajadusel käe tõstma. **Tabelis 4.9** on esitatud sundimise ja suhtlemise võimalik vahekord hoiatamise strateegias.

Alustuseks on alati soovitatav kasutada hoiatamiste strateegia madalaimat taset ja suhtlemise individuaalset vormi. Kui olukord nõuab, tuleb muidugi kasutada ka avalikku korralekutsumist.

2. Kindla distsipliini strateegia ehk Canter'i mudel – strateegia on loodud *Lee ja Marlene Canter*i poolt, et aidata õpetajatel positiivselt mõjutada õpilaste käitumist, jäädes samal ajal „peremeheks” oma tunnis (Orlich 2007).

Õpetajal on õigus:

- luua optimaalsed tingimused õpetamiseks ja õppimiseks;
- eeldada sobivat käitumist;
- eeldada abi juhtkonnalt ja kolleegidelt.

Õpilasel on õigus:

- omada õpetajat, kes aitab areneda, aidates piirata ebasobivat ja ennasthävivat käitumist;
- saada sobivaks käitumiseks vastavat eeskuju oma õpetajalt;
- valida käitumisviise, teades ette oma käitumise loogilisi ja paratamatuid tagajärgi.

Tabel 4.9 – Sundimise ja suhtlemise kombineerimine hoiatamise strateegias

Sundimise tase	Individuaalne suhtlemine	Avalik suhtlemine
Pilk (madal tase)	Õpetaja raputab pead, nii et ainult 1-2 õpilast märkavad	Õpetaja raputab pead dramaatiliselt, enamik õpilasi märkab
Palve (keskmine tase)	Õpetaja läheb õpilasele lähemale, palub tal korralikult käituda ja kasutab sellist hääle intonatsiooni ning maneeeri, et ainult vähesed märkavad	Õpetaja palub õpilasel käituda korralikult sellisel viisil, et kõik märkavad
Hoiatus (kõrge tase)	Õpetaja läheb õpilasele lähemale ja hoiatab, missugused on tagajärjed, kui käitumine ei muutu – mõned õpilased märkavad	Õpetaja hoiatab, missugused on tagajärjed, kui käitumist ei muudeta, valjul ja korralekutsuval häälel – enamik õpilasi märkab

Kindla distsipliini strateegia puhul peab õpetaja juba esimeses tunnis kehtestama oma nõuded ja reeglid ning teavitama nende mittetäitmisest tulenevatest tagajärgedest. Samas teavitab õpetaja õpilasi õppe-eesmärkidest, mida on vajalik õppetöö jooksul saavutada ning hindamispõhimõtetest, mistõttu on eelnevalt tutvustatud reeglid vajalikud. Sellega luuakse positiivne kliima õppetöö läbiviimiseks – õpetaja peab saama õpetada ja õpilased peavad saama õppida ning kõigil on selged ootused.

Kindla distsipliini strateegia koosneb kolmest osast:

- *reeglid* – õpetaja tutvustab selgelt ja arusaadavalt oma nõudeid õpilastele. Soovitav on kehtestada mitte üle viie reegli, reeglite täitmist peaks saama hinnata (ei tohiks kehtestada ebaselgeid reegleid), need peaksid edaspidigi kehtima ja olema õpilastele mõistetavad;
- *positiivne tunnustamine* – õpetaja loob positiivsed õpetaja-õpilase suhted ja seletab koostöö vajalikkust. Õpetaja võib kiita, motiveerida õpilasi teatud privileegidega jne.
- *tagajärjed* – kui mõni õpilane käitub reeglitevastaselt, peab õpetaja kiirelt ja rahulikult reageerima. Tagajärjed peaksid olema ranguse pingereas esimesest eksimusest (leebemad) kuni viienda eksimuseni (ranged). Hoiatus on leebem tagajärg, kooli administratsioonile teatamine ja õppetööst eemaldamine on rangemad tagajärjed. Hierarhia rangeim tagajärg peaks vastama kiusamisele ja kaklemisele.

Kindla distsipliini strateegia põhineb õpetaja veendumusel, et tema õpilased suudavad oma käitumist kontrollida kogu õpiaja jooksul ja arvestada kehtestatud reeglite ning võimalike tagajärgedega.

3. Käitumise muutmise strateegia ehk Skinneri distsipliini *mudel* – põhineb õpilaste soovitud käitumise premeerimisel ja soovimatu käitumise karistamisel. See on strateegiate kogu, mille kasutamisel võite distsipliini õpilaste grupis parendada (Skinner 1971, 1978).

Skinneri mudelit kasutades kujundab õpetaja õpilase käitumise. Õpilase edasine käitumine sõltub eelnenud käitumise tagajärgedest:

- käitumine, mida koheselt kinnitatakse, säilib;
- käitumine, mida ei kinnitata, kaob;
- käitumine, millele järgneb karistus, väheneb.

Põhilised faasid käitumise muutmise strateegias on järgmised:

- *1. faas – esialgse käitumise jälgimine* – õpetaja jälgib ja registreerib semestri alguses õpilaste rühma need ebasoovitavad käitumisviisid, mida tuleks muuta (tegemata kodutöö, tunnis rääkimine, teiste segamine kontrolltöö ajal, spikerdamine jne). Selles faasis selgub, kas probleem tegelikult üldse eksisteerib. Süstemaatiline jälgimine näitab, kas õpilane, kes esialgu käitus halvasti või ei täitnud kehtestatud reegleid, teeb seda sagedamini kui tema kaaslased või ei;
- *2. faas – sekkumine* – esialgne jälgimine on edasise tegevuse aluseks. Näiteks, kui iseseisva töö või kontrolltöö ajal õpilane räägib või segab teisi, võite teda korrale kutsuda ja jälgida, kas järgmisel korral see kordub. Sama kehtib ka näiteks tegemata kodutöö vms korral. Kui

ebasoovitav käitumine ei kordu, on sekkumisel olnud positiivne efekt (sel juhul võib edaspidi õpetaja õpilast kiita selle eest, et ta on ennast parandanud, mis omab väga positiivset efekti);

- **3. faas – esialgse käitumise muutumine** – tavaliselt õpetaja esimesest sekkumisest piisab, et õpilane muudaks oma ebasoovitavat käitumist. Õpetaja võiks jälgida analoogselt 1. faasile edasisi muutusi õpilase käitumises võrreldes esimesest reeglist üleastumisega (üleastumine, sekkumise viis, käitumise muutumine jne);
- **4. faas – sekkumistingimuste ennistamine, uus sekkumine** – kui eelmine sekkumine oli efektiivne ja kutsus õpilase korrale, on soovitatav ka järgmise rikkumise korral kõigepealt analoogset sekkumist kasutada. Kui teistkordse sekkumise järel õpilase ebasoovitavas käitumises soovitavaid muutusi ei ilmne, oli Teil lihtsalt eelmisel korral õnne. Kui esialgsest sekkumisest ei piisa, peate edaspidi rakendama rangemaid meetmeid.

Üldpõhimõtted käitumise muutmise strateegia kasutamiseks (Orlich 2007):

- **tooge esile positiivset** – kiitke õpilast tema käitumise muutumisel (õpilase positiivseid muutusi võib tunnustada mitmeti – verbaalselt (Tubli! Super! Väga hea! Jätka samas vaimus! jne) või mitteverbaalselt (naeratus, kulmude kergitamine, pöidla ülestõstmise märguanne, noogutamine jne);
- **kiitus** mõjub positiivselt ja innustavalt ka kogu õpilaste rühmale;
- **hinnake ka väikest edusammu** – meenutage õpetaja Lauri Oskar Luts'u „Kevades“: „Tõstke oma nõudmisi õpilase edusammudega võrdeliselt“ (see soovitus ei kehti ülikoolides);
- **olge järjekindel** – kui soovite kasutada käitumise muutmise strateegiat ühe õpilase või õpilaste rühma käitumise muutmiseks, olge järjekindel ja nõudlik.

Õppimise algetappidel peaks õpetaja kinnitama igat soovivat käitumist. Soovitava käitumise säilitamiseks tuleks seda perioodiliselt kinnitada. Tuleks kehtestada reeglid ning kasutada kinnitamiseks positiivseid stiimuleid (ergutus, kiitus, jne – kõik, mis kinnitab, et käitumine on soovitatav) ja negatiivseid stiimuleid (korrale kutsumine, märkus, karistus). Kinnitus suurendab soovitava käitumise toimumise tõenäosust, karistus aga vähendab ebasoovitava käitumise toimumise tõenäosust. Käitumise kontrolli parim viis on positiivne kinnitus.

4. Dreikurs'i mudel. Distsipliin ei ole mitte karistamine, vaid enesekontroll. Halb käitumine tuleneb õpilase väärist arusaamast, kuidas võita teiste tähelepanu ja heakskiitu. Õpetajad arvavad enamasti, et õpilaste halb käitumine on suunatud nende vastu (Orlich 2007).

5. Ginott' mudel. Oodatav distsipliin saavutatakse sammhaaval. Oluline on õpetaja enda distsipliin, õpetaja on seega mudelisik, eeskuju, kellelt õpilased käitumist õpivad. Õpetaja peaks aitama õpilastel teha oodatavaks käitumiseks õigeid valikuid. Mudel soovitab õpetajal kasutada mitte „sina-vormis lauseid“ õpilaste korrale kutsumiseks, vaid „mina-vormis lauseid“.

6. Carl Rogersi humanistliku distsipliini mudel. Humanistlikud õpetajad suhtuvad õpilastesse austusega ja *toetavad* neid, arutledes ning pöörates tähelepanu õpilase käitumise ja mõtlemise olulistele aspektidele, soosides iseseisvat, analüütilist mõtlemist. Õpetajad toetavad õpilaste enesehinnangu arendamist, küsides näiteks: „Kui hästi Sa enda arvates seda tegid?“ Ebasoovitava käitumise puhul on soovitatav näiteks õpilaselt küsida: „Kas Sa tahtsid oma käitumisega öelda, et...?“ Arendades õpilase

vastutustunnet, tuleks ebasoovitava käitumise korral õpilaselt küsida: „Mida me Sinu arvates peaksime nüüd tegema?“

7. Kounin'i mudel ehk virvendusefekt – kui Te korrigeerite ühe õpilase käitumist, mõjutab see ka kõigi teiste õpilaste käitumist. Ameerika teadlase J. Kounin'i hinnangul langeb õpilaste segavast käitumisest tunnis 55% rääkimise või muude lärmakate tegevuste kategooriasse. Häiriv tegevus (näiteks närimiskummi närimine, krabistamine vms) moodustab 17% segavatest tegevustest. 28% moodustab kehtestatud nõudmistest üleastumine (hilinemine, tegemata kodutöö jne). Seega enamus õpilaste distsipliiniprobleemidest on hoiatamise strateegia mõistes madalal tasemel. Samal ajal kasutasid õpetajad USA-s 92% juhtudest keskmise ja kõrgema taseme karistust. Ülejäänud õpilased ei kiitnud liigse ranguse tõttu õpetaja tegevust heaks, mille tagajärjel tekkis nn „virvendusefekt“, kus ka need õpilased, kes tegelikult ei rikkunud distsipliini, astusid õpetajaga vastuollu.

4.9.8 Mitmekultuurilise õpperühma õpetamine

„Uue materjali õpetamise viis põhistrateegiat on häälestamine, selgitamine, näitamine, jälgimine ja juhendamine.“ Bruce Barton

Seoses rahvusvahelistumisega, tuleb paljudel õpetajatel üha sagedamini õpetada õpilasi mitmekultuurilises õpperühmas. Õpilased võivad olla sel juhul eri rahvustest, erinevatelt erialadelt, erinevate eelteadmiste, oskuste, õpioskuste ja harjumustega. Rahvusvaheliste õpperühmade õpetamine on midagi enam kui lihtsalt õpetamine inglise keeles.

Erineva kultuuritaustaga õpilastel võivad õpetaja poolt kasutatavad erinevad õppemeetodid, strateegiad ja õpetamise põhimõtted tekitada arusaamatusi. Seetõttu võiks õpetaja esimeses ainetunnis põhjendada oma valikuid, kasutatavaid meetodeid, strateegiaid, hindamispõhimõtteid, nõudmisi jms.

Õppetöö alguses oleks kasulik vestelda lühidalt õpilastega järgmistel teemadel:

- Millisena näevad õpilased õpetaja rolli õppetöös - kas nende arvates on õpetaja ekspert, juhendaja, koordineerija või teadmiste allikas?
- Kas õpilastel on õigus panna kahtluse alla õpetaja teadmisi, kogemusi ja esitada tunnis õpetajale vahelesegavaid küsimusi?
- Kuidas peaksid õpilased käituma, kui nad materjalist aru ei saa? Mida tuleks siis teha?
- Kui palju abi ja juhendamist peaks õpilased oma õpetajalt ootama? Kui palju peaks õpilasi juhendama ja kui palju õpetama? Milline maht on iseseisval tööol?
- Kas õpetaja peaks meelde tuletama saabuval tähtaegu ja kokkulepitud tegevusi? Millised on olulised tähtajad antud õppeaines?

Õpiväljundeid tuleks mitmekultuurilisele õpperühmale ainekursuse alguses täpselt tutvustada ja seletada nende saavutamise võimalikke viise ning eeldusi (näiteks meeskonnatöö, rühmatöö, grupiprojektid, aruanded jne) ja hindamise põhimõtteid. Kasulik oleks eelnevalt läbi mõelda, kuidas kõik rühma liikmed saaksid ka üksteise erinevatest kogemustest õppida.

Järgnevalt mõned soovitusel õpetajale, kes viib läbi õppetööd mitmekultuurilises õpperühmas:

- kohe ainekursuse alguses kehtestage kõigile ühesugused nõudmised – teavitage, millist käitumist oma õpilastelt ootate, kuidas esitada küsimusi, kuidas Teie poole pöörduda (eesnimega, perenimega, õpetaja, härra, proua, professor, dotsent vms) jne;
- tutvustage ennast, oma teadusvaldkonda ja kultuurilist tausta ning seletage oma seisukohti, mis Teie arvates on õppimine ja õpetamine;
- tooge õpetamisel näiteid, mis ei ole seotud ainult ühe kultuurikeskkonnaga, paluge ka õpilastel endil näiteid tuua;
- mõistete seletamisel kasutage nii sõnalist seletust kui ka rohkelt illustratsioone, seletage oma võrdluste tagamaid, millega võrdlete, miks on antud variant kaasaegsem, parem jne;
- vältige stereotüüpide kasutamist ja ärge liigitage õpilasi nende rahvuse või eriala alusel, sh rühmatöös. Pidage meeles, et ükski õpilane ei saa rääkida ega vastutada kogu oma rahvuse eest jne;
- kasutage õpilaste erisusi väärtusliku allikana ja paluge neil oma kogemusi teistega jagada, näiteks rühmatöös;
- seletage rühmatöö põhimõtet ja oodatavaid tulemusi;
- tutvustage üksikasjalikult oma hindamise põhimõtteid ja seda, kuidas aines lõpphinne kujuneb. Seletage, kas ja kuidas saab boonuspunkte rühmatöös osalemisest või aktiivsuse eest tunnis, mida täpselt nõuate oma õppeaine läbimiseks jne. Kas ja kuidas hindeid saaks muuta?
- seletage, mis on Teie tunnis keelatud (teiste õppimise segamine, hiline mine jne);
- seletage eetilisi reegleid, sh spikerdamise ja plagiaadiga seonduvat;
- kehtestage ainetundide täpsed algusajad ja seletage hiline misega seonduvat;
- teatage, millal on Teie kõnetunnid ja kus ruumis need toimuvad, samuti teavitage, kas meilitsi võib Teiega suhelda;
- koostage õpilastele täpne tegevusjuhise oma õppeaine läbimiseks, kus on välja toodud ka olulised tähtsajad.

Multikultuuriline rühm vajab rohkem aega koostöise suhtlemiseni jõudmiseks. Õpilased, olles võõras kultuuriruumis, vajavad enam aega julguse ja usalduse saavutamiseks ning ootavad selleks tihti ka õpetajalt abi ja toetust. Mitmekultuurilised rühmad jõuavad sageli huvitavatele tulemustele, toetavad õppureid keeleoskuste parendamisel ja annavad õpilastele oskusi tööks globaalsetes meeskondades.

4.10 Tehnikaõpetaja isiksus

„Õpilased ei mäleta aastate pärast, mida Te neile õpetasite, nad mäletavad seda, milline Te õpetajana olite.“ Jim Henson

Õppetööd ei saa kunagi täielikult algoritmida – õpetaja roll muutub ajas. Sellele vaatamata jääb õpetajale õppetegevuses keskne ja juhtiv roll. Kuid õppetöö ei kujuta endast mitte ainult teadmiste ja oskuste vahendamist, vaid ka isiksuse väljakujundamist teise, kogenenuma isiksuse poolt.

Edukat õpetajat eristavad järgmised põhiomadused (Knowles 1990):

- nad tunnevad huvi oma õpilaste kui isiksuste vastu;

- nad on oma käitumises ja suhtlemises õpilastega mitteformaalsed;
- nad kasutavad õpetamise protsessis selliseid meetodeid, mis võimaldavad õpilastel aktiivselt õppeprotsessis osaleda ja süvaarusaamisega õppida;
- nad toetavad ja julgustavad oma õpilasi ning jagavad neile rohkelt tunnustust.

Tehnikaõpetajad on reeglina akadeemilise kõrgema haridusega, enamasti diplomeeritud insenerid, magistrid, doktorid jms, kellel võib olla ka mitmeaastane tööstuspraktika. Enne õpetajatööle asumist on neist mitmed saanud häid kaasaegsele tehnika arengule vastavaid erialaseid teadmisi.

Kahjuks on Eesti ühiskonnas õpetajaamet alahinnatud, seega ka õpetaja staatus ühiskonnas pea olematu, mida kohe kindlasti ei saa võrrelda õpetaja staatusega mujal Euroopas.

4.10.1 Mõttemudel

„Kui me õpetame tänaseid õpilasi nii, nagu tegime seda eile, siis jätame oma õpilased ilma homsest.“
John Dewey

Võrdleme inseneri (tehnikaõpetajat) ja üldharidusliku kooli õpetajat. Nii diplomeeritud insener kui ka õpetaja on oma väljaõppe ning ametialase praktilise tegevuse käigus omandanud enam-vähem tüüpilise erialase terminoloogia ja kindla iseloomuliku mõttemudeli.

Inseneri mõtlemine on konkreetne ja struktureeritud, ta on harjunud oma mõtteid viima reaalselt mõõdetava resultaadini ja seda praktiliselt realiseerima. Ta kontsentreerub oma tegevuses täielikult eesmärgile, objektile või seadmele, mille ta välja töötab või täiustab ja mille tootmise peab ta garanteerima.

Õpetaja mõtleb ühelt poolt probleemile, mida ta parasjagu õpetab, aga teiselt poolt jälgib ta õpilaste tegevust ja reaktsioone. Õppetegevuses ei ole lõppefektina tähtis mitte, kuidas õpetaja õpetas, vaid mida omandasid õpilased. Õpetaja peab arvestama õpilaste psüühikaga, õpistiilidega, arengutasemega, eelteadmistega. Just see sobitumine õpilaste madalama teadmisenivooga osutub paljudele inseneridele esialgu raskeks.

Õpetaja hoiak ja suhtumine mõjutavad õpilaste hoiakut ja suhtumist.

4.10.2 Käitumine ja autoriteet

„Ma ei ole kunagi lasknud koolitustel ja õpetamisel häirida oma haridusteed“ Mark Twain

Nii inseneril kui ka õpetajal on kindel positsioonist sõltuv sotsiaalne roll. Nagu on kombeks ütelda, seisus kohustab. Lääne-Euroopa maades on inseneri elukutse väga kõrgelt väärtustatud, seetõttu pöörduakse seal sageli insenerikutset omava inimese poole mitte „proua“ või „härra“, vaid tiitliga „insener“. Eestis on tehnikaharidus pigem põlu all, sest ühiskondlikult on enim väärtustatud humanitaarharidust, seda eriti pärast taasiseseisvumist.

Mõned insenerid kasutavad oma soovide ja juhiste formuleerimisel rõhutatud väljendusvormi, mis tuleneb sellest, et nende töös tuleb tihti läbi suruda tähtsaid, möödapääsmatuid ja hädavajalikke seisukohti. Selline suhtlemisvorm ei mõju aga õppeprotsessis eriti soodustavalt.

Õpetaja väljendab oma juhtivat funktsiooni teistes tingimustes – ta on oma õpilastest üle nii vanuse, hariduse, arengu kui ka kogemuste poolest, õpilased on temast sõltuvad. Seetõttu tekib õpetajal kergemini muude sobimatute hoiakute oht kui inseneril, näiteks põhjendamatu võimutäius.

Inseneril on selliste kõrvalekallete oht väiksem, oma praktikas on ta saavutanud autoriteedi raske vaevaga ja ametist tulenevalt. Ta suhtleb oma töös kõige erinevamate inimestega (erineva vanuse, kvalifikatsiooni, kogemuse, positsiooniga). Kuigi insener võtab oma uude õpetaja elukutsesse kaasa kasuliku oskuse suhelda erinevate inimestega, tuleb tal ometigi omandada uusi arusaamu tööks õpilastega. Reeglina hindavad õpilased inseneri õpetajana kõrgemalt just seetõttu, et ta omab akadeemilist tehnilist erialaharidust, mis on nõudnud reaali- ja tehnikavaldkonna omandamisel pingutusi.

Et oma autoriteeti suurendada, võite kasutada järgmisi soovitusi (Nilson 2003):

- seiske klassi ees, ärge istuge laua taga;
- toetage oma esinemist sobivate žestidega;
- kontrollige oma häälekasutust – lause lõpus peaks hääl langema;
- kandke ametlikku korrektset riietust (ülikond, kostüüm jne);
- lisage suhtlemisse ametlikkust (näiteks kõnetage õpilasi perenimega ja „teietage”);
- rääkige pauside ajal oma erialasest tööst, uurimistöödest jne.

Kui aga tunnete, et õpilased peavad Teid jäiseks, ülitähtsaks ja kaugeks, võiksite katsetada järgmist (Nilson 2003):

- looge klassis lahe õhkkond, istuge laua taha või toetuge lauanurgale;
- rääkige mahedama häälega, esitage enam küsimusi;
- riietuge vabamalt, kuid korrektselt;
- vestelge vabalt õpilastega enne ja pärast tundi, kõnetage õpilasi eesnimedega;
- naeratage (sobival hetkel).

Usutavust ja usaldust mõjutavad võtmemuutujatena esineja ausus, erialane pädevus, enesevalitsemine, sõnapidavus, meeldivus ja ekstravertsus (väga avatud õpetajad tunduvad sageli liiga pealetükkivad).

4.10.3 Diskussiooni- ja rääkimisosavus

„Hariduse eesmärk peaks täna olema õpetada õpilastele seda, kuidas mõelda, mitte seda, mida mõelda – pigem muudame nende mõtlemist, et nad suudaksid oma enda mõtteid mõelda, kui et koormame nende mälu kellegi teiste mõtetega.“ John Dewey

Humanitaarharidus on andnud üldhariduskoolide õpetajatele teatava armastuse sõnade ja mõtetega mängimise vastu.

Insener töötab materiaalsete objektidega, seadmete, eksperimentide, võrrandite ja arvutustega. Tema maailmas on sõna lühike, konkreetne ja täpne ning laused struktureeritud. Sõnademäng on tehnikule võõras ja ei võlu teda. Tehnikut huvitavad faktid ja nende kasutamine konkreetsetes praktilistes tegevustes, ta väldib neid diskussioone, mis ei vii ühegi konkreetse tulemusteni.

Õppetöös mängib rääkimisosavus tähtsat rolli, vaatamata suurele hulgale tehnilistele abivahenditele. Õpetaja peaks oskama rääkida selgelt, arusaadavalt ja veenvalt. Ta ei peaks mitte ainult ise oskama hästi seletada, vaid peaks ka olema võimeline viima õpilased avatud ja arusaadavate mõtteavaldusteni ning looma eeldused vabaks dialoogiks.

Tehnikud, kes asuvad õpetajatööle peaksid omandama ja süvendama teadmisi retoorikast.

Inseneri autoriteeti õpilaste silmis, mis baseerub tema kõrgel erialasel professionaalsusel, süvendab ja kinnistab tema loominguline initsiatiiv töötada õpetajana, eriti kui ta teab ning mõistab probleeme, mis on seotud tehniliste ainete õpetamisega.

4.10.4 Emotsionaalne intelligentsus

„Parimad õpetajad pigem soovivad kui targutavad – nii inspireerivad nad õpilasi sooviga pidevalt midagi juurde õppida.“ Edward G. Bulwer-Lytton

Emotsionaalselt intelligentne inimene mõistab hästi teiste tundeid ja seab endale elus selgeid sihte. Ta on võimeline ennast vastavalt olukordadele muutma ja oma tundeid kontrollima. See, kui inimene on intellektuaalselt intelligentne, ei tähenda veel, et ta ka emotsionaalselt intelligentne oleks.

Emotsionaalse intelligentsuse mõiste looja Daniel Golemani (Goleman 2000) **arvates on emotsionaalne intelligentsus olulisemgi kui IQ.** Golemani arvates sõltub emotsionaalse intelligentsuse tasemest see, kui hästi inimene suudab oma vaimsele intelligentsusele vastavaid võimeid realiseerida. Goleman tõi näiteks, et kui inimene ei sea endale eesmärgi ega püüdle nende saavutamise poole, siis ei tarvitse ta hoolimata oma vaimuannetest midagi erilist saavutada.

Emotsionaalse intelligentsuse üks olulisi oskusi on võime mõista teiste inimeste motivatsiooni. Oskust mõista, mis toimub teiste inimeste mõtetes ja kuidas nad sellest lähtuvalt toimivad, nimetatakse empaatiaks.

Emotsionaalselt intelligentne inimene saab kultuuri omandamisega palju paremini hakkama. Kõrgelharitud ja intellektuaalselt intelligentsed inimesed võivad omada küll rohkelt teadmisi, kuid ei oska näiteks sotsialiseeruda. Emotsionaalselt intelligentne inimene oskab aga suurepäraselt suhelda.

Emotsionaalne intelligentsus koosneb Golemani järgi 6-st osast (Goleman 2000):

- **eneseteadlikkus** - oma tunnetest aru saamine ja nende analüüsimine;
- **eneseregulatsioon** – sh oma tujude kontrolli all hoidmine nii, et need oleksid olukorrale vastavad;

- **enesemotivatsioon** - oma tunnete mingi kindla eesmärgi poole suunamine, ajajuhtimine, enesejuhtimine, optimism. Impulsiivsus ja kõhklemine ei kuulu emotsionaalse intelligentsuse juurde, küll aga tuleks olla optimistlik ja taluda tagasilööke ning mitte alla anda;
- **empaatia** - teiste inimeste tunnete väärtustamine ja mõistmine;
- **suhetega toimetulek** - inimestevaheliste suhetega toimetulek (suhete juhtimine), oskus lahendada konflikte ja osaleda erinevates vestlustes;
- **metakognitsioon** – tagasisivaade, eneseanalüüs. Ärge kunagi kritiseerige inimest, vaid kritiseerige tema tegu või käitumist, andke nõu, kuidas võiks edaspidi samasuguses olukorras toimida.

Emotsionaalse intelligentsuse tasemest sõltub, kui hästi inimene suudab oma vaimsele intelligentsusele vastavaid võimeid realiseerida. Emotsionaalse intelligentsuse võtmeks on oma tunnete mõistmine. Teadvustage oma tundeid, reaktsiooni inimeste ja olukordade suhtes ning püüdke selgusele jõuda, miks Te just nii tunnete.

Miks on emotsionaalne intelligentsus oluline? Emotsionaalne tervis on igasuguse õppimisvõime aluseks. Koolis on õpilastel heaks õppeedukuseks tarvis teada KUIDAS õppida? Selle teadmise aluseks on enesekindlus, uudishimu, tahtmine, enesekontroll, oskus seoseid leida, suhtlemisoskus, koostöövõimekus. Õpilane, kes õpib esmalt ära selle, kuidas õppida, on lõppkokkuvõttes palju edukam. Olles omandanud emotsionaalse intelligentsuse, võite kindel olla, et olete elus teistest edukam ja saavutate igas valdkonnas paremaid tulemusi.

Kuidas endas emotsionaalselt intelligentust arendada? Soovitused oleksid järgmised (Goleman 2000):

- õpi tundma oma emotsioone. Keskendu pigem oma emotsioonidele kui teistele inimestele ja olukordadele;
- erista oma mõtted tunnetest;
- võta oma tunnete eest vastutus;
- kasuta oma tundeid otsuste tegemise toetamiseks;
- väärtusta ka teiste inimeste tundeid;
- ole laetud positiivse energiaga ning ära kasuta energiat viha välja valamiseks, väldi viha ja vihastumist;
- näita välja kaastunnet, rõõmu, toetust jm;
- püüa oma tunnete abil positiivsemate tulemusteni jõuda;
- ära kontrolli või hinda teiste tundeid;
- väldi inimesi, kes sinu tundeid ei hinda või neid kontrollida püüavad.

Õpilastele emotsionaalset intelligentust juba varakult sisendades, hoiate ära paljud probleemid, mis õpingute jooksul tekkida võivad (koolikiusamine, depressioon, narkootikumide ja alkoholi tarbimine, madal enesehinnang jne).

4.11 Praktilisi soovitusi

“Õppimine ja õpetamine ei tohiks asetseda jõe vastaskallastel ja vaadata, kuidas vesi nende vahelt läbi voolab. Selle asemel peaksid nad mõlemad laskuma vee äärde ja kohtudes üksteisele käe ulatama. Läbi aktiivse, vastastikuse suhtlemise toetab õpetamine õppima õppimist.” Loris Malaguzzi



Informatsiooni edukaks vahendamiseks on väga tähtis õppegrupi (sihtgrupi kui terviku) tundmine, kellele Teie õppetöö on suunatud. Arvestage võimaluse korral alati oma sihtrühma psühholoogiliste erisustega ning sotsiaalse keskkonnaga.

Tehniliste ainete õpetamisel tuleks tähelepanu pöörata järgnevale:

- **Vältige kiirustamist, ärge minge õppetöös liiga kiiresti edasi** – kui õppetöös ületatakse mõõdukalt informatsiooni edastamise kiirust, koormatakse kuulajad üle ja aetakse segadusse. Selle üldise järeltule juures tuleks alati arvestada ka vanusega, näiteks õpetaja peaks õppetöös STEM õppeainete õpetamisel esimesel kursusel arvestama, et tema apertseptsioonikiirus on suurem, kui tema õpilastel ning seetõttu peaks ta rääkima aeglasemalt (vt jaotis 4.2.7).
- **Kasutage lühikesi lauseid** – kui Teie laused on pikad ja keerukad, ületate informatsiooni püsimise aega lühisalvestis ($T=10$ s), millega omakorda raskendate oma õpilastel materjali mõistmist ja meeldejätmist (vt jaotis 4.2.7).
- **Korrake õpetatavat materjali, eriti selle tähtsaimaid pidepunkte!** Õpetaja peaks kordama uue materjali tähtsaimaid osi varieeritult, teises sõnastuses, erinevate rõhuasetustega, erinevate näidete ja vahenditega, uutes seostes. Esmane materjali kordamine peaks toimuma kohe pärast selle esitamist, lühimälu perioodil, see vähendab materjali unustamise tõenäosust. Ka diskussioonid, grupid, harjutustunnid, laboratoorsed tööd jms suurendavad informatsiooni läbitöötamise aega ja aitavad sobitada erinevaid apertseptsioonikiirusi, soovivad on ka kodused ülesanded.
- **Paluge oma õpilastel konspekteerida** – õppetöö ajal konspekteerimine ja märkmete tegemine aitab uue materjali apertsepteerimist aeglustada ja lähendada seda eelteadlikku mällu suunduva informatsiooni liikumise kiirusega. Sellest asjaolust tulenevalt võiks õpilastele soovitada märkmete tegemist vihikusse (laptoppi vm) ja selle alusel võiks näiteks koduse ettevalmistamise ajal koostada nende märkmete, õpiku ja võimaliku lisakirjanduse abil kirjalik õppeteema kokkuvõttev formuleering. Paluge vahel õpilastel võtta õpitu kokku 3 lausega – see ülesanne sunnib aktiivselt mõtlema, analüüsima ja nõuab üldistamisoskust (vt jaotis 4.2.7).
- **Ärge juhtige oma õpilaste tähelepanu õppetööst kõrvale** – kasutu informatsiooni pakkumise tõttu (näiteks õpetaja enese isiku rõhutamine, ebatavaline käitumine, valjusti mõtlemine tahvli

juures mitteolulistel kohtadel jne) salvestatakse vähem olulist informatsiooni, mis on põhjustatud õpilaste piiratud informatsiooni vastuvõtust. Kui aga õpilased on suunanud oma tähelepanu õppetöö seisukohalt mitteolulisele, võib siiski kasutu informatsiooni abil meisterlikult juhtida nende tähelepanu tagasi õppetööle.

- **Innustage õpilasi ülesandeid lahendama** – õppetöö efektiivsus, mis on seotud ülesannete lahendamisega, näidete kasutamisega jne põhineb sellel, et need ülesanded nõuavad reflektorseid teadvusprotsesse, mille puhul vastav informatsioon jääb kauemaks lühisalvestisse püsima ja nii tõuseb selle vastuvõtmise tõenäosus eelteadlikku mällu (vt jaotis 4.2.7).
- **Ärge esitage õpilastele liiga kõrgeid nõudmisi** – liiga lihtne ja liiga raske õpetatav materjal alandab õpilaste motivatsiooni. Kõrgeim motivatsioon avaldub keskmise raskusega materjali puhul.
- **Tehke pause** – liiga pikk vaheaegadeta ettekanne või õpetatava materjali vahendamine loengus väsitab kuulajaid ja alandab nende võimet vastu võtta ning salvestada esitatavat informatsiooni. Kontsentreeritud tähelepanuga ajaperioode (15–20 minutit) ei tohiks ületada.
- **Arvestage õppetöö läbiviimise ajaga** – töövõime alanemise ajal, seda eriti ajavahemikus kella 13.00–15.00 ei tasuks läbi viia nn „ühepoolset“ õppetööd (näit. pidada loengut).
- **Ärge tundke hirmu** – esineja ei tohiks hirmu tunda! Hirm hävitab Teie loomuliku veetluse ja ei võimalda Teil oma võimete täielikku kasutamist. Pealegi ei jää õpilaste eest midagi varjule.
- **Püüelge sõbraliku atmosfääri poole** – heatahtlik õhkkond stimuleerib õppeprotsessi. Sealjuures muutuvad mõjusaks nii ratsionaalsed kui ka emotsionaalsed faktorid. Ärge olge autoritaarne, aga ärge laske ka õpilastel ohjasid haarata! Püüelge kõige mõjusama – demokraatliku sotsiaal-integreeritud juhtimisstiili poole (vt jaotis 4.9.6).
- **Sõnastage oma õpetamise põhimõtted** – mis on mõjutanud teid ja teie mõtteid õpetamise kohta? Millisele õpiteooria(te)le tuginede õpetamisel?
- **Analüüsige oma õpilasi/üliõpilasi.** Kuidas määrata teie õpilaste mõjusamaks õpetamiseks sobiv teema käsitlemise sobiv raskusaste? Kuidas tagada parim abstraktse teema näitlikustamine, keeruka probleemi lihtsustatud skeemide abil seletamine, sobivaim teoreetilise ja rakendusliku õppematerjali vahetamine? kuidas ja millises ulatuses teadmisi kontrollida?
- **Analüüsige ennast õppijana.** Milline on Teie temperamendi tüüp, õpistiil? Olete te introvert või ekstravert, inertne või labiilne? Milline on Teie signaalsüsteemi tüüp?
- **Kuidas saaksite oma õppeaines õppetööd läbi viies arvestada omandamisprotsessi oluliste etappide ja vajalikke funktsioonidega?**
- **Missugune õpiteooria oleks sobivaim Teie õppeaine õpetamisel? Kas saaksite tugineda oma õppeaine õpetamisel ka mitmele õpiteooriale?**
- **Kuidas saaksite rakendada Franki ja Riedeli teooria järeldusi oma töös?**
- **Analüüsige, kuidas saate oma õppeaine õpetamisel arvestada kõigi õpilaste õpistiilidega?**

- ***Kuidas tulete toime oma emotsioonidega? Kui hästi suudate teiste tundeid mõista?***
- ***Teadvustage oma tundeid ja reaktsioone inimeste ning olukordade suhtes ja püüdke selgusele jõuda, miks Te just nii tunnete.***
- ***Püüdke leida viise, kuidas kiita kaaslasi, kel on madal enesekindlus. Püüdke iga päev kedagi kiita ja tunnustada nende tegude eest.***
- ***Kujundage oma õpetamisfilosoofia vastavalt valitud õpiteooriatele.***

5 ÕPETATAV MATERJAL STEM VALDKONNAS

„Trükkimine ei ole enam ainus võimalus, kuidas toota raamatuid, lugemiseks on aga siiski jäänud ikka üks ja ainus, seesama vana tuntud võimalus“ Lawrence Clark Powell

Viiskümmend aastat tagasi õpetati insenerierialade õppekavade esimesel kahel aastal fundamentaalteadusi - matemaatikat, füüsikat, mehhaanikat, keemiat ja järgnevatel aastatel nende teaduste rakendamist teoreetiliste ja praktiliste probleemide lahendamisel. Tänapäevaks on lisandunud terve hulk erialaõpet aitamaks õpilastel toime tulla pidevalt kasvava teadusuuringute rakendamisega tööstuses.

Inseneriõpe on reeglina viieaastane õpe (rahvusvahelised inseneriorganisatsioonid tunnustavad 5-aastast inseneriharidust) ja tänapäevaks on endiseid õppekavu bakalaureuse tasemel oluliselt muudetud just eriõppe arvelt. Selle tulemusena on kasvanud aga õpilaste koormus. Kasvamas on ühelt poolt tõdemus, et kaasajal ei omanda õpilased enam piisaval tasemel teadmisi fundamentaalteadustes ja teiselt poolt, et õpilastel napib oskusi ning kogemusi praktiliste probleemide lahendamiseks, millega nad puutuvad kokku tööle asudes. Inseneriharidus ei muutu enne kaasajastatuks, kuni teooriat ja praktikat ei hakata õpetama üheaegselt, samas tuleb eelnevalt kindlasti omandada valdkonnale olulised teadmised fundametaalteadustes ja eriala põhikontseptsioonid. Mõjusa õpetamise puhul on oluline ainesisu (õpetatav materjal) ja selle pidev kaasajastamine.

Põhistrateegia *õpetatav materjal* ostib STEM valdkonnas vastust küsimusele: „**Mida peaks õpetama või õppima?**“. Küsimus: „**Mida peaks õppima?**“ on tihedalt seotud küsimusega: „**Miks seda õpitakse?**“ – õppe-eesmärkide ja ainesisu vahel on tihe seos. Ainesisule vastavalt valitakse ja koostatakse õppematerjal. Mida sobivam õppematerjal valitakse, arvestades kõiki õppepsühholoogilisi aspekte, seda suuremaks muutub õppe-eesmärgi saavutamise tõenäosus.

Õppevara hulka kuuluvad nii trükitud kui ka digitaalsel kujul (nt veebis, andmebaasides või digitaalsel andmekandjal) avaldatud õppematerjalid, sh õpikud ja e-õpikud, õppeotstarbelised videod ja veebivideod, mobiilirakendused, õpimängud, trükitud ja elektroonilised töölehed, testid sh veebipõhised testid, õpiobjektid jms (Elukestva õppe strateegia 2020).

Praktilises õppetegevuses, eriti aga STEM ja tehnikavaldkonnas, on tänapäeval erakordselt suureks probleemiks informatsioonihulga plahvatuslik kasv. Tundub praktiliselt võimatu edasi anda meie käsutuses oleva aja jooksul üha suurenevat ainemahtu – tekkinud on ilmne probleem: *õpetatav materjal – aeg. Kindlasti tuleks jälgida, et õpetatav materjal oleks kaasajastatud. Õpetamisel kehtib reegel – vähem on rohkem, seega ärge koormake oma õpilasi üleliigse materjaliga, valige välja olulisim.*

Mida õpetada otsustab asjatundlik õppejõud, kuidas õppida otsustab õpilane.

5.1 Õpetatav materjal ja informatsioonitulv

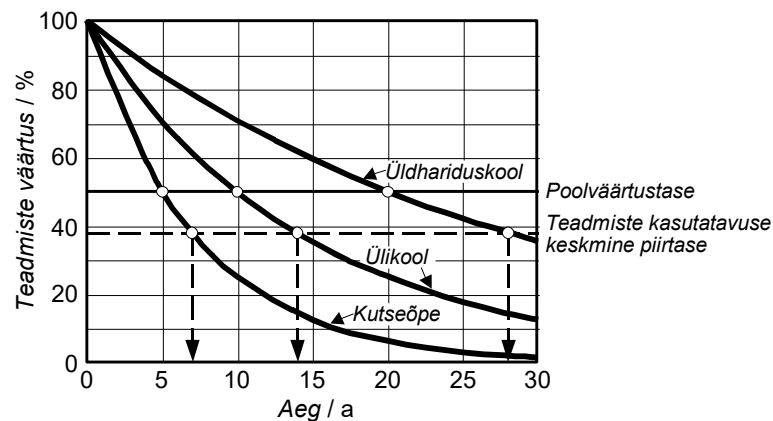
“Kõike tuleks seletada nii lihtsalt kui võimalik, aga mitte lihtsamalt.” Albert Einstein

Tekstiladumise leiutamise järel trükitehnikas, XV sajandi keskpaigas, ilmus Euroopas igal aastal umbes 1000 uut raamatut, XVII sajandi alguses ilmus aastas alla 100 teadustöö. XX sajandi keskel anti Euroopas igal aastal välja 120 000 uut teost. Tänapäeval kasvab teaduslik ja tehniline kirjandus kogu maailmas aastas umbes 60 miljoni trükilehekülje võrra. Ja kuigi ei ole kindlalt võimalik väita, et iga uus raamat

suurendaks täies mahus meie teadmisi, on raamatutoodangu kasv siiski märgiks inimkonna teadmiste mahu kasvust.

Juba XIX sajandi algul ületas teaduslike teadmiste kogumaht üksiku inimese omandamisvõime. Veel enne XIX sajandi lõppu poleks ühel inimesel enam olnud võimalik kogu tema eluajal omandada ühe aasta jooksul lisanduvaid teaduslikke uurimistulemusi. Informatsiooni mahu kiire kasv, seda eriti STEM ja tehnika valdkonnas, on kutsunud esile nn *informatsiooniplahvatuse*.

Ka tavapärasel õppimisel, mille käigus inimene omandab enam erialaseid teadmisi, et saada oma valdkonna spetsialistiks, näib lisaks väljaõppele üha enam vajalik olevat ka elukeskne ümberõpe. Kord omandatud teadmiste kasutusaeg muutub üha lühemaks, õppeainete ja nende sisu aktuaalsus langeb kiiresti. **Selel 5.1** on esitatud täna aktuaalsete õppeainete kasutusajad. Võib näha, et töömaailmas (sh tööstuses ja majanduses) omandatud uute teadmiste aktuaalsus langeb võrreldes kooli- või ülikooliteadmistega kõige kiiremini. Praegusel hetkel võib lähtuda ametipraktikas omandatavate teadmiste umbes 7-aastasest keskmisest kasutusajast, kõrgkoolis omandatu kohta kehtib topeltväärtus (~14 aastat), üldhariduslikus koolis omandatu kohta aga neljakordne väärtus (~28 aastat).



Sele 5.1 – Omandatud teadmiste väärtus langeb kiiresti (Melezinek 1999)

Saksamaal hinnatakse kõrgkooliteadmiste aktuaalsuse kaoks 5% aastas (Melezinek 1999).

Tehnika kiire arengu konkreetse näitena võiks tuua elektrotehnika ja eriti elektroonika arengu, mis on viimastel aastakümnetel olnud tormiline. Selline arengutempo kandub üle ka teistele tehnikavaldkondadele, sest tehnikas ei arene ükski valdkond teistest sõltumatult. Nii näiteks kestis raadiolampide areng keskmiselt 40 aastat, transistoride areng aga 20 aastat, kusjuures nende arenguperioodid kattusid omavahel mõningal määral. Integraalsete pooljuhtsüsteemide areng toimus vaid mõne aasta jooksul ja tänaseks on elektroonikas integraalskeemid juba peaaegu täielikult kõik vananenu välja tõrjunud. Arvutid, mobiiltelefonid ja muud digitaalsed seadmed on saanud kaasaegse ühiskonna lahutamatuks osaks, selle on võimalikuks teinud just integraallülituste ehk mikrokiipide kiire areng ja madal hind. Naljatledes öeldakse täna, et kui uus arvuti lennukilt langevarjuga alla visata, on selle maandumisel tegemist juba aegunud mudeliga.

Tehnika arengus ei mängi tähtsat rolli mitte ainult kvantiteedi kasv, vaid ka kvaliteedi oluline parenemine. Tehnika arengut iseloomustab nii informatsiooni kui ka õppematerjalide mahu kasv. Areng nõuab tehnikutelt suuremat paindlikkust, suuremat abstraktsioonivõimet ja mõtlemist komplekssemates süsteemides.

Õppeaja organiseerimine. Inimene väärtustab seda, millele ta suudab omistada tähenduse. Kui soovime motiveerida oma õppureid, peame näitama, milles seisneb õppesisu väärtus. Samuti tuleks läbi mõelda õpiaja kasutamise tulemuslikkus – kuidas kavandada ainesisu ja seda järjestada, et ei tekkiks tõrkeid omandamises. Õppeaja organiseerimisel tuleks läbi mõelda, kuidas õppetegevust järjestada kuidas õpitut kokku võtta, kuidas ettenähtud õppeajaga soovitud tulemusteni jõuda. Arvesse tuleb võtta õppurite individuaalsust, erinevat õppimise tempot, õpitehnikaid, õpistrateegiaid.

5.2 Struktuuriteooria alused

“Sa ei saa avada raamatut ilma, et Sa sealt midagi ei õpiks.” Confucius

Üha enam on inseneripedagoogikas huvi pakkumas õpetatava materjali struktuur. Üheks selle ala pioneeriks ja teerajajaks on olnud *Jerome Seymour Bruner* Ameerika Ühendriikidest, kelle struktuuriteooria (<http://www.theoryfundamentals.com/bruner.htm>) põhineb teasil: *senine ettekujutus teadusest kui paljudest täpselt kirjeldatud faktidest on aegunud, kaasaegne teadus kujutab endast midagi enam kui kogutud ja üldistatud faktid – tänapäeva teaduses otsitakse nii uusi fakte kui ka nähtusi, et leida seoseid, tuua välja aine sisemine struktuur ja süsteem.*

5.2.1 Põhjapanevad faktid ja nähtused

“Õppimine, ükskõik kuidas seda ka ei defineeritaks, on õpilase, mitte õpetaja vastutusalas.” Bob Kizlik

Tehniliste teadmiste edasiandmisel on tähtis leida põhjapanevad faktid, nähtused, printsiibid ja seadused, mis määravad õpetatava materjali sisu, ja esitada kogu materjal sisemiselt struktureeritult, parendades seeläbi materjali mõistetavust.

Õpetamisest olulisem on olulise õpetamine. Konkreetsele õppeainele oluline tuleks õpetajal endal kindlaks määrata, millised põhjapanevad tuumteadmised võimaldaksid mõista ka teisi teemaga seotud nähtusi. Õpetatava materjali õige maht ja sobiv süvenemisaste on õpetamise edukuse oluliseks tingimuseks.

Ilma selge struktuurita ei ole võimalik omandada tehnilisi erialaseid teadmisi. Põhjapanevate faktide, nähtuste, printsiipide ja seaduste hõlmamine, nendest arusaamine teeb kogu materjali mõistetavamaks ja arusaadavamaks. Kui üksikuid fakte õpetatakse isoleeritult, teiste faktidega seostamata ehk struktureerimata, ununevad need kiiresti.

Kaasaegne inseneripedagoogika rõhutab ülemineku vajadust süvendatud arusaamisega õppimisele. Õpilasel on sageli piiratud võimalused õppeainest aru saada või seda lahti mõtestada, sest õppekavad on suunatud pigem mälule kui arusaamisele. Õpikud on üle koormatud faktidega, mis on ette nähtud meeldejätmiseks ja enamik teste kontrollib õpilase võimet fakte meeles pidada. Samas tuleb meeles pidada, et faktid on mõtlemise ja probleemide lahendamise seisukohalt olulised ehituskivid. Olulisuse omandavad aga faktiteadmised siis, kui teadmised ei ole pelgalt seosetu faktide jada, vaid faktid seostatakse õppimise käigus õppeaine kontseptsioonidega. Seoste tunnetamine suurendab nii arusaamist õpitavast, aine mõistmist süvitsi kui ka võimet teadmiste ülekandmiseks uude konteksti.

5.2.2 Õpitust aru saamine ja üldpõhimõtete ülekandmine uutesse tingimustesse

„Hea õpetamine – see on üks neljandik korralikku ettevalmistust ja kolm neljandikku head teatrit.“ Gail Godwin

Õpetatava materjali struktureerimise tähtsuse rõhutamine hõlbustab varemõpitud üldpõhimõtete ja seisukohtade ülekandmise toetamist uutele konkreetsetele faktidele ja nähtustele.

Õpetamine ei peaks õpilastele andma mitte ainult uusi arusaamu, vaid ka lihtsustama edasist õppimist ja uue materjali sügavuti mõistmist. Seetõttu on vajalik haarata üldisi seaduspärasusi ja mõisteid nii sügavalt, et õpilastel tekkiks võime näha uusi seaduspärasusi ja mõisteid üldiste seaduspärasuste erijuhuna. Materjali avaldamine üldiste arusaamade erijuhuna ei seisne mitte ainult selle omandamises, vaid ka mõttemudeli omandamises sarnaste arusaamade jaoks, mida alles tulevikus õpitakse. Ainestruktuuri rõhutamine toetab seega õppija võimete arengut õppimiseks üldiselt, võimet aru saada tehnilistest probleemidest ja arendada nende lahendamiseks strateegiaid.

Õpitust on STEM valdkonnas aru saadud, kui õpilane (Mintšenkova 2016):

- oskab seletada õpitut oma sõnadega, seletada erialatermineid, oskab leida mõttelisi seoseid reaalse objekti ja selle mudeli vahel;
- oskab ise läbi teha (paberil või praktiliselt) tunnetuslikke tegevusi - võrrelda, kokku võtta, üldistada, analüüsida, sünteesida, konkretiseerida, modelleerida, seoseid leida jne;
- lahendada ülesandeid, kus õpitud seoseid rakendatakse.

Soovitav on kasutada ka nn võileivameetodit valemi, seaduse, teoreemi jms seletamisel:

- lihtne näide seletamiseks,
- üldine seaduse vms teaduspõhine seletamine;
- keerulisem rakendusnäide.

Arusaamiseta õppimine on pinnapealne õppimine, mehhaaniline meeldejäätmine (vt ka ptk 4.1 . Mis on õppimine?).

5.2.3 Emotsionaalne rahulolu ja positiivne õhkkond

„Hea haridus maksab palju, aga ega rumalus ka väga odav ei ole.“ Sir Claude Moser

Enamikul inimestest on emotsionaalne vajadus ülevaate ja seoste kohta käiva informatsiooni järele. Näiteks, Te sisenete kõrghoonesse ja soovite sõita liftiga neljandale korrusele – vajutate nupule, et kutsuda lift. Nüüd ootate kolm, neli, viis sekundit. Te muutute rahutuks – kas liftiga on midagi lahti? Kas ootaks veel veidi või hakkaks jalgsi minema?

Ilmselt olete sellises situatsioonis olnud hoonetes, kus on vanemat tüüpi liftid. Kindlasti olete aga kokku puutunud ka uuemat tüüpi liftidega, mille optiline tablo annab informatsiooni lifti asukohast. Teid informeeritakse ja Te teate, kuidas edasi käituda.

Emotsionaalne vajadus ülevaate ja seoste järele on õpilastel ka õppetegevuses. Ainesisese struktuuriehituse rõhutamine õppetöös rahuldab vajaduse ülevaate järele, aitab kaasa positiivse õppimiskliima loomisele.

Soovitav on kohe õppeaasta alguses anda ülevaade õppeainest, selle eesmärkidest, aga ka õppeaasta vältel viidata õppeaine koguseostele. Samuti on soovitav iga õppetunni või ettekande alguses anda aineülevaade ning lõpetavas kokkuvõttes tõsta esile võimalikke seoseid.

Edu ja õpitust sügavuti arusaamine motiveerib, negatiivsed kogemused aga pärsivad huvi õppimise vastu – siin on oluline osa ka õpetaja ning kaaslaste suhtumisel: küsimuse, vastuse või lahendi naeruvääristamine, ideede mahalaitmine jne on mõtlemise ja õppimise juures pidurdava mõjuga. Õpetaja ülesanne on luua positiivne õhkkond ja õppimist toetav õppekeskkond (vt jaotis 2.9).

Positiivne õhkkond luuakse ennekõike suhtlemises, mis soodustab vabalt mõtlemist, oletamist, küsimuste esitamist, õppimist läbi eksimuste. Positiivne õhkkond aitab vältida õpilaste naeruvääristamist eksimiste puhul, me kõik oleme inimesed ja õppides ei ole patt eksida, kui oma vigadest osatakse õppida. Õpetaja eesmärgiks peaks olema vähendada oma õpilaste vigu ja toetada nende pingutusi. Oluline oleks loota oma õpilastest enam positiivset, mis omakorda mõjutab õpilaste tahet mõtelda ja õppida. Enesest lugupidamine ei toetu mitte ainult enesekindlusele, mida õpetaja oma õpilastesse sisendab, vaid ka õpetaja eeskujule. Ka meie õpetajatena peaksime tõstma oma enesehinnangut ja uskuma enam oma võimetesse.

Õpetaja sõbraliku sõna ja tunnustava toetuse abil tunneb õpilane end arenguvõimelisena. Suhtuge oma õpilastesse mõistvalt, olge tähelepanelik kuulaja ning rõõmsameelne ja entusiastlik õpetaja. Õppige pingeid ja probleemolukordi huumoriga lahendama.

5.3 Õpetatava materjali struktuur

“Tarkus ei ole mitte õppimise tulemus, vaid elukestev püüe seda saavutada.” Albert Einstein

Iga õpetaja, õppejõu ja ettekande ettevalmistaja ees seisab küsimus: „Kuidas valida kõige tõhusam meetod spetsiifilise tehnilise informatsiooni või mahuka õppematerjali edastamiseks?” Et leida kõige otstarbekam meetod informatsiooni edastamiseks ja kuulajateni jõudmiseks, on esmavajalikuks eelduseks käsitletava materjali põhjalik tundmine. Ainesisu tuleks eelnevalt analüüsida ja uurida, milline on õppeaine sisemine struktuur ja kuidas on õpetatavad teemad omavahel seotud. **Teadmiste edasiandmisel tuleks ära kasutada õpetatava aine loomulikku struktuuri, loomulikke seoseid ja sõltuvusi, avades aineloogetika.**

Õpetaja, ettekande tegija või teksti autor on omandanud teadmised mingi kindla ainevaldkonna kohta. Tema teadvusesse on tekkinud vastav teadmiste struktuur. Tema käsutuses on faktide, mõistete, nähtuste jms seostatud kompleks. Seda teadmiste süsteemi tulebki tal kuulajatele vahendada. Ettekandes, loengus, teadusartiklis või ka tehnilises tekstis tuleks teadmisi esitada kindlas järjekorras. Struktureeritud materjali järk-järguline süsteemne esitus võimaldab loomulikult moel ühildada erinevad aineosad ja vahendada teadmisi üldiselt seisukohalt, mis on õpetatava materjali omandamiseks oluline (Melezinek 1999).

Õpetatava materjali maht peaks olema piisav õpetatavate nähtuste kirjeldamiseks ja ei tohiks sisaldada liigset informatsiooni. Seega, mitte lihtsalt ei piirata materjali hulka, vaid välistatakse dubleerimine,

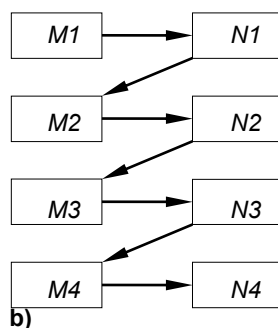
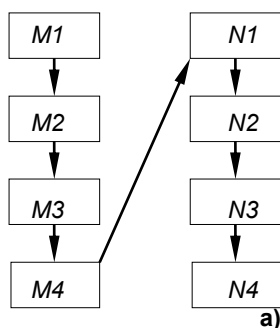
muudetakse materjali struktuuri ja kontsentreerutakse tähtsaimale. Ainemahu vähendamiseks tuleks kasutada vana ja uue õpetatava materjali vahel tekkivaid seoseid.

Tutvustame järgnevalt lähemalt õpetatava materjali esitamiseks erinevaid võimalikke struktuure (Melezinek 1999):

1 Põhistruktuur. Tavaliselt on iga loengu, ettekande või teksti aluseks kindel mõttekäik ehk teatav mõtete esitamise järjestus. See koosneb järgmistest sammudest:

sissejuhatuse–põhiosa–kokkuvõte.

Sissejuhatuse kujutab endast ülevaadet esitatava materjali osadest ja motiveeritud huvi äratamist. *Põhiosas* esitatakse peamine informatsioon, mis sisaldab uut materjali, ja on jaotatud üksikuteks alateemadeks, lõikudeks jne. *Kokkuvõte* sisaldab tavaliselt käsitletud teema kokkuvõtet.



Sele 5.2 – a) teemale ja b) aspektile orienteeritud struktuur

vertikaalse ketina. Seejärel käsitletakse teist mõõtmismeetodit taas üksikute analoogsetest sammudest koosnevana (N1, N2, N3, N4) järgmise vertikaalse ketina.

2 Teemale orienteeritud struktuuri korral (**sele 5.2–a**) käsitletakse teemat (näiteks mõnda mõõtmismeetodit, teooriat jms) üksteisele järgnevatest sammudest või elementidest koosneva tervikuna. Nii käsitletakse näiteks ühte mõõtmismeetodit komplekselt, üksteisele järgnevatest üksikute sammudest koosnevana (M1, M2, M3, M4 – näiteks mõõtmismeetodi skeem, kasutatavad mõõteriistad, karakteristikud, materjalid jms)

Kui sihtrühmal on vähesed eelteadmised ja õpetaja peab hulgaliselt uusi ainealaseid teadmisi edastama, on sobivam teemale orienteeritud teksti või ainestruktuuri ülesehitus, kuna sel juhul toimub ainult otsene kirjeldamine ja ei toimu võrdlemist analoogsete objektidega.

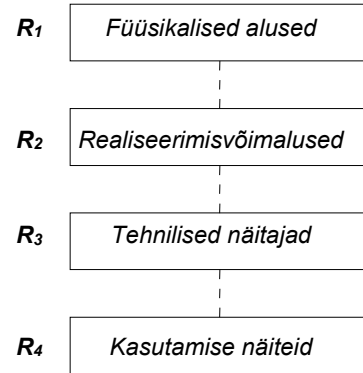
3 Aspektile orienteeritud struktuuri korral (**sele 5.2–b**) võrreldakse käsitletavate objektide üksikuid aspekte. Nii näiteks kirjeldatakse ühe mõõtmismeetodi skeemi (M1) ja võrreldakse seda teise mõõtmismeetodi skeemiga (N1). Sellega tekitatakse horisontaalne side M1 – N1. Edasi minnakse teise aspekti juurde ning vaadeldakse näiteks esimese meetodi juures kasutatavaid mõõteriistu (M2) ja võrreldakse teise meetodi mõõteriistadega (N2), tekib teine horisontaalne side jne.

Sihtrühmale, kellel on laialdasemad eelteadmised, sobib pigem aspektile orienteeritud struktuuri kasutamine, kuna sel juhul toimub õpetamine mitte ainult kirjeldamise, vaid ka võrdlemise teel, mis omakorda soodustab materjali efektiivsemat omandamist.

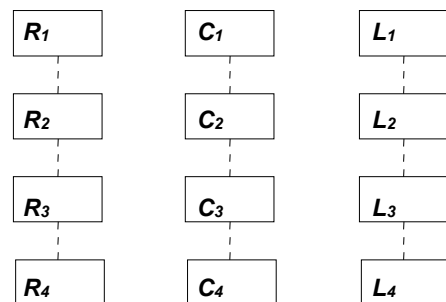
4 Kombineeritud struktuur. Praktikas on STEM ja tehniliste erialade õpetamisel soovitatav kombineeritud struktuuri kasutamine. Struktureerimise käigu võib sel juhul tinglikult jagada neljaks etapiks:

- **vertikaalsete seoste moodustamine** – näiteks teema „Elektrilised takistid” puhul räägitakse elektrilise takistuse füüsikalistest alustest R_1 , realiseerimisvõimalustest R_2 , tehnilistest näitajatest R_3 , elektriliste takistite kasutamisenäidetest R_4 jne. Sel juhul toimub õppeaine esitlemine õpetaja ettekande kaudu ja õpilased on passiivsed. Õpilaste aktiveerimiseks võiks kasutada nn probleemile orienteeritud õppetööd – kus õpetaja loob probleemsituatsioone, millele lahendused leitakse diskussiooni käigus. Õppetunni lõppedes tuleks läbitud uus materjal kordamisega kokku võtta just samas, materjali esitlemise loogilises järjekorras, moodustades sellega õppija mälus nn „õppeaine keti” ehk vertikaalse seose antud teema alajaotuse raames (**sele 5.3**);

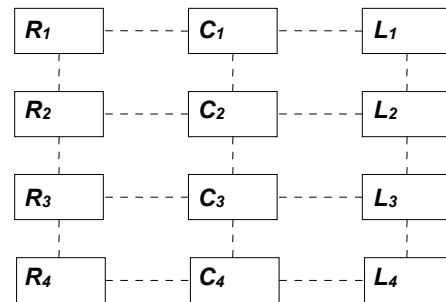
- **vertikaalsete seoste paindlikuks muutmine** – õppuril peaks tekkima võime käsitleda omandatud materjali ehk vertikaalset seoseketi, alustades mõnest selle üksikust liikmest, mitte algusest. Selleks võib näiteks esitada küsimuse, mille puhul on vajalik, et õppur teadvustab kõigepealt vertikaalse seose esialgse järjekorra, elimineerib seosest liikmed, mis on küsimusele vastamiseks vajalikud ja grupeerib need liikmed ümber uude, vastavasse järjekorda. Näiteks võiks küsida: „Elektriliste takistite üheks vormiks on süsiniktakistid. Mis määrab nende takistuse?” Vastuse leidmiseks lähtutakse esialgsest vertikaalsest seosest, meenutatakse takistuse füüsikalisi aluseid ja takistite tüüpe ning jõutakse vastuseni, et määravaks on kihi materjal, süsinikkihi paksus, mõõtmed jne. Sellega laiendatakse ja süvendatakse õpilaste teadmisi, seosed muutuvad nähtavaks ja esialgne seos muudetakse paindlikuks. Õppetöö edasises käigus moodustatakse vertikaalsete seoste süsteem, mis kujutab endast üksikuid, paralleelseid, isoleeritud kette (takistid R , kondensaatorid C , induktiivpoolid L jne), samas kogu teema struktuuri ei ole aga veel loodud (**sele 5.4**);



Sele 5.3 – Kombineeritud struktuur: esimeste vertikaalsete seoste moodustamine



Sele 5.4 – Kombineeritud struktuur: edasiste vertikaalsete seoste moodustamine

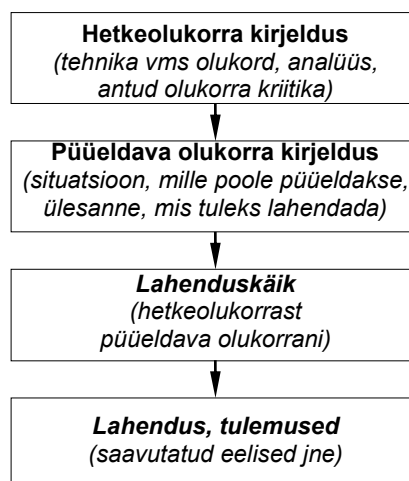


Sele 5.5 – Kombineeritud struktuur: vertikaalsete seoste täiendamine horisontaalsete seostega.

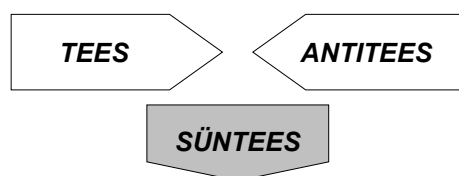
- **horisontaalsete seoste moodustamine** – et avada teema koguülevaade, võtta kasutusele seosed ja avada kogu struktuur, tuleks neid loengutes komplekselt käsitleda. Horisontaalsete seoste teket saab ajendada küsimuste esitamise kaudu, millele vastamiseks on vajalikud arusaamad üksikutest seni moodustatud vertikaalsetest seostest, mis tuleks omavahel siduda ühe teema erinevate alajaotuste vahel. Näiteks esitada küsimus, mis paneks õpilase võrdlema läbitud teema erinevaid alajaotusi – takisteid, kondensaatoreid, induktiivpoole, nende tehnilisi näitajaid, kasutamise näiteid jne (**sele 5.5**);
 - **teadmiste süsteemi süvendamine ja kinnistamine** – teadmiste süsteemi moodustamiseks vajaliku eesmärgiteadliku käitumisviisi seni mainitud kolme sammu jooksul saavutatud tulemusi tuleks läbivalt kinnistada, sidudes neid järgnevate läbitöötavate õppeainetega ja korrata neid laiemates seostes. Selleks tuleks õpitut süvendada laboratoorsete tööde läbiviimisega, õppetöökojas praktiseerides, tööstuspraktikal, kursusetöödega, probleemilahendusega või osalemisel teaduslikus uurimistöös.
- 4 Kirjeldav struktuur.** Seda struktuuri kasutatakse tihti teksti asjalikuks ja väärtustevabaks esitamiseks, mis on mõttemetoodiliselt tüüpiline STEM ja tehnikute kirjeldavale tegevusviisile. **Sele 5.6** esitleb kirjeldava tekstistruktuuri lihtsustatud skeemi.

6 Dialektiline struktuur. See struktuur baseerub tuntud dialektilisel kolmastmel (vt **sele 5.7**).

Tees seisneb väites, millele antiteesis vastandatakse vastuväide. Seejärel muudetakse sünteesis vastandite seos ühtsuseks, kus kõrvaldatakse vastuolud.



Sele 5.6 – Õpetatava materjali kirjeldav struktuur, mis oma ülesehituselt baseerub nõutavate lahendusteede ja tegeliku lahenduse kirjeldamisel antud



Sele 5.7 – Dialektiline struktuur: tees vastandatakse

Dialektiline struktuur lähtub minimaalselt kahest vaatenurgast ja annab seetõttu esitlusele rohkem elavust ning värve. Kaalutlemine erinevate vaatenurkade vahel suurendab argumentatsiooni veenmisjõudu. Esitletav õpetatav materjal on sel juhul objektiivsem.

Õppematerjali ülesehituse ja struktuuri loomisel võib aluseks võtta ka järgmise struktuuri jaotuse:

- järjestikune – sobib ainekursuste puhul, kus esitatakse teemasid järjestikku;

- kronoloogiline – liikudes minevikust tulevikku;
- vaba – esitatakse erinevaid teemasid, mis võetakse lõpus kokku näiteks ülesannete lahendamisel;
- kumulatiivne – iga teema ja mõiste „ehitatakse“ järgmisele;
- probleemikeskne – teemad esitatakse probleemi-, küsimuste-, situatsiooni- ja juhtumikeskselt;
- spiraalne – põhilisi teemasid ja mõisteid korratakse pidevalt ainekursuse vältel üle läbi uue informatsiooni või arengu.

SCATE struktuurimudel: Scope (sissejuhatus, eesmärgid, eeltingimused, nõuded jne), Content (õppematerjalid, tekst, audio, video, graafika), Activity (ülesanded, näited, küsimused, kasutusvõimalused jne), Thinking (analüüsimine, arutlemine, tagasiside, hinnangud), Extra (lisamaterjalid, kirjandus, kordamisküsimused jne).

5.4 Mõistete põhitüübid ja nende moodustamise protsess

“Õppimine ei ole lapsemäng; me ei saa õppida ilma pingutuste ja valuta.” Aristoteles

Mõiste all võime lihtsustatult mõista mõttesisu, millesse on koondatud ja välja toodud teatud objekt ja ilmingud, mida ühendavad sarnased tunnused. Me räägime mõistete moodustamisest, kui objektide või sündmuste grupis võib välja tuua üldisi olulisi tunnuseid – omadusi, seoseid, suhteid. *Jerome Seymour Bruner* peab mõistete omandamist protsessiks, mille tulemusena õpilane õpib tundma esemete, olendite või nähtuste vastavaid tunnuseid. Objektid esinevad meie teadvuses kas üksikjuhtumitena või sarnaste nähtuste grupina – *klassina* (Melezinek 1999).

Mõisted on nagu telliskivid, millest laotakse üles mõtlemisprotsess. Just sellepärast on õpilaste arendamise seisukohalt mõistete kujundamine erakordse tähtsusega. Mõisted on teadmiste ehituskivideks, teadmised koosnevad mõistete kombinatsioonidest. Kui STEM või tehnikavaldkonnas tuleb lahendada kompleksseid probleeme, mille puhul on nõutud erialateadmiste vajalikku taset, tuleks ennekõike tundma õppida selle probleemiga seonduvaid põhilisi seaduspärasusi ja omandada põhimõisted ning terminoloogia, seejärel alles viia läbi detailne analüüs, määrata lahendusteed jne. Kogu õpetuse sisuks peakski olema keerukate mõistete avamine ja arusaamise kujundamine. Ülesannete lahendamine eeldab samuti mõistete tundmist, tuginedes ulatusliku püsimalu olemasolule. Et aga tänapäeva Eesti põhikooli ja gümnaasiumi lõpetaja valdab mõisteid üpriski kesiselt, valitseb ka tema teadmistes pealiskaudsus. Kuna mõistete kujunemine algab vahetust tajust, on didaktikas nõue, et õpilased puutuksid kokku reaalse maailma keerukusega (Leppik 2008).

Õppimine toetub kolmele sambale: tajule, mälule ja mõtlemisele, mis on omavahel seotud protsessid (Tulving 1972). Et omandada mõisteid, peaks õpilane olema ümbritseva maailmaga vahetus ja samas ka aktiivses kontaktis. James Gibson tõestas oma elutööga, et tegelikkuse ja sellest pildi tajumine on eri asjad. Unustame, et inimeste elus on enam määravad loodus- ja psühholoogiaseaduspärasused, mitte inimeste endi otsustused (Leppik 2016).

Ainult see, kes valdab selgeid mõisteid, on suuteline neid ka sihtrühmale vahendama.

Inseneripedagoogikas eristatakse järgmisi mõistete põhitüüpe (Melezinek 1999):

- *omadusmõisted;*
- *seletusmõisted;*
- *väärtusmõisted.*

Omadusmõisted kirjeldavad omadusi kategoriseerimistulemuse alusel. Kategoriseerimine seisneb selles, et üksikjuhtumi mittetähtsatele tunnustele ei pöörata tähelepanu, tõstetakse esile vaid ühiseid omadusi. Ühiseid omadusi, mis määravad klassikuuluvuse, nimetatakse *kriitilisteks atribuutideks*. Kriitilise all rõhutatakse, et ainult need tunnused on antud klassile tähenduslikud (Melezinek 1999).

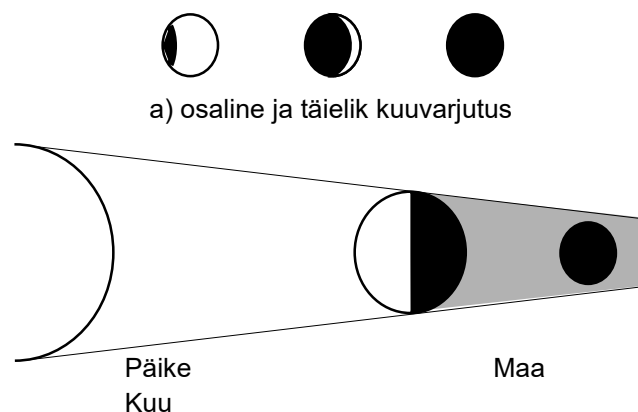
Näiteks mööbliesemete laiaast valikust võib koostada grupi tooteid, mida kasutatakse istumiseks: tugitool, diivan, taburet, pink jne. Need mööbliesemed võib ühise tunnuse põhjal (nendel saab istuda) kategoriseerida mõiste alla *istemööbel*. Kriitilise atribuudi moodustab seejuures horisontaalne istepind, mitte aga näiteks polsterdus, seljatugi vms.

Tihti määratakse kategoriseerimise alusena kindlaks ainult üks tunnus. Kategoriseerimisse võib aga kaasata ka rohkem tunnuseid, vajalik oleks sel juhul aga teada, kuidas need peaksid olema kombineeritud (kas piisab, kui on ainult üks atribuut täidetud või ei jne).

Seletusmõisted baseeruvad analoogselt omadusmõistetega kategoriseerimisel, sisaldavad aga täiendavalt veel nähtuse seletust. Seletusmõistetele on seega ühelt poolt tüüpiline *kategoriseerimise tulemus*, teiselt poolt aga ka *teoreetiline seletus*, millega avatakse mõiste olemus (Melezinek 1999).

Näiteks me eristame osalist ja täielikku kuuvarjutust. Kui jälgitakse ainult kriitilist atribuuti, mis asetab Kuu osaliselt või täielikult varju, on tegemist omadusmõistega. Kui aga kaasame loodusteaduslikud seletused (nähtus on tingitud sellest, et Maa vari langeb Kuule), siis on tegemist seletusmõistega (**sele 5.8**).

Väärtusmõisteid iseloomustab see, et nende puhul taandub asine tähenduse sisu tagaplaanile tundeüllaste komponentide kasuks. Väärtusmõistetele on kindel mina-osalus. Neid mõjutavad igaühe isiklikest kogemustest tulenevad aspektid, objektide klassifitseerimine toimub väärtuse järgi, mida need antud indiviidi suhtes omavad. Väärtusmõisteid võib vaadelda nii tunnetuslikust (kognitiivsest) kui ka tundeüllasest (emotsionaalsest) aspektist (Melezinek 1999).



Sele 5.8 – Kuuvarjutus – **a)** kui omadust kirjeldav mõiste ja **b)** kui seletav mõiste

Mõistete moodustamise protsess. Kõigi mõistete moodustamisel on iseloomulik, et seda tuleb vaadelda kogu kompleksse suhtlemise mõjusüsteemiga seoses. Üksikjuhtudel tuleks alati arvestada konkreetsete mõjusuurustega (vt jaotis 2.6).

Mõistete paremaks omandamiseks õppetöös on soovitatavaks järgmised võtted:

- **identifitseerimine** – pärast mõiste olemuse ja põhitunnustega tutvumist viia läbi nende tunnuste alusel objektide ja ilmingute identifitseerimine vastavalt õpilaste kogemustele, mitte kasutada eluvõõraid näiteid;
- **analüüs** – oluliste omaduste, tunnuste (atribuutide) eraldamine kõigi tunnuste valikust;
- **süntees** – olulisemate tunnuste ühendamine ja nendevaheliste seoste määramine;
- **konkretiseerimine** – mõiste üldise terviklikkuse avamine, tuues välja seoseid konkreetsete faktide ja sündmustega, st taandumine üldiselt konkreetsele. See etapp on efektiivne õppijate teadmiste kontrollimiseks.

Info tõepärasuse kriitiline hindamine on seotud mõistete tundmisega.

Teadmiste integreerimine. Igas teadmiste valdkonnas võime vaadelda kolme liiki mõistete kasutamist: tava-, teadus- ja süsteemsed mõisted. Õppeprotsessis läbitakse üleminek tavamõisteliselt mõtlemiselt teadusmõisteliselt, mis viib lõpuks süsteemse mõtlemiseni. Esmalt kasutab õpilane uusi teadmisi vaid õpituga tuttavas situatsioonis ning järk-järgult kujuneb teadusmõistetest arusaamine. Edasises protsessis seostatakse uued teadmised juba olemasolevatega ning toimub teadmiste sisemine integratsioon. Eelnevast kujuneb süsteemse mõtlemise tasand, kus suudetakse aru saada ka sellest, et füüsikas, keemias ja geograafias kirjeldatakse tihti sarnast nähtust täiesti erinevas kontekstis (nt sulamine). Selleks, et õpilane jõuaks sellisele tasandile, tuleks loodusainete teooriaid ja fakte käsitleda kõigis võimalikes erinevates seostes. Alles seejärel võib õpitud tegevus, teooria või nähtus paigutuda laia teadmiste süsteemi (Melezinek 1999).

5.5 Õppematerjali valiku ja koostamise põhimõtted

„Haridus on valik. Me ei õpi turvalistest vestlustest ja telesaadetest. Me õpime eneseületamisest, raskuste ületamisest, pettumustest, eksimustest, ebaõnnestumistest ja õnnestumistest, läbi mille jõuame tõelise harituseni.“ Tom Walsh

Õppematerjal on õpetamise põhialus. Kvaliteetne õppematerjal tõstab õppeaine õppimise vastu huvi ja on abiks õpitava materjali sügavuti mõistmisel.

Õppesisu muutub sedamööda, kuidas tehnoloogilised ja sotsiaal-kultuurilised muutused aset leiavad ja need omakorda nõuavad uusi teadmisi ning oskusi. Viimased lubavad uutel põlvkondadel mõista seda maailma, kus nad elavad, vastavalt nende aja kultuuris tunnustatud väärtustele. Teadmiste iseloomu, õppesisu keerukuse, õppeainete potentsiaali arvestamine ja õpitegevuste ratsionaalne järjestus võib viia täiendust omava lõimingu ni ning edendada aine sisu mõistmist – loomulikult seostes teistes õppeainetes omandatud teadmistega või õppimisega igapäevaelu kogemustest (variõppekava) (Läänemets 2015, Taba 1932).

Õppesisu valikul on neli alusprintsipi (Taba 1932, Läänemets 2015):

- õppesisu valiidsus (sobivus ja tõesus) ning tähenduslikkus kavandatud eesmärkide saavutamiseks;
- sisu omandatavus (tänapäeval jõukohasus) neile õpilastele, kellele õppekava koostatakse;

- õppesisu kohasus ja vastavus õpilaste huvidele ja vajadustele;
- õppesisu sidusus oma ühiskonna kultuuri ja reaalse olukorraga.

Õppesisu määratlusel on oluline selle funktsionaalsus ja relevantsus sotsiaalkultuurilises kontekstis.

Õppematerjali koostamisel on soovitatav lähtuda järgmistest põhimõtetest, õppematerjal peaks olema (Melezinek 1999):

- teemakohane;
- vastavuses õpiväljunditega;
- teaduspõhine;
- jõukohane - mahu poolest realistlikult omandatav ja õppurite lähteteadmistele vastav, kuid mitte eelnevalt õpitut täielikult kordav;
- sobituma ainevaldkonna traditsioonilisse kultuuriruumi (sh kasutama erialaterminoloogiat);
- organiseeritud, struktureeritud ja loogilises järjestuses, näidates seoseid;
- sisaldama olulisimat ja olema kaasajastatud;
- õppeprotsessi toetav;
- mahult vastav õpetuslikule ajale;
- õppekeskkonnale vastav;
- integreeritud;
- selgelt mõistetav (vt jaotis 4.9.4 – Selgelt mõistetavus);
- multifunktsionaalne – sisaldaks enam kui ühe mõiste/teema/probleemi/oskuse/ülesande vms õpetamiseks vajalikku;
- õpilasekesksust ei ole vaja üle rõhutada, tarvis on arvestada õpilaste senist kogemust ja õppematerjali kaasaegsust ning elulähedust ja huviäratust, mis julgustaks teemaga süvitsi edasi töötama.

Kõigepealt mõelge läbi, milleks antud materjali kasutate, kas see on mõeldud loengumaterjalina, õppimise toetamiseks, lisamaterjalina või hoopiski iseseisvaks õppimiseks. Analüüsige, kellele on materjal suunatud ja kuidas see õppimist toetab. Võimalusel lisage soovituslikke linke simulatsioonidele, videoklippidele jne. Koostage teemade loogiline järjestus ja tooge välja seosed, näiteks mõistekaardina. Seejärel koostage ja struktureerige teemade alusel õppematerjali pealkirjade loetelu.

Õpetatava materjali koostamisel võiks arvesse võtta järgmist:

- püstitage õppe-eesmärgid, valige õpiväljunditele vastav õppematerjal ja koostage sobiv õppematerjali struktuur, valige õpikud ja soovituslik lisakirjandus. Märkige ära kellele on õppematerjal loodud, sõnastage asjakohased pealkirjad. Kasutage fonte Arial, Verdana või Times New Roman, jätke reavahe 25% suuremaks kui tekst;
- valige õppematerjalile sobiv maht. Arvestage, et 1 lk on umbes 400 sõna. Õppija loeb minutis umbes 50 sõna keerulist teksti, seega 45 minutiga (1 akadeemilise tunniga) 2250 sõna ehk umbes 5 lk. Arvutist lugemine on aga 30% aeglasem – seega 45 minutiga loetakse 3,5 lehekülge keerulist teksti (Rountree, 1994). Lihtne tekst suurendab lugemiskiirust;

- kasutage loetelusid, nii on tekst ülevaatlikum. Kasutage rasvast kirja olulise rõhutamiseks. Märkige teksti ka viited. Õppematerjalis võiks kasutada maksimaalselt 4 erinevat värvitooni.
- vältige võõrsõnu, seletage lahti mõisted, esitage definitsioonid, avage mõistete seosed teiste mõistetega. Kasutage isikulisi vorme (Teie, meie jne). Vältige pikki lauseid, kõrvallauseid ja keerulisi konstruktsioone. Esitage tekst struktureeritult, loogilises järjestuses. Selgitage uut mõtet võimalikult mitmekülgsest. Tundmatu sisu korral kasutage võimalikult lihtsaid väljendeid.
- tõstke esile ja korrake olulisi mõtteid, esitage üldistusi ja vahekokkuvõtteid. Lõpetage peatükid kokkuvõtete ja kinnistamisülesannete ning küsimustega;
- illustreeriva materjali, sh piltide, fotode, jooniste, graafikute, diagrammide, tabelite jms kasutamine on mõjusa õpetamise üheks aluseks, see aktiveerib aju erinevaid sagaraid. Illustreeriv materjal selgitab ja võtab õpitu kokku. Tekst, mida toetab illustreeriv materjal on sügavuti õppimist toetav. Illustreerivat materjali saab kasutada ka kui suhtlemise stiimulit või katalüsaatorit (Kuidas Teie seletaksite? Mis sellega seostub? jne). Samas tuleks kindlasti meele pidada, et kõik kasutatavad illustratsioonid nõuavad lahtiseletamist, et vältida väärarusaamist. Arvestage autoriõigustega igasuguse materjali kasutamisel;
- mõelge alati läbi näited, kasutusvõimalused ja küsimused materjali kinnistamiseks ja huvi tekitamiseks, samuti valmistage ette rühmaülesanded ning valige juba eelnevalt välja kasutatavad aktiivõppemeetodid, mis sobiksid vastava teema õpetamisel interaktiivse tunni läbiviimiseks. Samuti tuleks küsimused ja ülesanded läbi mõelda ka iseseisva töö ning e-õppe jaoks, kasutage ka diskussioone ja foorumeid. Valige sobivad tagasiside meetodid;
- elulised, konkreetset materjalid aitavad õpitut sügavuti mõista. Ka interaktiivse loengu ajal võiks ringi saata illustreerivaid näitvahendeid, näiteks purunenud detaile, valmisprodukte, toormaterjale - kõike, mis võiks tekitada uudishimu ja aitaks sügavuti mõista;
- iseseisva ja e-õppe toetamisel võiks õpilastele anda soovitusi, mida tegelikult elukeskkonnast jälgida, uurida, katsetada või soovitada kohti, mida näiteks teemaga seonduvalt külastada, selleks on soovitatav koostada õpilastele tegevus- ehk õpijuhised;
- videod sobivad õpitava teema toetamiseks, probleemõppe läbiviimisel, juhtumipõhise õppe rakendamisel, iseseisva õppe toetamiseks jms. Pikemad videoklipid sobivad iseseisva õppimise toetamiseks ja kodutööks (näiteks Moodle'is).

Õppematerjali koostamisel on aluseks võetud järgmised lähenemised (Žukov 2014):

- ajaloolis-kultuuriline lähenemine - vastab mõttelisele ja väärtushinnangulisele lähenemisele, lähtutakse mineviku ja tänapäeva teadmistest – traditsioonist ja innovatsioonist;
- loogiline (teaduslik) lähenemine – mõtteline ja analüütiline lähenemine;
- psühholoogilis-pedagoogiline lähenemine – ülesannete lahendamine arendab teadmisi-õskuseid ja võimeid, areneb õpilase intellekt, emotsionaalsus ja tundemaailm. Õppematerjali koostamisel lähtutakse õpilaste võimete ja isikuomaduste arendamisest, kuid tihti jäävad tahaplaanile just STEM valdkonnale olulised praktilised oskused;
- pragmaatiline (tegevuspõhine) lähenemine – põhineb inimese arendamisel ühiskondlikus plaanis, tööandjate vajadustest lähtuvalt, ollakse seisukohal, et professionaalsus käivitab isikliku arengu.

Õppematerjali soovituslik ülesehitus ja struktuur:

- järjestikune – sobib ainekursuste puhul, kus esitatakse teemasid järjestikku;
- kronoloogiline – liikudes minevikust tulevikku;
- vaba – esitatakse erinevaid teemasid, mis võetakse lõpus kokku näiteks ülesannete lahendamisel;
- kumulatiivne – iga teema ja mõiste „ehitatakse“ järgmisele;

- probleemikeskne – teemad esitatakse probleemi-, küsimuste-, situatsiooni- ja juhtumikeskselt;
- spiraalne – põhilisi teemasid ja mõisteid korraldatakse pidevalt ainekursuse vältel üle läbi uue informatsiooni või arengu.

Materjali esitamisel võiks läbi mõelda lisaks traditsioonilisele õpetamisele ka järgmisi võimalusi:

- alustage õpitu kordamisest ja liikuge edasi abstraktsete mudelite ja teooriatele;
- alustage konkreetsetest elulistest näidetest, juhtumitest, olukordadest ja tooge välja abstraktseid kontseptsioone;
- alustage lahendi, kokkuvõtte või mudeliga ja liikuge teema juurde tagantpoolt ettepoole;
- paluge õpilastel individuaalselt ja rühmas arutleda mida ja kuidas nad õpivad;
- lisage tagasisidestatud praktilised tegevused, et õpilased saaksid katsetada õppejõudude juuresolekul teooria rakendatavust.

Õppematerjali otsimisel võivad algajale õppejõule abiks olla järgmised sammud:

- instituudis eelnevatel aastatel loetud õppeainete ainekavad;
- teistes õppeasutustes loetavate analoogsete õppeainete ainekavad;
- õppeainet toetavate õpikute läbitöötamine, nii võite leida sobivaid teemasid ja sobiva ainestruktuuri, aga ka õppesisu lõimimise võimalusi;
- kui ei leidu sobivat kirjandust, tuleb see ise õppuritele koostada, mis on eelnevatest kõige töömahukam variant;
- õppematerjal võiks olla mitmekesine, seega pakkuge lisakirjandust, artikleid vms.

Õpetaja võiks õppematerjali koostamisel arvesse võtta kõiki ülaltoodud lähenemisi ja lähtuda just tema õppeaine ja õpilaste puhul kõige sobivamast lähenemisest või kombineerima tema õppeainele olulisi lähenemisi.

5.6 Praktilisi soovitusi

„On suur vahe heade ja väga heade õpetajate vahel. Hea õpetaja näeb Sinu tugevusi ja toetab neid, väga hea õpetaja näeb Sinu tulevikuvõimalusi ja suunab Sind nende poole.“ Maria Callas

Õpetatava materjali koostamise aluseks on õppekava, mille alusel saate püstitada suuna eesmärgid. Kindlasti tuleks konsulteerida ka tööandjatega, näiteks inseneridega tööstuses, arvestamaks, missugused teadmised ja oskused on antud hetkel lõpetajatele vajalikud.

- **Püstitage oma õpetatava aine üldised eesmärgid ja seejärel detailsed eesmärgid**

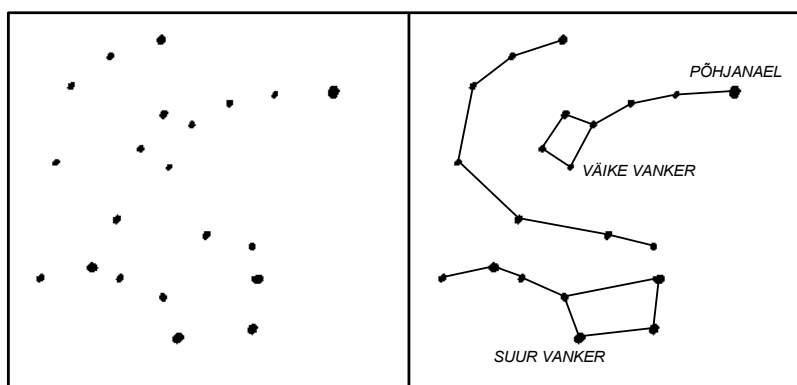


vastavateks tundideks. Aeg, mis on vajalik eesmärkide täitmiseks, sõltub õppeaine läbimise sügavusest, aga ka õpilaste algteadmistest. Läbige materjal loogilises järjestuses.

- **Valige õpik** (kui see ei ole juba eelnevalt kindlaks määratud). Kui tsiteerida professor *K. Elbe*’t: „On olemas halvad raamatud – mille on kirjutanud keegi teine; head raamatud – mille oleme

kirjutanud meie ise; ja täiuslikud raamatud – mida me alles plaanime ühel päeval kirjutada”. Kui on võimalik ise valida õppetöös kasutatavaid õpikuid, oleks soovitatav valida selline õpik, milles materjal oleks samas järjekorras esitatud ja analoogselt struktureeritud nagu Teie õppeeesmärkides. Lugege õpik eelnevalt läbi ja veenduge, et see on Teie sihtrühmale mõistetu ning sobiv.

- **Valige või koostage selline õpetatav materjal, mis oleks ranges vastavuses seatud eesmärgiga.** Piirduge vaid olulise informatsiooniga. Jälgige, et oleks kaetud uuendatud Bloom'i taksonoomia kõik põhikategooriaid.
- **Rõhutage, tooge välja ja korrake kõige tähtsamat** – olulisemaid nähtusi, mõisteid ja seadusi.
- **Struktureerige valitud materjal**, sellega lihtsustate oma õpilastel materjali mõistmist ja omandamist. Isoleeritud faktide esitamise asemel näidake nende seost võtmemõistetega. **Selel 5.9** on näitlikustatud struktureerimata ja struktureeritud informatsioon.
- **Arvestage mõtlemisoperatsioonidega ja pange oma õpilased tunnis mõtlema!**



Sele 5.9 – Struktureerimata ja struktureeritud informatsioon: üksikud tähed ja tähtkujud (Melezinek 1999)

- **Andke tunni alguses lühiülevaade eelseisvast tunni käigust.** Selleks võib võtmesõnad või lühikava näiteks esitada kileprojektoril või kirjutada tahvli vasakusse serva, sel juhul jääb terveks tunniks õpilastel silme ette õpetatava materjali struktuur.
- **STEM valdkonnas on vajalik osata eraldada õpetatavast materjalist olulisim.** Et lihtsustada õpilastel olulise eraldamist õpetatavast materjalist, võiks õpetajale õpetatava materjali koostamisel soovitada järgmist (Melezinek 1999):
 - looge tuntud faktide ja seaduspärasuste alusel uusi seoseid;
 - formuleerige selgelt uued mõisted;
 - avage uute nähtuste ja protsesside omavahelised seosed;
 - tooge esile uute faktide, nähtuste ja protsesside olulised tunnused;
 - esitage põhjuse-tagajärje seosed jt seosed ning suhted näitlikult tabelite, skeemide, valemite ja algoritmide kujul;
 - kontrollige, kas õpilased on esitatud materjalist osanud olulise eraldada;
 - paluge õpilastel oluline konspekteerida.
- **Tunni lõpus tehke alati kokkuvõtte tunnis läbitud materjalist.** Struktureeritud kokkuvõtte aitab nii materjali mõista kui ka seda kergemini omandada.

- **Analüüsige Teie poolt õpetatava õppeaine ainesisu ja selle koostamise põhimõtteid.** Missugune õppematerjali struktuur oleks kõige sobivam Teie õppeaine ja õpilaste puhul? Mida võiksite oma õppeaine sisus muuta?

Kindlasti ei tohiks visualiseerimisega liialdada. Viimasel ajal on toimunud visualiseerimise ületähtsustamine. Süvaarusaamisega õppimiseks on vaja kaasata kõik meeled ning toetada kriitilist mõtlemist, seetõttu on olulisel kohal ka tekstimaterjal.

6 TEHNILISED ÕPPEVAHENDID

„Kui õpetajat on võimalik asendada arvutiga, siis tuleks seda ka teha.“ Richard Felder

Õpetamine eeldab kõige erinevama informatsiooni edasiandmist. Informatsiooni vahendajateks õppetegevuses võivad isikute (õpetaja, õppejõud, õppemeister jt) kõrval olla ka mitteisikulised vahendajad (seadmed, sisseseaded jne).

Vajadus auditiivsete ja visuaalsete stiimulite kombinatsiooniks pärineb juba *Comenius*'e ajast, kes soovitas: „...et nii paljut kui võimalik meelte selgelt kujutataks...“ (*„Didactica Magna“* 1632).

Kaasajal erinevad internetipõlvkonna õpilased oma õpioskustelt tunduvalt eelmiste põlvkondade õpilastest. Nad on harjunud omandama vaid visuaalset lihtsustatud kokkuvõtet, mitte lugema keerulist teoreetilist teksti või kuulama igavat loengut. Nad ei oska alati teha loetust kokkuvõtet ega leida tekstist või kuuldust olulisimat ning sellest aru saada, nõrgenenud on funktsionaalne lugemisoskus. Seetõttu võib naljatledes öelda, et kõige lihtsam oleks neile õpilastele uue materjali seletamiseks koostada kas multifilm või koomiks. Tegelikult tuleks aga võimalikult palju uut informatsiooni visualiseerida ja soovitatav oleks kasutada ka mõistlikul hulgal animatsioone.

6.1 Kranzbergi tehnoloogia seadused

„Tehnoloogia on lihtsalt tööriist, vahend. Õpilaste õpetamisel, motiveerimisel ja meeskonnatööle suunamisel on esikohal ikkagi ainult õpetaja ja õppesisu.“ Bill Gates

Georgia Tehnoloogiainstituudi (USA) professor Melvin Kranzberg esitles 1985. aastal tehnoloogia ajalooühingu aastakokkutulekul tehnoloogia kuut omadust ehk Kranzbergi tehnoloogia seadusi, mis on saanud aluseks tehnoloogia mõistmisele. Kranzberg koostas tehnoloogia seadused tuumaenergiatehnoloogia ning meditsiini- ja põllumajandustehnoloogiast lähtuvalt, ent tehnoloogia seaduste põhimõtted on ülekantavad kogu tehnoloogiavaldkonnale, sh IT- ja kommunikatsioonitehnoloogiale, mis on seotud sotsiokultuurilise keskkonnaga (Kranzberg 1986). Kranzberg rõhutas, et tehnoloogilisest determinismist, lõpututest heietamistest tehnoloogia autonoomiast ja inimeste üle valitsemisest, on saanud intellektuaalne kliše. Kranzbergi seisukoha järgi ei kujunda tehnoloogia meie elustiili, väärtusi ega ühiskonda tervikuna. Ehk siis Kranzberg lõi tehnoloogilise voluntarismi vastukaaluks tehnoloogilisele determinismile.

Tehnoloogia avab meile uksi, pakub võimalusi ja erinevaid valikuid, aga ei sunni meid nendest udest sisenema. Kuid kes otsustab, millal ja millist ust avada? Kui aga uks kord juba avatud on, siis kas meid hakkavad edaspidi suunama ja mõjutama avanenud ruumi kontuurid? Need ja paljud teised küsimused ajendasid Kranzbergi sõnastama oma tehnoloogia seadusi.

Kranzbergi esimene tehnoloogia seadus. *„Tehnoloogia ei ole hea ega halb ega ka neutraalne“* (Kranzberg 1986). Tehnoloogia kujundab inimeste taju maailmast, muudab inimestevahelisi suhteid ning indiviidi interaktsiooni maailmaga, mistõttu ületab tehnoloogia oma esialgseid funktsioone (Kranzberg 1986). Tehnoloogia kasutamisest tingitud tagajärjed on ettearvamatud – erinevates kontekstides ja tingimustes võib tehnoloogia mõju olla erinev, kas positiivne või negatiivne, mistõttu esmalt kasulikuks peetud tehnoloogia võib laialdasel kasutamisel muutuda kahjulikuks. Nutiseadme abil leiame kiirelt vajalikku informatsiooni, aga kui me seadme kaotame, mis siis saab? Tehnoloogia rakendamisest tingitud

negatiivsete tagajärgede vältimiseks tuleks enne uue tehnoloogia kasutusele võtmist hinnata tehnoloogia lühi- ja pikaajalisi tagajärgi.

Kranzbergi teine tehnoloogia seadus. „*Leiutis on vajalikkuse ema. Igasugune tehniline innovatsioon tundub vajavat täiendavaid tehnoloogilisi edasiarendamisi, et see muutuks täielikult efektiivseks*“ (Kranzberg 1986). Nii näiteks on tänapäeval olulisel kohal pilvetechnoloogia, sest nii saame kõikjal kasutada oma faile ja sülearvutit, mitte ainult istudes kabinetis suure halli arvutikasti taga. Teisalt, kui pilvetechnoloogia oleks olnud kättesaav 15 aastat tagasi toonaste tehnoloogiliste võimaluste juures, siis poleks sellest olnud meile suuremat kasu.

Kranzbergi kolmas tehnoloogia seadus. „*Tehnoloogia esineb erinevates kombinatsioonides, nii suure kui ka väikesena*“. Tänapäeva kompleksed mehhanismid sisaldavad erinevaid komponente ja protsesse. Enamus tehnoloogiast on evolutsiooniline, mitte revolutsiooniline. Me võime ühe hiireklõpsuga, 0,4 sekundi jooksul „*guugeldada*“ suurel hulgal erinevaid veebilehti, kuid me ei leia alati sama kiirelt oma arvutist meile hetkel vajalikke dokumente või faile. See, et tehnoloogia oleks ülikaasaegne, ei olegi nii tähtis, kui see, et ta oleks pigem praktiline, lihtne ja kasulik.

Kranzbergi neljas tehnoloogia seadus. „*Kuigi tehnoloogia tundub olevat ühiskondlike küsimuste puhul primaarne element, muutuvad mittetehnilised faktorid tehnoloogiapoliitikas esmajärgulisteks*.“ Mitmed komplitseeritud sotsiokultuurilised faktorid, eriti just inimfaktor, on alati kaasatud, isegi selliste otsuste puhul, mis võivad tunduda puhttehnilised. Parimad tehnoloogilised lahendused ei ületa ei poliitilisi ega sotsiaalseid jõude. Tihti valitakse lahendused just läbipaistvuse, aususe jm mittetehnoloogiliste näitajate alusel.

Kranzbergi viies tehnoloogia seadus. „*Ajalugu on tähtis, kuid tehnoloogia ajalugu on kõige tähtsam*“. Kranzbergi nn aabitsatõed võtab kokku tehnoloogiline realism. Selle järgi ei ole tehnoloogia ühiskonda lahti lastud monstroom, mille inimesed on sunnitud omaks võtma, pigem on tehnoloogia ühiskonna nägu. Kivikirved või esimesed pronksist esemed on jäänud kaugele minevikku, kuid needki on olnud mingil ajamomendil tehnoloogiline tiptase. Millised muutused on endaga kaasa toonud elektri, trükitehnika, interneti jm uute tehnoloogiate kasutuselevõtt! Oma tänase heaolu oleme saavutanud tänu tehnoloogiale ja seda ei tohiks unustada ega selle olulisust vähendada.

Kranzbergi kuues tehnoloogia seadus. „*Tehnoloogia on väga inimlik tegevusala, nagu ka tehnoloogia ajalugu*.“ Iga seadme taga näeme me siiski kellegi nägu, tegelikult lausa mitut nägu – inseneri, töölise, ärimehe või –naise, aga vahel ka kindrali või admiraliga nägu. Veelgi enam – tehnoloogia funktsiooniks on selle kasutamine inimeste poolt, paraku vahel ka selle liig- ja kuritarvitamine. 2.0 tehnoloogia kasutamine sõltub inimestest. Võib-olla rakendab 4.0 tehnoloogia ennast juba ise, aga seni sõltub see inimestest, kas mingi tehnoloogia on edukas või mitte.

Kranzberg oli tehnoloogia ajaloolane, tema teooriad on saanud aluseks kaasaegse ühiskonna ja tehnoloogia vahelise sidestuse (SCOT – Social Construction of Technology) kontseptsioonidele. Kranzbergi tehnoloogia seadused pakuvad täna laialdast mõtteainest. Nii tõi Kranzberg näite, et üks daam astus tuntud viiulikunstniku Fritz Kreisleri juurde ja kiitis, et Kreisleri viiul mängib imetabast muusikat, tõstis Kreisler oma viiuli kõrva juurde ja ütles, et ei kuule mitte midagi – instrument, raudvara, seade jms on kasutu ilma inimliku elemendita, samas, ilma selle instrumendita ei oleks Kreisler suutnud ka esitada imetabast muusikat.

Tehnoloogia aktsepteerimise mudel. Tulenevalt tehnoloogia kiirest arengust on õpetamise mõjusamaks muutmiseks õppetöösse integreerinud mitmeid uusi tehnoloogilisi vahendeid, eesmärgiga tõhustada õpiprotsessi. Vaatamata tehnoloogia positiivsetele aspektidele, ei pruugi ei õpetajad ega ka õpilased alati uut tehnoloogiat kasutusele võtta, sest nende tajumus tehnoloogiast on erinev. Mõistmaks tehnoloogia aktsepteerimist ja kasutamise ajendeid, koostas Davis oma kolleegidega (1989) mõistuspärase käitumise teooria põhjal tehnoloogia aktsepteerimise mudeli, mis kirjeldab tehnoloogia aktsepteerimist mõjutavaid tegureid ning aitab prognoosida tehnoloogia kasutuselevõtmist (Davis et al 1989).

Tehnoloogia aktsepteerimise mudeli järgi sõltub uue tehnoloogia kasutusele võtmine kasutaja käitumuslikest eesmärkidest. Käitumuslike eesmärgi mõjutavad hoiakud tehnoloogia kasutamise suhtes, tehnoloogia kasulikkuse tajumine, kusjuures sellele on kaudne mõju ka tehnoloogia kasutamislühtsusel (Ibid., 985). Tehnoloogia kasulikkus ja kasutamislühtsus mõjutavad nii õpetajate kui ka õpilaste hoiakuid uue tehnoloogia aktsepteerimisel – tajudes uue tehnoloogia kasutamise lühtsust ja soodustavat mõju õppimise tulemuslikkusele, on hoiakud selle suhtes positiivsemad. Heakskiitvad hoiakud tehnoloogia suhtes suurendavad selle kasutusele võtmise kavatsusi ning tingivad seejärel tehnoloogia kasutamise. Tehnoloogia tajutav kasulikkus ja kasutamislühtsus on tingitud välistest muutujatest (Davis jt 1989, 985) – neid mõjutavad tehnoloogia ja tehnoloogiliste vahendite disain, lühtsus ja omadused, koolitused, kasutajate osavõtt arendusprotsessist ning tehnoloogia õppetöösse integreerimise meetodid (Ibid., 983).

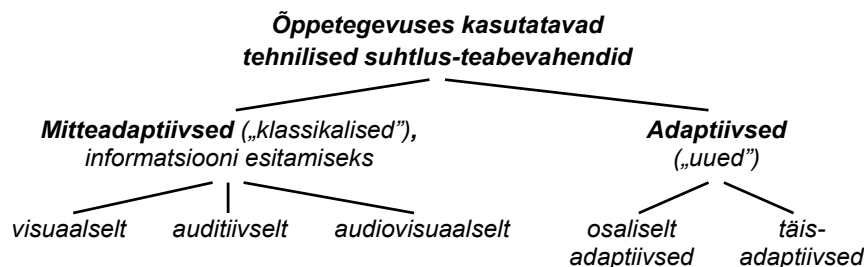
6.2 Tehnilised õppevahendid

„Leidke oma loengu Point ja pange sellesse kogu oma Power.“ Richard Felder

Tehniliste õppevahendite all mõistetakse kõiki tehnilisi vahendeid, seadmeid, sisseseadeid ja süsteeme, mis aitavad õppetegevust efektiivsemalt läbi viia.

Tehniliste õppevahendite kasutamise metoodika tegeleb ühelt poolt nn **riistvaraga** (tehnilised vahendid) – aparaadid, seadmed, süsteemid, ja teiselt poolt nn **tarkvaraga** (kasutamismetoodika) – videoklipid, filmid, slaidid ja teised näitlikud õppevahendid.

Tehnilisi õppevahendeid, mida kasutatakse õppetegevuses, võib liigitada erinevate kriteeriumide alusel. Üks võimalikest klassifikatsioonidest on esitatud **selel 6.1**.



Selel 6.1 – Õppetegevuses kasutatavate tehniliste vahendite liigitus

Tehnilised vahendid, st aparaadid, seadmed ja süsteemid, mida kasutatakse õppetegevuses, moodustavad laia mitmekülgse struktuuriga spektri. See on valdkond, mis ulatub lihtsaimatest tehnilistest vahenditest (koolitahvlid, kassetmakid, keeleõppeseadmed, grafo- ja diaprosjektorid, audio- ja videomagnetofonid jne) – keerulisemateni (televisioon, elektroonsed õppevahendid, õpetamismasinad, kompuutrid jne).

Mitteadaptiivsed ehk klassikalised tehnilised õppevahendid võimaldavad õppetegevuses ühepoolset suhtlemist, st nad põhinevad informatsiooni vahendamisel õpetajalt õpilasele.

Adaptiivsed ehk uued tehnilised õppevahendid võimaldavad vastastikust suhtlemist. Nad mitte ainult ei võimalda informatsiooni vahendamist õpetajalt õpilasele, vaid ka õpilaselt õpetajale (tagasiside) – õpetamismasinad, arvutiõpe, e-õpe jm uus õppetööd toetav tehnoloogia. Adaptiivsed tehnilised õppevahendid on reeglina elektroonilised vahendid.

Nii klassikalised kui ka uued tehnilised õppevahendid on informatsiooni kandjad või vahendajad. Analüüsime järgnevalt veidi lähemalt klassikalisi õppevahendeid ja nende kasutamist.

Tehnilised õppevahendid toetavad õppurite õppimist, andes uuemaid ja motiveerivamaid võimalusi, annavad täiendavaid võimalusi õpitavat visuaalselt täiendada, võimaldavad uusimat infot õppesisu täiendamiseks uusima materjaliga teaduskirjandusest, annavad võimaluse materjali e-õppes omandada.

Teadmiste omandamisel ja arusaamisel toetavad tehnilised õppevahendid täiendavate esitluste ja materjalide kättesaadavusega; õpitu rakendamisel ja analüüsil annavad võimalusi harjutamiseks ja seostamiseks, tagasisideandamiseks ja vastastikuseks õpetamiseks; kriitilise mõtlemise ja koostöö õpetamisel annavad võimaluse suhtlemiseks ja ühistööks; õpitu sünteesil annavad võimaluse luua ja katsetada.

6.3 Klassikalised visuaalsed tehnilised õppevahendid

“Hea õpetaja on nagu sild, mis julgustab ja aitab oma õpilastel takistusi ületada; ja siis, pärast õpilaste toetamist ning eesmärgi saavutamist, kaob ta vaikselt, julgustades oma õpilasi edaspidi juba ise sildu ehitama.” Nikos Kazantzakis

Visuaalsed õppevahendid võib üldistatult jaotada kahte gruppi:

- **mitteprojitseeritavad** (mudelid, seadmed, trükised, tahvlid, plakatid, fotod jne);
- **projitseeritavad**, mis omakorda jagunevad järgmiselt:
 - **staatiliselt projitseeritavad** (PaperShow, esitluskiled, PowerPoint esitlusprogramm, diaposiitivid, epiprojektsioonpildid jne);
 - **dünaamilised projitseeritavad** (filmid, videod, DVD-d jne).

6.3.1 Mitteprojitseeritavad õppevahendid

„Õpetamine peaks olema selline, et seda, mida pakutakse, omandatakse kui kallihinnalist kingitust, mitte aga kui tüütut kohustust.“ Albert Einstein

Mudelid. Arusaamiseks ja mõistmiseks on väga tähtis otsene kokkupuude reaalsusega. Seetõttu on eriti tehniliste ainete õpetamisel mõistlik võimaldada otsest kokkupuudet reaalsete objektidega. Mitte alati ei ole võimalik ja mõttekas reaalseid objekte õppetöösse kaasata, eriti kui neil on liiga suured või väikesed mõõtmed või juhul, kui objektid või seadmed on nii keerulise ehituse ja funktsiooniga, et sellest arusaamiseks ei piisa objekti demonstreerimisest. Sellistel juhtudel oleks vajalik näidata õpilastele antud reaalsete objektide asemel nende mudeleid või jooniseid ja selgitada nende tööpõhimõtet. Kuna mudelid on lihtsustused, tuleks silmas pidada, et ei kaoks seos reaalse situatsiooniga. Võiks lasta ka õpilastel endil valmistada mudeleid – seeläbi saavutatakse väga põhjalik arusaamine antud seadme ehitusest ja funktsioonist. Eelistage võimalusel mudelit pildile!

Katseseadmed. Tuleks eristada seadmeid demonstratsioonkatseteks ja õpilaste või tudengite iseseisvateks laboritöödeks. Demonstratsioonkatseid toetavad tänapäeval audiovisuaalsed abivahendid (sh simulatsioonid), millele järgnevad õpilaste iseseisvad laboritööd. Paljud firmad pakuvad katsete läbiviimiseks spetsiaalseid süsteeme, mis koosnevad vastavatest struktuurelementidest. Tehnikaülikoolides kasutatavate laboriharjutuste juures on selgelt nähtav tehniliste õppevahendite sujuva lähenemise tendents reaalsele tehnikale. Kuid tänaseni valmistatakse paljud laboriseadmed ka õpetajate endi poolt.

Trükised ja õppeplakadid. Raamatud, käsiraamatud, teadusartiklid, juhendmaterjalid, õppetahvlid, kaardid jne.

Tahvlid ja ekraanid. Õpperuumi standardvarustuse hulka kuulub ka tänapäeval kindlasti klassitahvel. Nii MIT-s kui ka CERN-is on ka tänapäeval kasutuses kriiditahvlid ja nende kasutamist ning vajalikkust ülesannete lahendamise õppimisel ei tasuks alahinnata. Klassides, kus õpetatakse reaali- ja tehnoloogiaaineid võiks võimalusel olla nii suurem kriidi-, valge tahvel kui ka ülesannete lahendamiseks sobiv ruudustikuga tahvel, kus saaks kasutada ka tahvlijoonestusvahendeid. Tänapäeval on hakatud üha enam kasutama ka interaktiivsed tahvlid (vt ptk 6.4).

Didaktiliselt kõige mõjusam on õpilase silme all valmiv joonis või eskiis. Tahvli kasutamisel kujuneb materjal loengu käigus õpilaste silma all, seetõttu on protsess hästi jälgitav ning kaasab üliõpilasi mõttetöösse, eriti ülesannete lahendamise õppimisel. Samas tasub õppejõul ette valmis mõelda, mida ja kuidas ta kavatseb tahvlile kirjutada või joonistada ning milline on see üldpilt, mis lõpuks tahvlile näha jääb. Hästi planeeritud tahvlikasutus võib olla väga mõjus (Karm 2013).

Lisaks süsteemtahvlitele kasutatakse ka haakuvate pindadega tahvleid (magnettahvlid, kangastahvlid) ja *flipchart*'e (kolmejalgse raamistikuga pabertahvleid, mis sobivad grupitööks ja õppekäigule). Valget tahvlit saab ekraani puudumisel kasutada ka ekraanina. Ekraani olemasolu korral oleks soovitatav jälgida, et seda ei tõmmataks projektoriga töötamise ajaks tahvli ette.

6.3.2 Projitseeritavad õppevahendid

„Väärtuslikud teadmised on selleks, et neid edastada.“ Ralph Waldo Emerson

Kõigepealt tutvume staatiliste projitseeritavate õppematerjalidega:

PowerPoint või Prezi esitlusprogrammid. Kaasajal on igal õpetajal võimalik ise arvutis koostada tunni läbiviimiseks vajalikke esitlusmaterjale. Juba ainuüksi tekstitöötlusprogrammid võimaldavad kujundada tehniliselt kõrgväärtuslikke esitlusmaterjale. Selleks peab olema õpperuumis multimeediaprojektor ja arvutis PowerPoint programm. Samas on seoses tehniliste probleemidega vahel ka PowerPoint programme kõigis arvutites alati raske avada ja seetõttu oleks kasulik igaks juhuks PowerPoint esitlused salvestada mälupulgale ka Pdf-formaadis või laadida need üles Google Docs-i, kus need on alati kättesaadavad. Prezi esitlusi koostatakse internetis.

Dokumendikaamerad saab jagada kahte rühma: mobiilsed ehk kaasaskantavad ja statsionaarsed kaamerad. Mobiilsete dokumendikaamerate plussiks võib pidada väikest kaalu ja kasutamisihtsust, statsionaarsete kaamerate eelis seisneb aga paremas pildi kvaliteedis ja kasutusvõimaluste rohkuses. Dokumendikaamerat kasutades kaob õpilastel ka materjalide paljundamise vajadus – dokumente, raamatuid, õppematerjali, aga ka tehnilisi detaile, näitmaterjale jms saab projitseerida kõigile korraga ekraanile või interaktiivsele tahvlile. Dokumendikaamera all saab näiteks õpilastele trükitud materjalid, kontrolltööd, õpilaste tööd, joonised jms nähtavaks teha, et siis üheskoos seal leiduva ülesande tulemusi analüüsida ja koos nende üle arutleda. Samuti on võimalik dokumendikaamera all demonstreerida näiteks tehnilist demonstratsioonikatset, lahendada ülesannet jms.

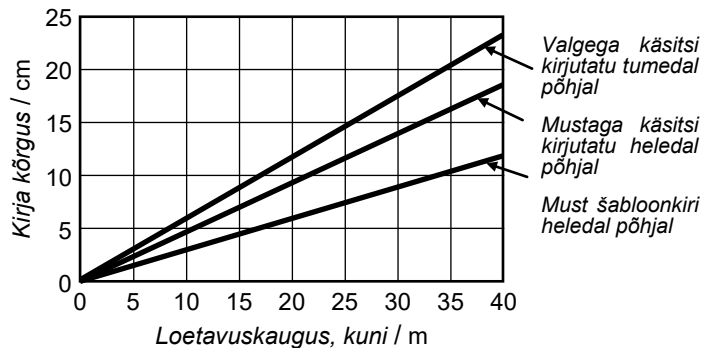
PaperShow – on vahend kirjutamiseks spetsiaalsele paberile ja samaaegselt arvutiekraanile, kuvades seda ka suurele ekraanile. Vahend on mõeldud rühmatööks (ajurünnakud, arutelukoosolekud) ja esitluseks. Tööks on vaja komplekti: mälupulk, pliiats ja interaktiivne paber. Valge tahvli puhul on kasutusel paber A4+ mõõtmetega 240×320 mm, millel on tugiruudustik ja paremal serval töövahendite riba. Kirjutus- ja joonestusvahendid asuvad paberi paremal serval. Nende valimiseks tuleks pliiatsiga puudutada vastavat kujundit. Vaikimisi on kasutusel ka vabakäejoon. Võimalik on valida joone jämedust, kujundit ja joone värvi, nooli, sirgeid eri jämedusega jooni, märkmepaberit ja korrapäraseid kujundeid, kustutamist, lisada, vahetada, kustutada lehekülgi, panna programmi ooteasendisse jm.

Õppetöös kasutatakse aga ka dūnaamilist projitseerimist – õppefilmide näitamist (videofilmid, DVD-filmid, simulatsioonid, jms), mis on audiovisuaalsed õppevahendid ning võrreldes visuaalsete õppevahenditega, omavad õpetamisel tunduvalt suuremat mõjujõudu.

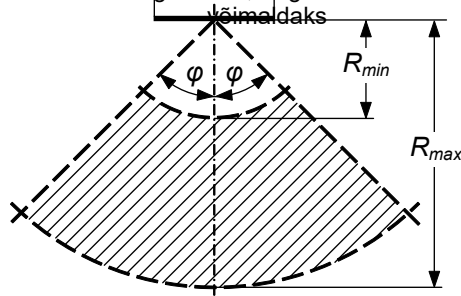
Projitseeritavaid õppevahendeid kasutades on õpetajal pidev silmside õpilastega.

6.3.3 Soovitusi visuaalsete õppematerjalide koostamiseks

„Kolme meetodi abil õpime me tarkust: analüüsi abil, mis on olulisim; imiteerimise abil, mis on lihtsaim; ja kogemuste abil, mis on kibedaim.“ Confucius



Sele 6.2 – Soovituslikud kirjasuurused tavalise suurusega seminariruumis (viimases reas istuvate osavõtjate kaugus tahvlit ca 9 m). Et kirjutatu oleks ka hästi ülevaatlik, ärge kirjutage tahvlit kunagi nii täis, nagu seda soovitatud kirjasuurus



Sele 6.3 – Ekraanile projitseeritud pildi/slaidi optimaalne nähtavusala on viirutatud. Näide: Kui pildi laius on $b = 1,5 \text{ m}$ siis ei peaks kuulajad istuma lähemal kui umbes $R_{\min} = 2b = 2 \times 1,5 = 3 \text{ m}$, aga ka mitte kaugemal kui $R_{\max} = 6b = 6 \times 1,5 = 9 \text{ m}$

seosed (Melezinek 1999):

$$R_{\min} = 2b;$$

$$R_{\max} = 6b;$$

$$\varphi = 45^\circ,$$

kus b – projitseeritud kujutise laius ekraanil.

Arvestada tuleks, et **tahvile kirjutatud informatsiooni**

salvestamine mällu toimub vastavalt **selel 6.4** kujutatule. Uuringud on tõestanud, et tahvli alla vasakusse nurka kirjutatu jääb kõige halvemini meelde, kõige paremini salvestatakse mällu tahvli ülemisse osasse kirjutatu. Horisontaalselt laias plaanis kirjutatud materjali loetakse tahvli kergemini kui tulpa kirjutatud materjali. Kirjatähtedes kirjutatut loetakse kergemini kui trükitähtedes teksti (Kovalenko 2003).

Visuaalsed õppematerjalid, sõltumata nende didaktilisest väärtusest, täidavad informatsiooni vahendamise ülesannet ainult siis, kui õpilased saavad neid takistamatult jälgida ja kõik tähtsad detailid on hästi nähtavad ning arusaadavad.

Soovitatav kirjasuurus tahvlile kirjutamisel.

Soovituslikud kirjasuurused on esitatud **selel 6.2**. Igal juhul peab kujutis tahvil olema korrektne ja selge.

Tahvile tuleks kirjutada ainult kõige tähtsam informatsioon: märksõnad asendagu pikki lauseid, visandid

seletavad tihti enamgi kui detailne joonis! Et kindlustada projitseeritava õppematerjali tajumine, täitke järgmisi nõudeid:

Nõuded õpperuumile. Õpperuum peaks olema kujundatud nii, et õpilased saaksid omandada nii visuaalset kui ka audioinformatsiooni. Visuaalne materjal on ainult siis hästi tajutav, kui õpilased istuvad optimaalses nähtavusalas (**sele 6.3**). See ala on piiratud nelja piirväärtusega: eesmise ($R_{\min}$), tagumise ($R_{\max}$) ja kahe külgmisega (φ). Nähtavusalele kehtivad järgmised lihtsustatud

28%	33%
16%	23%

Sele 6.4 – Tahvile kirjutatud informatsiooni

Nõuded visuaalsele projitseeritavale esitlusmaterjalile. Vähe on kasu õigesti paigutatud ekraanist ja nähtavusala kehtivate nõuete täitmisest, kui projitseeritav õppematerjal on ebakvaliteetselt koostatud – joone valesti valitud laius, liiga väike tähe kõrgus jne. Vaatleme projitseeritavate jooniste, graafikute, tabelite, diagrammide jne koostamist.

Joone minimaalse laiuse s ja tähe minimaalse kõrguse h leiame järgmiselt (Melezinek 1999):

$$s = 0,002 b;$$

$$h = 0,02 b.$$

Projitseeritud kujutisel peab joonelaius s moodustama minimaalselt 2 promilli ja tähe kõrgus h minimaalselt 2 protsenti kujutise kogulaiusest b .

Sel juhul on nii kujutis kui ka sellele kantud numbrid ja tähed nähtavad optimaalses nähtavusalas. Kujutise projitseerimisel, mille laiuseks on 2 m, peaks seega joonelaiuseks olema minimaalselt 4 mm ja tähe kõrguseks minimaalselt 4 cm.

Tabelis 6.1 on esitatud nn rusikareeglile vastavad joonelaiused ja kirjasuurused (suurtähtede kõrgused) erinevate esitlusmaterjalidele (laius b vastab siin pikema külje pikkusele).

Kui Te soovite kasutada värvilist kujutist, tuleks erineva värvusega joonte laiust ja tähtede kõrgust parema nähtavuse saavutamiseks musta värvuse suhtes suurendada. Soovitavad suurenduskoefitsiendid on esitatud **tabelis 6.2**.

Praktikas soovitatakse enne materjali esitlemist tunnis kontrollida eelnevalt selle projitseerimist maksimaalselt kauguselt $R_{max} = 6 b$, sellega saate eelnevalt kontrollida ka projektsiooni proportsioone. Samuti võib materjali loetavust kontrollida ka lähedalt – **kui näiteks normaalse nägemisega inimene suudab näha A4 suurusega originaalkujutise kõiki detaile umbes 2 m kauguselt, on näidis sobiv esitlemiseks**, see meetod sobib ka PowerPoint'i slaidi proportsioonide kontrollimiseks väljatrükkilt.

Ligikaudsed kontrollkaugused enamkasutatavamate suurustega esitlusmaterjalidele on koondatud **tabelisse 6.3**.

Esitlusmaterjale ei tohiks siiski nii täis kirjutada, kui seda joonelaius ja tähe kõrgus teoreetiliselt võimaldavad.

Tabel 6.1 – Soovitavad joonelaiused ja tähe kõrgused projitseeritud kujutisel

Mõõtmed millimeetrites					
Kujutise suurus (tähis ISO 5457 järgi)	594x841 A1	420x594 A2	297x420 A3	210x297 A4	149x210 A5
Joonelaius	1,7	1,2	0,8	0,6	0,4
Tähe kõrgus	17	12	8	6	4

Tabel 6.2 – Soovitavad suurenduskoefitsiendid joonelaiusele ja tähe kõrgusele erinevate värvuste kasutamisel

Kasutatav värvus	Must	Punane	Sinine	Kollane
Suurenduskoefitsient	1	1,25	1,25	1,5

Tabel 6.3 – Kontrollkaugused esitlusmaterjalidele

Kujutise suurus (tähis ISO 5457 järgi)	594x841 A1	420x594 A2	297x420 A3	210x297 A4	149x210 A5
Kontrollkaugus, m	5,0	3,5	2,5	2,0	1,2

Visuaalsete õppevahendite kujundamisel kehtib lihtne reegel: ärge kirjutage ühte ritta üle 6–7 sõna ja kogu kujutisele (slaidile) üle 8 rea! Vastasel juhul kujutise ülevaatlikkus väheneb. Esitlusmaterjal peaks olema nii koostatud, et oluline oleks ühe pilguga äratuntav. Esile tuleks tõsta teemade pealkirjad, märksõnad ja tähtsaimad sõlmpunktid. Võimalikult vähe kasutage teksti ja pikki lauseid – olulised on märksõnad. Sama kehtib ka *PowerPoint*'is valmistatud esitlusmaterjalide kohta.

Arvutikiri *PowerPoint*'is. Arvestada tuleb, et arvutiprogrammi 1 punkt (pt) on kõrgusega

$$1 \text{ pt} = (1/72) \text{ in} = (127/360) \text{ mm (täpselt), ehk ligikaudu } 0,35 \text{ mm}.$$

See kehtib joonte laiuse määramiseks graafilistel kujutistel. Kasutades joone laiust (Line Weight) 20 pt, saame ligikaudu 7 mm laiuse joone.

Arvutikirja kõrgus, mis tuleneb punktides (pt) antud kirjatüübi suurusest, koosneb tähe kõrgusest ja kirjaridade vahe suurusest. Tähekõrgus on määratud kirjatüübi suurusega, kuid võib olla erinevate kirjatüüpide (*Font*) puhul erinev. Näiteks, kirja *Arial* 36 puhul on suurtähe kõrgus $\approx 9,1$ mm, kirja *Times New Roman* 36 puhul aga on suurtähe kõrgus $\approx 8,5$ mm. Mõned näited suurtähtede kõrguste kohta on kirjatüübi *Arial* puhul toodud **tabelis 6.4**.

Tabel 6.4 – Arvutikirja suurtähtede kõrguse näiteid

Arvutikirja tüüp (Font) ja suurus, pt	Kirja kõrgus	Suurtähe kõrgus
Arial 16	16 pt $\approx 5,6$ mm	$\approx 4,0$ mm
Arial 24	24 pt $\approx 8,5$ mm	$\approx 6,0$ mm
Arial 36	36 pt $\approx 12,7$ mm	$\approx 9,1$ mm

PowerPoint'i esitlusprogrammi koostamisel kasutatakse nii heleda- kui ka tumedapõhjalisi slaide. Mõned uurijad on kinnitanud (Melezinek 1999, Kovalenko 2003), et tumedapõhjaliselt slaidilt on heledate tähtede nähtavus tunduvalt parem kui heledapõhjaliselt slaidilt tumedate tähtede nähtavus. Samas on siiski slaidide kujundamise põhimõte õpetaja enda otsustada.

Oluline on slaidi kasutada mõistlikult ja mõtestatult ning seetõttu võiks julgesti kasutada klahve *B* (muudab ekraani mustaks) või *W* (muudab ekraani valgeks), kui tahame, et tähelepanu oleks õppejõu suulisel sõnumil.

Vältige punase ja roheline ning punase ja sinise värvuse kombineerimist slaidil, sest õpilased, kel on värvipimedus, ei suuda neid värvusi eristada ega seetõttu ka slaidilt infot lugeda.

***PowerPoint*'i esitus tunnis.** Arvestage, et 50–75 minutilised presentatsioonid ei ole STEM valdkonnas efektiivsed. Sellise esitluse järel õpilastel tavaliselt küsimusi enam ei ole, juhul kui nad üldse on suutnud kogu selle aja ärkvel püsida. Õpetaja küsimustele vastavad aga ikka ja jälle needsamad 2–3 õpilast, kes

alati. Samas on *Felder* (Felder 2005) oma uurimistes kindlaks teinud, et veelgi hullem on olukord, kui õpilased teavad, et *PowerPoint*'i materjalid jaotatakse hiljem kõigile laiali. Sel juhul ei tule paljud kohalegi ja osa ei jälgi loengut ning lubavad materjaliga tutvuda mõnel teisel sobivamal ajahetkel....sest nad ei taha surra *PowerPoint*'i läbi (Felder 2006).

Küsimused, millele tuleks õpetajatel mõelda on: ***kas üldse slaidiesitlust kasutada ja kui, siis kuidas PowerPointi targalt ja mõjusalt kasutada?*** Kui soovite esitlust näidata täisekraanilt, vajutage klahvile „F5“. Kui Teil ei ole slaide, siis ärge jätke ekraanile eelneva kõneleja slaidi. Kui soovite hetkeks klassi ekraanilt esitluse sulgeda, kasutage klahve „B“ (must taust) või „W“ (valge taust), kui soovite minna mingi kindla slaidi juurde tagasi, vajutage slaidi number ja „Enter“.

Mõjusa slaidiesitluse koostamiseks on soovitatav läbi mõelda järgnevad küsimused:

- kas info slaidil on vajalik ja oluline?
- kas võiks õppuritele saata materjal näiteks Wordi-failina, kus on antud lühikokkuvõtte esitlusest?
- kas slaidid aitavad selgitada kuulajatele lihtsalt asju, mille sõnades kirjeldamine oleks ajamahukas ja ebaselge, näiteks skeemid, süsteemid, struktuurid, mudelid, graafikud, visuaalid, kaardid olulised seosed, ankurdavad märksõnad jms?

Selleks, et õpilased jälgiksid huviga Teie PowerPoint'i esitlust arvestage alljärgnevaga:

- veenduge, et tekst on loetav, kasutage slaidide kujundamisel alati suuremat kirjasuurust kui 24 pt;
- ärge esitage slaidil materjali, mida räägite, vaid juttu toetavat materjali;
- numbrilised näitajad on soovitatav esitada diagrammina, joonisena jms;
- hoidke õpilaste tähelepanu näidates 3-4 slaidi järel kindlasti mõnd graafikut, diagrammi või pilti;
- ärge kasutage slaide konspektina - loeb Teie jutt – ärge lugege slaidilt maha, vaid rääkige lahti märksõnad ja lisage vajalik selgitav jutt;
- kui ka olete esitluse kirja pannud, rääkige seda peast;
- vältige kõike, mis viib kuulajate tähelepanu eemale kõige olulisemast infost;
- ärge kasutage slaididel trükitähti, kirjatähti on tunduvalt kergem lugeda;
- kasutage slaidil ühte kirjastiili ja mitte rohkem kui kahte fondi suurust;
- kasutage pigem kursiivkirja, rasvast kirja ja erinevaid värvitoone kui allajoonimist;
- eraldage pealkiri põhitekstist;
- kasutage tausta, mis on tekstiga kontrastne ja ei raskenda loetavust;
- halvasti valgustatud ruumis on parim kasutada heledat teksti tumedal taustal;
- hea valgustusega ruumis on soovitatav kasutada tumedat teksti heledal taustal;
- vältige muustrilisi taustu;
- nummerdage slaidid, siis on õpilaste küsimustele vastamiseks lihtsam vastav slaid leida;
- joondage tekst vasakusse äärde;

- ärge kirjutage ühte ritta üle 7 sõna ja kogu slaidile üle 8 rea, tekstilõigud ei tohiks olla pikad!
- olge slaidide näitamise ajal näoga kuulajate suunas;
- ärge pimendage ruumi (see muudab õpilased uniseks!);
- kombineerige *PowerPoint* slaide aktiivse tegevuse ja tahvlile kirjutamisega – näidake slaide, millel on keerulisemad kujutised ja graafikud, lihtsamad eskiisid aga joonistage tahvlile jne;
- ärge esitage slaidil suuri tabeleid;
- seletage kuulajatele lahti kõik slaidil olevad suurused, mõisted, põhitõed jms;
- slaidid peaksid olema võimalikult lihtsad, animatsioone ei ole soovitatav liiga palju kasutada, sest need peaksid esitlust toetama aga mitte domineerima;
- ärge esitage võrrandit võrrandi järel, paljudel õpilastel on raske neid tajuda ja meeles pidada. Jagage parem laiali trükitud materjalid võrrandite ja tabelitega. Vajadusel esitage tunnis võrrandi tuletus tervenisti tahvlil, trükitud materjalides aga osaliselt;
- jagage õpilastele lünklikud jaotmaterjalid, mida nad peaksid tunni jooksul ise täiendama. See motiveerib ka õpilasi kohal käima ja aktiivsemalt kaasa töötama;
- ükski asi ei ole hea, kui seda on liiga palju – ei loeng, esitlus ega praktiline tegevus. Kõige õigem oleks, kui loetakse miniloengut, millesse on pikitud erineva kestvusega ja erinevat liiki aktiivsed lühikesed tegevused, ja kui vaja, demonstreeritakse slaide, videoklippe jms, et efektiivsemalt täita püstitatud õppe-eesmärke.

PowerPointi kasutamisel on mõningad ohud. Nii näiteks on uuringud tõestanud (H.E.Egeth, L.C. Sager, R.M. Klein, L.E. Marks, A.D. Baddeley, I. Rock jpt), et projitseeritud tekst ja seda sama kordav sõnaline (ette loetud) tekst hakkavad teineteist negatiivselt mõjutama – toimub sama info vastuvõtt üheaegselt erinevate meeltega. Psühholoogid on uurinud probleemi 1970. aastatel eksperimentaalselt ja tõestanud, et me kuulame-loeme võib-olla väga tarka teksti, aga meie teadvusesse jõuab sellest vähe, domineerima hakkab nägemine, kuid semantiline info „surutakse maha“ ning loengu ratsionaalne tuum läheb salvestamisel lihtsalt kaduma ja mõtlemise õpetamine taandub (Leppik 2014). Tekst on alati mõistetavam, kui saame jälgida selle ettekandjat, kuid ekraaniteksti lugemisel langeb ka see võimalus ära. Miks siis muidu kirjutas prof R.M. Felder artikli „Death by PowerPoint“?

6.4 E-õpe ja uued tehnilised õppevahendid

“Tarkus ei tule mitte vanuse, vaid hariduse ja õppimisega.” Anton Tšehhov

IKT sh e-õpe on õppimist toetavad tehnilised vahendid. STEM valdkonna õpetamise puhul on oluline ainesisu. Ainesisule vastavalt valitakse sobiv õpetamise metoodika, õpetamiseks sobivad tehnilised vahendid ja õpi- ning õppekeskkonnad.

E-õpe (e-learning) on õppimine, mis toimub osaliselt või täielikult digitehnoloogiliste vahendite toel ja annab õpilastele võimaluse õppida just neile sobival ajal veebipõhiselt.

Tavaliselt kasutatakse e-õppes ainekursuste läbiviimiseks kombineeritult erinevaid digitehnoloogilisi vahendeid ja meediume:

- e-kursusi Moodle'i õpikeskkonnas;

- veebipõhiseid õppematerjale (s.h. simulatsioonid, audio- ja /või videoloengud, multimeedia esitlused, animatsioonid (Flash), statistikapaketid, lingid, andmebaasid, jms);
- digitaalset suhtlemist (foorumid, veebiseminarid, virtuaalne rühmatöö jm);
- sotsiaalse tarkvara kasutamist (vikid, ajaveebid, ühiskirjutamise vahendid jm).

Laias laastus võiks eristada kahte tüüpi e-õppe mudelit:

- täielikult veebipõhine õpe – kogu kursuse õppeprotsess (sisu edastamine, info levitamine, suhtlemine, õppijate hindamine) toimub veebipõhiselt, auditoorseid kohtumisi ei ole (ei sobi näiteks STEM valdkonna õpetamisel, arstiõppes, veterinaarias, õpetajakoolituses jm);
- osaliselt veebipõhine õpe ehk kombineeritud õpe – kursuse õppeprotsess toimub osaliselt veebipõhiselt, kuid kursuse jooksul toimub ka auditoorseid loenguid, seminare, harjutustunde või praktikume, kursuse veebipõhist õpikeskkonda kasutatakse näiteks õppe- ja juhendmaterjalide kättesaadavaks tegemiseks, kodutööde esitamiseks, kontaktõppe toetamiseks vm. Kombineeritud õpe, pööratud klassiruum ja hübriidklassiruum sobivad STEM valdkonna õppeainete õpetamiseks (vt jaotis 8.5.9).

E-õppe lihtsaim versioon on loengumaterjalide ja esitusprogrammide üleslaadimine näiteks Moodle'i keskkonda, järgmine tase võimaldab ka online hindamist või pakub koduülesannete näol toetavaid materjale. *E-õppe kõrgeimal tasemel* pakutakse näiteks protsesside interaktiivseid simulatsioone või meeskonnatöö virtuaalseid stsenaariume.

E-õpe on täna üheks õpetaja paljudest tööriistadest, vahenditest pädevate õpetajate/õppejõudude tööriistakastis. Õpetaja otsustab vastavalt oma õpetatavale õppeainele ja õpilastele, millal kasutada aktiivõpet või millal kombineeritud õpet ja hübriidklassiruumi ja millal toetada õppimist IKT vahenditega, sh e-õppega. Õpetaja kasutab e-õpet oma töös just sellises mahus nagu ta õigeks peab, et oma õpilaste arengut tema poolt õpetatavas õppeaines kõige paremal moel toetada. Õpetaja otsustab, milliseid tema poolt õpetatava õppeaine õpiväljundeid omandatakse e-õppes ja milliseid on võimalik omandada vaid kontaktõppes, et õpilased saavutaksid vajalikud pädevused.

E-õppe kasutamine STEM õppeainete õpetamisel peaks olema läbimõeldud, süsteemne ja optimeeritud. E-õppes võib toimuda teooriaõpe, kaug-, kodu- ja virtuaallaborite rakendamine, ülesannete lahendamise õppimine, vastastikune hindamine jne, küll aga ei saa e-õpe asendada näiteks suhtlemist või erialaste praktiliste oskuste ja töövõtete omandamist erialalaboris. Kindlasti tuleks arvestada ka seda, et individuaalsel materjalide lugemisel internetis võivad tekkida probleemid STEM teooria interpretatsiooniga, sest tegu on reeglina keerulise valdkonnaga.

STEM valdkonnas jääb kvaliteetse õppeprotsessi keskseks osaks alati kontaktõpe, kus toimub õpitu arutelu ja rakendamine, omandatakse oskusi ja kogemusi, eriala töövõtteid (näiteks keemias tiitrimine, mehaanikas treimine ja keevitamine jne), tehakse laboritööd kasutades erialavaldkonna reaalseid laboriseadmeid, koostatakse erialaprojekte, lahendatakse ülesandeid ja eriala elulisi probleeme – töötatakse meeskonnas nn „hands-on“ ning „learning by doing“ põhimõttel, omandades interdistsiplinaarseid kogemusi. Elukestvas ja õppes on e-õppel kindlasti samuti oma kindel koht.

Uued tehnilised õppevahendid. Kaasajal on STEM valdkonnas haridustehnoloogilise toena kasutuses arvutid, meedia, videotehnika ja internet koos e-õppega (näit. Moodle ja Google'i klassiruum) – kõik see

on kiires ja pidevas muutumises ning tihti juhtub, et alles hiljuti ostetud tehnoloogia osutub juba vananenud mudeliks. Õppimist toetavate abivahenditena on õppetöös täna kasutusel digikaamerad, puutetundlikud ekraanid, multimeediaprojektorid, mikrofonid, interaktiivsed tahvlid, videotehnika, 3D-printerid, e-laborid, elektroonilised raamatud, vaba akadeemiline tarkvara, veebiplatvormid jne, jne, mis kõik on omakorda mõjutanud ja muutnud senist õpetamise protsessi tervikuna.

Interaktiivse tahvli abil saate juhtida arvuti programme otse tahvilt, kirjutada märkmeid, teha märkmeid digitaalse tindiga ja salvestada oma tööd otse ekraanilt. Interaktiivset tahvlit on lihtne kasutada – kui Te oskate kasutada arvutit, siis oskate kasutada ka interaktiivset tahvlit. Kohe ekraanil saab teha muudatusi, ilma et peaks olema arvuti taha "aheldatud". Slaidid saab panna käega liikuma ja neid jooksvalt täiendada, avada linke ja internetilehekülgi, vaadata videoid, teha Sype'i kõnet jne. Teavet saab slaidile juurde kirjutada või joonistada kas spetsiaalse pliiatsi, markeri või kasvõi sõrmega. Interaktiivsed tahvlid aitavad elustada presentatsiooni, efektiivsemalt õpetada ja motiveerida õpilasi.

Interaktiivsed puutetahvlid annavad võimaluse jaotada tahvlipind mitmeks eraldiseisvaks tööleheks ning see suudab aru saada 10 erinevast puudutusest samaaegselt ja seetõttu saab tahvli ees töötada mitu õpilast samaaegselt. Lisaks on uudne ja põnev võimalus jagada tööülesandeid QR koodi abil otse õpilase nutiseadmesse. Tahvel ühildub erinevate nutiseadmetega põhimõttel BYOD "*bring your own device*" ehk siis võta kaasa oma nutivahend. Võimalus on kasutada elektroonseid töölehti, mida õpetaja eelnevalt internetis on ette valmistanud.

Interaktiivne videoprojektor muudab valge tahvli või seina interaktiivseks tahvliks ja on interaktiivsest tahvlist tunduvalt odavam.

E-laborid, kauglaborid ja simulatsioonid. Need uued alternatiivid annavad õpetajale võimaluse oma õpetatavat kursust efektiivsemalt kujundada. Nii võimaldab interaktiivne videotehnoloogia ja simulatsioon õpilastel uurida vanaaja ehitisi, sildade ehitamist, maavarade kaevandamist, maavärinaid jne, samuti virtuaalses laboris läbi viia ohtlikke laborikatseid, jälgida tuumareaktoris toimuvat jm. Interaktiivse videotehnoloogia abil on lihtsam tutvustada aatomi ehitust ja seletada jõudude tasakaalu füüsikas ja mehaanikas, viia läbi hüdraulika demonstratsioone, robotika õpitubasid jne. Õpilased saavad iseseisvalt harjutada ilma õpetaja juhendamiseteta neile sobival ajal, kasutades neile sobivat nutivahendit, ka kodus hilja õhtul. Üha rohkem õppevara liigub paberkandjatelt arvutisse-internetti (digikandjatele) (vt ka jaotis 8.5.13- Simulatsioonid ja veebipõhised õppemängud, jaotis 8.6 – Laboratoorsed tööd).

Mobiilne õpe – mobiilsel õppel on mitu tähendust. See võib tähendada seda, et õppimine ei ole seotud kindla asukohaga, vaid õpitakse endale meelepärases kohas, või seda, et õppimiseks kasutatakse mobiiltehnoloogiat. Mobiilse õppega saab tänu oma kaasaskantavatele nutivahenditele õppida peaaegu kõikjal. Põhiliselt kasutatakse seda e-õppes ja kaugõppes.

Liitreaalsus. Infotehnoloogia kasutamine õppetöös suureneb aasta-aastalt. Pidevalt paraneb koolide varustatus infotehnoloogia vahenditega ning järjest paremaks muutuvad ka tarkvaralised lahendused. Üha enam saame rääkida õpikeskkonna virtualiseerumisest. Palju tegeletakse tänapäeval seoses nutitelefonide ning tahvelarvutite levimise ja kasutamisega õppetöös just mobiilsete liitreaalsuse kontseptsioonil põhinevate aplikatsioonide arendamisega, paljud neist on tasuta aplikatsioonid ja sobivad õpitu kinnistamiseks (Chemistry 101, Elements 4D, Spacecrafts 3D, Anatomy 4D, 3Ducation jne). Üha enam on kasutuses ka liitreaalsusega prillid.

Klikkerid - Klikker on elektrooniline vahend, mis võimaldab tervel auditooriumil üheaegselt lektoriga suhelda ning nii kuulajatel kui ka lektoril saada kohest tagasisidet õppetegevuse edukuse kohta. Õpetaja esitab slaidil auditooriumile sisulise küsimuse ja annab vastusevariandid. Seejärel saavad õpilased küsimusele vastata, vajutades klikkeril sobivat vastusevarianti tähistavale nupule. Pärast seda ilmub slaidile vastuste jagunemine diagrammina. Vastuse jaotumise põhjal saab õpetaja oma tööd kohandada auditooriumile vastavaks. Muuhulgas võimaldab tarkvara slaidiesitluse ajal jälgida, kui paljudest klikkeritest on juba vastus tulnud ning diagrammi esitamisel ära märkida õige vastuse (kui see peaks leiduma). Eraldi tarkvara võimaldab õpetajal ka kontrolltöid (sh ülesannete lahendamist) läbi viia ja hinnata, mis vähendab oluliselt õpetaja töökoormust. Kaasajal on olemas ka tasuta äpp klikkeritele.

Kahoot! Mängupõhine kombineeritud õppe motiveeriv vastamissüsteem, kus veebileht on mõeldud õpetajale küsimuste koostamiseks ja esitamiseks. Õpilastele loodud veebileht on vastamiseks ja mängimiseks. Õpetajal on võimalus esitada küsimus 4 erineva vastusevariandiga ja õpilased saavad vastata oma nutivahendeid kasutades <https://getkahoot.com/>.

Õpimängude koostamise keskkond. Valikus on viktoriinid, miljonimäng, paarideleidmine jne. Mänge saab mängida kõikide seadmetega <http://learningapps.org/>.

Plickersid. Valikvastustega testide, viktoriinide ja arvamushäälestuste läbiviimise keskkond, kus õpilased hääletavad spetsiaalsete kaartidega. Õpetaja saab hiljem näha täpselt kuidas keegi hääletas <https://www.plickers.com/>. Sobib kasutamiseks juhul, kui puuduvad nutivahendid.

Mentimeeter. Erinevad hääletused. Avatud vastused, skaalad, hääletamised jne. Õpilased hääletavad läbi veebilehitseja <https://www.mentimeter.com>.

Infograafide loomine <http://www.easel.ly/>.

Scribblemaps. Interaktiivsete kaartide koostamine <https://www.scribblemaps.com>.

Web 2.0 on teise põlvkonna veebidisain, mis võimaldab inimestevahelist infovahetust ja koostööd sotsiaalsõrgustike, wikide, veebipäevikute, ühishäringide, ühismärgendamise, ühistarkvara, veebi-programmiliidest ning mitmesuguste veebiteenuste kaudu, siia kuuluvad ka blogid, glogid (digitaalse jutustused, narratiivide esitamine), videoaruanded jm nutitehnoloogia vahendid. Valmis peame aga käesoleval kiire tehnoloogilise arengu ajal juba ka Web 3.0 tulekuks.

Sotsiaalmeedia kasutamine õppetöös. Sotsiaalmeedia kasutamine nõuab väga head planeerimist. Vajalike oskuste puudumisel ei pruugi õppijad uutes tehnoloogilistes keskkondades edukad olla. Kuna sotsiaalmeedia on mitmekülgne ning kasutajale mugav, on see tänaseks saanud õpilaste elu lahutamatuks osaks. Siiski on vaja kriitiliselt mõista ja mõtestada õpetajate ja õppurite vaateid, ideid ning kogemusi Web 2.0-ga, samuti seda, millised oskused on omakorda vajalikud nende rakendamiseks kõrgharidusõppes.

Aktiivõppemeetoditega e-õppes on võimalik tutvuda lingil <https://sisu.ut.ee/aktiivope/avaleht>

Mõningaid näiteid tehnoloogilise toe kasutamisest õppetöös - ühine ideeloom, konsensuse saavutamine ja hääletamine, küsimuste haldamine, õppeprotsessi arhiveerimine, esitlused ja veebinarid, veebisuhtlus ja palju muid huvitavaid võimalusi.

Infotehnoloogia ei ole imevahend, mille kasutamisega paraneksid õpitulemused iseenesest. Infotehnoloogia õppetöös kasutamise senised kogemused näitavad, et see on siiski käibel õpetamist ja

õppimist toetava vahendina. Uuringute tulemused näitavad, et arvutite kasutamine õppetöös õpitulemusi ei paranda. Samas paraneb küll õpilaste võime iseseisvalt valikuid teha, suureneb nende enesekindlus, motivatsioon ja esinemisjulgus. Nõustuda tuleb Eno Tõnissoni seisukohaga: "Kui arvuti kasutamine pole õigustatud, siis on õigustatud selle kasutamata jätmine. Infotehnoloogia kasutamisel peab olema mõte. Need ajad, kus õpilased vaimustusid lihtsalt arvuti puutumisest ja seeläbi motiveerusid, on paraku möödas".

Tehniliste vahendite valikul ja e-õppe materjalide koostamisel on kindlasti vajalik nõu pidada oma haridustehnoloogiga, kes oskab soovitada Teie õppeaine õpetamiseks sobivaid tehnoloogilisi vahendeid ning meetodeid, sest need muutuvad ja uuenevad väga kiiresti.

6.5 Praktilisi soovitusi

„Õpetajad võivad muuta meie elusid kriiditolmu ja väljakutsete õige vahekorraga.“ Joyce Meier



Valige õpetamise eesmärgile mõjusad tehnilised õppevahendid. Ärge siiski kasutage liiga palju tehnilisi õppevahendeid ühes tunnis. Valige kasutatavad tehnilised õppevahendid rangelt õppetunni eesmärgi silmas pidades. Näiteks keerulise seadme töö seletamiseks on parem kasutada mudelit või PowerPoint'i slaidi, sel juhul võivad õpilased vajadusel kauem seda vaadata. Film ei sobi siin just oma kiiruse tõttu.

Kontrollige kasutatavaid tehnilisi õppevahendeid enne tunni või esitluse algust. Olge kohal enne esinemise või tunni algust. Tutvuge eelnevalt kõigi seadmete käsitlemisega. Puhastage tahvel. Kontrollige ruumi pimendust, tehke kindlaks valguslülite ja elektripistikute asukohad. Reastage oma abivahendid kasutamise järjekorras. Tehnilised õppevahendid peaksid toimima märkamatu ja iseenesestmõistetavalt.

Hoolitsege selle eest, et kõigil kuulajatel oleks hea nähtavus. Paigutage õpilased või kuulajad optimaalsesse nähtavuslasse. Igaüks neist peaks vabalt nägema esitletavat materjali. Näiteks kui Teie kuulajad istuvad tagumistes ridades umbes 9 m kaugusel ekraanist, peaks kujutis ekraanil olema vähemalt 1,5 m laiune:

$$R_{max} = 6 b$$

$$b = R_{max} : 6 = 9 : 6 = 1,5 \text{ m}$$

Ja kui kujutis ekraanil on 1,5 m lai, peaksid õpilased esimeses reas istuma mitte lähemal kui 3 m kaugusel ekraanist:

$$R_{min} = 2 b, \text{ siit } R_{min} = 2 \times 1,5 = 3 \text{ m}$$

Tagage projitseeritud kujutistel oleva kirja hea loetavus. Kõik kujutised peaksid olema hästi loetavad, ka kõige kaugemale adressaadile. See kehtib ka tahvlile kirjutatu kohta. Näiteks peaks A4 (210×297 mm) suurusele lehele trükitud kujutise joonelaius olema 0,6 mm:

$$s = 0,002 \quad b = 0,002 \times 300 = 0,6 \text{ mm}$$

ja minimaalne tähekõrgus 6 mm:

$$h = 0,02 \quad b = 0,02 \times 300 = 6 \text{ mm}$$

Tahvlile kirjutamisel arvestage, et 1 cm kõrgune täht on selgelt näha 3 sammu kaugusele (4 naisterahva sammu kaugusele).

Kasutage erinevaid värvusi funktsionaalselt. Värvilised kujutised võivad hästi illustreerida Teie seletusi. Ärge kasutage värvusi ainult selleks, et Teie kujutised oleksid kirevamad. Mõttekalt kasutatud värvused peaksid täitma kindlaid funktsioone. Värvused aitavad näiteks järjestada, eristada, liigendada jne.

Vältige punase ja rohelise ning punase ja sinise värvuse kombineerimist.

Esitage visuaalset informatsiooni õigel ajahetkel. Enne tunni algust katke kinni kõik vahendid, mis sisaldavad esitatavat informatsiooni. Avage need samm-sammult oma ettekande ajal.

Juhatage oma kuulajad läbi Teie poolt esitletava informatsiooni. Kasutage laserpointerit, ärge osutage slaidil olevale infole käega.

Kontrollige õpperuumi valgustustingimusi. Kui Te soovitate oma kuulajatel konspekteerida, reguleerige ruumi valgustus enne tunni algust optimaalseks – see peaks samaaegselt projektori kasutamisega tagama ka võimaluse konspekteerimiseks.

Pööra tähelepanu sellele, et Teie kõne kuuldavus oleks hea. Mitte ainult visuaalselt esitletav informatsioon ei pea olema hästi nähtav, vaid ka Teie kõne peaks olema hästi arusaadav kogu ruumis. Kui esinete väga suurele auditooriumile, kaaluge mikrofoni kasutamise vajalikkust. Püüdke rääkida nii valjusti nagu räägiksite kõige viimases reas istuvale kuulajale.

Mida saaksite arvestada didaktiliselt mõjusate õppevahendite koostamisel?

Uute tehniliste õppevahendite kasutamisel pidage vajadusel nõu oma haridustehnoloogiga.

7 ÕPETAMISE MUDELID JA STRATEEGIAD STEM VALDKONNAS

Üks tuntumaid insenerpedagooge, prof. Ruben Cubero, U.S.A. Õhuvägede Akadeemia professor, on öelnud: „Enne, kui Te sisenete klassiruumi, küsige endalt: „Kas ma saaksin teha algavas tunnis kõike seda, mida olen kavatsenud ka siis, kui klassiruumis ei oleks ühtegi õpilast?” Kui Teie vastus on „jah”, siis ärge seda tehke.“

Mõiste *methodes* tähendab kreeka keeles *teed millegi juurde*. Soov leida optimaalne tee, et juhatada võimalikult mõjusamalt oma sihtrühm õpetamisel püüeldava eesmärgi poole, õpetades õpilasi mõtlema seoseid tajudes, on õpetaja tähtsaimaks ülesandeks.

Õpetamise strateegiad on õpetamise põhimõtted, õpetaja tegevuste kombinatsioonide läbimõeldud järjestus, mis on suunatud õppe-eesmärkide saavutamisele, näiteks tunni alustamine sissejuhatava ülevaatega ja tunni lõpetamine kokkuvõttega läbitust, küsimuste-vastuste tehnika vilunud kasutamine, lihtsaltmõistetav suhtlemine, tagasiside andmine, probleemõpe, meeskonnapõhine õpe jne, mis on rakendatavad kõigi tehnikaainete õpetamisel.

Õpetamise mudel on spetsiifiline õpetamisele lähenemise strateegiate kompleks, millel on neli karakteristikut:

- aitab õpilastel omandatavat materjali süvendatult mõista ja arendada kriitilise mõtlemise oskusi;
- koosneb mitmest järjestikusest spetsiifilisest strateegiast, mille eesmärgiks on õppe-eesmärkide saavutamine;
- põhineb õpiteooriatel;
- tugineb motivatsiooniteooriale.

Õpetamise mudelite eduka rakendamise järel oskavad õpilased oma sõnadega seletada, leida tõendeid, tuua näiteid, võrrelda, üldistada, rakendada õpitut uutes situatsioonides, leida seoseid ja analoogiaid, integreerida õpitut juba omandatud teadmiste-oskustega jne ehk siis mõistavad õpitut sügavuti.

Tuntuimad õpetamise ja õppetunni mudeleid. Aegade jooksul on korduvalt püütud luua universaalseid õppetunni mudeleid, mis oleksid õpetajatele abiks tundide kavandamisel ja andmisel (Krull 2004):

Herbarti õppetunni etapid. Johann Herbarti (1776–1841) peetakse üheks teadusliku pedagoogika rajajaks. Tema õpetamise käsitus tulenes tema õpiteooriast. Sellekohaselt ajendab õppimist inimese püüd suurema mõistelise selguse poole. Herbart nimetas seda perfektsuse ideeks. Õpetamiseks selle idee valguses tuli luua olukord, kus õpilasel tekiks mitmekülgne huvi õpitava objekti või sisu vastu. „Hästikorrastatud mitmekülgsus” rajaneb õpilase mõistelistel ettekujutustel, nende assotsiatsioonidel, süstemaatilisel kontsentreerimisel ning meetodilisel reprodutseerimisel ja rakendamisel.

Kirjeldatud teooria põhjal formuleeris Herbart oma kuulsad õpetamise astmed:

- selgus;
- assotsiatsioon;
- süsteem;
- meetod.

Mitu aastakümnet hiljem sai mudel, milles Herbarti esialgne selguse aste jaotati ettevalmistuseks ja esituseks, laialt tuntuks:

- ettevalmistus. Õpetaja alustab tundi millestki, mis on varasematest õpingutest juba tuttav;
- esitus. Õpetaja esitab uue materjali, mis on ette nähtud selleks päevaks;

- assotsiatsioon. Siin suunab õpetaja õpilasi võrdlema kahel esimesel etapil käsitletud materjali, osutamaks, mis uues materjalis on juba tuttav ettevalmistusetapist ja mis on selle edasiarendus;
- süstematiseerimine või üldistamine. Selles faasis esitab õpetaja klassile õpitava teisi avaldumisiilminguid. Eesmärk on kolmandas etapis õpitu üldistamine;
- rakendamine. Selles faasis toob õpetaja õpilastele täiendavaid näiteid sel päeval õpitust, et iga laps saaks lahendada ülesandeid vastavuses tuletatud üldistava reegluga;

Herbarti mudel on pannud aluse uute, tänapäevaste mudelite kujunemisloole.

Hunteri tunnimudel. Ühe laiemalt tuntud nüüdisaegse õpetamise mudeli on loonud Madeline Hunter (1982). Nagu Hunter ise seletab, loetleb tema tunnikavandamise kontseptsioon „üles kõige olulisemad jooned, millega peab arvestama (kuid mitte alati järgima!) ükskõik millise õppetunni planeerimisel”. Hunter kirjeldab oma mudelis olulisi õpetamistegevusi astmete ehk faasidena, mis on vajalikud õpilaste sisemiste õppimisprotsesside toetamiseks. Ise nimetab ta neid tunni elementideks. Mudelis on tunni elemendid esitatud nende esmailmnemise loogilises järjestuses:

- ootuse tekitamine (õpilaste tähelepanu koondamine õppetööle);
- õppe-eesmärkide edastamine (selgitamine, mida õpilased suudavad teha õpetamise tulemusena);
- õppesisend (õppeinformatsiooni edastamine oskuste omandamise ja muude õppimisprotsesside tarvis, toetudes eri allikatele);
- informatsiooni modelleerimine (õpilastele näidete pakkumine oodatava õppimistulemuse või õppimisprotsessi kohta);
- arusaamise kontrollimine (õpetaja kontrollib, kas õpilased on omandanud olulise informatsiooni ja oskused, et saavutada õppe-eesmärk);
- harjutamine (praktiseerimine) õpetaja juhendamisel;
- iseseisev harjutamine (õpilane kasutab õpitud oskust või protseduuri oluliste vigadeta ja on valmis saavutama vilumust).

Kõik seitse astet osutavad õpetamistegevustele, mis on hädavajalikud õpilaste õppimise toetamiseks tegevuste kõige loogilisemas järjestuses, kuid väljendatud on need suhteliselt õpetajakesksetena. Tänu oma praktilisusele leidis Hunteri mudel laialdast kasutamist USA-s 1980. aastatel.

Rosenshine'i otsese õpetamise mudel. Kolmas laiemalt levinud õpetamise mudel on tuntud otsese õpetamisena. Selle lähenemise teoreetiline alus on Barack Rosenshine'i idee õpetamise funktsioonidest, mis on tuletatud nn efektiivse õpetamise uurimuste põhjal. Rosenshine'i õpetamise funktsioonide põhikategooriad on järgmised.

- eelneva meeldetuletamine (eelnevalt õpitu kontrollimine ja vajadusel ümberõpetamine);
- uute teadmiste/oskuste esitamine;
- esmane praktiseerimine (ja arusaamise kontrollimine);
- tagasiside ja korrektiivid (ning ümberõpetamine kui vajalik);
- iseseisev praktiseerimine.
- nädala ja kuu jooksul õpitu kordamine.

Nagu Rosenshine ise mõonab, sobib tema õpetamise funktsioonide kontseptsioon kõige paremini selliste õppeainete õpetamiseks, mis on pigem „hästi struktureeritud” kui terviklikkust lõhkuvad ja struktureerimata.

Gagné õppeühiku mudel. Robert Gagné'lt pärineb tõenäoliselt üks tuntumaid tänapäeva õpetamise mudeleid. Mudel rajaneb selgekujuliselt õpilaste sisemiste psühholoogiliste õppimisprotsesside välise toetamise ehk toimumiseks vajalike tingimuste loomise ideel (Gagné 1985). Gagné mudeli üks viimaseid versioone toob õpetamise faasid välja nende kõige tõenäolisema esinemise järjestuses koos mõõndusega, et õpetamise mõned faasid tuleb edukaks õppimiseks korduvalt läbida:

- tähelepanu haaramine;
- informeerimine eesmärgist ja motiveerimine õppima;
- eelnevalt õpitu kordamine ja aktualiseerimine;
- uue materjali edastamine (ka iseõppimise tähenduses);
- õppimise suunamine;
- õpitu omandamist kinnitava soorituse esilekutsumine;
- tagasiside andmine;
- soorituse hindamine;
- õpitu kinnistamine ja üldistamine.

Kõik loetletud faasid osutavad õpetaja tegevustele, mis on vajalikud õpilas(t)es vastavate sisemiste protsesside esile kutsumiseks. Näiteks osutab tähelepanu haaramine õpetaja tegevusele, mis kindlustab õpilaste tähelepanu koondumise õpetajale ja õppimisega seotud asjaoludele tunni alguses või ka kestel, kui selleks tekib vajadus; informeerimine eesmärgist ja õppima motiveerimine tähendab õppimise eesmärgi viimist õpilasteni nii, et see neil teadvustuks, ning üldisema õpimotivatsiooni tekitamist. Kuivõrd mudel kirjeldab vajalikke õpetamistegevusi sisemiste õppimisprotsesside toetamiseks, esitab see põhimõtteliselt nõuded nii õpetaja organiseeritud ja suunatud õppetegevusele kui ka iseseisvale õppimisele.

Trialoogiline *õpidisain* – Helsinki Ülikooli professori Sami Paavola loodud [innovaatiline mudel](#). Trialoogilise õpidisaini (Paavola, 2015) eesmärk on tõsta õppimise keskmesse teadmuse (teadmised, oskused, hoiakud, praktikad) sünni erinevad tahud. Õppimise käigus luuakse ja muudetakse teistega jagatavaks nii oma kui ka rühmas või kogukonnas (organisatsioonis) kujunev ühisteadmine. Selline õpidisain aitab kogeda teadmuse pideva edasiarendamise protsessi samme ning sellega kaasnevat loome- ja eduelamust ning innustab kaasaegseid õppureid õppima.

Trialoogilise õpidisaini puhul võtavad õppurid ise oma õppimise eest suurema vastutuse, saavad juhtida õpiprotsesse, seada endale „latti“ – mida ja kui palju õppida, et nende senised teadmised täieneksid. Õppurid tutvuvad ainekursuse õppematerjalidega, teevad ise esitlusi ja õpetavad üksteist ning loovad ainekursuse õppematerjali alusel endale olulise materjali. Toimub vastastikune õpetamine ja hindamine.

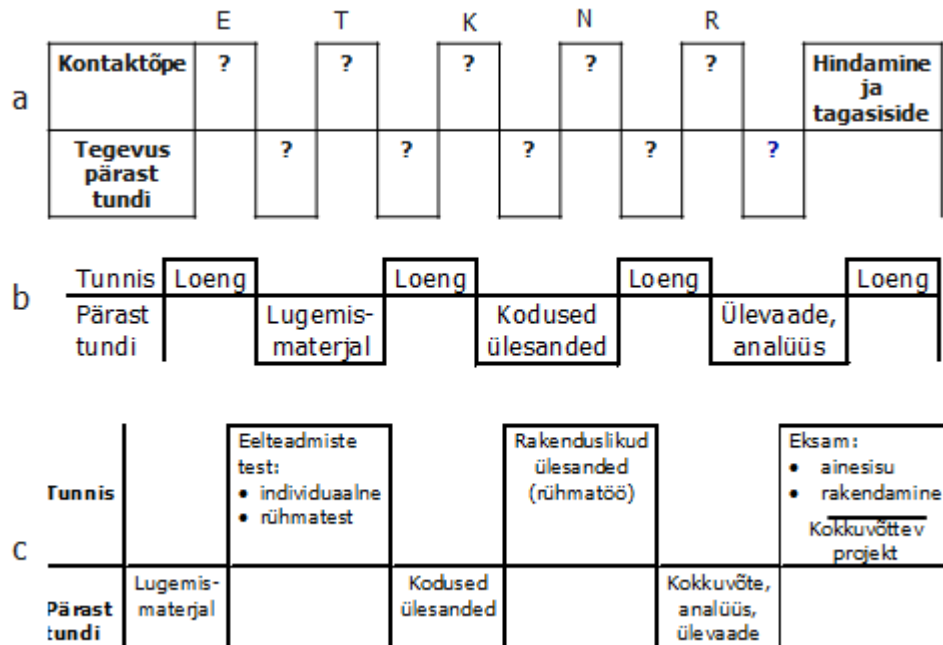
7.1 Mõjusa õpetamise strateegiad

„Tark õpib rumalast küsimusest rohkem kui rumal targast vastusest“ Bruce Lee

Mõjusa õpetamise strateegia peaks (Fink 2010):

- olema diferentseeritud ja integreeritud – erinevate aktiivsete õpitegevuste läbimõeldud järjestus, kusjuures iga järgnev õpitegevus kinnistab eelnevalt õpitut ja valmistab õpilast ette järgmiseks õpitegevuseks;
- sisaldama ja ühendama hea õpetamisega seonduvaid tegevusi:
 - tuginema õpilaste eelteadmistele;
 - seostama õpitut õpilaste väärtushinnangutega, tuues elulisi näiteid;
 - võimaldama õpilastel analüüsida õpitu tähendust ja rakendamisvõimalusi, teha rühmatööd;
 - kaasama õppimisel mõlema ajupoolkera tegevust;
 - arvestama erinevate õpistiilidega ja toetab õpilaste erisusi õppimisel.

Selel 7.1.1 on esitatud Dee Fink'i (2010) mõjusa õpetamise strateegia koostamise ja analüüsi mudel. **Sele 7.1.1a** on esitatud mõjusa õpetamise strateegia määramise ja analüüsi mudel, mille alusel on õpetajal võimalik määrata, analüüsida ja koostada oma õppeaine õpetamise strateegiat läbi kogu semestri, vastavalt teemadele, õppe-eesmärkidele ja õpiväljunditele jne.



Sele 7.1.1 – Fink'i mõjusa õpetamise strateegia mudel (Fink 2010)

Selel 7.1.1b on esitatud õpetamise strateegia, mis näiteks avab sügavuti ainesisu. Antud strateegilise mudeli alusel õppinud õpilased mõistavad ainesisu sügavuti, on võimelised õpitud ainesisu rakendama ja õpitut hindama ning oma tegevusele õpingute jooksul hinnangut andma.

Selel 7.1.1c on esitatud õppeaine õpetamise aktiivõppe ja meeskonnapõhise õppe strateegia, mis tagab õpitust sügavuti arusaamise, selle rakendamise ja hindamise oskuse.

Richard Felder (2011) on esitanud STEM valdkonna õpetamise põhistrateegiad, mida järgnevates peatükkides ka lähemalt tutvustame:

- aktiivõpe – kõik õpilaste tegevused, mis väldivad passiivset tunnis osalemist;
- klikkerite kasutamine – annavad õpetajale võimaluse saada kohest tagasisidet ja õpilastel vastata valikvastustega õpetaja küsimustele;
- kollaboratiivne ja kooperatiivne õppimine – õpilased töötavad ühise eesmärgi nimel rühmas;
- kriitiline mõtlemine – võimaldab õpilastel seletada, võrrelda, analüüsida, seoseid luua, hinnanguid anda jne, et õpitust sügavuti aru saada;
- diskussioon – võimaldab õpilastel oma seisukohti väljendada ja arendada ning teiste arvamustega arvestada;
- kogemusõpe – annab võimaluse õppida läbi isetegemise, põhineb õpilaste isiklikel kogemustel;

- õppemängud, eksperimendid, simulatsioonid – annavad rikkaid õpikogemusi, võimaldavad lahendada tõsielulisi probleeme ohutus keskkonnas;
- humoorikad vahepalad – motiveerib ja soodustab sügavuti arusaamisega õppimist;
- interdistsiplinaarne õpetamine – vähemalt 2 erineva teema või õppeaine integreerimine;
- õpilasekeskne õpetamine – õpetaja toetab ja loob tingimused õppimiseks, õpilane vastutab oma õppimise eest;
- õpikogukonnad – jagatud õppimine ja kogemused ning teadmiste integreerimine;
- mobiilne õppimine – õppimine, mille puhul õpilane ei ole kindlaksmääratud asukohas;'
- online- ja hübriidkursused – eeldavad STEM valdkonnas kindlasti ka kontaktõpet;
- töökohal juhendatud õppimine – võimaldab elukestva õppe raames omandada teadmisi;
- sotsiaälvõrgustiku tööriistad – võimaldavad õpilastel kasutada õppimisel nutivahendeid ja kaasaegsed õpikeskkondi;
- mitmekultuuriline õpikeskkond – eeldab erineva kultuuritaustaga õpilaste õpetamist;
- meeskonnapõhine õpe – võimaldab tähenduslikku õppimist STEM valdkonnas.

Biggs (2008) kinnitusel tuleks õpetajal sügavuti õppimise toetamiseks kasutada järgmisi strateegiaid:

- *motiveerimist* – õpilased peaksid aru saama, et õpetamine on huvitav ja tähendusrikas. Selleks tuleks seletada, milliseid teadmisi ja oskusi antud õppeaines omandatakse, siin on abiks praktilised näited ja demonstratsioonid;
- *õpilaste aktiveerimist* – selleks, et aru saada õpitavast materjalist, tuleks seda mitte ainult passiivselt kuulata, vaid ka aktiivselt läbi töötada. Aktiivõpe aitab õpitut sügavuti mõista;
- *suhtlemist ja koostööd* – kaaslasega läbiarutamine, analüüsimine, üksteise õpetamine, rühmatöö jm paneb õpilase mõtlema ja selgitab, kuidas on ta uut materjali mõistnud, mis omakorda viib sügavuti arusaamisele;
- *põhjalikke alusteadmisi* – õpetamisel tuleks õpilastele anda nii põhjalikke teadmisi ainesisust kui ka kogemusi. Selleks tuleks uued teadmised seostada eelteadmistega ja näidata kõiki võimalikke seoseid selle asemel, et õpetada iga õppetundi eraldatult.

Vaevalt, et ükski õpetaja õpetab eesmärgiga, et mitte keegi tema poolt õpetatavat materjali ei mõistaks. Inseneripedagoogika eesmärgiks on aidata õpetajal õpetada nii, et õpilased mõistaksid õpitavat sügavuti.

Õpitavast materjalist sügavuti arusaamist kirjeldatakse enamasti kui võimet õpitut oma sõnadega seletada, tuua näiteid, esitada küsimusi, võrrelda, üldistada, rakendada, lahendada ülesandeid, leida analoogiaid ja kasutada õpitut uutes, tõsielulistes tingimustes.

Sügavuti arusaamisele suunatud õpetamise vajalikuks eelduseks on õpetaja eelteadmised järgnevas neljas valdkonnas (Eggen & Kauchak 2006):

- *ainealased süvateadmised* – me ei saa õpetada seda, mida me ise sügavuti ei mõista. Ainealased süvateadmised on primaarse tähtsusega STEM ja tehniliste erialaainete õpetamisel;
- *ainevaldkonnaga seonduvad teadmised inseneripedagoogikast* – kuidas koostada näiteid, kuidas koostada õppematerjale, kuidas esitada õpetatavat teemat mitmel erineval moel nii, et see oleks mõistetav kõigile õpilastele, kuidas eristada ja seletada kergemaid ja raskemaid teemasid.

Erinevus ainealaste süvateadmiste ja ainealaste inseneripedagoogika teadmiste vahel on selles, et esimene neist määrab, mida õpetada, ja teine - kuidas seda võimalikult paremini teha;

- *üldteadmised inseneripedagoogikast* – õpetamise üldiste põhimõtete valdamine, psühholoogiliste ja sotsioloogiliste printsiipide valdamine, küsimuste-vastuste tehnika valdamine, selgelt mõistetava suhtlemise valdamine, sissejuhatuse tegemine uue teema alguses ja kokkuvõtte tegemine tunni lõpus, tagasiside andmine, õppemetoodika valdamine ja muude inseneripedagoogika strateegiate valdamine;
- *õpilaste eelteadmiste ja erinevate õpistiilidega arvestamine ning õpiteooriate tundmine* – on oluline komponent efektiivseks õpetamiseks. Eriti STEM valdkonnas ja tehnikaõpetuses on see strateegia õpetaja üks tähtsamaid, tuletades meile ikka ja jälle meelde, et me ei õpeta mitte õppesisu, vaid oma õpilasi, kes kõik on erinevad. Efektiivse õpetamise eelduseks on oma õpilaste eelteadmistega arvestamine.

Õpitava materjali süvaarusaamist saavutab eelpool nimetatud eelteadmistega õpetaja, kes rakendab järgmisi strateegiaid (Burden & Byrd 2010):

- määratleb selged õppe-eesmärgid ja vastavad oodatavad õpitulemused ning tutvustab neid õpilastele;
- valib õpetamise strateegiad, mudelid ja meetodid, mis sobivad antud ainesisu õpetamiseks ja viivad kõige efektiivsemalt püstitatud õppe-eesmärkide ning seeläbi ka õpiväljundite saavutamisele;
- toob näiteid ja esitab uut materjali nii, et õpilased mõistavad õpitut sügavuti;
- juhendab õpilasi nende teadmiste ja arusaamade kujunemisel;
- jälgib õpilaste teadmiste ja süvamõistmise kujunemist kogu õpiprotsessi jooksul, küsib ja annab tagasisidet.

Kui õpetamise eesmärgiks on õpitust süvaarusaamine, siis peaks eesmärgiks püstitama ka õpilaste mõtlemise käivitamiseks tunnis.

Kui õpetamine on suunatud süvaarusaamisele, siis tuleks kasutada õpetamisel järgmisi põhistrateegiaid (Burden & Byrd 2010), (Eggen & Kauchak 2006), (Marzano, Pickering & Pollock 2005), (Melezinek 1999), mis kindlustavad enamikel õpilastel uue materjali sügavuti mõistmist:

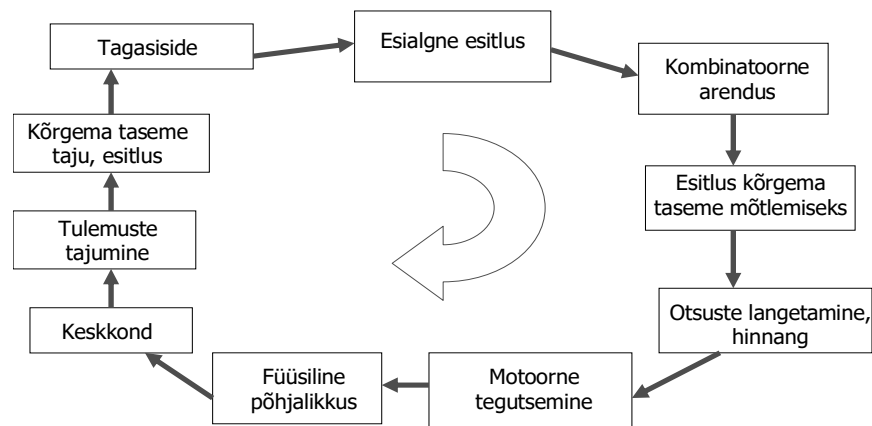
- *püstitage õppe-eesmärgid ja andke pidevat tagasisidet* – andke õpilastele suunised ja aidake neil aru saada sellest, kuidas nad õpivad. Kõik õppe-eesmärgid peaksid olema õpilastele arusaadavalt sõnastatud;
- *järgige õpetamise järjepidevust* – õpetamisel peaksid olema sobivalt ühildatud õppe-eesmärgid, õpetamise strateegiad, mudelid ja õppemeetodid ning hindamine, soodustamaks seda, et õpilased õpiksid võimalikult rohkem;
- *sissejuhatuse ja kokkuvõtte* – sissejuhatuse aitab tunni alguses korrata eelnevalt õpitut ja loob seosed eelnevalt õpitu ning uue, õpitava teema vahel; kokkuvõtte võtab tunni lõpus kokku vastõpitu ja aitab seda seostada seniste teadmistega. Kasutage nii sissejuhatuse kui ka kokkuvõtte tegemisel näitlikke vahendeid. Kokkuvõtte võib paluda ka õpilastel endil teha;
- *õpetaja isikuomadused* – õpetaja loob tunnis positiivse emotsionaalse õhkkonna, koostab, määrab ja rakendab õppe-eesmärke, kasutab sobivaid õppemeetodeid ja mudeleid, toob näiteid,

et lihtsustada õpitavast teemast arusaamist, ja hindab õpitulemusi. Õpetaja isikuomadused, nagu õpetamise efektiivsus, entusiasm, hoolivus, austus, positiivsus ja ootused on õpilastele motiveerivad ning innustavad õpilasi õppima;

- *suhtlemine* – järgmised efektiivse suhtlemise vormid soodustavad õppimist:
 - täpne erialaterminoloogia ja konkreetset vastused õpilaste küsimustele;
 - arutlev, seostatud loeng, diskursus, mis on konkreetne, selge, teemakohane, loogiline ja viib püstitatud eesmärgile;
 - selge üleminek ühelt teemalt teisele;
 - olulise rõhutamise, kasutades erinevat hääletugevust ja -tooni, kordamist, tähelepanupüüdvat lauseehitust;
 - lihtsaltmõistetav keelekasutus;
 - õpetatava teema sügavuti tundmine, akadeemiline meisterlikkus;
 - kõneta suhtlemine;
- *organiseeritus* – nende õpetajate õpilased õpivad enam, kelle endi töö on organiseeritud, aeg on siin võtmefaktor, alustage alati tunniga õigeaegselt, valmistage ette õppematerjal ja näitlikud õppevahendid, kulutage enamus aega õpetamisele ja aktiivsetele tegevustele;
- *paluge õpilastel välja tuua sarnasused ja erinevused* – kasutage selleks kas võrdlust, klassifitseerimist, metafooride leidmist või analoogiat;
- *paluge õpilastel teha kokkuvõtteid õpitust ja tundi konspekteerida* – selleks, et kontsentreerida õpitud materjali, tuua välja tähtsaim, õpitut ümber sõnastada, uut informatsiooni läbi mõtestada, infot reorganiseerida ja sünteesida, mittevajalik elimineerida;
- *tunnustage õpilaste saavutusi ja andke neile eduelamusi* – pingutus parandab tulemust, kiitus on suureks motivaatoriks, kasutage *pausi-suunamise-kiituse tehnikat* – tehke paus, andmaks õpilastele aega mõtlemiseks või vea parandamiseks, suunake neid eksimise korral sobivate juhtnööridega edasi ja kiitke õige lahenduse leidmisel. Tõstke esile igat loovat lähenemist, ka seda, mis esialgu eksiteele viis;
- *kodused ülesanded ja praktilised tööd* – andke õpilastele võimalus korrata ja rakendada õpitut ning süvendada oma teadmisi laboris ja kodutööde tegemisel. Võimaldage rühmatööd nii laboris, kui ka kodutööde tegemisel, võimalusel tehke demonstratsioonkatseid, kasutage simulatsioone, näidake videofilme ja võimaldage õpilastel endil midagi tunnis aktiivselt teha;
- *näitlike õppevahendite kasutamine* – kasutage jooniseid, graafikuid, fotosid, pilte, eskiise, skeeme ja lihtsaid visandeid võimalikult palju nii enne uue materjali esitlust sissejuhatuses, uue materjali esitlemise ajal kui ka lõpus kokkuvõtte tegemisel;
- *hüpoteeside püstitamine ja teadmiste rakendamine* – õpitut tuleb rakendada, ise praktiliselt läbi teha ja katsetada, eriliselt oluline on see STEM valdkonnas ja tehnikaõpetuses. Hüpoteeside püstitamist võib rakendada nii induktiivse kui ka deduktiivse õpetamise mudeli puhul. Kasutage süsteemianalüüsi (selgitage süsteemi eesmärki, selle osasid, nende omavahelisi seoseid ja funktsioone, võimalikke muudatusi, püstitage hüpoteese), probleemilahendust, ülesannete lahendamist ja uurimuslikku õpet;

- *õpilaste tähelepanu koondamine õpitavale teemale* – selleks kasutage pilte, mudeleid, skeeme, olulise informatsiooni tahvile kirjutamist, näitlikke õppevahendeid, nii koondate kogu tähelepanu õpitavale teemale;
- *tagasiside* – andke õpilastele tagasisidet, korrektsel tagasisidel on kolm poolust: see annab konkreetset informatsiooni, sõltub saavutatud tulemustest ja sellel on alati positiivne emotsionaalne alatoon;
- *monitoring* – pidev õpilaste õppetegevuse jälgimine kogu õppeprotsessi jooksul, õpianalüütika, võimaldamaks informatsiooni õpitu omandamisest;
- *küsimuste-vastuste tehnika* – üks tähtsamaid strateegiaid, tagamaks suhtlemist klassis ja õpilaste aktiveerimist. Aitab õpilastel näha sidet abstraktsete ideede ja tegeliku elu vahel, koondab õpilaste tähelepanu, aitab aktiveerida tagasihoidlikke õpilasi, annab võimaluse tähtsaima materjali kordamiseks ja rõhutamiseks, mis omakorda aitab mõista õpitut sügavuti; kasutage kõrgema taseme küsimusi, pannes õpilasi analüüsima õpitut;
- *motiveerige õpilasi* – ühendage võimalikult palju eelnevalt õpitud materjali uue õpitava materjaliga ja aidake tekitada seoseid ka tulevikus õpitava materjaliga, näidake seoseid teiste õppeainetega ja tooge näiteid õpilaste teadmistele vastavalt, paluge õpilastel endil näiteid tuua;
- *tagage konkreetse informatsiooni* (faktid, andmed, reaalsete või hüpoteetiliste eksperimentide tulemused, näited jne) *ja abstraktsete kontseptsioonide* (printsibid, seadused, matemaatilised mudelid, teooriad) *tasakaal*;
- *uue materjali esitlemisel kasutage teaduslikku mudelit* – tooge esitletava teooria ja nähtuste kohta konkreetseid elulisi näiteid, vajadusel kasutage tõestusi või tuletusi, tehke järeldusi ning esitage teooria võimalikke rakendusi;
- *tehke pause* – ärge kasutage kogu tunniks ettenähtud aega uue materjali esitlemiseks või tahvile kirjutamiseks. Tehke mõttepause, et õpilased saaksid mõelda rahulikult selle üle, mida neile on räägitud;
- *andke õpilastele võimalus aktiivselt tunnis osaleda* – lisaks konspekteerimisele kasutage interaktiivseid loenguid, tehke nn aktiivseid pause, kus rakendate aktiivõppe meetodeid, mis ei võta rohkem aega kui viis minutit, ent on uskumatult efektiivsed uue materjali sügavuti mõistmise soodustamiseks. Esitage avatud küsimusi ja andke lahendamiseks ülesandeid, mis panevad õpilasi õpitut analüüsima ja sünteesima.

Ohlsson (2011) on koostanud **sügavuti õppimise õpitsükli** (vt **sele 7.1**). Sügavuti arusaamisega õppimine algab reeglina õpetaja poolt mingi uue info esialgsest esitlusest, millele järgneb kombinatoorne arendus induktiivse loogika alusel (õpilased otsivad küsimustele, probleemidele lahendusi jne). Seejärel toimub uue õpitava materjali esitus kõrgema taseme mõtlemist aktiveerides, millele järgneb eelnevalt toimunud arenduse esialgsete otsuste langetamine ja esialgne hinnang. Järgmises etapis toimub õpitu motoorne kinnistamine ja seejärel suurema põhjalikkuse saavutamine. Esitatakse uurimisküsimusi, viiakse läbi praktilisi töid ja harjutustunde, täiustatakse esialgseid otsuseid. Seejärel toimub õpitu rakendamine reaalses keskkonnas, uutel tingimustel, hinnatakse tulemusi ja analüüsitakse esialgseid otsuseid ning järeldusi. Õpilastel tekib õpitust sügavuti arusaam, esitletakse töö tulemusi, tehakse kontrolltöid, teste, antakse ja saadakse tagasisidet.



Stellan Ohlsson (2011) Deep Learning: How the Mind Overrides Experience, Cambridge: University Press

Sele 7.1 – Ohlssoni sügavuti õppimise õpitsükkel (Ohlson 2011)

Sügavuti arusaamisega õppimine eeldab kõrgema taseme mõtlemise käivitamist ja analüüsioskust ning õpitu kinnistamist, rakendamist läbi interdistsiplinaarsete probleemide lahendamise ja iseseisva õppimise.

7.2 Otsese õpetamise mudel

„Üks huvitavamaid arenguid kaasaegses hariduses on rühmatöö, sh kooperatiivne ja kollaboratiivne õppimine, kus õpilased töötavad paarides või väikestes rühmades. Üllatavalt suur hulk uurimusi on tõestanud, et rühmatöös osalemine aitab õpilastel paremini saavutada positiivset enesehinnangut, tunnustada kaaslast ja väärtustada õppeainet, mida nad õpivad.“ Alfie Kohn

Didaktiline ehk õpetav paradigma on eeskätt äraõpetamise põhimõtetele rajatud õppesüsteem, mis suures osas baseerub kuulmisel ja nägemisel. Otsese õpetamise mudel põhineb biheivioristlikul õpiteoorial.

Otsene õpetamine on sobiv mudel STEM valdkonnas, kui eesmärgiks on :

- õpetada palju faktilist materjali, teooriaid, mõisteid;
- õpetada uut ja keerulist senitundmatut materjali;
- õpetada erialaseid oskusi;
- õpetada uut materjali piiratud aja jooksul.

Otsene õpetamine (*direct instruction*) on õpetajakeskne õpetamise mudel, kus õpetaja on põhiline uue informatsiooni edastaja. Õpetaja ülesanne on siin õpetada: esitada fakte, tuua välja seaduspärasusi jms, kasutades esitlustehnikat, seletusi, näiteid, võimaldades harjutamist, viies läbi laboritöid ja andes pidevat tagasisidet. Otsene õpetamine hõlmab ka õpetaja-õpilase vastastikust suhtlemist, küsimuste-vastuste tehnikat ja õpilaste vigade parandamist.

Eduka otsese õpetamise eelduseks on konkreetsete, üheselt mõistetavate õppe-eesmärkide püstitamine, sihtrühma analüüs, sobivate tehniliste õppevahendite valik, õpetatava materjali valik ja kõige eelneva alusel ainesisule sobivate õppemeetodite valik (vt **sele 2.4**)

Robert M. Gagné mudel (Gagné 1985). Õppetöö korraldamine tavalisel ainetunni meetodil eeldab kindlate tegevusetappide läbimist nii õppija enese kui ka tema õppimist toetava õpetaja poolt. Need vajalikud tegevusetapid tulevad selgesti esile, kui mõne (ainekursuse) teema õppimist ja õpetamist vaadelda kui liikumist esmasest kokkupuutest õpitavaga kuni selle kinnistumiseni õppija mälus. Ühe teema õppimine ja õpetamine sellises tähenduses võib hõlmata õppetööd mitme tavalise ainetunni ulatuses, mis kokku moodustavad ühe õppeühiku. Ühe tuntuima õppeühiku mudeli on välja töötanud Robert M. Gagné (Gagné 1985), (Krull 2001). Gagné mudel käsitleb teema õpetamist ühest või enamast tunnist koosneva järgnevusena ja toob välja õpetaja olulisemad toimingud, mis on vajalikud tähelepanu-, motivatsiooni- ja õppimisprotsesside esile kutsumiseks ning alalhoidmiseks õpilastes. Gagné mudeli alusel on õpetajal vaja, ükskõik millise teema (kas iseseisvaks või frontaalseks õppimiseks klassis) läbi mõelda, kuidas kindlustada üksiktunnis või teema õpetamiseks vajalikes tundides järgmised Gagné mudeli õppimise tingimused:

- õpilaste tähelepanu koondumine õpetajale/õpitavale (lihtsustatud näide: näidake arvutil loodud erinevaid kolmnurki ja seletage, mis on kolmnurk);
- õppetunni eesmärkide teadvustamine ja motivatsioon õppimiseks, sh keskendumiseks käsitletavale teemale (esitage küsimus: "Missugune on võrdkülgne kolmnurk?");
- varem õpitu meeldetuletamine (eriti, kui uus materjal toetub varemõpitule) (andke ülevaade kolmnurga definitsioonidest);
- uue materjali esitamine/õppimine (sobiva õppemeetodi väljavalimine – loengust kuni avastusliku ja uurimusliku õppeni) (esitage võrdkülgse kolmnurga definitsioon);
- õppimise suunamine (õpilase tunnetustegevuse kindlustamine, suunamine ja toetamine ettevalmistatud metoodiliste materjalide ja juhendite, õpiprogrammide, isikliku tegevuse jne vahendusel väljavalitud õppemeetodi kasutamisel) (näidake, kuidas joonestada võrdkülgset kolmnurka);
- õpitu kontrollimine (õpitulemuste väljaselgitamine, kodutöö, tunnitöö või teema õppimise järel) (paluge õpilastel joonestada 5 erinevat võrdkülgset kolmnurka);
- õpitust tagasiside kindlustamine (õpilaste informeerimine kontrolli tulemustest ja ilmnenud puudustest) (kontrollige kõiki õpilaste joonestatud võrdkülgseid kolmnurki);
- õppimisele hinnangu andmine (hinnangu andmine õpilasele ja otsustamine, kas õpitulemused lubavad asuda uue teema käsitlemisele) (andke hinnang, tehke kokkuvõtte ja analüüsige vigu);
- õpitu kinnistamine ja üldistamine (harilikult teema käsitlemise lõpus läbiviidud tund kas ülesannete lahendamisenä, eksperimendinä, diskussiooninä vms. Õpitut kinnistav ja üldistav tund on soovitatav korraldada mõni päev pärast teema põhitõdede omandamist) (näidake õpilastele erinevaid kolmnurki ja paluge leida nende seast võrdkülgseid kolmnurki).

Gagné mudeli iseloomustamiseks ja kasutamiseks on oluline märkida, et üldjuhul ei pea tunnietapid kulgema eelpool loetletud järjestuses. Loetelus on õppetöö etapid esitatud nende kõige tõenäolisemas järjestuses. Mõne õppimist kindlustava meetme (tingimuse kujundamise), nagu tähelepanu köitmise või

õpilaste motiveerimise järele võib tekkida ühe tunni jooksul korduv vajadus. Ka ei ole igas õppeühikus erineva meetodilise lähenemise korral vajadust kõigi etappide läbimiseks. Praktikas annab Gagné õppetöö mudel vahendi tunnikavandite ja läbiviidud õppetöö analüüsimiseks üksiktundide ja teema vajadustest lähtudes, suunates õpetajat kogu aeg esitama küsimust, kas kõik tingimused on loodud, et iga õpilane ja õpperühm tervikuna saaks õppida.

Borich (2007) soovitab otsese õpetamise efektiivsuse tõstmiseks järgmisi strateegiaid:

- koostage ja esitage õpilastele tunni struktuur ning eesmärgid;
- arvestage õpilaste eelteadmistega;
- keskenduge ühele mõttele korraga;
- vältige kõrvalekaldumisi käsitletavast teemast;
- vältige segaseid ja mõistmatuid termineid;
- esitage materjali sammhaaval;
- struktureerige materjal;
- rõhutage ja korrake tähtsaimat (3-4 korda);
- väljenduge konkreetset ja lihtsalt mõistetavalt;
- tooge tõsielulisi näiteid;
- arvestage erinevate õpistiilide ja õpilaste erisustega;
- rakendage tunnis õpitut materjali praktikas;
- kontrollige järgmisel korral, kas õpilased on materjali omandanud;
- andke ja kontrollige kodutöid;
- viige perioodiliselt läbi kontrolltöid;
- esitage avatud kõrgemat mõtlemist toetavaid küsimusi;
- paluge õpilastel tunni lõpus oma sõnadega kokku võtta õpitut (võib teha rühmatööna).

Otsese õpetamise planeerimisel tuleks jälgida järgmisi strateegiaid (Eggen & Kauchak 2006):

- *teema määratlus* – mudel on sobiv kontseptsioonide ja protseduuriliste oskuste õpetamiseks;
- *õppe-eesmärkide määratlemine* - tunni planeerimisel ja läbiviimisel on raamistikuks selged ja konkreetsed õppe-eesmärgid;
- *õpilaste eelteadmiste kindlakstegemine* – eelteadmised on uue õpitava materjali baasiks ja uut materjali tuleks esitada õpilaste eelteadmistele vastavalt;
- *sobivate ülesannete ja näidete valimine* – vajalikud uute teadmiste rakendamiseks.

Lang & Evans (2006), Eggen & Kauchak (2006), Melezinek (1999) on esitanud otsese õpetamise mudeli rakendamiseks viis järgmist omavahel seotud faasi:

- *sissejuhatus ja ülevaade* – köidab õpilaste tähelepanu ja aktiveerib nende eelteadmised;
- *uue materjali esitlus* – seletage ja illustreerige õpetatavat materjali, tooge näiteid;
- *juhendatud rakendamine* – aidake õpilastel teadmisi rakendada ja kinnistada, andke eduelamusi, toetage ja juhendage õpilasi, andke tagasisidet;
- *iseseisev kinnistamine* – õpilased kinnistavad õpitut algul ainetunnis ja seejärel iseseisvalt kodutööde tegemisel.

Uuringud on tõestanud, et otsese õpetamise meetodid võimaldavad õpilastel omandada fundamentaalseid süstemaatilisi teadmisi ja annavad abstraktse mõtlemise oskusi.

Otsene õpetamine võib olla nii induktiivne kui ka deduktiivne. Otsene õpetamine on traditsiooniline ning seondub „tahvli ja kriidi” („*chalk and talk*”) ja *PowerPoint*’i esitlusprogrammi kasutamisega. Otsese õpetamise meetodid sobivad kindlaksmääratud õppe-eesmärkide saavutamiseks. Õpilased saavutavad otsese õpetamisega tavaliselt kiiremini paremaid õpitulemusi.

7.3 Kaudse ehk kogemusliku õpetamise mudel

Kreeka moralist ja õpetlane Plutarch (Mestrius Plutarchus) on öelnud: „Õpetamine ei ole mitte anuma täitmine, vaid tungla läitmine”.

Heuristiline ehk avastuslik õppeviis suunab küsimuste ja juhendamise varal õpilast võimalikult iseseisvale teadmiste hankimisele – see tähendab ise tegemisele, loovusele, siin on sobivamaks kaudne õpetamise mudel.

Kaudne õpetamine (indirect instruction). Õppimine võib olla sisukam ja kasulikum, kui õpilased ise otsivad ja avastavad uusi teadmisi.

Kaudne õpetamine on ***õpilasekeskne õpetamise mudel***, see on paindlik, ***soodustab loovust, arendab suhtlemisoskust ja analüütilist mõtlemist, kuid ei anna süstemaatilisi teadmisi***. Kaudne õpetamise mudel on oma olemuselt induktiivne ja kogemuslik (vt jaotised 4.2.4.1 ja 7.4) ning sobib enam kontseptsioonide õpetamiseks.

Kaudse õpetamisega ei omanda õpilased süstemaatilisi teadmisi. Kaudne õpetamine on tunduvalt aeganõudvam kui otsene õpetamine, ka on puudusteks see, et ei valmistuta igaks tunniks, rühmatöö ei sobi kõigile ja tihti on kaudne õpetamine ka kulukam.

Kaudne õpetamine on sobiv:

- mõtlemis- ja analüüsivõime arendamiseks;
- sügavuti arusaamisega õpetamise toetamiseks;
- meeskonnatöö oskuste ja suhtlemise õpetamiseks;
- afektiivsete õppe-eesmärkide saavutamiseks;
- ühe kindla lahenduse/vastuse puudumise korral;
- õpilaste suuremaks motiveerimiseks;

- ülesannete lahendamiseks ja probleemilahenduseks;
- õpitu rakendamiseks;
- oskuste omandamiseks ja täiendamiseks;
- elukestvate õpioskuste süvendamiseks.

Kaudse õpetamise mudel koosneb järgmistest etappidest (Lang & Evans 2006):

- probleemi identifitseerimine ja püstitus;
- hüpoteesi püstitus;
- andmete kogumine;
- tulemuste interpreteerimine;
- esialgne kokkuvõte;
- rakendamine, testimine, kontroll;
- kokkuvõte ja järeldused.

Antud õppematerjalis ei erista me põhimõtteliselt kogemuslikku õpetamist kogemuslikust õppimisest ja kasutame ühendterminit **kogemusõpe ehk kogemuslik õpe** (*experiential learning*), mis iseloomustab mõlemat.

Kogemuslikud õppemeetodid on kaudsed ja konstruktivistlikud, eeldavad grupitööd ja eksperimenteerimist laboratooriumis (kooperatiivset õpet – *cooperative learning* ja kollaboratiivset õpet – *collaborative learning*) (vt jaotis 8.3.2).

Konstruktivism vaatab, kuidas õpilased mõtestavad oma kogemusi ja õppimine on seega sisemise tõlgendamise protsess. Konstruktivismiteooria kohaselt omandavad õpilased efektiivsemalt just neid teadmisi, mida nad on ise oma tegevusega loonud. Konstruktivistlik õppimine eeldab õpilaste aktiivset osalemist ning kriitilist mõtlemist õpitegevuses. *Dewey* rõhutas selle teooria juures kogemuse tähtsust ja väitis, et õpilased õpivad mõtlema ja arutlema ainult mõtlemise ja arutlemise ning esile kerkivate probleemide lahendamise kaudu (vt jaotis 4.2.4).

Kogemusõpe on induktiivne, kõiki õpilasi arendav õpe, mis põhineb õpitavast arusaamisel, arendab kriitilist ja süsteemset mõtlemist, probleemide lahendamise oskust, küsimuste esitamise oskust, loovust, otsustusvõimet ja väljendusoskust. Teadmised seotakse siin õppimise käigus kontseptsioonidega, mille tulemusena lihtsustub teadmiste ülekandmine uude konteksti. Õpetaja on vaid suunaja ja juhendaja – kaaslane, kellel on õpilasest rohkem teadmisi. Kogemusõpe annab hea meeskonnatöö ja probleemide lahendamise oskuse. Õppeainete vahelised piirid kogemusõppes peaaegu puuduvad.

Kogemusõppe rakendamisel tuleks õpetajal arvestada konstruktivistliku, teaduslikult tõestatud, integreeritud **kogemusliku õpitsükliga** (Wankat 1993; Nilson 2003; Felder 2006; Lang & Evans 2006; Kolb 1985), mis seletab, kuidas saaks efektiivsemalt õpetada tehnika- ja loodusteadusi (**sele 7.1**) ning põhineb *David Kolb*'i õpiprotsessi teoorial (vt jaotis 4.2.4.1). *David Kolb*'i teooriale toetudes võime kogemusest õppida nii enne teooria õppimist kui ka pärast teoreetilise teabe saamist.

Kogemuslik õpitsükkel võib alata erinevatest faasidest (nii näiteks algab deduktiivne õpe **selel 7.1** esitatud 3. faasist), kuid induktiivõppes saab see enamasti alguse **uurimisfaasis (sele 7.1, 1. faasist)**,

milles õpilased uurivad iseseisvalt mingit nähtust, probleemi, juhtumit jne minimaalse õpetajapoolse juhendamiseega. Õpilased teevad kindlaks, mis juhtub, kui mingit suurust muuta, avastavad nähtusega seotud kontseptsioone jne. Põhiküsimusteks selles faasis on: „Kuidas see töötab?” ja „Mis juhtub, kui?” Uurimisfaasis võib kasutada ka arvutisimulatsioone, mille abil saab uurida näiteks mingi protsessi kulgu, seadme tööd jne. Uurimisfaasi võib läbi viia ka videofilmi vaadates või isegi loengus esitatud demonstratsioonkatseid jälgides. Kogemuslik õppimine saab seega alguse konkreetsetest isiklikest kogemustest.

Teises faasis (sele 7.1, 2.) formuleerivad õpilased oma esialgsed tõekspidamised, tuginedes sellele, mida nad juba teavad. Kogemusliku õppimise eelduseks ei ole mitte ainult kogemuse olemasolu, vaid ka kas ja kuidas seda tõlgendatakse – kas õpitut suudetakse analüüsida, üldistada, seostada seniste arusaamadega, laiendada ja erinevates olukordades rakendada. Kogemus tähendab selles kontekstis laia valdkonda, samas võib see olla seotud mingi konkreetse tegevusega ning eeldada seega teatud tegevuse sooritamist. Oluline on siinjuures arvesse võtta õpilaste huvisid, väärtushinnanguid, mõtlemise taset ja eelteadmisi.

Kolmandas, termineid tutvustavas ja teooriat seletavas faasis (sele 7.1, 3.) seletab õpetaja uusi termineid, definitsioone ja kontseptsioone. Õpilased kasutavad neid uusi termineid seejärel antud kontseptsiooni omapoolisel põhjalikumal selgitamisel. Õpetaja annab järgnevalt põhjaliku teadusliku seletuse ja täiendab õpilaste tähelepanekuid. Selles faasis võib õpetaja kasutada loenguid, lisakirjanduse andmist, mudeleid, videofilme, erinevaid aktiivõppe meetodeid jms.

Neljandas, rakendusfaasis (sele 7.1, 4.) toimub kontseptsiooni rakendamine, hindamine, laiendamine, ideede edasiarendamine. Õpilased rakendavad uusi ideid, termineid, teooriaid jne uutes omapoolsetes näidetes ja praktikas. Selles faasis kasutatakse õpetamisel kodutöid, projekte, diskussioone, harjutustunde, gruppitöid, laboratoorseid töid jms ning aruannete kirjutamist. Seejärel esitatakse lõplik lahendus ja tulemused seminaril.

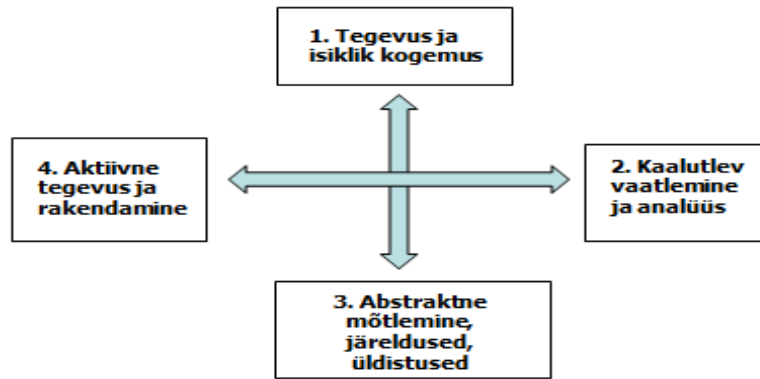
Sele 7.1 näitlikustab, kuidas toimub kogemuslik õppimine ja esitab ilmekalt, miks konkreetse kogemuse puhul on ühelt poolt oluline selle kogemuse mõistmine, et konkreetse juhtumi mõistmise alusel jõuda välja mingi laiema nähtuse või nähtuste ringi abstraktsema mõistmiseni. Samas võib abstraktse mõistmise tasandile jõudmine omakorda tagasisidena mõjutada mõnda aspekti konkreetse kogemuse tõlgendamises. Teiselt poolt mõjutab aga kogu seda protsessi aktiivsuse – passiivsuse telg, millel toimub kogemuse ümberkujundamine, kas konkreetse tegevuse (eksperimenti sooritamine vms) või vaatluse ja sellega seonduva mõttetgevuse toel (**sele 7.1**, keskmine vertikaaltelg 1.–3. kogemuse mõistmine ja horisontaaltelg 2.–4. kogemuse ümberkujundamine).

Neljaastmelise õpitsükli kohaselt annavad vahetud praktilised kogemused meile ainet järelemõtleamiseks ja üldistuste tegemiseks. Tehtud oletusi ja teooriaid katsetatakse praktikas ning need võivad luua omakorda uusi vahetuid kogemusi.

Kogemusliku õppe märksõnadeks on:

- uudishimu;
- vabadus ja aktiivsus;
- originaalsus ja loomingulisus;
- avastamine;
- iseseisev mõtlemine;

- kriitiline mõtlemine;
- suhtlemine ja koostöö;
- tegutsemine vastavalt situatsioonile;
- elulised ülesanded;
- enda ja teiste töö hindamine.



Sele 7.1 – Kogemuslik õpitsükkel, mille käigus kujunevad kogemused teadmisteks

G. D. Catalano on andnud õpetajatele järgnevad **soovitused õpilasekeskse õppetöö läbiviimiseks** (Heywood 2005):

- arendage andmete töötlemise ja analüüsioskust ning kriitilist mõtlemist;
- andke õpilastele märku, kui materjalile tuleb läheneda kognitiivselt ja juhendage neid;
- koostage ja esitage küsimusi, mis arendavad õpilaste kõrgema taseme mõtlemist;
- kasutage visuaalset esitlust ja aidake õpilastel esitletut mõista;
- võimaldage grupitööd;
- kasutage analoogiat ja metafoore;
- looge rahulik ja heatahtlik õppekeskkond.

Järgnevates peatükkides tutvustatakse lähemalt STEM valdkonnas enimkasutatavaid õppemeetodeid ja strateegiaid, mille valdamine on vajalik kõikide õppemeetodite rakendamisel. Tehakse ülevaate õpilaste erinevatest õpistiilidest ja antakse soovitusi nendega arvestamiseks õpetamisel, tutvutakse ülesannete lahendamise õpetamise, mõtlemisoskuste ja kriitilise mõtlemise arendamise meetoditega ning laboratoorsete tööde läbiviimisega STEM valdkonnas.

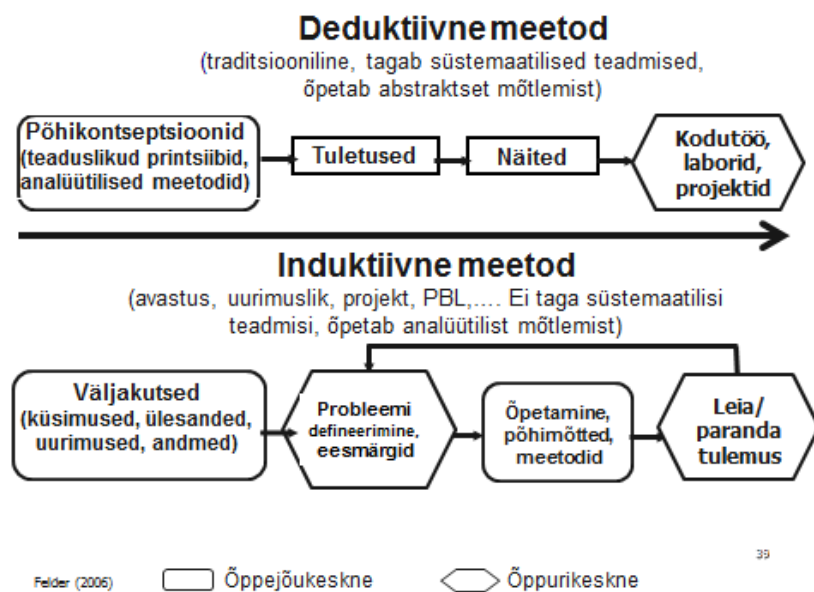
7.4 Loogilised õpetamise mudelid

“Juhtimine ja õpetamine on vastastikku hädavajalikud” John F. Kennedy

Loogilisi õpetamise mudeleid on kaks – deduktiivne ja induktiivne mudel, mis iseloomustavad õppematerjali sisu avamise loogikat.

Induktiivse õpetamise mudeli puhul toimub loogiline järeldamine üksikult või vähem üldiselt üldisele, tehakse üksikjuhtude või faktide alusel üldistusi ja tuletatakse seaduspärasusi (aktiveerib paremat ajupoolkera).

Deduktiivse õpetamise mudeli puhul toimub loogiline järeldamine üldisemalt vähem üldisele, üksiku, osalise tuletamine üldisest. Sel juhul minnakse õppetunnetuses üldistelt seaduspärasustelt konkreetsetele üksikjuhtudele (aktiveerib vasakut ajupoolkera). **Selel 7.2** on esitatud loogiliste õpetamise mudelite võrdlus (Felder 2011).



Sele 7.2 – Loogiliste õpetamise mudelite võrdlus (Felder 2011)

Loogilised mudelid ei eksisteeri isoleeritult teistest mudelitest, vaid seostuvad mitmesugustes variantides teiste mudelitega olenevalt konkreetsest õpisisust. Soovitatav oleks STEM valdkonna õppeainete õpetamisel kasutada mõlemat, nii induksiooni kui ka deduktsiooni.

Inseneripedagoogika uuringud on tõestanud, et STEM valdkonna õppeainete õpetamisel on soovitatav rakendada induksiooni nooremate õpilaste õpetamisel ja deduktsiooni vanemate õppurite õpetamisel (Melezinek 1999, Wankat 1992, Felder 2006). Induksioon on huvitekitavam ja motiveerivam, nii kaasab selle kasutamine õpilasi enam. Deduktsiooni osatähtsus õpetamisel peaks kasvama järk-järgult. Deduktsiooni võib kasutada edasijõudnud õppurite puhul, kui õpilastel on juba omandatud sügavad valdkonna alusteadmised.

7.4.1 Deduktiivne õpetamine

“Me hävitame oma õpilastes õpihimu, mis neil lastena on hiiglasuur, kui innustame neid õppima hinnete, autasude ja kiituskirjade pärast, tõestamaks, et nad on teistest paremad.” John Holt

Traditsiooniline õpetamine STEM valdkonnas on seni olnud põhiliselt deduktiivne (*deductive teaching*) – alustatakse teooria seletamisest ja jõutakse välja selle rakendusteni (üleminek üldiselt üksikule). Põhiprintsiipide esitamisega alustades ja rakenduseni välja jõudes esitame ju oma materjali väga efektselt ja elegantselt – **see kehtib aga ainult selle materjali kohta, milleks vajalikud eelteadmised on õpilased juba eelnevalt omandanud**. Deduktiivsel õpetamisel kasutatakse demonstratsioone, videofilme, õpilaste aktiivset tegevust, külalisesinejaid, kohustuslikku kirjandust, referaatide koostamist.

Lihtsustatud näide: kui õpetaja õpetab magnetismi deduktiivselt, jagab ta laiali trükitud materjalid, seejärel alustab ta seletusega, et magnetid tõmbavad ligi metalle. Õpetaja seletab lähemalt nähtuse olemust, kasutades näitlikke õppevahendeid. Arutelu järel küsib õpetaja näiteks: „Kas magnet tõmbab ligi raamatut?” Klass vastab: „Ei.” Õpetaja küsimusele: „Miks magnet raamatut ligi ei tõmba?”, vastavad õpilased: „Sest see pole metallist”. Õpetaja jagab kõigile õpilastele magnetid ja palub nende mõju katsetada laual olevatele esemetele. Arutelu jätkub.

Deduktiivne õpetamine arendab õpilastes abstraktset, teoreetilist mõtlemist. Deduktiivse õpetamise puhul räägib õpetaja käsitlevate nähtustega seotud üldistest seaduspärasustest ja esitab neid iseloomustavad valemid. Seejärel tutvustab õpetaja järk-järgult üksikjuhte ning lahendab konkreetseid ülesandeid. Näiteks ülekandeid õpetades seletab õpetaja algul liikumise ülekandmise vajadust masinates, räägib, millistest lülidest koosnevad ülekanded ja avab ülekandearvu mõiste. Seejärel näitab õpetaja konkreetset, milliseid erinevaid ülekandeid kasutatakse tänapäeva masinaehituses.

Deduktiivselt õpetades tuleks rõhutada, missugustel elulistel nähtustel esitatud mudelid põhinevad, missuguseid praktilisi probleeme saaks nende abil lahendada ja kuidas ning miks peaksid õpilased üldse seda õppima. Pedagoogilisele psühholoogiale tuginedes võib väita, et inimene õpib enim motiveeritult seda materjali, mida ta selgelt tajub ja mõistab ning mida ta ise on huvitatud teada saada.

7.4.2 Induktiivne õpetamine

„Väga lihtne on näpuga vigadele osutada, palju raskem on toetavalt teed juhatada.“ Duane Alan Hahn

Induktiivse õpetamise (*inductive instruction*) puhul alustatakse katse- või vaatlustulemustest või komplekssest elulisest ülesandest, mis tuleb õpilastel lahendada. Lahenduse käigus tekitab vajadus uute faktide, reeglite, katsekäigu, põhiprintsiipide järele, mis seejärel esitatakse õpetaja poolt või otsivad õpilased neid ise vastavast kirjandusest. Induktiivne õppimine on koondtermin avastusõppele, uurimuslikule, projekt-, probleem-, aktiivõppele jms, mis on iseenesest juba oma olemuselt induktiivsed ja õpilasekesksed, pannes suurema vastutuse õppijale ja tuginedes uurimistulemustele, millest õpilased tihti lähtuma hakkavad. Need on konstruktiivsed meetodid, ajendades õpilasi diskussioonile ja ülesannete lahendamisele. Induktiivsel õpetamisel kasutatakse põhikontseptsioonide õpetamiseks küsimuste-vastuste tehnikat, reaalseid näiteid igapäevaelust, õpilaste uurimistööd ja laboratoorseid eksperimente.

Induktiivse õpetamise abil saavutatakse järgmised eesmärgid:

- õpilased mõistavad õpitavat materjali sügavuti;
- areneb õpilaste kriitiline mõtlemisoskus.

Induktiivse õpetamise kasutamisel tuleks lähtuda järgmistest strateegiatest:

- *teema määratlemine* – teema võib võtta õpikust, teaduskirjandusest, õppekava seletuskirjast; kui teemaks on kontseptsioonid, põhitõed, üldistused, sobib induktiivne mudel mõjusaks õpetamiseks;
- *õppe-eesmärkide täpne määratlemine* – tunni planeerimisel ja läbiviimisel on selged ja konkreetsed õppe-eesmärgid raamistikuks;
- *näidete määratlemine* – et esitada kogu vajalik informatsioon, tuleb siduda kontseptsioonid, konkreetne õpetatav materjal, joonised, mudelid, näitlikud õppevahendid, juhtumiuuring, simulatsioonid jms;
- *näidete toomine* – nii õpetaja, kui ka õpilaste poolt esitatud näited, seletamaks õpitavat teemat.

Eggen & Kauchak (Eggen & Kauchak 2006) on esitanud **induktiivse õpetamise rakendamiseks viis järgmist omavahel seotud faasi:**

- *tunni sissejuhatuse* – äratage õpilastes tähelepanu, võtke kokku eelmises tunnis õpitu, andke tunni ülevaade, seejärel esitage väide või püstitage probleem;
- *avatud faas* – võimaldage õpilastele aktiivset tegevust, motiveerimaks neid tunnis osalema, paluge õpilaste endil tuua näiteid, võrrelda, üldistada;
- *koonduv faas* – selles faasis toimub õpilaste teadmiste konstrueerimine;
- *kokkuvõtte* – õpilased joonistavad skeeme, mõistekaarte, võtavad õpitu oma sõnadega kokku, mõtlevad kriitiliselt, mille tulemusena jõuab õpitu püsimällu;
- *rakendamine* – tunnitöö või kodutöö õpitu kinnistamiseks, praktiline või laboritöö.

Induktsioon on arutlev üleminek üksikult (andmed, vaatlused, mõõtmised) üldisele (põhireeglid, seadused, teooriad).

Lihtsustatud näide: kui õpetaja õpetab magnetismi induktiivselt, alustab ta tundi sellega, et jagab õpilastele laiali magnetid ja ümbrikud, milles on erinevad esemed (kirjaklamber, nael, sent, pliiats, plastikust kirjaklamber, kirjamark jne). Õpetaja palub õpilastel proovida, mis juhtub, kui magnetiga läheneda ümbrikus olevale esemele ja teistele laual olevatele asjadele. Pärast mõningat avastusrõõmu, palub õpetaja õpilastel seletada, mida nad kogesid. Arutlus lahatakse magneti mõju erinevatele esemetele. Seejärel koostatakse tahvlile kaks nimekirja (ühte need, mis ei tõmbunud magneti külge, ja teise need, mis tõmbusid). Pärast seda, kui õpilased on läbi arutanud kahes nimekirjas olevate esemete omadused, küsib õpetaja, kas keegi oskab kokku võtta nende erinevused. Õpilased ütlevad, et magnet tõmbab reeglina ligi metalle, mitte aga puitu, paberit ja plastikut. Õpetaja seletab seejärel nähtuse teoreetilist olemust, kasutades visuaalseid õppevahendeid.

Induktiivset õpetamist kasutades võib õpetaja esitada üksikfakte, demonstreerida näitvahendeid, teha demonstratsioonkatseid, lahendada ülesandeid ja tutvustada õpilasi järk-järgult uute mõistete ning seaduspärasustega. Induktiivse õpetamise kasutamine on otstarbekas juhul, kui õpilased võivad kogemustele toetudes edukalt üldistusi teha. Induktiivset õpetamismeetodit kasutatakse STEM valdkonnas edukalt tehniliste seadmete töö seletamisel ja õpetamisel, praktiliste ülesannete lahendamisel. Näiteks ülekande õpetamisel masinaehituses tutvustab õpetaja induktiivselt õpetades algul mitmesuguseid ülekandeid (rihm-, kett-, hammasratas-, tigu-, kruviülekanne) ja nende võimalusi ning konkreetsetele näidetele tuginedes jõuab kõiki ülekandeid iseloomustavate üldiste seaduspärasusteni. Ta seletab erinevate ülekannete ehitust ja tutvustab nende koostisosi. Õpetaja seletab, et liikuvate nurk- või pöörlemiskiiruste suhet iseloomustab ülekandearv.

Mitmed uuringud on tõestanud, et **induktiivne õpetamine võimaldab efektiivset ja aktiivset õppimist, parendades abstraktset mõtlemist, informatsiooni pikemaajalist mäletamist, enesekindlust probleemilahenduses ja soodustades loovat mõtlemist**. Induktiivne õpetamine on õpilasekeskem ja rõhutab õpilaste vastutust õppimisel enam kui traditsiooniline loengupõhine deduktiivne õpetamine.

Alternatiivsed, kaasaegsed õppemeetodid eeldavad induktiivset õpetamist – teema tutvustamist alustatakse vaatlusi, juhtumeid või probleeme esitledes – teooriat aga õpetatakse alles pärast seda, kui selle vastavad ilmingud on avastatud õpilaste endi poolt. Induktiivne õpetamine on tehnikaainete õpetamisel samaväärselt efektiivne kui deduktiivne, võib öelda isegi efektiivsem, saavutamaks kõiki eesmärgistatud õpiväljundeid (Felder 2006).

Induktiivset õpetamist kasutades vähendate õpilastes hirmu ja aukartust STEM ja tehniliste õppeainete vastu ning suurendate nende reaalsustaju probleemilahenduses.

7.5 Andragoogiline mudel

“Hea õpetaja inspireerib, teeb õppimise huvitavaks ja eneselegi märkamatult oled Sa uskumatult palju juurde õppinud.” Nicholas Sparks

Andragoogiline õppeprotsessi mudel koosneb järgmistest elementidest (Märja et al 2003):

- õppimist toetava ja soodustava füüsilise ja psüühilise kliima loomine;
- õppijate kaasamine plaanide ja õppeprotsessi struktuuri koostamisse – võib paluda teha valik alternatiivsete võimaluste vahel, teha eelistusi, sest enda tehtud otsuste elluviimisest on õppurid rohkem huvitatud, see omakorda tagab ka kõrgema osaluse;
- õppurite kaasamine nende õpivajaduste määratlemisele – seesmistele (tunnetatud) ja omistatud (näit organisatsiooni, tööandja poolt) õpivajadused peaksid olema tasakaalus;
- õppijate kaasamine nende õppe-eesmärkide formuleerimisse – sõnastada vajadused konkreetseteks eesmärkideks, mida õppeprotsessis saavutada (näit õppelepingute sõlmimine);
- õppurite kaasamine õppeplaanide tegemisse – milliseid ressursse õpilane omab ja kuidas neid õppimise käigus kasutada, et saavutada püstitatud eesmärgid. Andragoogika üks põhimõtteid on, et kes otsustab, see ka vastutab, seega vastutab täiskasvanud õppija oma õppimise ja eesmärkide täitmise eest;
- õppijate aitamine õppeplaanide elluviimisel – peaks sisalduma lepingus, mille õppur sõlmib juhendajaga (tugiisikuga) ja kus kajastuvad tema eesmärgid, see, kuidas neid saavutada, sobiv õppimise aeg ja –vorm jne.
- õppijate kaasamine hindamisse ja tagasisidesse – hindamine ei puuduta mitte ainult õppe tulemusi ehk väljundit, hinnata tuleks kogu õppeprotsessi terviklikult ja selle üksikuid osi eraldi

- kas ja kuidas õppeplaan võimaldas eesmäärke saavutada, kas meetodid sobivad, kas ja mida järgmisel korral teisti teha jne, rakendada tuleks pigem enesehindamist;
- õppurid osalevad õppeprotsessis huviga - õppemeetodid peaksid olema pigem sokraatilised või suunavad kui didaktilised, et oleks võimalik varasemaid teadmisi kasutada õppimise allikana;
- täiskasvanud õppurid toovad kaasa oma kogemused – neid tuleks õppeprotsessis ära kasutada õpperessursina;
- õpetamisel tuleks arvestada õppurite erisuste ja õpistiilidega, julgustada tuleks koostööd, mitte konkurentsi, oluline on sobiva õpitempo arvesse võtmine;
- õpetaja roll täiskasvanuõppes on õppijate toetamine ja suunamine, mitte õpetamine (oma tarkuse edastamine).

Täpsema ülevaate täiskasvanud õppija erisustest, andragoogika põhimõtetest ja meetoditest leiate soovi korral raamatust „Andragoogika“ (Märja et al 2003).

7.6 Praktilisi soovitusi

„Kui Sa ei oska lihtsalt seletada, siis ei saa Sa ka ise teemast hästi aru.“ Albert Einstein



Paljud ühised strateegiad sisalduvad kõigis õpetamise mudelites, näiteks küsimuste-vastuste tehnika, tunni ettevalmistamine, tagasiside andmine jne. Samas ei sea õpetamise mudelid õpetajatele kindlaid raame õpetamise läbiviimiseks.

Õpetamise mudel ei asenda loomingulisust, õpetaja õpetamise oskusi ega garanteeri ka iseenesest ei mõjusat õpetamist ega ka õpetaja eelteadmisi. Õpetamise mudel on vahend, mis aitab õpetajal muuta STEM ja tehnilise õppeaine õpetamist süstemaatiliseks ja efektiivsemaks.

Milline õpetamise mudel sobib teie õppeaine õpetamisel? Kas saaksite erinevaid mudeleid kombineerida?

Kogenud õpetajad omavad laia õpetamise strateegiate pagasit ja on võimelised kasutama erinevaid strateegiaid vastavalt tekkinud olukorrale õpetamisel, loominguliselt, erinevate õpetamise mudelite raames, rakendades erinevaid õppemeetodeid.

8 ÕPPEMEETODID JA -VÕTTED STEM VALDKONNAS

„Eksimine on arendav ja õpetlik. Inimene, kes mõtleb, õpib ühepalju nii oma vigadest kui ka edust“.
John Dewey.

Õppemeetodi all mõistetakse inseneripedagoogikas õpetamise ja omandamise ning õppematerjali sisu korraldamise kindlat, äraproovitud viisi püstitatud õppe-eesmärkide saavutamiseks. Õppemeetodite arvukus paneb õpetaja tihti mõtlema, milliseid meetodeid oma õppeaine õpetamisel kasutada. Psühholoogia annab õpetajale vihjeid, millist meetodit valida ja millist mitte. Õpetamise käigus on kasutatavad kõik meetodid, mis viivad õppe-eesmärkide saavutamise ja õpitava parema mõistmiseni, sest püsivõime jõuab ja jääb vaid see materjal, mida on mõistetud, millest on aru saadud, analüüsitud ja mida on ka rakendatud.

Õppevõte – tehnika, mis aitab õppemeetodit ellu rakendada, olles meetodi koostisosaks. Õppevõtteks on näiteks lugemine, konspekterimine, refereerimine, üleskirjutamine, kirjalik vastamine, erinevad harjutusülesanded, küsimustele vastamine jne. **Õppestrateegiad** aitavad saavutada õppe-eesmärke.

Metoodika. Erinevatest õppemeetoditest pannakse kokku meetodite kogu - erinevad metoodikad, sealhulgas **ainemetoodikad**.

Metodoloogia on õpetus meetodite ja metoodikate kasutamisest. Metodoloogia vaatleb (uurib), kuidas metoodikat luua, mis on metoodikate eesmärgid jms, ja võrdleb (võrreldavaid) metoodikaid. Metodoloogia on printsiipide süsteem, mille arvestamise korral on võimalik saavutada kaasajal rahuldavaks peetavaid tulemusi (Vooglaid 2018).

Kõrgkooli kontekstis ei puuduta metoodika ainult õpetamise meetodeid, vaid igasuguseid tegevusi ja protsesse tudengite õpetamisel. Tudengitele on vaja õpetada meetodeid, metoodikat ja metodoloogiat, sealhulgas, kuidas viia läbi uurimistööd. Oluline on, et kõik uurimistööd oleksid selgelt eesmärgistatud ja kasutataks sobivat metoodikat.

Käesolev peatükk tutvustab STEM valdkonna põhilisi õppemeetodeid ja õpetamise strateegiaid, mille alusel on võimalik koostada oma õppeaine õpetamise metoodika.

8.1 Õppemeetodid ja nende liigitus

Comenius on õpetamise ideaalolukorra kirjeldamiseks soovitanud, et: „õpetaja vähem õpetaks ja õpilased rohkem õpiksid...“ („Didactica Magna“ 1627).

Õpetamine on keeruline pedagoogilis-psühholoogiline protsess, kus õpetaja peab looma sobiva õpituatsiooni ja juhtima seda nii, et õpilased omandaksid uusi teadmisi ning oskusi kõige efektiivsemalt. Tsiteerides *Peep Leppikut*: „Õpetaja lugegu või tunnis ajalehte, peaasi, et kõik õpilased samal ajal pingeliselt töötaksid. Selles kajastubki õpetaja kunstmeisterlikkus.“

Õppemeetodite valikul tuleks silmas pidada järgmisi põhimõtteid (Märja et al 2003):

- **motiveerimine** – tingimuste loomine osalus- ja õpimotivatsiooni tekkimiseks; rakendatavad õppemeetodid peaksid õpilaste olema jõukohased, huvi tekitavad ja seda säilitavad;

- *individualiseerimine (personaliseerimine)* – õppemeetodite valikul tuleks nii palju kui võimalik ja vajalik arvestada õppijate individuaalseid erinevusi ja vajadusi ja otsustada, kas meetod sobib antud õpilastele;
- *järjestamine ja struktureerimine* – rakendatavad õppemeetodid peaksid järjestuma kindla põhimõtte järgi, näiteks lihtsamalt keerulisemale, vaheldumisi ratsionaalsusele ja emotsionaalsusele tuginevad, interaktiivsed ja individuaalset süvenemist eeldavad, kindlas järjestuses jne;
- *sidestatus* – järjestikku kasutatavate õppemeetodite vahel tuleks luua seoseid, sidudes ühe teisega, et rakendatud meetodite kogum moodustaks loogilise terviku;
- *tagasisidestatus* – õppemeetodi rakendamisele peaks järgnema evalveeriv analüüs (Kuidas meetod sobis? Mida ja kuidas võiks järgmisel korral teisiti teha? jne);
- *aktiviseerimine* – õpilaste aktiivne osalus õppeprotsessis, kaasamõtlemine, tegutsemine, küsimine, vastuste otsimine, avastamine, kogemustest õppimine jne. Mida enam õnnestub õpilast aktiivselt õppeprotsessi kaasata, seda paremini ka õpitav omandatakse;
- *efektiivsus* – kas valitud õppemeetodi rakendamine on õppimise tulemuslikkuse seisukohalt efektiivne, kas see parendab õppimist, kujundab õppeprotsessi dünaamikat, on sobiv antud ainesisu õpetamiseks?
- *ressursside olemasolu* – kas on olemas vajaliku ressursid õppemeetodi rakendamiseks?

Õppemeetod peab olema sobiv olemasoleva ainesisu mõjusaks õpetamiseks. Süvaarusaamisega õppimist toetab õppemeetodite paljusus. Nii võib uue materjali esitluseks sobida interaktiivne loeng, selle rakendamiseks aga laboritööd, harjutustunnid ja seminarid.

Üks vanemaid õppemeetodeid on **õpetaja suuline esitus** (loeng, seletus, teooriatund), millest ei saa ka tänapäeval loobuda, kuid siiski tuleks vältida olukordi, kus õpilased on tunnis pidevalt passiivsed, seetõttu peaks õpetaja panema õpilasi kuulnud tunnis läbi arutama ja ka rakendama, viies läbi interaktiivseid loenguid.

Et õpilast tunnis aktiviseerida, võib kasutada **vestlusmeetodit**. Uue aine mõistmiseks on vahel vajalikud ka **vaatlused** ja **demonstratsioonid**. Nähtuste mõistmist võib lihtsustada **analoogiameetod**. Laialt kasutatav on **iseseisva töö meetod**, püsivate teadmiste ja oskuste omandamiseks on oluline **harjutamine**. Kesk- ja kõrgkoolis on oluline **uurimismeetodite** kasutamine.

Erinevate õpistiilidega arvestavad näiteks **audiovisuaalne**, **induktiivne** ja **deduktiivne** õppemeetod (vt jaotis 4.4).

Teabemeetod – õpetaja suuline esitus, iseseisev töö kirjandusega, vestlus ja suunatud aktiivõpe; viimased on sellised, mis ei anna õpilasele valmisteavet, vaid haaravad ta otsingutegevusse (näiteks väitlus, paindlikud laboratoorsed tööd ja uurimistööd).

Reproduktiivsed meetodid – meetodid, mis taotleavad teadmiste kinnistamist ning saadud teadmiste, oskuste ja vilumuste täiustamist (harjutused, struktureeritud laboratoorsed tööd, ülesannete lahendamine).

Õppemeetodite liigitusi on mitmeid. Eelistus ühe või teise liigituse kasuks tuleneb enamasti konkreetse autori arusaamadest õppeprotsessist. Oluline on mõista, et kõik õppemeetodid ei sobi ühtviisi kõigile õpilastele, õpetajatele ja õppeainetele.

Kõige sagedamini liigitatakse meetodeid **teadmiste allika järgi**, mille kohaselt jaotatakse meetodid:

- näitlikeks (demonstratsioon, illustratsioon, ekskursioon);
- sõnalisteks (loeng, jutustus, vestlus);
- praktilisteks (harjutused, ülesannete lahendamine, laboratoorsed ja graafilised tööd).

Üheks õppemeetodite klassifitseerimise võimaluseks on näiteks liigitada need **õpetajakeskseks, õpilasesekseks või rühmatöö ja iseseisva töö meetoditeks**.

Õppemeetodid võib liigitada ka õpiteooriate alusel: näiteks **kognitiivsed** ja **konstruktivistlikud ehk kogemuslikud**. *Kognitiivse õpiteooria* alusel on õppimise põhimotiiviks õppija enda sisemine huvi ja sellest tulenev aktiivsus, mille tulemusena ühendatakse uued ja mittetuntud ideed meie varasemate teadmistega. *Konstruktivistlik õppimine* põhineb õppija enese aktiivsusel tõsieluliste probleemide lahendamisel. Õppija konstrueerib oma uued teadmised ise, toetudes käsitletava teema erinevatele aspektidele ning oma varasematele teadmistele ja kogemustele. Saadud uued teadmised seatakse ühte süsteemi varemõpituga.

Robert Fisher'i õppemeetodite hierarhia (Fisher 2005) (vt **sele 8.1**). Traditsiooniline lähenemine õppimisele eeldab (eriti gümnaasiumis), et õpetaja peas on õiged ideed ja et õpilastel tekkiks asjast arusaamine, tuleks ideed ja õpilased kuidagi kokku viia (ülekanDEMudel). *ÜlekanDEMudel* (las ma näitan/räägin, kuidas seda teha) sobib suurepäraselt teooriatundidesse ja kergemate, ettevalmistavate ülesannete puhul, kui edastatakse infot, juhiseid, lahendatakse näidisülesandeid, tehakse demonstratsioonkatseid, näidatakse töövõtteid jne. Õpilastele jagatakse teadmisi, mis toimivad uue info mõtestamise katalüsaatorina, kuid ka ülekanDEMudeli puhul tuleks panna õpilased aktiivselt kaasa mõtlema.

Avastusõpe eeldab, et õiged ideed on kuskil olemas ja kui õpilased oskavad õigesti otsida, siis nad ka leiavad need õiged ideed üles. Kui ideed on leitud, kinnistuvad need õpilase juurdleavas ajus. Õpetaja ülesanne on siin õpilasi varustada vajaliku materjaliga ja anda vajalikku nõu, kuidas paremini tegutseda. Avastusmudel eeldab õpilaste aktiivset kaasamist struktureeritud õpisituatsiooni. Õpilased osalevad info töötlemises, uurimises, seoste loomises ja probleemide lahendamises. Kuid ka selline lähenemine jätab reeglina tähelepanuta just need mõtted ja ideed, mida õpilased õppeprotsessi omalt poolt kaasa toovad.

Haridusprotsessi tuumaks on ülekanDEküsimus. Kas need ideed ja arusaamad, millest õppetegevuse jooksul sai räägitud, jõudsid õpilase mõtlemisse? Kas õpetaja teab, millise pagasiga tuleb õpilane saama õpikogemusi? Mida õpilane siit kaasa viib ja mida omalt poolt annab? Kas õpilane teab ja analüüsib seda? Milline õppemeetod aitaks kõige paremini eesmärki saavutada ja sobiks ainesisu parimaks õpetamiseks?

Mõtlemisõpetuslik mudel. Mõtlemise õpetamise tuumaks on *mida-sina-arvad* lähenemine. Nii aktiveeritakse kõrgema taseme mõtlemine ja keskendutakse õpilase mõtlemise arendamisele (vt **sele 8.1**). Mõtlemisprotsess algab mõtete väärtustamisest, st õpilased ei tule õppeprotsessi nagu tühjad anumad, mis tuleb õpetajal täita.

Hariduses on seni pööratud rohkem tähelepanu sellele, et õpilased omandaksid teatud põhioskused, vähem aga õpilaste potentsiaalsele arengusuutlikkusele. See suund, mis õpetab õpilastele mõtlemisoskusi, on võrsunud veendumusest, et mõtlemine on õpitav ja õpetatav (Fisher 2005).

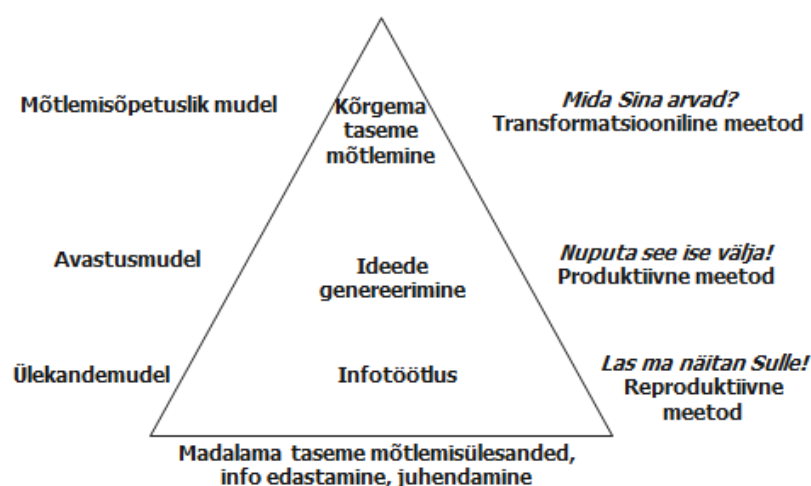
Inseneripedagoogikas liigitatakse õppemeetodid järgmiselt:

- otsese õpetamise meetodid (loeng, harjutus, seletus, demonstratsioon, ettekanne, õppefilmide demonstreerimine, analoogiameetod, laboratoorsed tööd, ülesannete lahendamine jne);
- interaktiivsed õppemeetodid (paaristöö, rühmatöö, õppevestlus, diskussioon, ümarlaud, ajurünnak, seminar, sümpoosion jne);
- multifunktsionaalsed õppemeetodid (õppekäik, ekskursioon, iseseisev töö kirjandusega);
- kaudse õpetamise meetodid (uurimuslik õpe, avastusõpe, aktiivõpe, probleemõpe, projektõpe, juhtumiope, „õigel hetkel” õpetamine, simulatsioonid, kombineeritud õpe, pööratud klassiruum, hübriidklassiruum jne);

Et laboratoorsed tööd ja ülesannete lahendamine on STEM valdkonnas kesksed õppemeetodid, siis on need meetodid käesolevas käsiraamatus selle rõhutamiseks ka eraldi välja toodud.

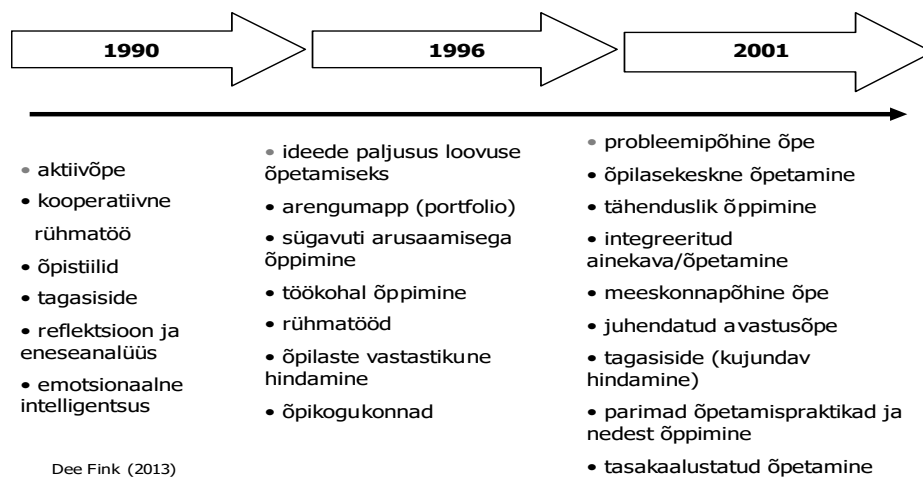
Õppemeetodite sellise liigituse kasutamisel tuleks kindlasti arvestada, et õppeprotsessis kasutatakse kõiki neid meetodeid nende mitmesugustes tasakaalustatud kombinatsioonides, ühtki meetodit ei kasutata tavaliselt muutumatul kujul ja neid täiustatakse pidevalt vastavalt eluliste uutele nõudmistele. Igal õppemeetodil on teatud piirangud, millega tuleb nende rakendamisel arvestada.

Õppemeetodite valik oleneb lisaks ainesisule ka õpilaste ealisest ja isikulistest iseärasusest. Vanemas astmes ja ülikoolis on sobivaimaks meetodiks interaktiivne loeng, iseseisev uurimistöö, jne. Ühe või teise õppemeetodi eelise määrab selle kasutamise konkreetne olukord – õppijate eelteadmised ja hoiakud, õpetatav materjal, õpetamise eesmärgid, kasutatavad tehnilised vahendid jne.



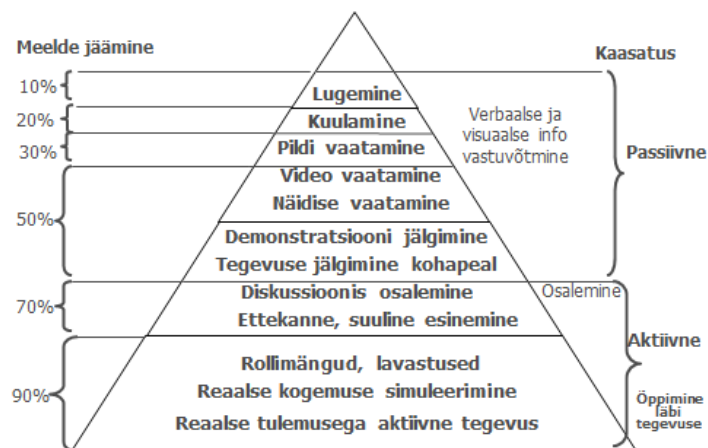
Sele 8.1 – Õppemeetodite hierarhia (Fisher 2005)

Selel 8.1.1 on esitatud arengud õpetamises ja õppimises viimastel kümnenditel (Fink 2013). Õpisisituatsiooni kujundamisel ja õpikeskkonna loomisel on oluline osa õppemeetodi valikul.



Sele 8.1.1 – Arengud õpetamises ja õppimises (Dee Fink 2013)

Õpetamise meetodi mõjususe. Edgar Dale'i (1969) on koostanud ülevaatliku analüüsi õpetamise mõjususest (vt **sele 8.2**) sõltuvalt õpilaste kaasatusest. Vastavalt Dale'i uuringu tulemustele on mõjusamad need õpetamise meetodid, kus õpilased on aktiivselt kaasatud õppeprotsessi ja õpivad läbi tegevuse.



Sele 8.2 – Õpetamise meetodi mõjususe sõltuvust õpilaste kaasatusest (Dale 1969, Bonwell 1995)

Õppemeetodeid ei saa liigitada vananenud ja kaasaegseteks meetoditeks, nagu seda viimasel ajal teha üritatakse. Kõik antud peatükis tutvustatud meetodid on sobivad ja kaasaegsed, nende kasutamise otstarbekust on vaja eelnevalt analüüsida ja kaaluda, milline meetod oleks antud ainesis õpetamiseks antud õpilaste puhul sobivaim. **Edu õpetamisel toob õppemeetodite mitmekesisus.**

Järgnevat peatükkides antakse soovitusi, millised õpetaja õpetamise võtted teeksid kasutatavast õppemeetodist mõjusa tehniliste ainete õpetamise meetodi, millal milliseid õppemeetodeid kasutada ja kuidas arvestada õpetamisel õpilaste erinevate õpistiilide ning muude erisustega.

8.1.1 Integreeriv (lõimiv) ja interdistsiplinaarne õpe

„Me peame tulema loengupuldist alla ja juhendama kõrvalt oma õpilasi nende aktiivses tegevuses“ Murray Gell-Mann, Nobelist, füüsik

Õpetamisel on alati oht, et õppekava erinevates õppeainetes omandatud teadmised ja oskused jäävadki isoleerituks. Õpetajad ei tea tihti, mida õppekava teistes õppeainetes õpetatakse ega ole ka huvitatud, kuidas erinevaid õppeaineid õpetamisel integreerida saaks. Tulemuseks on tervikliku maailmapildita õpilased, samuti õpilaste oskamatus lahendada interdistsiplinaarseid ülesandeid ja probleeme, mis nõuavad informatsiooni ülekandmist teistesse ainevaldkondadesse ning uutesse tingimustesse. Üheks näiteks võiks siin tuua protsendiarvutuse matemaatikas ja keemias või ei nähta aatomiehituse samasust keemias ja füüsikas - tihti ei osata tuua välja õppeainete ühisosa.

Teadmiste isoleerituse vältimiseks oleks vaja koondada eri õppeainetes omandatud teadmised ühiste teemade ja ideede ümber ning lahendada tõsielulisi probleeme, mille lahendamiseks ei piisaks ainult ühe õppeaine raames omandatud teadmistest. STEM valdkonna õppeainete õpetamisel võiks näiteks paralleelselt kontaktõppe ja loengutega viia läbi ka meeskonnapõhist või probleemipõhist õpet, kus saaks õpitut tõsieluliste probleemide lahendamisel integreeritult rakendada.

Interdistsiplinaarse õppe aluseks on kahe või enama õppeaine ühendamine üheks ainekursuseks. Interdistsiplinaarses õppes õpitakse reeglina probleemilahenduse kaudu. Inseneri- ja tehnoloogiavaldkonnas peaksid õpilased kasutama protseduurilisi teadmisi nii ülesannete lahendamisel kui ka strateegiliste otsuste langetamisel (Nelson 2003). Eelnevast tulenebki vajadus lõimida ainesisu teiste ainevaldkondade, ümbritseva keskkonna ja eluliste probleemidega.

Integreeritud õpe – Eestis mõistetakse integreeritud õppe all enamasti õppimist ühendatud (integreeritud) bakalaureuse ja magistriõppekavade alusel (näiteks ehitusinseneri integreeritud õpe, integreeritud arstiõpe jne).

Integreeriv õpe (inglise keeles on kasutuses nii *integrated learning* kui ka *integrative learning*) keskendub erinevate õppeainete õppesisu integreerimisele (lõimimisele) ja integreeritud (lõimitud) ainetundide läbiviimisele, aidates ühendada õpitut holistiliselt läbi kogu õppekava. Integreerivas õppes ühendatakse teadmisi, oskusi ja kogemusi, mis on omandatud erinevatest allikatest, erinevates õppeainetes, rakendades omandatud teadmisi, oskusi ja kogemusi erinevates uutes tingimustes ja parendades nii õpitust arusaamist ning lihtsustades tervikpildi tekkimist. Peamiseks eesmärgiks on oskus ühe õppeaine raames saadud teadmisi ja oskusi teise õppeaine tundidesse üle kanda.

Õppeainete integreerimine (lõimimine) – õppetegevuses suurema rõhu asetamine ainetevahelisele ja (õppeaineid) läbivate teemade õppele, mis loob teadmise, et ükski õppeaine, mõjur või probleem ei eksisteeri isoleeritult.

Jacobs (1989) toob välja neli erinevat õppeainete integreerimisviisi:

- *interdistsiplinaarne integreerimine* – rakendatakse teadlikult mitmest erinevast valdkonnast pärit teadmisi, väljendusviise ja oskusi, saavutamaks ühtne eesmärk, milleks võib olla õppeaine tasandil arusaamine suuremast teemast või probleemile lahenduse leidmine ja praktiliste oskuste kujundamine (Jacobs, 1989). Interdistsiplinaarsel lähenemisel on õppekavas rida õppeaineid omavahel küllalt vähe seotud. Interdistsiplinaarsel käsitlusel säilitavad õppeained oma struktuuri. Õppeaineid käsitletakse siin kui vahendeid, millega toimub uuritava valdkonna või teema mitmekordne kindlaplaaniline tundmaõppimine (Rannikmäe 2014);
- *multidistsiplinaarne integreerimine* – fookuses on üks kindel teema, situatsioon või probleem, mis haarab korraga mitut õppeainet ja erinevaid korrastavaid printsiipe ning mida käsitletakse küll erinevates distsipliinides, kuid puudub otsene püüdlus ühendada neid valdkondi omavahel. Multidistsiplinaarse lähenemise korral ei seostata õppeaineid omavahel, vaid need justkui täiendavad üksteist ühtse teema kaudu. See on nagu ühe teema käsitlemine erinevate vaatenurkade kaudu. Näiteks loodusainete õpetamisel on kesksel kohal mõni metateema, mida siis erinevate loodusainete tundide raames käsitletakse (Jacobs, 1989);
- *aineülene integreerimine* (cross-disciplinary) – käsitletakse üht distsipliini teise distsipliini kontekstis. Näiteks käsitledes füüsikat läbi muusikatundide on füüsikatunni teadmised küll lõimitud muusikatundidega, kuid oluline on vahet teha, et rõhuasetus on ikkagi muusikaliste teadmiste ja oskuste omandamisel. Aineülel lähenemisel tuuakse ainult mingi osa ühest distsipliinist teise (Jacobs, 1989);
- *transdistsiplinaarne integreerimine* – aluseks on võetud võimalikult erinevad õppimistegevused või läbivad probleemid, põhiteadmised kantakse ühelt distsipliinilt üle teisele, näiteks kasutades probleemi lahendamisel erinevatest ainetundidest saadud teadmisi. Transdistsiplinaarne lähenemine tähendab pigem eluks vajalike oskuste ja väärtushinnangute kujundamist, milles ainetund on vaid vahendiks (Jacobs 1989, Koit 2014). Õppeained on siin vaid allikad, millest leitakse materjali õppimisprotsessi organiseerimiseks ja seoste ning struktuuride loomiseks. Sellise lähenemise näiteks on USA-s levinud projektõppe meetod (Jacobs 1989).

STEM valdkonna õpetamisel on õppeaineid võimalik integreerida kolmel tasandil:

- teooriatasandil;
- mõistetatasandil;
- faktitasandil.

Eelnimetatud tasanditel interdistsiplinaarselt õppides õpitakse seoseid looma, sügavuti arusaamisega õppima ja õpitut integreeritult probleemilahenduses rakendama.

Eristatakse järgmisi õppeainete integreerimise aspekte:

- *vertikaalset* ehk õppeaine- ja moodulisest lõimingut - loob seoseid ühe õppeaine mõistete, ideede ja põhiprintsiipide vahel ning aitab õppijal saada ainest tervikliku ettekujutuse nii teoreetiliste teadmiste kui ka rakenduslike oskuste osas;
- *horisontaalset* ehk moodulite ja/või õppeainetevahelist lõimingut - toimub erinevate õppeainete vahel ja osutab tervikule, kus kõik õppeained on omavahelistes seostes olulised. Horisontaalne lõiming võimaldab luua aineteüleseid seoseid, laiendades ja üldistades õppeprotsessis omandatud teadmisi ja oskusi ning rakendada ühes aines õpitut teadmisi ja oskusi teistes ainetes ning elulistest olukordades;

- *sisemist* ehk teadmiste isiksuslikku lõimingut, mille puhul õppijad ise seostavad erinevates õppeainetes omandatud varemõpitud teadmiste ja kogemustega: lõiming realiseerub siin õpitava ja oma kogemuste ning igapäevaelu ühendamiseks;
- *välist ehk mooduliteülest lõimingut* - õppekava koostajate ning õppekava korraldamise ja rakendamisega seotud isikute, sh õpetajate teadlikku katset seostada erinevaid õppeaineid nii omavahel kui ka õppekava üldiste põhimõtetega, et saavutada püstitatud eesmärgid ja nendest tulenevaid oodatavaid õpiväljundeid.

Integreerimise kavandamisel on oluline leida vastused küsimustele **mida** plaanitakse lõimitult õpetada, **miks** ja **kuidas** seda teha kavatsetakse.

Üldistades John Dewey käsitlusi, võib sõnastada õppeainete omavaheliseks integreerimiseks järgmised argumendid:

- tõeline õppimine leiab aset siis, kui õpilased tegelevad nende jaoks tähendusliku ja eesmärgistatud tegevusega;
- kõige motiveerivamad on õppetöös sellised tegevused, mis on otseselt seotud õpilaste huvid ja vajadustega;
- tegelikus elus ei esine teadmised struktureeritud ühikutena, vaid tervikuna ja omavahel põimituna – integreeritult;
- õpilastel on vaja tunda õppida õppimise ja mõtlemise seaduspärasusi;
- õppemeetod on üksnes vahend, mitte eesmärk omaette;
- õpetajad ja õpilased peavad edukaks õppimiseks tegema koostööd;
- teadmiste hulk kasvab hüppeliselt ning need muutuvad STEM valdkonnas kiiresti, teadmised ei ole enam staatilised.

Integreeriv õpetamine (*integrated teaching*) hõlmab STEM valdkonnas erinevaid õpetamise mudeleid ja õppemeetodeid, nii *induktiivset kui ka deduktiivset õpetamist* (vt jaotised 7.2, 7.3 ja 7.4) ja annab kompleksseid teoreetilisi ning praktilisi erialaseid oskusi ja teadmisi. Integreeriva õpetamise põhialuseks on tähenduslik ja tasakaalustatud õpetamine/õppimine. Tähenduslik õpetamine/õppimine põhineb Dee Fink'i tähendusliku õppimise taksonoomial (vt jaotis 3.3.6), kusjuures eluliste ülesannete lahendamisel integreeritakse erialateadmised ja oskused probleemõppe (jaotis 8.5.7) või meeskonnapõhise õppe raames (jaotis 8.3.2). Integreeritakse erinevates õppeainetes õpitu, õpitakse seeläbi õppima, probleeme lahendama ning leidma seoseid erinevate õppeainete vahel.

STEM valdkonnas toimub integreeriv õpe uurimuslikus õppes, projekti- ja probleemõppes, lõputööde koostamisel, erialapraktikas ja laboratoorsetes töodes. Eelduseks on erialavaldkonna alusteadmiste valdamine, sest **ilma alusteadmiste omandamiseta, mõistete ja erialafaktide tundmiseta ei ole STEM valdkonnas mitte midagi integreerida**.

Integreerivad õpikogemused võimaldavad omandada erialaseid teadmisi koos meeskonnatöö oskuste, tootearenduse, disaini, innovatsiooni, süsteemihitusega ja reaalse rakenduse kontekstis. Integreeriv õpikogemus kahekordistab õpikogemust ja annab kogemusi **CDIO** (*Conceive-Design-Implement-Operate*) põhimõttel just *Design-Implement* (disaini ja rakendamise) tasemel, kuid ei pea alati jääma ainult neile tasemetele. Näiteks on probleemilahendus sh ülesannete lahendamine üks insenerivaldkonna põhioskusi. Omandatud aineteadmised annavad oskuse lahendada *ülesanne õigesti*, aga integreeriv õpe annab õpilastele võimaluse lahendada *õiget (tõsielulist) ülesannet*.

CDIO meetod annab õpilastele oskusi probleemi formuleerimisel, hindamisel, modelleerimisel ja lahendamisel. Modifitseeritud probleemõppe formaat, mis tugineb tugevatele eriala alusteadmisele toetab integreerivat õppimist (vt jaotis 8.1.1).

Integreeriva õpetuse probleemidena võiks välja tuua järgmist (Labudde, 2005):

- kuna õppeaine maht ei saa olla kui tahes suur, siis ei suudeta õppida sügavuti arusaamisega ja kombineeritud õppekaval on oht jääda üpris pinnapealseks ja ainult kirjeldavaks;
- interdistsiplinaarne lähenemine nõuab küllaltki sügavaid teadmisi kõigis õppeainetes ja seetõttu on harva rakendatav enne kõrgkooli taset;
- multidistsiplinaarne integratsioon on võimatu, kui puuduvad aineteadmised.

Interdistsiplinaarsust iseloomustavad järgmised näitajad (Jacobs, 1989):

- kompleksse probleemi või küsimuse olemasolu;
- ühendatakse mitmeid õppeaineid ja seotakse need omavahel;
- kasutatakse avatud küsimuste esitamist ja uurimuslikku lähenemist;
- ainetunde rikastatakse näidetega teisest õppeainest;
- kujundatakse ainetevahelisi seoseid ühiste teooriate, mõistete ja faktide abil, mis läbivad erinevaid õppeaineid;
- väljundiks on terviklik mõtlemine ning oskus teadlikumalt tegutseda.

Argumendid, mis kinnitavad interdistsiplinaarse õppe sobivust loodus-, täppisteaduste ja tehnikavaldkonna (STEM) õppeainete õpetamisel (Labudde, 2005):

- **konstruktivistlik õpikäsitus** – õpilased konstrueerivad oma teadmised ise, nad on õpiprotsessis aktiivsed osalejad ning loovad uusi teadmisi olemasolevate teadmiste ja oma kogemuste baasil.
- **teaduslikest protsessidest arusaamine** PISA (Program for International Student Assessment Competencies) defineerib järgmised teaduslikud protsessid:
 - STEM probleemide äratundmine;
 - järelduste tegemine;
 - STEM valdkonna mõistetest arusaamise demonstreerimine.

Need protsessid on oma iseloomult interdistsiplinaarsed ja interdistsiplinaarne õpikäsitus soodustab neist arusaamist.

- **võtmeprobleemid** - paljusid tänapäevaseid probleeme, nagu näiteks kasvuhooneefekt, energiapuudus, õhu- ja veesaastatus, geenitehnoloogia, jms saab lahendada ning ka terviklikult käsitleda üksnes interdistsiplinaarselt.
- **aineülesed kompetentsused** – 1990-ndatel kasutusele võetud mõiste “võtmekompetentsused” (*key competencies*) samastatakse mõistega “aineülene kompetentsus”. Eristatakse 34 aineülest kompetentsust, nt eneseanalüüs, loovus, tasakaalukus, keskkonnaalne kompetentsus, koostöö- ja kriitikavõime jne. On ka mõningaid kompetentsusi, mida interdistsiplinaarne õpetamine võimaldab tõenäoliselt paremini arendada, näiteks keskkonnaalne kompetentsus ja diferentseeritud mõtlemine.

Interdistsiplinaarse õppe kontseptsioon on STEM valdkonna õppeainete õpetamisel väga oluline, mistõttu tuleks seda õppeprotsessi läbiviimisel senisest enam arvestada. Interdistsiplinaarse õppe läbimõeldud ja otstarbekas rakendamine viib süsteemse mõtlemiseni. Esmalt kasutab õpilane uusi teadmisi vaid õpituga tuttavas situatsioonis ning järk-järgult kujuneb teadusmõistetest arusaamine. Edasises protsessis seostatakse uued teadmised juba olemasolevatega ning toimub teadmiste sisemine integratsioon. Eelnevast kujuneb süsteemse mõtlemise tasand, kus suudetakse aru saada ka sellest, et füüsikas, keemias ja geograafias kirjeldatakse tihti sarnast nähtust täiesti erinevas kontekstis (nt sulamine). Selleks, et õpilane jõuaks sellisele tasandile, tuleks loodusainetes olevaid teooriaid, mõisteid ja fakte käsitleda kõigis võimalikes erinevates seostes (Rannikmäe 2014).

Lõimitud STEM valdkonna ained:

- Integreeritud meta-distsipliin
- Matemaatika ja füüsika õpetamisesse integreeritakse tehnoloogia ja inseneeria
- Tuuakse välja ainetevahelised seosed
- Keskendutakse innovatsioonile ja insenerivaldkonna rakenduslikule disainiprotsessile
- Aktiivõpe - uurimus-, probleem- ja meeskonnapõhine õpe
- Eluliste praktiliste probleemide lahendamine

STEM valdkonna õppeainete lõiming ühendab loodusteadusliku uurimuspõhise õppe insenerivaldkonnaga, annab vajalikud alusteadmised, parendab tehnoloogilist ja loodusteaduslikku kirjaoskust ning integreerib loovuse, disaini ja kriitilise mõtlemise. STEM õppeainete integreerimine on raskendatud, kui õpilastel puuduvad täielikult teadmised neis õppeainetes, õpilased vajavad tuge ja abi, et näha seoseid ja tõsielulisi rakendusi.

Ühes õppeaines õpitu toetab paljuski teises õppeaines teadmiste omandamist, kuna aitab mõista ja salvestada juba olemasolevat või uut teavet. Tundmatu teema või probleemi integratsioon erinevate õppeainete omandatava materjaliga arendab õpilase mõtlemist kõige paremini. Õppija peab sel juhul kasutama erinevaid mõtlemistasandeid (nt analüüs, hindamine, loomine), loogikat ja kriitilist mõtlemist ning looma seoseid oma eelnevate teadmistega. See omakorda annab võimaluse analoogiate ja paralleelide tekkimiseks.

STEM valdkonna õppeainete lõimimise eeldused ja raamistiku moodustavad järgmised omandatavad vajalikud oskused (Honey, Pearson & Schweingruber 2014):

- teadmised, oskused loodusteadustest ja nende interpreteerimine

- teaduslike tõestuste ja uurimistöö läbiviimine ja kriitiline hindamine
- teaduspõhiste teadmiste olemuse ja arengu mõistmine
- osalemine tulemuslikus teaduslikus praktikas ja aruteludes
- põnevuse ja huvi kogemine, motiveeritud loodusseaduste tundmaõppimisel
- eeskujude omamine ja tulemuslik õppimine

Neid eeldusi ei tohi vaadelda eraldiseisvatena.

Eestis kasutatakse STEM akronüümi enam füüsika, loodusteaduste ja matemaatika lõimimisel. Puudub sageli tehnoloogia ja inseneeria osa, ei tooda välja loomulikke, tõsielulisi seoseid ja piiratakse loodusteaduslike uurimustega, ei kasutata inseneridisaini. Õpetajatel on Eestis reeglina puudulikud T & E kompetentsid. Õpetajakoolitus on ainult humanitaarsel alusel.

STEM kirjaoskus tagab (Honey, Pearson & Schweingruber 2014) :

- teadlikkuse loodusteaduste, tehnoloogia, inseneeria ja matemaatika osast kaasaegses ühiskonnas;
- kõigi 4 valdkonna olulisemate põhikontseptsioonide tundmise;
- esmase rakenduskuse (loodusteaduste ja inseneeria sisu kriitilise hindamise uudistevoos);
- põhilise igapäevatehnoloogia veaotsingu ja matemaatika rakendamise igapäevaelus;
- kriitilise mõtlemise ja innovatsiooni rakendamise;
- igapäevaelu probleemidega toimetuleku.

Mõjus STEM tund:

- toetab matemaatika ja loodusteaduste lõimimist läbi *hands-on* uurimispõhise ja õpilasekeskse õppimise;
- parendab arusaamist loodusteaduste ja matemaatika põhitõdedest;
- eeldab lahenduste, mudeli või prototüübi disainimist või loomist;
- sisaldab tehnoloogia kasutamist või loomist, mis toetab vastava teema süvaarusaamisega õppimist;
- kaasab õpilasi insenerivaldkonna disainiprotsessi;
- õpetab töötama kollaboratiivses meeskonnas;
- meeldib nii tüdrukutele kui ka poistele;
- pakub tõsieluliste probleemide lahendamist, millel oleks mitu erinevat lahendust;
- võimaldab esitleda oma lahendivarianti (mudelit vms), anda hinnanguid ja vajadusel täiustada lahendusvariante;
- näeb ebaõnnestumist positiivse sammuna avastus- ja disainiprotsessis.

12 sammu mõjusa STEM tunni kavandamiseks (<https://www.middleweb.com/4328/12-steps-to-great-stem-lessons/>):

- kavandage tund ühe kindla teema alusel;
- ühendage see teema mõne tõsielulise probleemiga;
- sõnastage üheselt mõistetavalt STEM probleem, mille õpilased peaksid lahendama;
- otsustage, millised võiksid olla edukad lahendusvariandid;
- kasutage inseneridisaini põhimõtteid tegevuse kavandamisel;
- toetage ja juhendage õpilasi probleemi identifitseerimisel (videod, väljakutsed jne);
- kaasake õpilasi probleemi lahendamiseks vajaliku ainesisu leidmisel;
- toetage meeskondi töötamaks välja erinevaid lahendusvariante;
- julgustage välja valima parim idee, mida ellu viia ja luua prototüüp;
- juhendage prototüüpide testimist ja hindamist;
- kaasake meeskondi esitlema oma prototüüpe ja hindama teisi;
- kujundage prototüüpe vajadusel ümber.

STEM valdkonna õppeainete lõimimise mudelid tuginevad Rodger W. Bybee poolt 1980.a väljatöötatud mudelile ja kombineerivad konstruktivistliku, biheivioristliku ning kognitivistliku õpiteooria. Mudelid pakuvad õppuritele tuge, et jõuda sealt, kus nad hetkel on (sõltuvus) sinna, kuhu nad soovivad jõuda (sõltumatus). Kindlasti tuleks arvestada sellega, et mitte kõik STEM õppeained ei pea olema alati õppetegevuses lõimitud. Samuti peaks õpetajatel olema süvaarusaam kogu süsteemist, vastasel juhul lõiming ei õnnestu.

Järgnevalt tutvustame olulisemaid STEM valdkonna lõimimise mudeleid.

STEM valdkonna lõimimise 5E mudel (Engage-Explore-Explain-Extend/Elaborate-Evaluate):

- **kaasamine** - keskenduge õpilaste tähelepanu äratamisele ja huvi tekitamisele, stimuleerige mõtlemist, hinnake, värskendage ja seostage õpilaste lähteteadmisi, valmistage õpilasi ette eelseisvateks õppetegevuseks, kasutage videoid, näiteid jms, laske õpilastel määratleda õppeülesanne, viige läbi diskussioon. Tooge välja tõsielulisi probleeme, teemasid, väljakutseid, püstitage kompleksseid küsimusi, viige läbi ajurünnak leidmaks potentsiaalseid seletusi, paluge õpilastel konstrueerida potentsiaalseid lahendusi, kui ilmnevad lahknevused, siis tõstatage mõtlemisküsimusi.
- **uurimine** - eesmärgiks on probleemiga tegelemine. Mõtelge, kavandage, koguge infot, organiseerige info, looge seoseid S – T – E – M vahel. Esitage STEM põhiideede ja kontseptsioonidega seonduvaid suunavaid ja sondeerivaid küsimusi. Suunake õpilasi uurima, vaatlusi protokollima, katsetama, mudeleid ja prototüüpe disainima, kriitiliselt mõtlema. Kontrollige riske ja läbikukkumishirmu, toetage vigadest õppimist.
- **selgitamine** – keskenduge analüüsile ja andmete interpreteerimisele, arusaamise ja lahenduste infovahetamisele, analüüsiks ja infovahetuseks asjakohase tehnoloogia kasutamisele. Julgustage kollaboratiivset koostööd. Paluge analüüsida, jagada arvamusi, selgitada ja põhjendada vastuseid. Uute kontseptsioonide selgitamisel tuginege lähteteadmiste. Julgustage õpilasi kuulama kriitiliselt, joonistama graafikuid, diagramme, visandeid, konstrueerima uusi

teadmisi. Julgustage vastuseid otsima, seletage põhitõdesid, andke pidevalt tagasisidet. Ainult see, kes oskab lihtsalt seletada, mõistab teemat sügavuti.

- *väljatöötamine ja laiendamine* – keskenduge rakendamisele ja järelduste ennustamisele, mudelite/prototüüpide/lahendite täiustamisele, täpsustamisele ja tugevdamisele, mudelite/prototüüpide/lahendite rakendamisele ja seoste loomisele. Julgustage erinevate lahendite leidmist tõsielulistele probleemidele, toetage püsivust ja keskendumist. Toetage teadmiste, oskuste ja hoiakute ülekandmist, mitme erineva lahendi leidmist, visadust ja järjekindlust. Aidake õpilastel luua seoseid STEM õppeainete sisu, põhitõdede, kontseptsioonide ja tõsielu vahel.
- *hindamine* – keskenduge lahendite analüüsile ja eneseanalüüsile, vastastikhindamisele, arusaamise demonstreerimisele ja enesehindamisele. Eesmärgiks on määratleda, kas õpitust on arusaadud. Hinnake teadmisi, oskusi ja hoiakuid, esitage avatud küsimusi, julgustage ja stimuleerige edasist uurimist.

STEM valdkonna lõimimise 6E mudel – 5E mudelile lisandub etapi „selgitamine“ järel uus etapp „e-õpe“, mille raames saavad õpilased õpetaja poolt selgitatud õppematerjali täiendavalt süvendatult omandada. Kui soov on kasutada pööratud klassiruumi, siis võib e-õppe etappi kasutada enne uue materjali selgitamist.

STEM valdkonna lõimimise 7E mudel (Elicit-Engage-Explore-Explain-Elaborate-Evaluate-Extend). Selle mudeli puhul lisandub 5E mudelile esimese etapina „esilekutsumine“, mille raames aktiveeritakse õpilaste eelteadmised. Viimase etapina lisandub aga etapp „täiustamine“, mille raames täiustatakse väljatöötatud mudelit, lahendit või prototüüpi.

STEM lõimitud õpetamise/õppimise kontseptuaalne raamistik Integreerib ühtsesse süsteemi situatsioonipõhise õppe, inseneridisaini, loodusteadusliku uurimispõhise õppe, tehnoloogilise kirjaoskuse ja matemaatilise mõtlemise.

STEM lõimingu kontseptuaalse raamistiku dimensioonid:

- 1 – kirjeldab loodusteaduste ja inseneeria praktikaid;
- 2 – kirjeldab läbivaid teemasid ja mõisteid;
- 3 – kirjeldab STEM ainealaseid keskseid ideid inseneeria, tehnoloogia ja matemaatika vaatevinklist ja kõigi valdkondadega seonduvalt.

Pärast põhiideedega tutvumist (dimensioon 3), rakendatakse neid praktikas (dimensioon 1) ja luuakse seoseid (dimensioon 2).

Inseneridisain. Kahjuks puudub STEM valdkonna õpetamisel õppeprotsessis enamasti just inseneeria osa, mis panustab lõimitud õppes enim inseneridisainiga. Inseneridisain on süstemaatiline iteratiivne, suunatud, eesmärgipärane ja piiratud probleemilahendus protsess, mille puhul on väga olulised eesmärk, spetsifikatsioon, piirangud ning kindlad nõuded.

Inseneridisainil on järgmised etapid:

- probleemi määratlemine;

- eesmärgi püstitamine;
- nõuete täpsustamine, taustauuring;
- ideede genereerimine;
- uurimine, süsteemi analüüs;
- lahendi genereerimine;
- esialgse lahendi testimine;
- visualiseerimine ja projekti koostamine;
- analüüsimine ja modelleerimine;
- alternatiivsete lahendite hindamine, optimaalseima valik;
- projektdokumentatsiooni koostamine;
- mudelite ja prototüüpide testimine;
- andmeanalüüs – optimeerimine;
- hinnang, analüüs, parendamine;
- lõplik disain;
- valmisprodukti esitlemine;
- tootmine.

Inseneridisain on koostööine, kommunikatiivne ja loov protsess, kus uusi ideid testitakse ja modifitseeritakse juba tehtu alusel kogemuspõhiselt. Inseneridisain aitab mõista, et probleemilahendusel puudub üks ja ainus „õige“ lahend, on mitmeid võimalikke lahendeid, mille vahel tuleb valida optimaalseim.

8.1.2 Tasakaalustatud ja kontekstipõhine õpe ning CDIO

„Me ei õpi käima kindlate reeglite järgi, vaid läbi tegutsemise ja kogemuste, kukkudes ja jälle püsti tõustes.“ Richard Branson

Tasakaalustatud õpe – integreerib teooria- ja praktikaõppe, ainekeskse ja probleemi- ning praktikakeskse õpetamise. Ainekeskne õpetamine STEM valdkonnas põhineb eelkõige struktureeritud ja teaduslikult põhjendatud ainesisul, sobivalt valitud ainemetoodikal, kriitilise mõtlemise toetamisel, omandatud teadmiste rakendamisel, õppeainete integreerimisel ja suhtlemisoskuse õpetamisel. Praktika- ja probleemikeskne õpe põhineb omandatud teadmiste rakendamisel, integreerimisel ja sünteesil, eluliste avatud probleemülesannete lahendamisel, erialaste tööoskuste omandamisel, loovusel ja innovatsioonil, teoreetiliste aineteadmiste kinnistamisel ja meeskonnatööl. Tasakaalustatud õpe integreerib eelnimetatud õpped kompleksseks süsteemiks, sest tehnikavaldkonna õppeainete õpetamisel tuleb kasutada mõlemat – teooriat ja praktikaõpet (Edström 2012).

Konteksti- ja disainipõhine õpe – õpe läbi reaalsete näidissituatsioonide, praktikate, ülesannete, õppides läbi praktiliste kogemuste ja seostades eelteadmisi uute õpitud teadmistega. Kontekstipõhine õpe põhineb konstruktivistlikul teoorial, mille kohaselt toimub õppimine siis, kui õpetaja suudab anda õpilastele teavet edasi nii, et õpilased on võimelised konstrueerima teadmisi oma kogemuste põhjal. Nii disainipõhise õppe kui ka kontekstipõhise õppe puhul alustatakse igapäevaeluga seotud probleemist. Mõlemal juhul kasutatakse probleemile lahenduse leidmiseks uurimuslikku tegevust. Sarnaselt disainipõhisele õppele aitab kontekstipõhine õpe suurendada õpilaste huvi STEM õppeainete vastu ning kaasab nad aktiivselt õpiprotsessi. Erinevused seisnevad eelkõige selles, et kontekstipõhises õppes ei pruugi õpilased luua tooteid või rakendusi nagu disainipõhises õppes, kontekstipõhise õppe puhul on

oluline eelkõige tegelikust elust pärinev kontekst, mida õpetamisel kasutatakse. Kontekstipõhine õpe keskendub interdistsiplinaarsetele teadmistele ja probleemide lahendamisele (Sakkool 2015).

CDIO meetod (*Conceive-Design-Implement-Operate* <http://www.cdio.org/>) (Crawley et al 2007) soovitab lõimitud õpetamises aktiivõppe ja kogemusliku õppe mahu suurendamist ning lõimivate õpikogemuste loomist, kus oleks võimalik omandada nii ainealaseid teadmisi kui ka meeskonnatöö oskusi, planeerimise, disaini, produkti valmistamise ja erinevate süsteemide loomise/ehitamise oskusi. Soovitatakse ka interaktiivsete loengute lugemist kui ka aktiivõppe rakendamist seminarides ning harjutustundides. Aktiivõppe muutub kogemuslikuks õppeks, kui õpilased tegutsevad elulistes rollides, mis simuleerivad tegelikku inseneritööd – simulatsioonid, juhtumipõhine õpe jne. Seeläbi mõistetakse sügavuti nii valdkonna teoreetilisi aspekte kui ka rakendatakse õpitut läbi isetegemise - *learning by doing*.

8.2 Otsese õpetamise meetodid

„Hea õpetaja ei anna oma õpilastele mitte valmis vastuseid, vaid mõistab nende vajadusi ja esitab vastavaid väljakutseid ning toetab ja annab juhiseid, kuidas saavutada edu.“ Justin Trudeau

Otsene õpetamine (*Direct teaching*). Põhimõtteliselt võiks otsese õpetamise ehk õpetajakesksete õppemeetodite alla liigitada kõik meetodid, kus õpetaja on õppeprotsessis aktiivseks osapooleks – jutustus (vt jaotis 8.5.11 - Narratiivõppe), loeng, seletus, demonstratsioon, ettekanne, õppefilmide demonstreerimine jne. Need õppemeetodid on monoloogilise tehnikaga ja neid on mõttekas kasutada kognitiivsete ning afektiivsete õppe-eesmärkide saavutamiseks. Sobimatud on need meetodid erialaste vilumuste-oskuste ehk psühhomotoorsete eesmärkide saavutamiseks.

Järgnevalt tutvustatakse STEM valdkonnas enimkasutatavaid ja keskseid otsese õpetamise meetodeid lähemalt.

Analoogiameetod. Analoogiameetodit kasutatakse STEM valdkonnas ühelt poolt nähtuste mõistmise lihtsustamiseks ja näitlikustamiseks, teiselt poolt aga õppeprotsessi ratsionaliseerimiseks. STEM valdkonnas, kus paljud protsessid on nähtamatud, on näitlikustamine õpetamisel sageli vajalik. Tüüpiliseks näiteks on siin elektrotehnika. Teada-tuntud on elektrivoolu võrdlemine vee voolamisega. Siiski tuleb arvestada, et analoogiameetod sobib vaid protsesside näitlikustamiseks, sest tegelikkuses erinevad elektrivoolu ja vee voolamist iseloomustavad seaduspärasused üksteisest oluliselt. Nähtusi iseloomustavaid seaduspärasusi tuleks ennekõike seletada teaduslikult ja alles seejärel võib näitlikustamiseks kasutada analoogiameetodit. Analoogiameetodit võib kasutada ka ülesannete lahendamisel, kuid selle kasutamisega ei ole soovitatav liialdada.

Ettekanne on orienteeritud kindlale probleemile, teemale ja suunatud kuulajates emotsioonide tekitamisele. Ettekande tegija mitte ainult ei informeerib, vaid ka motiveerib ja stimuleerib oma kuulajaid. Ettekannet peetakse nii, et vajadusel oleks võimalik esitada vaheküsimusi. Inseneridele on ettekanne monoloogi tehnikaks, mida praktikas kõige sagedamini kasutatakse. Ettekandele peaks järgnema diskussioon. Ettekanne järgneb tavaliselt ka referaadi, laboratoorse töö või muu uurimistöö teostamisele – nende tulemuste esitamiseks.

8.2.1 Loeng

„Loeng on nii parim kui ka halvim õppemeetod – kõik sõltub õppejõust.“ Prof Phillip C. Wankat

„Loeng on teater ja väga hea loeng on väga hea teater - seda ei saa olla liiga palju“. Prof Vello Kukk

Kaasajal on loengud üha enam muutumas e-õppe üheks olulisemaks osaks, kus kasutatakse videoloenguid. Käesolev peatükk annab soovitusi mõjusama loengu pidamiseks nii kontaktõppes kui ka e-õppes.

Loeng on klassikaline ülikooli õppemeetod ja üks levinuim suuline teadmiste edastamise vorm. Kui õpikuid oli veel vähe, luges õppejõud teksti aeglaselt ette ja tudengid kirjutasid kaasa. Loengu lugemine erineb tänapäeval oluliselt selle klassikalisest algvariandist. Head professorid ei loe enam ette, vaid räägivad vabalt, kasutades näitlikustamiseks erinevaid tehnilisi õppevahendeid, seega sarnaneb loeng pigem ettekandega ja on spontaanne. Loengut mahalugev õppejõud ei tekita oma kuulajates tänapäeval enam positiivset suhtumist. Paljudele õpetajatele seostubki õpetamine STEM valdkonnas loengu lugemisega. Õpetaja võiks eelnevalt analüüsida, miks peaksid õpilased tema loengusse tulema ja teda kuulama – millist kasu nad sellest saaksid. **Soovitav on läbi mõelda, kas oleks võimalik osa loengud üle viia e-õppesse.**

Loeng ei ole siiski ka täna minetanud oma sobivust õppemeetodina STEM valdkonnas ka kontaktõppes, see on igati sobiv meetod ka täiskasvanuõppes. Loeng võimaldab aega ja vahendeid säästes anda teavet paljudele kuulajatele korraga, samas on kuulajad neile juba tuttavas situatsioonis, mis omakorda võimaldab kiiremini õppida. Õpetaja suuniste abil loengus on kergem taibata olulist ja vältida vääritimõistmist. Loeng on uue materjali struktureerimiseks iseseisvast lugemisest tõhusam. Lectori entusiasm on kaasahaarav. Loengu ettevalmistamine eeldab vähem kulutusi kui alternatiivsed õppemeetodid, loengumaterjale on kergem täiendada ja kaasajastada. Seega on loengu osatähtsus teema sissejuhataval tutvustamisel ja soodsa kognitiivse struktuuri loomisel vaieldamatu.

Loengu tähtsus nüüdisajal suureneb taas, sest aina kasvavas infotulvas vajavad õpilased üha sagedamini eelnevalt süstematiseeritud ja tähtsusetust infomürast puhastatud kontsentreeritud teavet ning kedagi, kes suudaks selle neile arusaadavaks teha. Loeng peab struktureeritult ja lihtsalt mõistetavalt looma teemast tervikpildi ning rõhutama olulist. Täna kasutatakse üha enam pööratud klassiruumi, videoloenguid ja interaktiivseid loenguid, et kasutada kontaktõppeks ettenähtud aega võimalikult efektiivselt – viies kontaktõppes läbi rohkem aktiivõpet, seminare, laboritöid ja probleemipõhist õpet.

Ärge esitage loengus liiga palju uut informatsiooni korraga – 5–6 alajaotust tunnis on STEM valdkonnas piisav. Seostage eelnevalt õpitu õpetatava materjaliga ja see omakorda järgneva materjaliga.

Loengu eelised:

- õpetab ka meie tänaseid õppureid keskenduma pikemaks ajaks ühele tegevusele;
- võimaldab aega ja vahendeid kokku hoides edastada vajalikke baasteadmisi paljudele õpilastele korraga;
- õppejõu mõttekäiguga kaasa mõtlemine viib õppijad iseseisvusele mõtlemises;
- õpetab materjali töötlemata, mõistma, mõtestama, süstematiseerima;
- õpetab olulist eristama vähemolulisest;
- õpetab ka kuulatava lühidat, selget, konkreetset kirjapanekut – konspekterimist, mis omakorda aitab kaasa õpitava sügavuti mõistmisele;
- õppejõu esitluslaad ja hoiak kujundavad õpiaste suhtumist õpitavasse õppeainesse.

Loeng on kindlasti sobivaim õppemeetod, kui Teie eesmärgiks on (McKeachie 2006):

- äratada õpilastes huvi ja motiveerida neid (juhul, kui Te esinete väljendusrikkalt);
- keskenduda põhikontseptsioonidele, ideedele, põhimõtetele;
- edasi anda uut informatsiooni, esitada uut materjali;
- kokku võtta seniõpitut;
- seletada mõisteid;
- selgitada õpitava materjali struktuuri;
- edastada Teie isiklikku arvamust õpitavast, ilmestades seda isiklike kogemustega;
- esitada kaasaegset materjali, mis ei ole veel kõigile vabalt kättesaadav.

Teistel juhtudel on loeng lihtsalt ajaraiskamine.

Alternatiivseid meetodeid soovitatakse kasutada, kui Teie eesmärgiks on (McKeachie 2006):

- äratada õpilastes huvi ja motiveerida neid (juhul, kui Te ei oska esineda väljendusrikkalt);
- hinnata ja muuta õpilaste seisukohti;
- uurida vastakaid ja mitmetähenduslikke materjale;
- kasutada teadmisi uutes olukordades;
- arendada ülesannete lahendamise oskusi;
- arendada mõtlemist;
- õpetada esinemisioskust;
- õpetada praktilisi oskusi ja vilumusi;
- kinnistada õpitut.

STEM valdkonnas on sageli kasutatud järgneval loengul käsitlevale tuleva materjali kohta käiva, tutvustava lisamaterjali jaotamist õpilastele eelnevaks iseseisvaks läbitöötamiseks (*pre-class homework*). See aitab tõsta STEM valdkonna loengu efektiivsust veelgi.

Milline on hea loeng? Kuidas saaks õpetaja oma meisterlikkust tõsta? Järgnevalt mõned soovituslikud strateegiad loengu mõjukuse suurendamiseks:

- loengumaterjali koostamisel lähtuge sihtrühma eelteadmistest;
- lugege interaktiivset loengut miniloengutena, mille vahele pikkige aktiivõppe meetodeid;
- loengu jälgitavuse parendamiseks esitage käsitlevast teema esialgne struktuur;
- püstitage kohe loengu alguses kindlad eesmärgid;
- seletage alati lahti võtmemõisted;
- avage aineloojika;

- esitage põhiteesid;
- tooge väidetava kaitsmiseks argumente;
- muutke mingi osa öeldust vaieldavaks;
- kaasake kuulajad arutlusse;
- tehke aeg-ajalt vahekokkuvõtte seniläbitust (seda võivad teha ka õpilased) ja minge siis uue materjaliga edasi;
- korrake olulisimat;
- jätke ruumi ka vabale vestlusele;
- lähenegge uudsalt ja loovalt – leidke ilmekaid analoogiaid, esitage huvitavaid fakte ja rakendusvõimalusi;
- pange kuulajad kaasa mõtlema, analüüsima, arutlema, hinnangut andma jne;
- väljenduge selgeltmõistetavalt;
- rääkige mõõduka kiirusega ja tehke pause;
- hoidke kuulajatega silmsidet;
- täiendage öeldut žestide ja miimikaga;
- liikuge ruumis vabalt ringi;
- olge entusiastlik ja heatujuline.

Hellmut Lang (Lang & Evans 2006) on andnud õpetajatele humoorika soovitus, kuidas loengut efektiivsemaks muuta: „Õelge algul oma õpilastele, millest Te hakkate neile loengus rääkima, siis rääkige neile sellest – ja seejärel seletage neile, millest Te just rääkisite ning võtke räägitu kokku.”

Loengu puhul võib esile tuua ka terve rea miinuseid. Loengut kui ühte levinumat esitusmeetodit iseloomustab tihti ühepoolne suhtlus õpetajalt õpilasele. Loeng edastab põhiliselt informatsiooni ega paku võimalusi oskuste ja hoiakute kujundamiseks. Loeng asetab õpilased tihti olukorda, kus nad õpivad faktilist materjali, mida võinuks ka iseseisvalt omandada. Loengu puudused tulenevad sellest, et õpetajal on raske üheaegselt uut informatsiooni edasi anda ja tagasisidet saada. Tuimalt ettekantud loeng paneb kuulajad igavlema, kahandab huvi ja tähelepanu ning muudab õpilased passiivseks.

Kõitev loeng on üks loenguliikidest, kus kasutatakse erinevatest allikatest pärinevaid mitmesuguseid näiteid. Umbes pool loengu ajast kulutatakse õpilastele küsimuste esitamiseks. Seejärel suunatakse õpilasi iseseisvalt uurima teatud loengu osi puudutavaid teemasid. Tulemused kantakse kaasõpilastele ette (ühtede õpilaste õpetamine teiste poolt, samuti ka erineva vaatenurga esitamine õpilastele on üks aktiivõppemeetoditest). Õpilastele esitatakse eelkõige neid küsimusi, mis võimaldavad analüüsi, sünteesi ja hindamist.

Loeng-diskussioon on meetod, mille põhiliseks funktsiooniks on edastada õpetatavat materjali selliselt, et ärgitada õpilasi diskussiooniks (Salumaa & Talvik 2003). Selle meetodi positiivseteks omaduseks on interaktsioon õpilaste vahel, õpilaste aktiivne osalemine ja sõnavara rikastamine.

Felder (2006) on oma uuringutes STEM valdkonna õpetamisel tõestanud, et 45 minutilises loengus hakkas 10-15 minuti möödumisel õpilaste tähelepanu hajuma. Vahetult pärast loengut mäletasid õpilased

70% loengu esimese 10 minuti jooksul esitatust ja ainult 20% loengu viimase 10 minuti jooksul esitatust. **Felder tõestas oma uuringutega, et õpilaste tähelepanu on võimalik äratada viies läbi interaktiivseid loenguid** – aeg-ajalt aktiivmeetodeid kasutades, õpitut rakendades ja nii õpilasi aktiveerides ning tähelepanu köites (Felder 2006).

Interaktiivne loeng (ka vastastikuse suhtlemisega loeng, suhtluspõhine loeng, parendatud loeng, jm) on kõiki õpistiile arvestav loeng, kus õpilasi kaasatakse aktiivselt õppima ja mida viimasel ajal STEM valdkonnas ning tehnikaõpetuses üha laiemini kasutada soovitatakse. Ühele aktiivsele tegevusele kulutatakse interaktiivses loengus umbes 3-5 minutit, erinevaid aktiivseid tegevusi miniloengute vahel kasutatakse reeglina 2-3 ühes loengus.

Interaktiivse loengu puhul jaotatakse õpetatav materjal mõtteliselt umbes 15–20 minutilisteks miniloenguteks, kus keskendutakse teatud kindlale teemale, kontseptsioonile vms, mille järel tehakse vaheaeg, kus kasutatakse mingit aktiivõppe meetodit õpitu analüüsiks ja kinnistamiseks. Aktiivsele tegevusele kulutatakse kindel, eelnevalt õpilastega kokkulepitud aeg ja seejärel jätkatakse uue miniloenguga. Kindlalt kokkulepitud ja õpetaja poolt kontrollitud aeg sunnib õpilasi keskenduma aktiivsele tegevusele (vt jaotised 8.5.2 ja 8.5.3).

Interaktiivse loengu alguses oleks soovitatav „äratada“ õpilaste eelteadmised ja huvi ning häälestada õpilased uuele teemale. Selleks sobivad meetodid on:

- **ajurünnak** – ideede genereerimine neid kritiseerimata (oluline olgu ideede kvantiteet, mitte kvaliteet), kus õpilased esitavad ideid, mis neile uue teemaga seonduvad. Sobib ka gruppitööna läbi viia. Kõik ideed märgitakse üles. Loengu jooksul tehakse peatusi, mille jooksul õpilased saavad uute teadmiste taustsüsteemis ise oma eelteadmisi korrigeerida, täiendada ja täpsustada;
- **küsimused** – loengu alguses esitab õpetaja küsimusi, näiteks: „Mida te antud teema kohta teate? Kus seda tegelikult elus esineb? Kus seda igapäevaelus kasutada saaks?“ jne, Loengu keskel esitab õpetaja küsimuse: „Mida te sooviksite veel täpsustavalt selle teema kohta teada?“ ja loengu lõpus küsitakse õpilastelt: „Mida te saite tänase loengu jooksul uut teada?“ (vt jaotis 8.8);
- **väited** – õpetaja esitab teemaga seonduvaid väiteid ja seisukohti, skeeme, jooniseid jm. Õpilased hindavad oma eelteadmiste tuginedes, millised neist on tõesed. Järgneb rühmatöö faktide täpsustamise, põhjenduste ja aruteluga. Meetod aitab õpilastel teadvustada oma eelteadmisi, arvamusi, hoiakuid, analüüsida ja uue teema vastu tähelepanu äratada;
- **eelteadmiste lühitest** – õpilased täidavad loengu alguses lühitesti ja kontrollivad selle alusel loengu jooksul ise oma teadmisi;
- **ülesanne** – uue teema põhjal ülesande lahendamine, oluline ei olegi ülesande lõpuni lahendamine, vaid sellega alustamine, kuni ilmneb, et õpilased vajavad selle lahendamiseks uut informatsiooni.

Ei ole mõtet küsida õpilastelt: „Kas kellelgi on küsimusi?“ või „Kas kõik said aru?“ ja pärast 3–5 sekundilist ootamist, minna loenguga edasi, sest reeglina kellelgi küsimusi ei ole ja kõik said aru. Paluge õpilastel pigem tekkinud küsimused üles märkida, naabriga tekkinud küsimusi arutada, omavahel konspekte võrrelda, ja alles siis küsige: „Mis küsimused teil üles kerkisid?“. Teiseks võimaluseks oleks õpilastelt näiteks küsida: „Missugused kaks (kolm, viis jne) küsimust võtaksid tunnis (miniloengus) läbitud materjali kokku?“ või võiks anda lahendamiseks ülesande, veendumaks, kas ikka on kõigest aru saadud.

Miks peaks läbi viima interaktiivseid loenguid? (Felder 2006)

- paranevad õpitulemused ja tundidest osavõtt;
- õpilased töötavad tunnis aktiivselt kaasa;
- õpilased vastavad julgemini ja paremini, kui küsimus arutatakse omavahel läbi;
- loengutes kõrge energiatase, huvi, positiivsus ja motivatsioon;
- sobib väga hästi ka multikultuurilises rühmas;
- mitmed uuringud tõestavad aktiivõppe mõjusust loengus (Felder 2006, 2009; Prince 2004 jt).

Aktiivse tegevuse ajal liikuge ruumis ringi, jälgige õpilasi ja vastake üleskerkivatele küsimustele. Leppige eelnevalt kokku, et Teie märguande peale lõppeb koheselt aktiivne tegevus ja loeng jätkub.

8.2.2 Seletus ja demonstratsioon

„Miks on küll nii, et väikesed lapsed on nii targad, kuid hiljem taiskasvanuna on nad nii rumalad? Kas selles võib süüdi olla haridus?“ Alexandre Dumas

Seletus –õpetajad peavad tihtilugu oma tundides õpetatavat materjali seletama. Seletus on keerukate nähtuste ja seaduspärasuste lihtsaltmõistetavaks ja arusaadavaks tegemine, seoste väljatoomine (vt jaotis 4.9.4 - Selgeltmõistetavus). Seletamisel kasutatakse lühikesi, üheselt mõistetavaid lauseid. Ühte mõistet seletatakse tavaliselt mitmel moel, kindlasti tuleks lahti seletada terminoloogia. Oluline on saada tagasisidet, kas õpilased on seletusest aru saanud. Seletamisel ei tohi kiirustada.

Kuidas peaks õpetaja probleemi, nähtust, seadust vms võimalikult lihtsaltmõistetavalt seletama? Järgnevalt mõned soovitused:

- *alustage üldiste suuniste või viidetega* – enne sisulist seletamist andke ühe-kahelauseline viide seletatava suuna, taotluse ja struktuuri kohta. Näiteks: nüüd teeme selgeks, mille poolest erinevad happed leelistest;
- *seadke oma seletusele raamid* – need määravad ära seletatava teema alguse ja lõpu. Näide: Vaatleme kõigepealt ainete keemilisi omadusi;
- *rõhutage olulist ja tooge see esile* – selleks kasutage sõnu *tähtis, oluline, tähtsaim, keskne* ja kasutage rõhutatud väljendusviisi (rõhutamist ja hääletooni);
- *seletage seoseid* – ühendage üksikud väited sobivate järeldustega ja esitage seosed loogiliselt, kujundades ühtse terviku, tooge välja ühised tunnusjooned;
- *määratlege kontseptsioonid, millele tuginetakse;*
- *lisage elulisi näiteid;*
- *esitage küsimusi, võrrelge;*
- *kasutage illustreerivat materjali, visualiseerige oma seletust;*
- *tehke alati kokkuvõtte* – korrake olulisim üle ja tooge esile põhilised järeldused, varieerige sõnastust nii, et see kõigile kuulajatele mõistetav oleks;

- *paluge õpilastel keerulisem probleem kaaslastele uuesti ära seletada.*

Demonstratsioon on õppemeetod, mida kasutatakse siis, kui esitlusega seletatakse nähtusi või kujundatakse oskusi. Nii näiteks kasutatakse demonstratsioonkatseid ja vaatlusi, looduslike objektide uurimist, visuaalsete õppevahendite (esemed, skeemid, tabelid, fotod, pildid, videod, filmid, mudelid) demonstreerimist õpetamisel. Õpetaja eesmärgiks on õpiprotsessi lihtsustamine ja mitmekesistamine, kasutades visuaalseid õppevahendeid.

Demonstratsiooni efektiivsust mõjutavad järgmised olulised näitajad:

- demonstreerivate objektide õige valik;
- õpetaja oskus pöörata õpilaste tähelepanu objekti olulistele aspektidele;
- demonstreeritava objekti selge nähtavus kõigile õpilastele;
- seletus – õpetaja peaks demonstratsiooni käigus seletama, miks toimib ta seadmetega ühel või teisel viisil ja mis on selle tegevuse võimalikuks tulemuseks;
- katse või visuaalse õppevahendi demonstreerimine peaks olema hästi läbi viidud;
- katseseadet tuleks eksponeerida sobival hetkel, sest muul ajal võib see vahend või seade õpilaste tähelepanu pigem hajutada kui õppimisele kaasa aidata;
- demonstratsiooniga peaks kaasnema arutlus.

Demonstratsiooni läbiviimisel on väga oluline selle korduvus. Väheefektiivsed on demonstratsioonid, mida esitatakse ainult üks kord. Korduvus on vajalik selleks, et demonstratsioon on seotud emotsioonidega. Mida rohkem kordi demonstratsiooni läbi viiakse ja selle olemust seletatakse, seda rohkem üksikasju õpilased näevad ning seda paremini nad õpitavat mõistavad.

8.2.3 Individuaalne töö ja harjutamine

„Meie õpilased on just täpselt nii tublid ja andekad, kui me neil olla laseme“ Eric Michael Leventhal

Õppimine on iseseisev, individuaalne ja unikaalne protsess. Vastupidiselt varasematele uurimustele, on viimasel ajal üha enam leidmas kinnitust tõsiasja, et individuaalne töö annab uue materjali omandamise kontrollimisel STEM testides tunduvalt paremaid tulemusi (Ilves 2012).

Iseseisev töö. Hea iseseisva õppimise võime eeldab, et õpilased on ise võimelised endale jõukohaseid eesmärke püstitama ja kujundama õpitava suhtes positiivseid ootusi (Krull, 2000).

Iseseisvat tööd võib liigitada:

- vastavalt selle toimumise kohale: õppetunnis toimuv töö või kodune töö;
- läbiviimise korra järgi, milleks on individuaalne töö, rühma- või paaristöö.

Individuaalse töö eesmärgid on:

- anda õpilastele piisavalt palju iseseisvat tööd;
- võimaldada tööülesannete valikut;
- arvestada õpilase võimeid, erisusi, kalduvusi ja huvisid;

- tõsta (individaalse töö kaudu) meeskonnatöö kvaliteeti ja väärtusi – üha enam rakendatakse rühma- ja meeskonnatöös põhimõtet, et kõigepealt mõtleb igaüks individuaalselt ja seejärel arutatakse ühiselt rühmas.

Omaette töötamine kujuneb individuaalses tempos, nii et õpilasel oleks võimalus rahulikult ja segamatult süveneda töösse. Tööülesanded võivad olla ühtsed või diferentseeritud ja selleks sobivad iseseisev töö õppekirjandusega või e-õpe, harjutamine, ülesannete lahendamine, praktiline töö ning kordamine jpm.

Individaalne töö õpetab:

- iseseisvust, omaette läbi mõtlemist ja probleemide analüüsi;
- enesekindlust probleemide lahendamisel, isegi kui ei olda igas sammus kindel;
- töötamist oma teadmiste tasemel, mitte sobitumist teiste rühmaliikmete tasemega;
- harjutama enesejuhtimist ja enesekontrolli oskusi – kohusetunnet, keskendumist, ajajuhtimist ja tahtejõudu, et lahendada probleemid ise, mitte alati abi küsida kaaslastelt või õpetajalt;
- omaette tegutsemist, otsuste langetamist, vastutust oma töö eest;
- loovust ja tulemuslikku ja kriitilist mõtlemist, interdistsiplinaarsust ja lõimitud tegutsemist.

Konstruktivistlik õppimine on protsess, mille käigus õppija loob oma kogemustest lähtuvalt uusi teadmisi, mida kasutatakse enesejuhitud õppimises, transformatiivses ja kogemuslikus õppimises, situatsioonitunnetuses ja eneseanalüüsis. **Individaalne konstruktivism** tugineb Piaget' teooriale, mille kohaselt õppimine on individaalne tegevus ja hõlmab indiviidi kognitiivsete skeemide kohandumist keskkonnaga. Seega on individaalne konstruktivism õppimisel kogemuste pakkumine, mis kutsub esile ebakõla ning julgustab õpilast omandama uusi kogemustel põhinevaid teadmisi.

Individaalse töö eelised ja puudused. Individaalse töö eelistest võib esile tõsta, et õpilane saab töötada omas tempos ning erinevate võimetega õpilastele on võimalik diferentseeritult anda tööjuhised

Puuduseks võib pidada, et mõni õpilane ei pruugi saada õigesti tööjuhiseist aru ning tagasihoidlikumad võivad ka karta uuesti küsida.

Väljakutsed õpetajale. Õpetaja ülesandeks õpilaste individaalse töö korraldamisel on selgelt mõistetavate tööjuhendite koostamine, et need sobituksid olustikuga ning arvestaksid õpilaste individaalsusega.

Individaalselt tehtavate tööde ainuhindajaks ei peaks alati olema õpetaja. Veel enam, vigade allakriipsutamine õpetaja poolt süvendab neid just õpilase alateadvuses. Kõige paremaid tulemusi annavad õpilaste enesekontrolli meetodid, kus nad olemasolevate materjalide abiga oma töid ise korrigeerivad ja hindavad. Samamoodi, võivad ka õpilased õpitulemusi vastastikku hinnata.

Individaalsel tööil on oluline roll STEM ainete mõjusel õpetamisel. Kaasajal on kahjuks rühmatöö liigselt ületähtsustatud ja individaalne töö on jäänud tagaplaanile. See omakorda on kaasa toonud iseseisva mõtlemisoskuse, otsustusjulguse, enesekindluse ja analüüsioskuse vähenemise.

Soovitav oleks leida individaalse töö ja rühmatöö tasakaal.

Harjutamine on oskuste omandamine korduvate soorituste kaudu. Harjutamise käigus toimub STEM valdkonnas enamasti erialaste ülesannete lahendamise oskuse omandamine ja kinnistamine. Harjutamine toimub ka matemaatika, füüsika, insenerigraafika, kujutava geomeetria, tehnilise joonestamise, insenerivaldkonna erialaainete jms õppeainete õpetamisel. Harjutamisel saadakse tagasisidet (kuidas õpilasel läheb) ja harjutamine toimub reeglina õpetaja juhendamisel.

Kindlate vilumiste omandamisel, eriti motoorses valdkonnas, aga ka informatsiooni omandamise puhul, mida ei saa vastu võtta arusaamise kaudu, vaid tuleb omandada päheõppimise teel (näiteks detailide nimetused, matemaatilised, füüsikalised ja keemilised konstandid, sümbolid, valemid jne) on tähtis roll harjutamisel.

Harjutustunnid tuleks läbi viia loengutest eraldi, praktiliste tundidena, pausidega vahelduvate sammudega, mitte „mammuttundidena“ ja võimalikult kohe pärast teema läbimist loengus. Õppimise edusammud harjutamise korral saavutatakse reeglina vastavalt kindlale seaduspärasusele – näiteks võib tuua harjutamiskõvera masinakirja õppimise kirjeldamiseks.

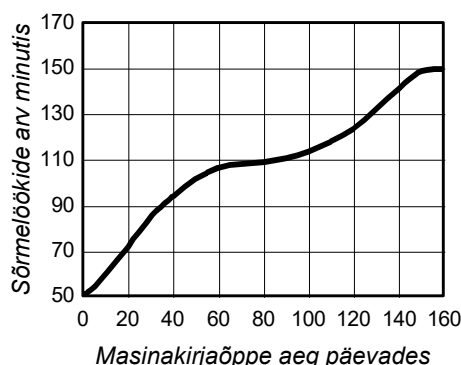
Selel 8.2.1 kujutatud harjutuskõver näitab, kui mitu lööki minutis saavutas algaja 180 harjutuspäevaga.

Selelt 8.2 nähtub, et alguses ei tehtud eriti suuri edusamme, selle järgnes periood, kus õpiti väga kiiresti ja pärast mõningast seisakut ehk platood toimus järgmine kiire oskuste paranemine. Seisaku võivad põhjustada näiteks huvi langemine, väsimus, segavad kõrvalmõjud jms – see aga ei tähenda veel, et õppija on saavutanud oma tulemuslikkuse piirid. Õpetaja ülesanne seisneb sel juhul põhjuste analüüsimises iga üksikjuhtumi korral eraldi ja õpilaste abistamises ning nõuandmises seisakust ülesaamiseks.

Harjutamisel etendavad olulist osa õpilaste individuaalsed psühholoogilised iseärasused.

Eristatakse kolme töövilumuse omandamise tüüpi:

- *kiired* – ca 70% õpilastest, kes valivad kohe tööliigutuste ja operatsioonide õppimise algul kiire töötempo. Nii rabistades teevad nad töös palju vigu, ei märka neid ega ole neid ka valmis parandama. Nad ei analüüsi oma tööd, alustavad hoogsalt, ebaõnnestumise korral löövad kergesti käega, vilumused kujunevad neil pikaldaselt ja raskelt;
- *täpsed* – ca 15% õpilastest, nad alustavad aeglase tempoga, tehes tööliigutustes ja –võtetes vähe vigu. Oma tegevust analüüsivad nad põhjalikult. Harjutuskõver tõuseb neil aeglaselt, kuid pidevalt. Pikemaid seisakuid tuleb neil harvemini ette;
- *tasakaalukad* – ca 15% õpilastest, kes töötavad algusest peale kiiresti ja täpselt. Nad analüüsivad oma tööd põhjalikult ning teevad iseseisvalt oma töös korrektiive. Neil „kuldsete kätega“ õpilastel on närvi protsessid tasakaalustatud.



Sele 8.2.1 – Õppimise edusammud harjutamise korral: Harjutamise alguses tehakse ainult väikseid edusamme, seejärel õpitakse suhteliselt kiiresti kuni platooni, mis tuleb ületada, enne kui saavutatakse järgmised edusammud

Kiired õpilased peaksid tövõtteid harjutama aeglaselt, üksikute elementide kaupa ja alles mõne aja pärast tervikuna. Erilist tähelepanu tuleks pöörata üksikute elementide sooritamise täpsusele. *Täpsetel* õpilastel tuleks pöörata tähelepanu töötamise kiirusele – neil tuleks lasta korrata ühesuguseid tövõtteid ja -operatsioone, tõstes iga kord töötempot. *Tasakaalukatel* õpilastel võib aga huvi töö vastu kergesti kaduda, kuna nad tulevad hästi toime ja peavad teisi järele ootama. Nendele peaks pakkuma iga harjutusega midagi uut või keerukamat.

Õpilaste harjutuste kontrollimisel tuleb viivitamatult juhtida õpilaste tähelepanu vigadele, sest väär töövõtteid on hiljem raske ümber õppida. Harjutamise lõpul tuleks hinnata iga õpilase tööd ja tuua välja konkreetsed näitajad – analüüsida tehtud töö kvaliteeti, vastavust esitatud nõuetele, töö täpsust, kiirust, mahtu, tövõtete õigsust jne.

Harjutamisel võib kasutada aktiivõppe meetoditest vabatahtlikku registreerimist ehk *tickingut* (vt 8.5.3).

Oskuste arendamise mudel. Dreyfus ja Dreyfus (1981) on loonud oskuste arendamise mudeli, mille alusel jaotatakse õppurid järgnevalt:

- noviitsid;
- edasijõudnud algajad;
- kompetentsed;
- vilunud;
- eksperdid.

Noviitsid tegutsevad täielikult reeglite alusel, sest neil puudub täielik arusaam õpitavast teemast. *Eksperdid* tegutsevad täieliku teema mõistmise juures intuiitiivselt, mõistes, mis on vajalik ja mis on võimalik ning tuginedes taktiilsele teadmisele (teadmiste, oskuste ja kogemuste kogum, mida tihti ei teadvustatagi, sest ma olen seda alati nii teinud) ning nende tegevus ei sõltu etteantud reeglitest ja juhenditest. Dreyfus ja Dreyfus (1981) on tõestanud, et ekspertide koolitamiseks tuleb harjutada vähemalt 10 000 tundi. Meie tänaste ainetundide puhul on see praktiliselt võimatu unistus! Seetõttu peabki õpe jätkuma pärast kooli lõpetamist töökohal.

Õppimine on julgus eksida. Harjutamine peab toimuma turvalises õhkkonnas. Õpilast ei tohiks harjutamisetapil hinnata. Hindeid tuleks panna alles siis, kui õppe-eesmärk on saavutatud. Olulist tähelepanu tuleks pöörata õpioskuste omandamisele. See on õppima õpetamine õpioskuste harjutamise kaudu.

Harjutamisel on kolm üksteisele järgnevat etappi:

- esimeses etapis tundub õpilasele, et ta ei saa hakkama;
- teises etapis tundub õpilasele, et teistel läheb paremini;
- kolmandas etapis tunneb õpilane, et tal läheb juba päris hästi.

Harjutused saavad teoks paljude õppevõtete abil, näiteks:

- kinnistav harjutus;
- individuaalne harjutus;

- rühmaharjutus.

Harjutamise olulisus:

- aitab muuta arusaadavaks kasutatavad toimingud, mis võivad olla ka elementaarsed matemaatilised tehted ning näivad esialgsel vaatlusel keerulised. Harjutamine on nii laboratoorsete tööde kui ülesannete lahendamise juures väga oluline.
- aitab suurendada enesekindlust, kui tuleb lahendada uus, keerukas ülesanne uutes tingimustes;
- aitab töötada kiiremini ja meisterlikumalt, sest ülesande lahendamise (vm toimingu) viis on harjumuspärane;
- aitab tunda ära sama ülesande eri vormid, et leida võimalikult kiiresti vajalik valem või lahendusviis;
- aitab jätta meelde standardsed analüüsi- ja esitamismvormid, et õigete tehete (toimingute) valimine muutuks automaatseks;
- arvutusülesandeid saabki õppida lahendades hulgaliselt ülesandeid, drillida, ise ülesandeid koostada, teistele lahenduskäiku seletada, mis omakorda aitab paremini mõista matemaatilisi mudeleid ja võrrandeid.

Tööleht on õpiülesanne, mis sisaldab konkreetse ülesande käigu ja lahendusvormi kirjeldust, soovitatavalt ka lahenduse või lahenduseni jõudmise protsessi analüüsi kriteeriume, soovitusi või juhiseid.

Töölehtede eesmärk:

- siduda erinevaid aineid (keskustusega mingile teemale, vahendatavad õpioskused, RWCT - *Reading and Writing for Critical Thinking*);
- õppida mõistma, kasutama ja analüüsima õpitut;
- aktiveerida õppimist;

Töölehed on väga hinnaliseks metoodiliseks materjaliks, mis juhendavad õpilast iseseisvalt töötama, toetavad õpilase teadmiste arengut ja teadmiste ülekandmise oskust uutesse olukordadesse, õpetavad õpitavat materjali analüüsima ja paremini mõistma. Töölehtede välja töötamine nõuab õppjõult aega ja õpetatava materjali struktureerimist ning analüüsi. Didaktiliselt õigesti välja töötatud töölehed on õpitava mõistmisel väärtuslikuks abiks. Tööleht peaks kindlasti sisaldama ka üldistuste ja kokkuvõtete tegemisele suunavaid küsimusi. Kui tööleht koosneb vaid faktide ülesotsimisest ja üleskirjutamisest, ei arendata õpilaste kõrgemaid mõtlemistasandeid (analüüsi-, sünteesi-, hinnangute andmise oskust ja loovust), mis on aga äärmiselt olulised nii teema süvendatud omandamiseks kui ka igapäevaeluliste probleemide lahendamiseks.

Soovides pakkuda õpilastele tavapärasest erinevat lähenemisviisi ning suunata neid omandama uusi teadmisi ja oskusi läbi reaalsete olukordade, võib koostada situatiivse õppe teooriale tuginevaid töölehti. Tänapäeval on levinud ka elektroonsed ja interaktiivsed töölehed, mida õpetajal on lihtsam kontrollida.

Töölehtede erinevaid versioone on lihtne nii õpetajal kui ka õpilastel koostada ka elektrooniliselt <http://www.worksheetworks.com/>.

8.2.4 Õppefilmide demonstreerimine

“Meie kõige tähtsam ülesanne juhtidena on õpetada inimestele, kuidas mõelda ja kuidas esitada õigeid küsimusi, et kui me ka päeva vabaks võtaksime, ei läheks veel maailm hukka.” Jeffrey Pfeffer

Paljudes tundides on võimalik demonstreerida videofilme. Videomeetodit kasutatakse mitte ainult teadmiste omandamisel, vaid ka teadmiste kontrollimisel, kinnistamisel, kordamisel ja süstematiseerimisel.

Videomeetodi positiivsed küljed:

- õpilased saavad vaadelda protsesse, mis toimuvad muidu kas liiga kiiresti või aeglaselt;
- saab jälgida ohutult katseid või protsesse, mis on liiga ohtlikud või kallid;
- õpetaja kommentaarid ja järgnev diskussioon laiendavad õpilaste sõnavara, mitmekesistavad õppeprotsessi,
- arendab abstraktset mõtlemisviisi, võimaldavad efektiivset tagasisidet, soodustavad vestlusse lülitumist, oma seisukoha põhjendamist ja argumenteerimist ning on informatiivne.

Õppefilmi soovitatakse näidata kas tunni alguses või lõpus, õppetöö osana.

Tunni sissejuhatuses kasutataval filmil on motiveeriv roll, sel juhul peavad filmis olema esitatud näiteks antud valdkonna arenguperspektiivid, probleemküsimused (kuid neile ei tohiks koheselt esitada lahendusi), selle tulemusena ajendab film diskussiooni algatamist õpitava teema kohta ja äratab teema vastu huvi.

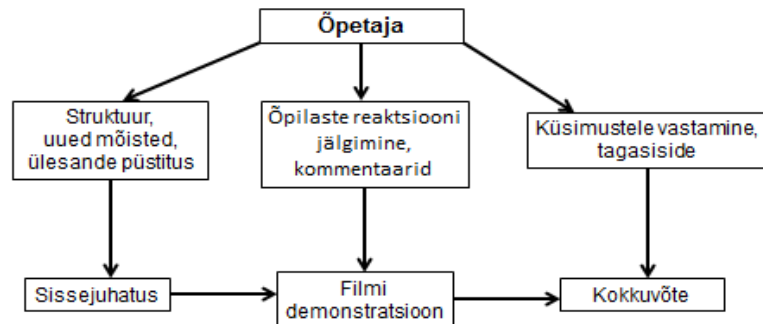
Õppetunni lõpus esitatav film peaks õppeteema kokku võtma ja seda täiendama. Selline film üldistab õpetatavat materjali, kordab seda laiemas kontekstis ja teistes seostes, esitab õpitud reeglite, teooriate jms täiendavaid kasutamisevõimalusi.

Õppefilm, peaks moodustama õppetunni orgaanilise osa ja vastama tunni eesmärgile. Seega peaks selline film olema nn *Single Concept Film*, olles orienteeritud konkreetsele õpetatavale materjalile, kontseptsioonile, mis on antud tunnis aruteluobjektiks kui tervik ja peaks vastama järgmistele nõuetele:

- vastama sisult tunni teemale;
- sisaldama ainult põhimõisteid ja –ilminguid, mida antud õpetatavas materjalis esitatakse;
- sisaldama ainult ühe õppeteema informatsiooni ja kestma vaid mõned minutid (max 5 min);
- vastama õpilaste eelteadmistele.

Enne filmi näitamist tuleks õpilased selleks ette valmistada, selgitades filmi osatähtsust kogu ainestruktuuris (vt **sele 8.3**). Eelnevalt peavad selged olema kõik filmist arusaamiseks vajalikud mõisted. Sisuga seotud helidel (masinate müra jms) on filmis oluline koht. **Andke eelnevalt vihjeid asjaoludele, millele tuleks õpilastel filmi jälgides erilist tähelepanu pöörata.** Filmi demonstreerimise ajal on

soovitav jälgida õpilaste käitumist. Vajadusel võib filmi ka teist korda näidata, sel juhul juba õpetaja-poolsete kommentaaridega, mis lähtuvad esimese näitamise ajal täheldatud õpilaste reaktsioonist ja üleskerkinud küsimustest.



Sele 8.3 – Õppefilmide demonstreerimine (Melezinek 1999)

Pärast filmi demonstreerimist on soovitatav teha üldistav kokkuvõte, viia läbi arutelu, selgitada esitletud probleeme ja vastata õpilaste küsimustele ning kasutada tugimaterjale (töölehe täitmine, rakenduslikud harjutused jms).

8.3 Interaktiivsed õppemeetodid

„Kõik, mida hea õpetaja teha saab, on läbida sügavuti ainesisu, esitada mõtlemisküsimusi ja algatada dialooge, kaasamaks kõiki õpilasi.“ Godfrey Reggio

Interaktiivsete õppemeetodite kasutamisel teevad koostööd õpetaja ja õpilased või ka õpilased omavahel. Järgnevalt tutvustatakse STEM valdkonnas enimkasutatavaid ja kesksemaid interaktiivseid õppemeetodeid lähemalt.

8.3.1 Seminar, sümposium ja õppevestlus

“Õpilased õpivad kõige paremini siis, kui neile meeldib nende õpetaja ja kui nad tunnetavad, et ka nemad meeldivad oma õpetajale.“ Gordon Neufeld

Seminar toimub mingi teema arutluseks õpetaja juhendamisel. Seminaril võivad õpilased kaitsta laboritöid, kursuseprojekte, teaduslikke uurimistöid vms, millele järgneb arutelu. Samuti võivad seminaril tulla arutlusele teoreetilised probleemid, mida loengus läbiti. Seminar annab õpilastele süvaarusaamu, holistilise maailmavaate, üldisi oskusi esitluseks, suhtlemis- ja väitlusoskusi, hinnangu andmise oskusi ja enesehinnangu oskust, annab õpilastele konstruktiivset tagasisidet, julguse oma arvamuse avaldamiseks, kuulamisoskust, analüüsioskust ja meeskonnatööoskusi. Seminaril toimub arutelu konkreetse allikteksti või teema põhjal ja õpilased saavad eelnevalt aruteluks ette valmistuda. Sõltuvalt

teemast võib seminaril kasutada aktiivõpet, debatti, diskussiooni, ajurünnakut, dispuuti, akadeemilist vaidlust või sümposiumit.

Arutelud seminaris võimaldavad põhjalikumalt uut informatsiooni läbi töötada, õpitut mõista ja kinnistada, arendavad iseseisva mõtlemise oskusi, annavad oskusi analüüsiks, sünteesiks, seoste loomiseks, probleemi mitmetahulisuse mõistmiseks, oskusi hinnangut anda, õpetavad meeskonnatööd. Samuti õpetab arutelu teiste arvamusega arvestama, erinevusi aktsepteerima, annab eneseväljendusoskusi. Arutelud nõuavad head ettevalmistust ja teema eelnevat tutvumist. Õpetaja peaks eelnevalt oma õpilasi tutvustama arutelu eesmärgiga ja õpilastele soovutama aruteluks valmistumiseks ka vastavaid materjale, millega on kasulik eelnevalt tutvuda.

Seminariks valmistumisel tuleks õpilastel koostada kirjalik kokkuvõte, mõistekaart, poolt- ja vastuargumentide tabel, referaat vms, mis laetakse näiteks üles e-õppe keskkonda.

Seminari alguses esitab õpetaja seminari eesmärgi, teemad ja struktuuri (Nilson 2003) ja käivitab arutelu, esitades sissejuhatuseks omapoolseid kommentaare. Õpetaja juhib arutelu ja annab sõna võimalikult paljudele õpilastele, palub õpilastel teha vahekokkuvõtteid.

Seminari lõpus tehakse kokkuvõte ja sõnastatakse üldine seisukoht. Kokkuvõtte seminaris arutletust võiksid teha õpilased. Koduse ülesandena võib näiteks õpilastel paluda koostada essee mõttevahetuse edasi arendamiseks, mida saab õpetaja ka vajadusel hinnata või kasutatakse vastastikhindamist. Ka on soovitatav küsida õpilastelt tagasisidet seminari kohta (missugune meetod meeldis, mis seminaris ei meeldinud, mida võiks järgmisel korral teisiti teha jne).

Loengutes võib läbi viia ka **miniseminare** õppematerjalide, õpilasettekannete või alliktekstide alusel. Õpilaserühmad võivad järgmisel seminaril tutvustatavad teemad näiteks loosiga võtta ja neid näiteks 15-20 minuti jooksul seminaril ette kanda. Ettekande sisu võib illustreerida esitlusprogrammi või skeemide, jooniste vms abil. Kuulajad tõstatavad probleemküsimusi ja ettekandele järgneb arutelu. Meetod annab õpilastele kuulamis- ja analüüsioskust.

Seminarides on soovitatav kasutada ka aktiivõppemeetodeid. Paljud meetodid, mis on esitatud jaotises 8.5.3 on sobivad kasutamiseks ka seminarides. Lisaks on soovitatav kasutada järgmisi arutelu läbiviimise meetodeid (Karm 2013):

- *juhitud diskussioon* on üles ehitatud kindlate tegevuste jadana: õpetaja sissejuhatusele järgneb õpilaste tegevus, millele järgnevad vaheldumisi õpetaja sõnavõttud ja õpilaste tegevused, meetod lõpeb kokkuvõttega, mida teevad õpilased. Meetodil on selge struktuur ja õpetaja saab esitada vajadusel ka uut infot.
- *sõnavõtturing* – õpilased moodustavad 4-5 liikmelised rühmad. Õpetaja annab 3 minutit aega mõtete korrastamiseks. Sõnavõtturing võib toimuda vastuseks esitatud küsimusele või vahekokkuvõtteks pikema arutelu puhul. Õpilased teevad märkmeid. Seejärel alustatakse arutelu väikerühmades, iga õpilane saab aega kuni kolm minutit oma mõtete väljendamiseks. Kui üks õpilane räägib, siis teised ei sekku. Kui kõik on üks kord sõna saanud, võib alustada üldist rühmaarutelu.
- *ring* – iga õpilane saab 20-45 sekundit oma mõtete väljendamiseks, sõnajärje andmine toimub päri- või vastupäeva. Ringi sobib kasutada näiteks seminari alguses, et võimalikult kiiresti kõiki õpilasi kaasata. Ringi kui õppemeetodi kasu on selles, et iga õpilane saab sõna ning õpetaja saab ettekujutuse iga osaleja seisukohtadest. Meetodit võib kasutada näiteks koduse

ettevalmistuse kontrollimiseks või eelmise seminari või loengu materjali meenutamiseks. Miinus on ka see, et viimastel on raske öelda midagi, mida pole juba varem öeldud, seetõttu tuleks täpselt jälgida sõnavõtude kokkulepitud pikkust.

- *referaadi ettekanne* – õpilane esitab oma referaadi põhiseisukohad või õpilased esitavad lühiettekanded, millele ideaalis järgneb rühma aktiivne arutelu referaadis (ettekandes) käsitletud teemadel. Kaasõpilased esitavad küsimusi, vaieldakse, vahetatakse mõtteid.
- *Vt lisaks seminaris sobivaid aktiivõppemeetodeid jaotises 8.5.3 – Aktiivõppe meetodid loengus, seminaris ja harjutustunnis.*

Sümposion – õppemeetod, kus õpilane või õpilaste grupp esitab iseseisva uurimistöö tulemusi (võib kasutada projekti, probleemi, laboritöö, uurimistöö vms tulemuste esitamiseks). Eelnevalt võib määrata õpilaste/õpetajate seast retsensendi, kes tööga tutvub ja sellele hinnangu annab. Ülejäänud õpilased kuulavad ettekannet, esitavad küsimusi ja arutavad antud teema ning saadud tulemuste üle.

Õppevestluse ehk kollokviumi puhul ei vahenda õpetaja ise õpetatavat materjali, vaid esitab kindla süsteemi järgi küsimusi, selgitamaks välja õpilaste teadmisi. Selle õppemeetodi puhul on õpilaste aktiivsus maksimaalne. Õppevestluse juhtimine sõltub õpetaja juhtimisstiilist, see võib toimuda kas rangel juhtimisel või vabamalt – kõik sõltub eesmärkidest, õpetaja isiksusest ja õpilastest. Vestluse efektiivsuse suurendamiseks struktureerib õpetaja situatsiooni – edastades lühidalt arutleva sisu või probleemi, laseb vastata või esitab küsimuse ühele või mitmele õpilasele või õpilasrühmale, õpilased vastab küsimusele ning õpetaja annab tagasisidet. Vestluse käigus avaneb õpilastel võimalus suhelda nii õpetajaga kui ka omavahel, see toimub vabas vormis ning kujutab endast õpetaja ja õpilaste mõttevahetust. Vestlust saab kasutada ka uue õppematerjali õpetamiseks probleemide püstitamisega ja neile arutluse käigus vastuse leidmisega. Vestlusel on ka mõned miinused. Esiteks on see aeganõudev, teiseks eeldab eelteadmisi vastavast valdkonnast.

Õppevestlus on ainult siis edukas, kui õpetaja valdab õpetatavat materjali tunduvalt laiemalt, kui seda nõuab püstitatud eesmärk. Õpetaja peab haarama kogu materjali, omama tahtejõudu ja võimet säilitada õppetööd läbivat „punast joont“. Õpetajal peab olema suur kontsentratsioonivõime ja ta peab valdama hästi küsimuste-vastuste tehnikat. Kollokviumi võib läbi viia ka kirjalikult, kontrollitöö vormis.

Üldtuntud vestlusmeetodid on järgmised:

- kateheetiline vestlus – toimub küsimuste-vastuste vormis;
- sokraatiline vestlus – õpetaja viib küsimuse esitamisega ja järgneva analüüsiga õpilased töö juurde;
- heuristiline vestlus – arutelu, mille puhul on tähtis õpilaste endi (näiline) jõudmine avastuseni.

Seminaril osalemise hindamise võimalusi- hinnata võib näiteks:

- osalemist rühmatöös;
- aktiivset osalust aruteludes või probleemilahenduses;
- kogemust või ettevalmistust;
- võimet mõelda analüütiliselt ja kriitiliselt tõstatatud teemadel;
- oskust oma seisukohta esitada ja kaitsta, argumentide veenvust;
- võimet teistega taktitundeliselt ja konstruktiivselt suhelda;

- seminaril tehtud või ettevalmistatud kirjalikke töid.

8.3.2 Rühmatöö ja meeskonnapõhine õppimine

“Me oleme oma üliõpilastele enam kui rollimudeliks; me oleme neile juhid ja õpetajad ning peame neile õpetama kõike, mis seondub nii akadeemilise kui ka sotsiaalse õppekavaga.” Patricia Sequeira Belvel,

Rühmatööks nimetatakse lühiajalist grupitööd, mis toimub kindla, etteantud aja jooksul ning eeldab juhi ja osalenute oskust seda tööd teha. Rühmatöö efektiivsust mõjutab õhkkond, osalejate motiveeritus ning vajalikud tehnilised oskused.

Fisher (2004) leiab, et on ideaalne kuuluda suurde ühtekuuluvustundega rühma, mis toetab iga indiviidi arengut. Samuti toob ta välja rühmasisese positiivse õhkkonna loomiseks märksõnad: lojaalsus, usaldus, toetus, dünaamika, ootus ning suhtlemine. Seda nimetatakse meeskonnatööks, mis on oluline rühmadele nende efektiivsuse koostegutsemiseks ja probleemide lahendamiseks.

Rühmatöö tegemine sõltub liikmete motiveeritusest osaleda ja selleks on vajalik täita teatud tingimused. Esiteks, peab rühmas valitsema nii emotsionaalne kui füüsiline turvatunne, mis sõltub kõigi rühmaliikmete nähtavatest ja varjatud tegevustest. Teiseks, on oluline, et rühm looks ning toodaks midagi iga liikme jaoks vastavalt igaühe spetsiifilistele vajadustele. Lisaks, peab inimene teadma, et tal on rühmale midagi anda ning see panus on vajalik. Viimane tähtis tingimus – iga liige rühmas on oluline ning tema puudumist märgatakse.

Rühmatöös, mis on kogemusõppel põhinev aktiivõppe meetod, toimub õppimine informatsiooni jagades, kokku pannes, seostades, teistega koostööd tehes ning vesteldes. Seda võib praktiseerida nii uue aine käsitlemisel, harjutamisel kui ka kordamisel. Rühmatöö põhitaotluseks on arendada õpilaste omavahelist suhtlemis- ja arutamisoskust, mille eelduseks on kuulamisoskus.

Suhtlemisoskus nõuab sotsiaalset kompetentsust, mis väljendub sooritamis- ja tõlgendamisoskustes. Efektiivsuse suhtlemiseks on vaja oskust vestelda, teisi kuulata, kasutada sobivat kehakeelt ning silmsidet. Samuti peab suutma teise inimese käitumist lahti mõtestada ja sellele efektiivselt reageerida.

Rühmaõppe korral on sageli võimalik õpilastel rohkem aega pühendada õpitu ühiseks analüüsiks, läbitöötamiseks ja kordamiseks ning reeglina õpitakse nii rohkem. Küll aga tuleks STEM valdkonna õpetamisel arvesse võtta seda, et rühmatöös ei tohiks aega raisata vestlusele ja vabale mõttevahetusele. Pigem tuleks STEM valdkonna õpetamisel rühmatöös õpitud analüüsida, lahendada ülesandeid, leida vastuseid õpetaja avatud küsimustel, lahendada probleemülesandeid, viia läbi laboritöid jne.

Sotsiaal-konstruktivistlik teooria põhineb aga dialoogil indiviidide vahel, kellel on ühised probleemid ning nad leiavad suhtlemise abil neile koos lahendusi.

Sotsiaalne, üheskoos õppimine aitab hiljem nii individuaalsel kui ka rühmatööl põhinevat õppimist ja teadmiste kinnistumist kehastuda nii öelda õpetajateks, kes kaaslase töö üle vaatavad ja parandusi teevad.

Jacob (1999) viis oma uurimuses läbi rühmatöö kolmeliikmelistes rühmades, kus tuli lahendada matemaatilisi tekstülesandeid. Rollid rühmas jaotusid järgnevalt :

- probleemi tutvustaja, kes luges teistele selle ette;
- jälgija, kes pidi olema kindel, et kõik liikmed probleemi õiget lahendust teavad;
- julgustaja, kelle ülesandeks oli soosida, kõigi arutelusid ning oma ideede ja tunnete väljendamist.

Uuringu tulemustel selgus, et seesugune diferentseeritud alaülesannete jaotumine kulges hästi ja õpilaste omavaheline koostöö sujus, eriti efektiivseks kujunesid 3-liikmelised rühmad.

Rühmatöö eelised ja puudused. Käis toob rühmatöö üheks peamiseks eeliseks selle kasvatuslikud mõjud. See seisneb üksteise abistamises, õpetamises, juhatamises, aga ka kaaslastelt abi ja nõu palumises (Eisen 1996) ehk võimaldab suhtlemise ja koostöö valdkonnaga seotud funktsionaalsete oskuste arendamist ning võimaldab toetada õpilaste väärtushinnangute kujunemist. Samuti, saab õpetaja rühmaõppe korral õpilastele palju rohkem aega kulutada kui individuaalse õppe korral igale lapsele eraldi (Fisher, 2004).

Rühmas on võimalik oma mõtteid analüüsida üksi või koos teistega. Kui iga liige selgitab oma lahendusi, on võimalik õppida teistelt ning kahelda enda mõtlemisprotsessides, eelarvamustes ja enesestmõistetavustes

Rühmas võib ette tulla ka takistusi, mida iseloomustavad käitumisilmingud nagu agressiivsus, domineerivus, tähelepanuvajadus, jäikus, konkurents, ebakompetentsus, abist keeldumine ja häbelikkus. Võib juhtuda, et lastakse aktiivsematel kogu töö ära teha ning tagasihoidlikumad õpilased jäävad tahaplaanile (Fisher, 2004). Tihti teeb üks kogu töö ära ja teenib kõigile samasuguse hinde, enamus õppuritest ei hooli hindest ja seetõttu teeb kogu töö see, kes hoolib, rühm ei kohtu väljaspool tunde. Kui aga kõikide rühmaliikmete tehtav töö liidetakse ühiseks kokkuvõtteks ja seal esineb puudujääke, siis kannatavad selle all kõik rühmaliikmed. Seda juhul, kui rühmatöö tegemine on jaotatud osaülesanneteks ja iga liige annab iseseisvalt oma panuse ühisesse kokkuvõttesse (Eisen, 1992).

Väljakutsed õpetajale. Rühmatöö oma eelistelt taotleb teadmiste lõimumist rühmaliikmete vahel, teisest küljest aga on suureks väljakutseks distsipliiniga toimetulemine, mille peab tagama rühmatöö juht. Õpetajal tuleb kindlasti selgitada eelnevalt rühmatöö reegleid, kuidas koostööd teha ja rühmas käituda. Koostöö oskuste hulka kuuluvad võimed mõista teiste vajadusi, kuulata nende arvamusi, öelda välja oma seisukoht, samas osata seda põhjendada, oskus tegutseda kordamööda ning reageerida, arutada ja vaielda (Fisher, 2004).

Rühmatöö juht ehk õpetaja peab looma rühmatöoks meeldiva õhkkonna, juhtima arutelu, jagama informatsiooni, tajuma grupi meeleolu ning olema võimeline seda muutma, toime tulema segavate grupiliikmetega ning suutma vestlust juhtida. Samuti jälgib õpetaja õpilaste koostööoskust, et järgmisel korral juhendite kaudu neid oskusi arendada.

Rühmatöö puhul on individuaalne töö seotud kollektiivsega. Õpetaja peab eelnevalt läbi mõtlema, kuidas ta rühmi moodustab, et nende töö oleks võimalikult tulemuslik.

Rühmatöö annab õppureile:

- sotsiaalseid oskusi – omavaheline koostöö ja suhtlemine;
- kognitiivseid oskusi – tähenduse selgitamine erinevate tunnetusviiside kaudu ja probleemilahendus;
- emotsionaalset tuge – rühma entusiasm motiveerib kõiki õpilasi;
- oskust kuulata ja austada teiste arvamust;
- oskust analüüsida probleemi mitmel erineval moel;
- oskust mõista õpitavat sügavuti, sest õpetatakse üksteist, seletatakse ja analüüsitakse erinevate vaatenurkade alt;

- oskust ülesandeid osadeks jagada ja vastutust delegeerida;
- oskust jagada teadmisi ja oskusi kaaslastega;
- oskust nõuda rühmaliikmetelt aruandlust ja kohustuda ka ise aru andma.

Paaristöö – võiks eelneda rühmatööle ja see on rühmatöö lihtsaim vorm. Õpilasel on julgem avaldada oma mõtteid paarilisele kui suures rühmas ja ka üht kaaslast ning tema mõtteid aktsepteerida on lihtsam kui suure rühma omi.

Paaristöös võib:

- mõlemal õpilasel olla üks ja sama ülesanne ning nad lahendavad seda koos;
- õpilastel olla üks ja sama ülesanne, kuid nad lahendavad seda järjestikku või vaheldumisi;
- üks õpilane olla teise juhendaja, kes aitab, selgitab, parandab, täiendab teise tööd;
- õpilastel olla erinevad ülesanded, kuid kokku peavad nad saama ühistöö.

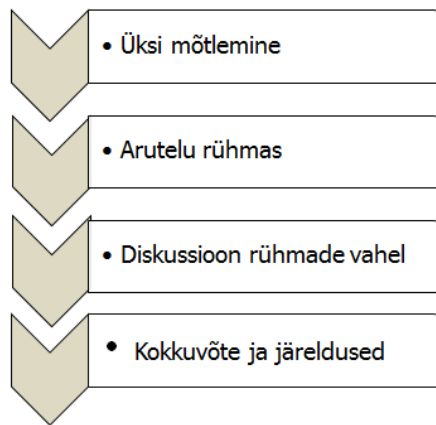
Õpilased võivad valida ise endale paarilise. Erandiks on vaid eelnimetatud kolmas variant, kus õpetaja peab klassi jagama pooleks (tugevamad ja nõrgemad) ning näiteks loosima või ise jagama õpilased paaridesse. Sellisel juhul tuleks rõhutada, et järgmine kord paarid muutuvad. Ka esimese variandi korral võib kokku panna erineva võimekusega õpilasi, et nõrgem õpilane omandaks vajalikke õpioskusi. Esimese kolme variandi korral saavad õpilased paari peale tööjuhendi, viimase variandi puhul saab kumbki õpilane eraldi tööjuhendi. Pärast töö sooritamist hindavad õpilased nii enda kui ka teise õpilase panust ühistöösse, koostööoskust ning koostöövalmidust.

Rühmatöö – võib toimuda enam kui kaheliikmelises grupis, kuni kõigi õpilaste koostööni välja. Analoogiliselt paaristööle, võivad ka rühmatöös olla kõikidel ühed ja samad ülesanded või igal (või paaril õpilasel) erinevad. Rühmatöös võib anda ülesandeid eri raskusastmega, kusjuures rühm peab need “õiglaselt” ära jaotama ning kindlustama, et kõik liikmed oma ülesannetega toime tuleksid. Rühmatöö on suunatud uudsete lahenduste leidmisele, uute ideede genereerimisele.

Rühmatöö kogemus on eriti tehnikavaldkonna üliõpilastele vajalik ka seetõttu, et tulevikus, reaalses töös, töötavad insenerid meeskonnas, kus koos töötades õpitakse kriitiliselt mõtlema, jõutakse innovaatiliste ja loominguliste ideedeni, leitakse paremaid lahendusi probleemidele. Rühmatöö on suunatud uudsete lahenduste leidmisele, uute ideede genereerimisele.

Aktiivõppes on oluline see, et õpilased saaksid rühmas omavahel tegevused läbi arutada, analüüsida, hinnanguid anda, vajadusel ka teineteist õpetada ja ühiselt õppejõult nõu küsida. Seeläbi kaob ka hirm valesti vastata ja naerualuseks jääda ning tekib usaldus õppejõu vastu.

Dee Fink'i 3D-mudel kõrgekvaliteediliseks õppimiseks läbi arutelude Fink 2014) (vt **sele 8.4.1**). Dee Fink'i (2014) 3D-mudeli alusel on rühmatöö kõige tulemusrikkam juhul, kui esialgu mõtleb küsimuse, ülesande vms üle õpilane üks, seejärel toimub arutelu rühmas ja lõpuks toimub diskussioon rühmade vahel. Selline mudel on sobivaks kasutamiseks nii aktiivõppes kui ka meeskonnapõhises õppes ja seminaris, kusjuures õppimise kvaliteet pareneb mudeli läbimisel kolmekordselt (Fink 2014).



Sele 8.4.1 – 3D-mudel kõrge kvaliteediliseks õppimiseks rühmatöös (Fink 2014)

3D-mudel võimaldab mõjusat ja kõrge kvaliteedilist teadmiste omandamist, sest (Fink 2014):

- õpilased arutavad uue materjali pidepunktid läbi erinevast vaatevinklist ja suhtlevad omavahel;
- õpilased õpetavad üksteist ja õpivad üksteiselt, mitte ainult õpetajalt;
- õpilased on aktiivsed ja motiveeritud.

Sotsiaalkonstruktivistliku lähenemise kohaselt toetab õppijatevaheline suhtlemine teadmiste loomist. Sõnastades ja väljendades oma teadmisi, suhtumisi ja ideid, saavad tudengid teadlikuks oma teadmiste lünkadest või väärarusaamadest ning see tõukab neid oma arusaamade üle mõtlema ja uusi teadmisi otsima (Karm 2013).

Rühmatööd võib läbi viia:

- **kooperatiivselt** (vt jaotis 8.5.7 - Probleemõpe) – kus toimub tööjaotus rühmaliikmete vahel – igaüks lahendab konkreetseid alaülesandeid, planeerimisest kuni tulemuseni. Rühmaliikmete tööde tulemus liidetakse ühtseks tervikuks. Kooperatiivsele õppimisele on iseloomulik *motivatsioonisüsteemide rakendamine* – väline motivatsioon (kiitus, hinne) ja sisemine motivatsioon (eesmärgi täitmisest saadav rahulolu). Rühma liikmed ei saa saavutada isiklikke eesmärgi, kui kogu rühm selle heaks ei tööta. Rühma *ühtsus* on teine oluline tegur kooperatiivse töö õnnestumiseks – rühma liikmed töötavad rühma heaks, sest nad hoolivad oma rühma edust;
- **kollaboratiivselt** – kus ei jagata tööülesannet rühma liikmete vahel osadeks, vaid kõik on kaasatud probleemi ühisesse lahendamisse, milles nad võivad täita erinevaid rolle. Kollaboratiivse õppimise kasutegur tuleneb õpilaste erinevatest teadmistest ja kogemustest rühmas – üksteiselt omandatakse teadmisi ja oskusi. Rühmaliikmete vaheline arutelu tekitab omamoodi sünergilise efekti, mille kaudu luuakse uusi teadmisi.

Kollaboratiivse rühmatöö ja õppimise kasulikkust iseloomustab:

- positiivne vastasmõju – iga grupi liige pingutab edu nimel;
- vahetu suhtlemine – toetus, tunnustus, julgustus, võrdsus;
- individuaalne aruandekohustus, määratletakse kõigi panus;

- osalejate heterogeensus;
- juhtimise jaotatus;
- vastustus üksteise ja lõpptulemuse ees;
- sotsiaalsete oskuste õpetamine, abivajajate abistamine;
- rõhutatakse nii tulemust kui ka omavahelisi suhteid;
- tagasiside üksteise ja grupi tööle;
- grupidünaamika areng.

Rühmatööd kasutatakse tihti laboratoorsete ja praktiliste tööde tegemisel, eriti STEM valdkonnas ja loodusteaduslike ainete õpetamisel.

Rühmatöö läbiviimisel tuleks õpetajal arvestada järgnevaga:

- õpilased tuleks ette valmistada vastavateks tööülesanneteks;
- tuleks püstitada õppe-eesmärgid, mida õpilased peavad saavutama;
- läbi viia lühike eel-instruktaaz ja vajadusel seletada ohutusnõudeid;
- rühmatöö tegevusplaani koostamine ja arutlus;
- tööstrateegia väljatöötamine, mis on seotud õpiülesande täitmisega.

Õpetaja roll rühmatöö organiseerimisel on järgmine (Farrell 2015):

- rühmaprotsesside jälgimine ja analüüs – vaatleb, analüüsib ja juhendab nii terve rühma kui ka üksikute õpilaste tegevust;
- annab tagasisidet, osaleb tulemuste läbiarutamisel;
- hindab töö teostamist ja tulemusi (nii rühma kui terviku, aga ka üksikute õpilaste hindamine);
- korrektsete tööjuhendite koostamine (näiteks jäikade laboritööde puhul, projekt-, probleem- jm õppes);
- juhendamine ja õpetamine;
- rühma toe(s)tamine (*scaffolding*);
- tagasiside, hindamine ja analüüs;
- suunavate küsimuste esitamine;
- probleemide lahendamise ja õppeprotsessi monitooring;
- õpitust arusaamise kontrollimine.

Rühma roll (Farrell 2015):

- kõigi õpilaste kaasamine;
- koostöö, suhtlemine;
- võrdne osavõtt ja panustamine;
- ülesandele keskendumine;

- protokollimine;
- õpitu kokkuvõtmine;
- analüüs, metakognitsioon;
- küsimuste esitamine.

Rühmaprotsesside toetamine:

- küsimuste esitamine tagamaks individuaalset kaasatöötamist;
- rühmatöö fookuseerimine kindlale ülesandele;
- tagamine, et kõik liikmed täidavad ülesande;
- rühma ajajuhtimise toe(s)tamine;
- kõikide kaasamine ja võrdsete võimaluste tagamine;
- diskussioonide algatamine;
- monitooring, soovitusel, juhendamine;
- jagage rühmaliikmetele erinevaid ülesandeid, vahetage rolle (protokollija ja vahetegevuste ettekandja, ajamanager ja rühmatöö jälgija, tasakaalustaja, rühmajuht jne);
- iga rühmaliige alustab ülesande (probleemi) lahendamise individuaalselt, seejärel töötatakse ühiselt rühmas;
- iga ülesande juurde kirjutatakse kõigi rühmaliikmete nimed, kes osalesid rühmatöös ja kes mõistavad kõiki erinevaid pakutud lahendeid.

Konfliktid meeskonnatöös:

- tegelege konfliktiga kohe, ärge seda ignoreerige;
- probleemsete rühmaliikmete puhul kasutage "kriisikliinikut":
 - arutlege avalikult klassis, kui mõni õpilane ei panusta või kipub domineerima;
 - paluge õpilastel ajurünnakuga leida lahendusteid olukorra parendamiseks, iga idee on hea, eelistage reaalseid ideid;
 - õpilased leiavad parimaid teid ka edaspidiseks tegutsemiseks;
 - probleemsed õpilased mõistavad, et kaaslastel jälgivad neid ja tegelevad probleemidega;
- kasutage aktiivset kuulamist:
 - üks pool räägib segamatult ja teine kuulab;
 - teine pool räägib segamatult ja esimene kuulab;
 - õpilased otsivad ise ühiselt lahenduse;
- õpetaja modereerib, annab kõigile sõna, võtab kokku.

Õppimise toetamine:

- suunavate küsimuste esitamine;
- õpetaja on allikas – küsimuste esitamine ja info jagamine vajadusel;
- hindamine, ette nägemine, suunamine, juhendamine;
- julgustamine, võrdsete võimaluste tagamine, kõikide kaasamine;
- sügavuti arusaamise tagamiseks pidevalt küsimuste esitamine;
- ära tundmine, millal vaikida ja lasta rühmal isekeskis läbida nii kaos kui ka segadus;
- arusaamine, millal tuleks sekkuda;
- vajadusel ainesisu veelkordne seletamine.

Rühmatöö läbiviimisel soovivad Lang & Evans (2006) kasutada järgmist strateegiat:

- *jälgige rühmakarakteristikuid* – võtke arvesse rühmaliikmete kognitiivset arengut, sotsiaalset tagamaad, teadmisi ja oskusi;
- *seadke eesmärgid* – seadke realistlikud eesmärgid vastavalt rühmaliikmete vanusele, oskustele ja eelteadmistele vastavalt;
- *koostage ülesanded* – koostage ülesanded, valige strateegiad, õppemeetodid, ressursid ja otsustage, kuidas hindate grupitööd;
- *tutvustage rühmatööd lühidalt ja lihtsalt* – andke õpilastele selge ja spetsiifiline ülesanne grupitööks;
- *määrake grupitööks ettenähtud aeg* – ärge viige läbi liiga pikki grupitöid;
- *nõudke õpilastelt kirjalikku aruannet, see võib olla ka elektroonne*;
- *juhtige kogu protsessi* – liikuge ruumis ringi ja kontrollige õpilaste ülesandest arusaamist, jälgige rühmatöö kvaliteeti ja kvantiteeti;
- *tehke kokkuvõte* – võtke kokku, mis õnnestus ja missugused probleemid kerkisid töö käigus. Muutke järgmisel korral vajadusel õpetaja osaluse määra, juhendamist, aega ja ressursse. Paluge ka õpilastel kokkuvõtte teha ja rühmatööd analüüsida.

Rühmatöö annab häid suhtlemisvõimalusi, annab õpilastele võimalusi arendada loovust, mõtlemisoskust, keelekasutust. Suuremates gruppides väheneb järsult õpilaste vastastikune kommunikatsioonivalmidus ning kahaneb ka häbelikumate õpilaste osavõtt arutlustest. Rühmatöös on oluline üksteist arvestav tööjaotus ja tulemuste ühine läbiarutamine. Eriti efektiivselt tegutsevad väiksemad rühmad (3–4 inimest), kindlustades kõigi liikmete osalemise rühmatöös.

Rühmad võivad olla homogeensed või heterogeensed. Heterogeensetes rühmades on võimalik efektiivsemalt arendada koostööoskusi, sest esile tulevad erinevad lähenemised, vaatenurgad, oskused end arusaadavaks teha ja kuulata. Heterogeensed rühmad võimaldavad arendada just sotsiaalseid pädevusi ning ainealased tulemused võivad jääda tagasihoidlikumaks. Küll aga arvab Fisher (2004), et erinevate võimetega õpilastest moodustatud segarühmad toovad kasu kõige suuremale arvule õpilastest. Siiski arvab ta, et ühiselt kõrge võimekusega õpilastele tuleks anda ka omavaheliseks koostööks võimalus.

Rühmade moodustamisel peab silmas pidama, et on erinevat tüüpi õpilasi. On osa õpilasi, kes ei tööta meeleldi teistega koos ning on kartlikud nii kaasõpilaste kui õpetaja juuresolekul. Paremaks vahendiks on rühmatöö, kus väiksemas seltskonnas sellised lapsed kergemini harjuvad ja õpetaja toetamisel varsti koostööd teha suudavad.

Vastupidiselt eelnevale, on olemas õpilasi, kes on võimuhimulised ning tahavad teisi valitseda ning juhtida. Ning kolmandaks tüübiks on õpilased, kes hea meelega töötavad kaaslasega koos ja abistavad ka nõrgemaid rühmalikke (Eisen, 1996).

Rühmade moodustamine:

- rühmade moodustamise põhimõtted peavad toetama rühmatöö eesmärkide saavutamist (sotsiaalne õppimine, erinevate sugude arvamus, erinevate kogemuste võrdlus jne). Sotsiaalse õppimise puhul peaks koostama heterogeensed rühmad. Kui rühmatöö eesmärk ei sea rühma koosseisule erinõudeid, võib lasta ka õpilastel endil rühmad moodustada, kuid keegi ei tohiks valimata jääda. Samas omavahel tuttavad kipuvad minema kompromissile ja jäävad ära vaidlused ning diskussioonid;
- õpetaja moodustab rühmad, samuti on võimalik rühmi moodustada nimekirja alusel valides, sõpruskonna alusel, pikkuse järgi, vanuse järgi, lasta rühmal ravis lugeda näiteks 5-ni ja ühte rühma lähevad nr 1, teise nr 2 õpilased jne. Rühmade moodustamiseks on mitmeid võimalusi, siiski on probleemipõhist õpet läbi viinud õpetajad kinnitanud, et kõige efektiivsemalt töötavad õpetaja poolt moodustatud rühmad. Rühmi moodustatakse ka Ned Hermanni innovatiivse töögrupi mudeli alusel 3-8 liiget rühmas – optimaalne suurus ideede paljususeks ja iga liikme panustamiseks;
- heterogeenne koostus – nõrgemad õpivad tugevamatelt, tugevamad õpivad nõrgemate õpetamisest;
- CATME Team Maker® - online rühmatöö instrument, õpetaja määrab valikukriteeriumid, moodustatakse automaatselt rühmad, võimalus ka tagasisidestamiseks ja vastastikhindamiseks (vt <https://www.catme.org/>);
- Random.org (www.random.org) internetilehekülg aitab moodustada rühmi juhuslikkuse põhimõttel;
- rühmad peaksid probleemõppes koos töötama vähemalt 1 poolaasta, ülikoolis probleem- ja projektõppes ei ole harvad ka juhud, kus töötatakse koos terve aasta.

Õpetaja peaks eelnevalt läbi mõtlema, kuidas rühmad moodustada:

- *homogeensed rühmad* on efektiivsemad mingi konkreetse tulemuse saavutamiseks. Sel juhul õpitakse etteantud materjalist, uusi ideid genereeritakse vähem, rühmatöö rakendub kiiresti ja tulemus saavutatakse kiiremini;
- *heterogeensed rühmad* võimaldavad arendada koostööoskusi, esile kerkivad erinevad lähenemised, vaatenurgad, vastutustundlikkus, õpitakse rohkem üksteiselt, ainealaste õpitulemuste saavutamine jääb aga nõrgemaks.

Uurimused on näidanud, et teistest võimekamate õpilaste koostööl põhinevad rühmad saavutasid grupitöös tavaliselt kõige kõrgemaid tulemusi (Fisher 2004). Järgnesid sega- ja keskpäraste võimetega rühmad, madala võimekusega õpilaste rühmad näitasid kõige kehvemaid tulemusi. Võimekamad õpilased on koostöövõimelised ja töötavad hästi igasuguses rühmas. Segarühmas või madalama võimekuse rühmades võtavad nad ülesande selgitamisel ja mõtlemise organiseerimisel sageli juhi rolli. Hirm, et kõrge võimekusega õpilased jäävad segarühmas oma võimalustest ilma on põhjendamatu. Teiste juhendamine annab neile kasulikku kogemusi.

Kaalutlev (analüüsiv) ja aktiivne mõtlemine on omavahel rühmatöös tihedalt seotud, mis on oluline ka probleemilahenduses (vt **tabel 8.1**). Kaalutlev mõtlemine paneb rühma liikmed mõtlema sellele, kuidas rühm toimis, aktiivne mõtlemine keskendub rühmatöö tulemile.

Soovitatav on rühmadeks jaotamisel kasutada näiteks vahel CATME Team Maker® vabavara, mis lisaks rühmade moodustamisele annab võimalusi ka tagasisideks ja hindamiseks. Samuti on võimalik rühmadeks jaotada Moodle'i keskkonnas, akadeemilise võimekuse alusel (et igas rühmas oleks vähemalt üks väga edukas õpilane), nimekirja alusel, jne, jne.

Sõprussuhetel põhinevad rühmad on tavaliselt kõige turvalisemad, aga neil puudub reeglina võistlusmoment, samuti ei arenda need rühmad sotsiaalseid oskusi. Erinevate võimetega liikmetest koosnev rühm toob tõenäoliselt kasu kõige suuremale arvule õpilastest, kuid siiski tuleks anda võimalusi ka sarnaste võimetega rühmadele, eriti kõrge võimekusega rühmadele. Küll on oluline, et meeskonnas töötades, peab oskama mõista teiste vajadusi ja tegutseda kordamööda, öelda välja oma seisukohta, kuulata teisi, oskama reageerida, kahelda, arutada, vaielda, põhjendada.

Rühmatöös võib paluda õpilastel rühmas endale ka kindlad kohustused valida, näiteks:

- *tegevjuht* – kontrollib, et kõik rühma liikmed tegutseksid püstitatud ülesande raames ja ei kalduks sellest kõrvale;
- *tegevuse tasakaalustaja ja ajaplaneerija* – kontrollib, et kõik osaleksid võrdselt rühmatöös, annaksid võrdse panuse eesmärgi saavutamiseks ja kasutaksid aega ratsionaalselt;
- *reporter* – kannab ette rühma töö tulemusi ja protokollib tegevused ning otsused.

Rühmatöö tegevust on soovitatav kombineerida teiste aktiivõppe tegevustega. Tuleks arvestada, et halvasti organiseeritud rühmatöös kalduvad võimekamad õpilased kogu töö ära tegema ja teised igavlevad.

Õpetaja saab jälgida rühma tööd erinevate aspektide alusel:

- *suhtlemine* - kas väljendatakse vabalt oma hirme, ideid, seisukohti? Kas õpetaja ja õpilased kuulavad üksteist? Kas seda väärtustatakse? Kas grupp suhtleb, kas liider selgus? Kas erineva tööstiili suhtes ollakse tundlik? Kas erinevaid ideid väärtustatakse? Kas konflikti arutatakse avalikult? Kas kõigi liikmete oskusi kasutatakse?
- *eesmärgid* - kas individuaalseid erinevusi respektatakse? Kas pikemaajalisi eesmärke on püstitatud? Kas probleemi kirjeldatakse ja lahendatakse? Kas konflikte kasutatakse loovalt?

- *analüüs* - Kas grupp hindab oma efektiivsust? Kas grupp lahendab ise oma probleemid? Kas väärtustatakse iseennast, seatakse isiklike eesmärgi enesetäiustamiseks?

Õpetaja saab paluda ka õpilastel analüüsida oma rühma tööd järgnevalt (näiteks skaalal 0...5):

- Kas grupp arvestas Sinuga?
- Kas analüüsisid teiste seisukohti?
- Kas esitasid konstruktiivseid ideid?
- Kas usaldasid gruppi?
- Kas väljendasid oma arvamust?
- Kas püüdsid juhtimist enda kätte haarata?
- Kas sinust saadi aru?
- Kas toetasid teisi mõtete avaldamisel?
- Kas oled rahul grupitöö tulemustega?
- Kas sinu panus oli märkimisväärne?
- Kas oled väsinud ja tüdinud selles grupis osalemisest?
- Kas riskisid vastu vaielda ja seisukohti kaitsta?
- Kas vajasid teiste abi oma mõtete esitamisel?
- Kas vastutad saadud tulemuste eest?

Tabel 8.1 – Kaalutlev ja aktiivne mõtlemine rühmatöös

Kaalutlev	↔	Aktiivne
Tehakse kindlaks vajadused ja küsimused		Tehakse ettepanek tegutsemiseks
Selgitatakse vajadusi ja küsimusi		Arendatakse neid ettepanekuid
Süvenetakse vajaduste ja küsimuste detailidesse		Täpsustatakse plaane
Teadmine, et...		Teadmine, kuidas....
Faktide teadmine ja mõistmine		Teadmised tegevuse kohta
<i>Homo sapiens</i> – mõtlejana		<i>Homo faber</i> – tegijana
Probleemi lahendamine info kogumine, ideede genereerimine, info töötlemine ja lähem uurimine, planeerimine, tegevuse sooritamine, hinnangu andmine, suhtlemine		

Grupidünaamikaga arvestamine õppetöös. Kurt Lewin'i (Lewin 1951) rühmadünaamika põhimõtted põhinevad Lewin'i teoorial, mis toetab kogemuslikku õpet, mille alusel rühmadünaamikas läbitakse järgmisi faase:

- **sõltuvus**, kus selle liikmed mõistavad, et nende tulevik sõltub rühma kui terviku tulevikust. Siin on tunnuseks määramatus, valitseb ebakindlus, produktiivsus on madal, aga rahulolu ja juhitavus kõrged. Selles faasis on sobivaks õpetaja autoritaarne juhtimisstiil (vt jaotis 4.9.6 – Õpetaja juhtimisstiil);

- **konflikt** – tunnuseks on esimesed varjatud konflikti ilmingud, tekkida võib passiivne vastuseis, vaikimine, hilinebised, haigused, varem äraminevad, pikad kohvipausid. Juhi, õpetaja „testimine“ – seisukohtade ja eesmärkide kahtluse alla panemine. Rühma produktiivsus ja rahulolu on madal, juhitavus keskmine. Siin on sobivaimaks õpetaja demokraatlik juhtimisstiil, eriarvamuste lahendamisel saavad kõik sõnaõiguse;
- **eraldumine** – kerkivad esile uued liidrid, liikmed hakkavad kasutama oma oskusi ja teadmisi, igaüks teeb oma tööd, eesmärgid on kõigile selged. Rühma produktiivsus ja rahulolu on kõrge, juhitavus keskmine. Siin on sobivaimaks õpetaja demokraatlik või mittesekkuv juhtimisstiil;
- **koostöö ehk vastastikune sõltuvus** – tekib uut tüüpi üksteisest sõltuvus, ilmnevad varjatud ressursid ja teisi toetav (ennastohverdav) käitumine. Kõik grupi liikmed saavad aru, et lõpptulemus ei sõltu enam ainult temast, arvestatakse pidevalt teistega ja tehakse rohkem tööd. Produktiivsus ja rahulolu on väga kõrge, juhitavus madal. Selles faasis võib õpetaja kui liider üldse kaduda või hakkab see roll hoopis roteerima – see faas on parim ka probleemõppeks.

Rühma arengut soodustavad tegurid:

- objektiivne vajadus koos tegutseda;
- suhtlemine on võimalik tehniliselt;
- subjektiivne vajadus koos tegutseda;
- rühma suhteline isoleeritus;
- rühma optimaalne homogeensus;
- rühma optimaalne suurus (5-8 liiget);
- rühmaliiikmete üksteise (varasem) tundmine, lähedus;
- rühma koosseisu stabiilsus;
- juhi olemasolu ja tema tunnustamine liikmete poolt;
- rühma formaalse struktuuri (rollijaotuse) olemasolu.

Rühma ühendavad oskused:

- **suhtlemisoskused:** aktiivne kuulamine, info jagamine, vahendav juhtimine (oskus liikmeid kokku liita), kaasav otsuste tegemine, probleemide lahendamine, suhete arendamine;
- **tööga seotud rollid:** eesmärgi seadmine, kvaliteedi määramine (kokkulepe), töö jagamine, meeskonna arendamine (sh rollide vahetus, täiendamine), delegerimine (kokkulepe);
- **spetsiifilised juhtimisioskused:** motiveerimine, strateegia loomine. Juht peab olema motiveeritud, et teisi motiveerida (sisemine tahtmine).

Produktiivsuse määramine – ühendavad oskused (kui on olemas vastused kõigile allolevatele küsimustele, on rühmas kõrge energia ja produktiivsus):

- Kes me oleme?
- Kus me praegu oleme?
- Kuhu me läheme? Mis on eesmärk?

- Kuidas me sinna saame? Mida peame selleks tegema?
- Mida meilt oodatakse?
- Millist toetust me saame?
- Kui efektiivsed me oleme?
- Millist tunnustust me saame?

Rühmatöö liigid (lihtsamalt keerulisemale):

- rühmatöö väikerühmas - lihtsaim rühmatöö liik, 15-20 min loengu järel rühmatöö, küsimusele vastamine või ülesande lahendamine, rühmadelt vastuste küsimine, tagasiside andmine, pikkade loengute vältimine, mitmekesisus, huvi äratamine, kognitiivne aktiivsus, isoleerituse kaotamine klassiruumis, sotsiaalne interaktsioon, ei nõua erilist ettevalmistust, aktiivõppe meetodite rakendamine, ei ole muret hindamise ja rühma koosseisu pärast, ei loo tingimusi süvaarusaamisega õppeks, annab mõne minuti praktilist tegevust kitsa ülesande lahendamiseks, kriitiline mõtlemine ja interdistsiplinaarsus ei ole siiski tavakasutuse puhul toetatud;
- koostööne õppimine - väikeste rühmade töö struktureeritud rakendamine, tegevuste eelnev kavandamine, kooperatiivne õpe, kollaboratiivne õpe, oluline roll rühmade koostamisel, struktuuril, õppurite ülesannetel rühmas, parendab õppimise kvaliteeti ja annab tagasisidet, ei nõua ainekursuse struktuuri muutmist, sobib olemasolevasse ainekavasse;
- meeskonnapõhine õpe - strateegia kindlas järjestuses, muudab tehnika strateegiaks, eelnevalt õpitud teoreetiliste teadmiste rakendama õppimine, muudab õppimise väikestes õpirühmades meeskonnatööks ja olulisemaks koostöövormiks, õppurid on enam motiveeritud, parendab õppimise kvaliteeti, vajab tuge, et rühmad töötaksid tulemuslikult, sageli nõuab ainekava struktuuri muutmist, õppurid peavad olema omandanud vajaliku ainesisu ja teadmised, meeskond peab olema läbimõeldult koostatud ja koostöö faasis, õpitakse teadmisi rakendama ja koos tegutsema, jätkatakse õppimist ka pärast ainekursuse lõppu.

Meeskonna loomine (*team building*). Meeskonna loomise komponendid tegevuse planeerimisel ja käivitamisel on järgmised:

- osalejate valik;
- eesmärkide püstitamine;
- rollide jagamine meeskonnas;
- isiksuste harmoniseerimine;
- koostöö õppimine;
- meeskonnasisene toetus;
- ressursside efektiivne kasutamine;
- probleemi lahendamine;
- meeskonnaliikmete ja eestvedajate vaheline suhtlus.

Meeskonnatöö kaasaegsed väljakutsed. Kaasajal on meeskonna loomisel uued väljakutsed:

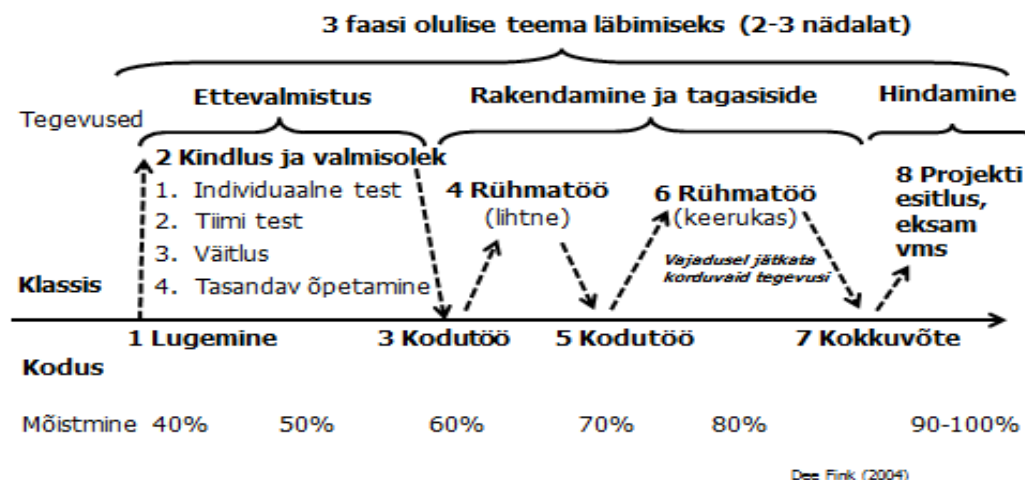
- vähene meeskonnatöö oskus – tööandjad ootavad koolidelt ja ülikoolidelt lõpetajaid, kes omavad lisaks individuaalse töö oskusele ka õpioskusi ja meeskonnatööoskusi;
- virtuaal- ja kaugtöö – meeskonnatööoskused, usaldus, loovus ja ideede genereerimine arenevad rohkem näost-näku tiimitöö kui kaugtöö puhul;
- globaliseerumine ja virtualiseerumine – kaasaegsetes meeskondades on erinevate riikide ja kultuuride esindajaid, kellel on erinev suhtlemis- ja töökultuur, väärtushinnangud ning probleemilahendusoskused. Sellisel juhul on oluline koht lisaks virtuaalsele tööle ka aeg-ajalt toimuvatel reaalsetel koosolekutel ja seminaridel, kus kohtutakse silmast-silma.

Meeskonnapõhine õppimine – on strateegia, mis toetab sügavuti arusaamist ja sellele vastavat õpirühma tegevust ning võimaldab õpirühmadel tähenduslikult õppida (Michaelson, Knight & Fink 2004), käivitub kõrgema taseme mõtlemine ja analüüs. Reeglina on rühmadel sama ülesanne. Igas rühmas analüüsitakse õpitut, valitakse pidepunktid, põhjendatakse, millele rühm oma töös tugineb, miks tehakse spetsiifilisi valikuid jne (<https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/team-based-learning/>, www.teambasedlearning.org).

Meeskonnapõhisel õppimisel on 4 põhikomponenti (<http://www.teambasedlearning.org/>):

- püsiv meeskond vähemalt 1 semestri jooksul, reeglina õpetaja poolt määratud (5-7 õpilast);
- kindlus ja valmisolek aktiivseks õppimiseks, eelnev kodutöö tegemine (vt pööratud klassiruum);
- õpitu rakendamine klassiruumis, aktiivõpe;
- rühmatöö kui ka tulemuste vastastikune hindamine, mis on strateegia puhul väga oluline.

Õpitu sügavuti mõistmise eelduseks on **ettevalmistav faas** - õpilaste eelnev kodutöö ehk etteõppimine, reeglina e-õppes, millega tagatakse juba vähemalt 40%-line arusaamine õpitavast materjalist (Michaelson 2004). Õpilased sooritavad seejärel individuaalse testi e-õppes ja meeskonnatesti klassiruumis, millele järgneb diskussioon ja väitlus ning vajadusel õpetaja „tasandav“ õpetamine. Selle tulemusel on materjalist vähemalt 50%-liselt aru saadud. Järgneb kodutöö ja lisa lugemine ning ülesannete lahendamine, seejärel on õpitavast aru saadud juba vähemalt 60% ulatuses (vt **sele 8.4** - Michaelson, Knight & Fink 2004).



Sele 8.4 – Meeskonnapõhise õppe faasid ja õpitu mõistmine (Dee Fink 2004)

Ettevalmistavale faasile järgneb rakendamise ja tagasiside faas, kus vaheldumisi toimub rühmatöö koolis ja kodutööde sooritamine ning õppematerjali kordamine ja kinnistamine, mis muutub järk-järgult keerulisemaks. Teist faasi soovivad autorid korrata 3-4 korda, mille tulemusel omandatakse vähemalt 80% materjalist. Seejärel antakse kinnistavaid ülesandeid nii individuaalselt kui ka meeskonnale, millele järgneb õpitust kokkuvõtte tegemine. Semester lõpeb kolmanda, viimase faasi - hindamisega - projekti esitluse, eksami, arvestuse vms ja uuringud on kinnitanud, et enamus õppuritest omandab seeläbi 90-100% õppematerjalist. Nii rühmatöö kui ka meeskonnapõhise õppe puhul on oluline meeskonnatöö oskus ja koostöö.

Meeskonnapõhise õppe põhimõtted:

- eesmärkide ja õpiväljundite määramine nii kogu ainekursusele kui ka põhilistele teemadele;
- milliseid teadmisi õppurid peavad omandama, et olla edukad oma erialas;
- mida õppurid peavad oskama teha vastõpitud teoreetiliste teadmistega;
- rühmad peavad olema läbimõeldult koostatud ja juhitud;
- õppurid peavad vastutama nii oma kui ka kogu rühma tegevuse eest;
- ülesanded peavad toetama nii õppimist kui ka meeskonna arengut;
- õppurid peavad saama pidevat ja kohest tagasisidet Ainesisu jaotamine 4-7 mikrotunniks, mis põhinevad ainekursuse põhiteemadel;
- õppetegevus jaotatakse 3-4 põhitegevuseks, millele eelneb alati eelteadmiste test ja eelnev ettevalmistus;
- kavandatakse erinevad võimalused harjutada ja praktiseerida;
- lõpus peavad õppurid demonstreerima oma meisterlikkust kas individuaalselt või rühmas;
- õppurid teevad eel-teste valmistudes erinevateks ülesanneteks ja koostavad projekte, lahendavad probleemülesandeid;
- hindamissüsteemi väljatöötamine ja osakaalude määramine koos rühmadega:
 - individuaalse töö hindamine;
 - rühma töö hindamine;
 - iga liikme panus ühisesse rühmatöösse ja eesmärkide saavutamisesse;
- hindamisel aluseks:
 - individuaalne töö ja lugemine;
 - individuaalne test;
 - rühma test;
 - järelvastamine;
 - õpetaja suuline tagasiside.

Lencioni (2002) on välja toonud rühmatöö/meeskonnatöö 5 puudust ehk vääraltitlust (düsfunksiooni) alates olulisimast:

- **usalduse puudumine** – hirm olla haavatav, hirm eksida, hirm oma arvamust välja öelda, liidritega nõustumine;
- **hirm konflikti ees** – rühmatöö produktiivsuse hävitab hirm konflikti ees ja seetõttu püütakse säilitada kunstlik harmoonia. Rühmatöös tuleb aga konstruktiivselt tegutseda;
- **pühendumuse puudumine** – selguse, ühisosa puudumine, mis omakorda takistab rühmaliikmeid otsuse tegemisel ja kaasatootamisel;
- **vastutuse vältimine** – vastastikuse vastutuse ja aruandluse vältimine, tekitab ebamugavust ja takistab rühmatöö laabumist;
- **pikemaajalise ühise eesmärgi puudumine või hägusus** – individuaalsed eesmärgid ja püüdlused takistavad ühtse rühmatöö laabumist ja kollektiivset edu.

Eelnevale toetudes on Lencioni (2002) välja toonud ka **rühmajuhi (liidri) ülesanded**:

- juhi ja ole eeskujuks, arvesta teiste arvamustega;
- tegele konfliktidega, ära sule nende ees silmi, vaid lahenda neid;
- rõhu selgusele, tegutse läbipaistvalt, tee vahekokkuvõtteid;
- astu rasketele väljakutsetele vastu, ära karda neid;
- keskendu kollektiivsetele eesmärkidele ja tulemustele.

Efektiivsed, hästifunktsioneerivad meeskonnad suudavad vältida meeskonnatöö eelnimetatud vääraltitlusi. **Hästi funktsioneerivad meeskonnad** (Lencioni 2002):

- julgevad küsida vajadusel nõu ja abi, tunnistavad vigu ning piiranguid ja annavad tagasisidet;
- ühendavad oma võimed, oskused ja kogemused;
- väldivad aja raiskamist, ei arutle tähtsusetute probleemide üle, ei aruta pidevalt samu teemasid;
- langetavad kvaliteetseid otsuseid, saavutavad lühema ajaga rohkem, kulutavad vähem ressursse;
- arutavad kriitilisi teemasid, viivad läbi elavaid, sisutihedaid arutelusid;
- tegutsevad ühiste eesmärkide nimel;
- väärtustavad kompetentseid liikmeid.

Kuidas rühmatööd hinnata? Soovitav on kasutada abistavate küsimuste toel enesehindamist ning õpetaja hindamismeetoditeks on vaatlused ja kirjapanekud rühmatöö tegemise ajal, ka lindistused rühmatöös toimunud vestlustest, diskussioonid, rühma liikmete vastused, joonistused ja kirjutised (Fisher, 2004). Õpilasele saab tõeliselt omaseks vaid see, mille ta on ise läbi töötanud ja läbi elanud (kogedes sealjuures nii edu, kui ka ebaedu), ühtlasi saab ta ainult sel juhul õppimisest rõõmu ja rahuldust. Sellisest inimesest kasvab mõtlej ning loov isik. <https://tll.mit.edu/help/teaching-teamwork>

Rühmatöö hindamise meetodeid:

- rühmaeksam (võib koosneda individuaalsest ja rühmatööst);
- juhuvalikul vastaja nimetamine;
- vastamisel paluda teha igal liikmel ka kirjalik aruanne;
- muuta õpiprotsess tsükliliseks, tehes vaheldumisi individuaalseid ja rühmateste;
- iga liikme tegevuse refleksioon;
- vahetestimine;
- vastastikhindamine (etteantud kriteeriumide alusel, iga hinde põhjendusega);
- videoprotokoll;
- iga vaheraporti teeb erinev rühmaliige;
- rühmatööde paralleelne esitlus (iga rühma arvamus ja tulemuste argumenteerimine);
- rühmade enesehinnang;
- posterettekanded;
- artikli kirjutamine ja kaitsmine;
- iga liige hindab kaaslaste panust jagades 100 punkti kõigi liikmete vahel;
- jne.

Rühmatöö peab alati lõppema kokkuvõtete ja järelduste tegemisega, analüüsi ning tagasisidega.

Alustada võiks rühmaliikmete kommentaaridest, millele järgnevad õpetaja kommentaarid ja tähelepanekud. Õpilased võrdlevad oma tähelepanekuid ja tulemusi, kommenteerivad ja argumenteerivad seisukohti, toimub vastastikhindamine, analüüs ja tagasiside, õpetaja võib esitada suunavaid küsimusi, anda tagasisidet ja teha vahekokkuvõtteid. Inimene ei õpi kogemustest, mida ta ei ole analüüsinud.

8.3.3 Ümarlaud, diskussioon ja väitlus

“Õeldakse, et kui tekkib tulekahju, siis jooksevad kõik majast välja, väljaarvatud tuletõrjujad, kes jooksevad tuld kustutama. Olge Teie oma üliõpilastele just tuletõrjujad.”
Patricia Sequeira Belvel

Ümarlauavestlus ehk ümarlaud on ideaalkujul vestlus ümara laua taga, mis sümboliseerib kõigi vestluspartnerite võrdsust. Vestluse juhil ja osavõtjatel on arvamuse avaldamisel võrdsed õigused. Õppevestlus võib omandada ümarlauavestluse jooni, kui õpetaja astub aeg-ajalt tahaplaanile, et osaleda nagu võrdne partner – eriti sobib see üksikute tehniliste probleemide lahendamiseks. Ümarlaud pääseb hästi mõjule näiteks grupitöös, kui õpilased jaotatakse väiksemateks rühmadeks, mis saavad ühise probleemi lahendamiseks erinevaid ülesandeid.

Diskussioon sarnaneb ümarlauaga, ainult õpetaja ei tohiks ise oma arvamust avaldada arutatava teema kohta, vaid peaks olema vahendaja. Õppevestlus võib areneda diskussiooniks, kui õpetaja võtab endale vahendaja rolli. Diskussioon aitab paremini mõista esitatud ettekannet, tunnis läbitud teemat, vaadatud videot vms, tõstab õpilaste motivatsiooni, suurendab õpilaste positiivset suhtumist õpitavasse, annab oskusi saadud informatsiooni ja kontseptsioonide rakendamiseks.

Diskussioon on sobiv meetod, kui soovite:

- õpetada õpilasi mõtlema;

- hinnata õpilaste mõttekäikude loogilisust ja kaitsta seisukohti;
- leida õpitu rakendamise võimalusi;
- motiveerida edasist õppimist;
- anda võimalus õppuritele näidata, mida nad on õppinud;
- saada tagasisidet, kas õpitut on ka mõistetud.

Diskussiooni on lihtne alustada küsimusega, kommentaariga videole, tuues välja vasturääkivusi, probleeme, kasutades Sokraatilisi küsimusi (vt ka ptk 8-8 Küsimuste ja vastuste strateegia).

Diskussioon on kollektiivne looming, kus erinevaid arvamusi kaitstes ja ümber lükates jõutakse uute teadmiste ja kindlamate veendumusteni. Tavapärasest teadmisi pakkuvast õpetamisest erineb diskussioon selle poolest, et oma arvamustega mõttekäigu arendamisel osalevad paljud õpilased.

Diskussiooni efektiivsus suureneb, kui selles osalejad pannakse istuma kas ringi- või nelinurgakujuliselt, nii et kõik oleksid üksteisega silmsides. Suhtlemine ja rääkimine teiste inimestega on alati hõlpsam, kui kõneleja näoilme on jälgitav.

Vaatamata sellele, et diskussioon on vägagi efektiivne meetod, on sellel ka puudusi. Diskussioon on aeganõudev, aktiivne osalemine selles eeldab ka suuremaid eelteadmisi; nõudes ka head distsipliini tunnis. Arendades koos tegevusplaani ja lastes õpilastel oma tulemusi hinnata, on motiveeritus suurem. Õpetaja ülesanne on unustada kõiketeadva ja targa inimese roll ning suhtuda õpilaste ideedesse ja arusaamadesse kui võrdselt väärtuslikesse.

Õpetaja peaks jälgima, et kellegi arvamusi ei halvustataks ning et kõik soovijad sõna saaksid. Diskussiooni eraldi liik on „**akvaarium**“, kus osalevad 2 rühma: sisemine (arutlejad, diskuteerijad) ja välimine (vaid vaatlejad, kes hiljem annavad ülevaate, kuidas keegi diskussioonist või väitlusest osavõtjatest käitus (kuivõrd oli ülesandele orienteeritud, kuivõrd koostööaldis jne). Seejuures saab diskussiooni läbi viia ka arvutipõhiselt, kas foorumis, nn. jututoas, või videokonverentsina. **Paneeldiskussioon** – 4–5 õpilast tutvuvad eelnevalt vastava teemaga põhjalikumalt, nad võivad ka esindada erinevaid arvamusi, koolkondi jne. Ülejäänud õpilased esitavad neile küsimusi, millele järgneb diskussioon.

Väitlus on diskussiooni ja vaidluse ühend. Väitlusel annab õpetaja kummalegi rühmale seisukoha, mida nad peavad kaitsma või esitab enne väitlust probleemi, mille vastuste põhjal jagab õpilased erinevatesse väitlusrühmadesse. Kõik väitluses osalevad rühmad peavad esitama argumente oma seisukoha poolt ja neid erinevate andmetega põhjendama. Samas püüavad väitluses osalevad rühmad leida vigu, ebatäpsusi ja puudusi vastase väidetes ja argumentides ning nende leidmise korral esitatakse vastuväiteid. Vaheetapina võib moodustada rühmad samal seisukohal olevatest õpilastest, et nad saaksid oma seisukohti täpsustada. Väitluse eesmärk on „vaidelda teema selgeks“ ehk saavutada küsimuses tõene konsensus.

Väitluse eri vormiks on **dispuut**, mis on väitlus kahe inimese või rühma vahel, žürii otsustab, kes on võitja. Dispuut koosneb kolmest osast: platvormi esitamine oma seisukoha kaitseks; küsimuste ja vastuste voor; sõnavõttud ehk kõned. Iga etapi vahel peetakse väike vaheaeg, mille käigus žürii saab teha vahekokkuvõtteid ning osalejad saavad valmistuda järgmiseks etapiks. Žüriile antakse teatud kriteeriumid, mille alusel nad võistkondade edukust hindavad.

Eelnimetatud meetodite „soojendustegevuseks“ sobib aktiivmeetod „räägime korraga“. Selleks valitakse välja üks diskussioonil või väitlusel arutletava teemaga seonduv valdkond (alateema), jaotatakse

õpilasrühm paaridesse ja palutakse vastastikku rääkida valitud teemal üheaegselt, korraga, ilma teisele vastuseks või arvamuseks võimalust andmata (näiteks 3-5 minuti jooksul). Meetod on lõbus ja informatiivne ning käivitab soovitud suunas esialgse mõttearenduse.

8.4 Multifunktsionaalsed õppemeetodid

„Hea õpetaja, nagu ka hea meelelahutaja peab ennekõike kõitma oma õpilaste tähelepanu ja siis saab ta alles hakata õpetama.“ John Henrik Clarke

Ekskursioon on spetsiifiline üritus, mille käigus õpilased koguvad materjali edasiõppimiseks ja õpitu praktiliseks kasutamiseks. Õpetaja peab eelnevalt koostama ekskursiooni detailse plaani: õpilaste ettevalmistus ekskursiooniks, eesmärkide püstitamine, mida soovitakse saavutada ekskursiooni käigus jne.

Ekskursioon annab võimalusi seostada teoreetilisi teadmisi praktikaga, see aitab näitlikult kujundada pilti elulistest faktidest ja on abiks teooria ja praktika omavahelises seostamises. Ekskursioonide käigus on õpilastel võimalus saada nii uusi teadmisi kui ka kogemusi.

Õppekäik – õpetajad võiksid oma õpilastega minna vastava eriala tööstusettevõttesse, kus saab reaalse ülevaate õpitavast teemast. See virgutab õpilaste õpihuvi ja aitab õpitut seostada igapäevaeluga. Õppekäik võib olla teemat ettevalmistav või teemat kokkuvõttev. Eelnevalt tuleks õpilastele seletada, millega õppekäigul tutvutakse ja millele tuleks suuremat tähelepanu pöörata. Pärast õppekäiku teevad õpilased kirjaliku kokkuvõtte nähtust ja arutavad seda ühiselt diskussioonil.

Iseseisev töö kirjandusega – õpilased töötavad läbi õpetaja poolt antud kirjanduse. Iseseisev töö kirjandusega võib eelnevalt loengule või tunnile, referaadi koostamisele, laboratoorsele tööle, projekt-, uurimuslikule, probleem-, juhtumipõhisele vms õppele. Iseseisva töö tulemusena õpivad õpilased loetut analüüsima, kokku võtma, kriitiliselt mõtlema, kirjutama.

Iseseisev töö kirjandusega arendab õpilastes järgmisi oskusi:

- oskus aru saada loetavast tekstist;
- oskus eristada õpitud materjalist olulist;
- oskus konspekteerida;
- oskus teese kirjutada;
- oskus annotatsioone koostada;
- oskus märkmeid teha;
- oskus tsiteerida;
- oskus retsenseerida;
- oskus koostada struktuurseid ja loogilisi skeeme;
- oskus leida lisamaterjali õpitud teema kohta;
- mälu arendamine ja analüüsivõime arendamine;
- oskus ülesandeid lahendada;

- oskus referaate kirjutada;
- enesekontrollimise oskused.

8.5 Kaudse õpetamise meetodid

„Hirm eksimuste ees ei ole hea õpetaja. Hirmuga õpitu ununeb väga kiiresti.“ Mary Catherine Bateson

Kaudne õpetamine (*indirect teaching*). Kui eesmärgiks on millestki aru saamine, siis eriti STEM valdkonnas, ei piisa ainult kuulamisest ja vaatamisest. Selleks, et aru saada ja mõista, peaks ise tegema, uurima, ise käed külge panema. Kaudse õpetamise meetodid on õpilasekesksed, mõtlemisoskusi arendavad, kogemuslikud ja induktiivsed.

Kaasajal on insenerihariduses ja inseneripedagoogikas väga populaarne MIT-s loodud meetod probleemilahenduseks - **CDIO meetod** – (*Conceive, Design, Implement, Operate* <http://www.cdio.org/>) (Crawley et al, 2007) – ehk eesti keeles: kavanda (defineeri kliendi vajadused, arvesta regulatsioonide ja strateegiatega, arenda äriplaan jne), projekteeri (disaini, loo plaanid, projektid, algoritmid jne), rakenda (valmista produkt, testi, kodeeri, kontrolli jne), tegutse (ekspluateeri, juhi, loo väärtusi, arenda, tööta ümber jne). CDIO ühendab huvi, elevuse, pinget, sügavuti arusaamise, aktiivõppe, tugevad valdkonna alusteadmised, oskused ja inseneride põhieesmärgi – ühiskonna teenimise – ja lisab pühendumisega õpetamise, et kõita õpilaste tähelepanu, huvi, kirge. CDIO meetodit on võimalik kasutada nii integreeritud ainekava koostamisel kui ka disainis, aga ka probleemilahenduses, probleemi- ja projektõppes jm.

STEM valdkonnas ei ole võimalik rakendada kõiki kaudse õpetamise õppemeetodeid, kuid antud peatükis vaatleme lähemalt enimkasutatavaid – uurimuslikku õpet, avastusõpet, probleemipõhist õpet, projektipõhist õpet, juhtumipõhist õpet, „õigel hetkel“ õpetamist ja simulatsioone ning tutvume õpilaste kriitilise mõtlemise arendamise võimalustega.

Kaudse õpetamise eelised:

- uudishimu, õpilasekesksus;
- vabadus ja aktiivsus;
- originaalsus ja loomingulisus;
- avastamine, motivatsioon;
- iseseisev ja kriitiline mõtlemine;
- suhtlemine ja meeskonnatöö;
- tegutsemine vastavalt situatsioonile;
- elulised ülesanded;
- enda ja teiste töö analüüs ja hindamine.

Tegevusele orienteeritud õpetamise eesmärgiks on anda õpilastele kutsealaseid teadmisi, oskusi ja vilumusi selleks, et ise tegevusi ette võtta. Õpetaja osaleb samuti aktiivselt õppeprotsessis, aitamaks õpilastel õpitavat mõtestada ja omandatud teadmisi rakendada ning tegelikkusega seostada. Tegevuspõhine probleemõpe on õpe, mis muudab tunni, kus õpetaja räägib, tunniks, kus õpilane tegutseb.

Tegevuspõhine õpe paneb õpilased olukorda, kus nad on sunnitud rääkima, kuulama, kaasa mõtlema, tegutsema ja kirjutama. Selle realiseerimiseks kasutatakse erinevaid õppemeetodeid, üks neist on probleemõpe, kus probleemiks on reeglina lahendust nõudev küsimus või ülesanne. *Probleemsituatsioon* on lahendust nõudev olukord, selle lahendamise all mõistetakse õppimist väärt oleva teema sügavamat uurimist, eesmärgiga rohkem teada saada, mitte lihtsalt otsida õpetaja küsimustele õigeid vastuseid (Sell 2013). *Probleem õpe* suunab õppijat iseseisvalt probleeme mõistma, sõnastama ja lahendama, õpilased töötavad ühiselt kindla ajaperioodi jooksul, seejärel esitatakse tulemused väliskoolajaskonnale. *Projektõppe* ülesanded kujutavad endast reaalseid ja elulisi õpituatsioone, mille tulemusena valmib midagi reaalselt (mudel, skeem jne), mis vastavad õpilaste erialasele tegevusele, õpituatsioonide osaülesandeid saab kasutada ka auditoorses ja iseseisvas töös (Sell 2013).

Probleemõppe alguses saavad õpilased õpetajalt suhteliselt vähe lähteandmeid, kuid hilisemate kontaktide käigus saab vajadusel lisainfot, õpilase planeerivad ise oma tegevusi ja hiljem realiseerivad neid. Eesmärk on, et õpilased läheneksid ülesandele kui tervikule, tuginedes individuaalsetele eelteadmistele, kujunevad välja eri raskusastmega ülesanded, erilist tähelepanu pööratakse individuaalsele lähenemisnurgale, rakendatakse rühmatööd (Sell 2013).

Kaudse õpetamise puhul on olulised järgmised didaktilised põhimõtted: jõukohasus, teadlikkus, seotus eluga, õppeks vajalike tingimuste loomine (tabel 8.2).

Tabel 8.2 – Otsese ja kaudse õpetamise näiteid

Otsene õpetamine	Kaudne õpetamine
Eesmärk: õpetada fakte, reeglid ja tegevuste järjestust	Eesmärk: õpetada kontseptsioone, struktuuri ja abstraktsioone
Õpetaja alustab tundi eelmisel päeval õpitu kokkuvõttega	Õpetaja annab tunni alguses üldpildi, mis võimaldab kontseptsioone edasi arendada
Õpetaja seletab uut materjali väikeste sammudega, pidevalt täpsustades-selgitades ja näiteid tuues	Õpetaja keskendub õpilaste vastustele kasutades induktsiooni või deduktsiooni, et täpsustada ja keskenduda üldistustele
Õpetaja võimaldab juhendatud praktikat ja ülesannete lahendamise harjutamist, kuni 60-80% vastustest on õiged	Õpetaja toob üldistavaid näiteid, tuues välja kriitilised ja olulised tunnused
Õpetaja annab tagasisidet ja parandab vigu vastavalt sellele, kas vastus oli õige, kiire ja kindel; õige, kuid kahtlev; kiire ja kindel; vale hoolimatuse või teadmiste puudumise tõttu.	Õpetaja toob täiendavaid näiteid õpilaste kogemustest, huvidest ja probleemidest lähtuvalt
Õpetaja annab võimaluse iseseisvaks harjutamiseks ja ülesannete lahendamiseks klassis ja püüdleb automaatselt õigete vastusteni vähemalt 95% ulatuses	Õpetaja kasutab küsimuste-vastuste tehnikat juhendamaks avastusõpet ja jõudmaks üldistusteni
Õpetaja teeb nädala- ja kuukokkuvõtteid, kontrolltöid ja teste ning õpetab veelkord neid teemasid, mis jäid arusaamatuks	Õpetaja kaasab õpilasi enesehindamisele ja eneseanalüüsile Õpetaja algatab ja modereerib diskussioone täpsustades ja kinnistades üldistusi

Tegevuspõhise õppe eesmärgid on (Sell 2013):

- laiapõhjalise ja paindliku teadmistepagasi loomine ning rakendamine, õppeainete integreerimine;
- probleemilahendusoskuste arendamine - metakognitiivsete mõtlemisstrateegiate rakendamine;
- enesejuhtimisega õppimise, elukestva õppe, metakognitiivsete strateegiate arendamine, sobivate õpistrateegiate rakendamine, eesmärkide püstitamine, iseseisva õppimise toetamine;
- koostöö ja meeskonnatöö õpetamine;
- seesmiselt motiveeritud õppurite arendamine, reaalse probleemide lahendamine;
- erialaoskuste ja teadmiste andmine, et ise tegevusi ette võtta;
- õpilaste panemine olukorda, kus nad on sunnitud kaasa töötama, tegutsema, rääkima, mõtlema, analüüsima, arutlema, kuulama, kirjutama;
- kompetentsuste arendamine, integreerides erialaseid oskusi, süvendamaks eelnevalt õpitut läbi konstruktivistliku, kognitiivse ja kogemusliku õppimise.

Tegevuspõhine õpe tugineb konstruktivistlikule ja kognitiivsele õpiteooriale. Oluline on meeskonnatöö, õpilased konstrueerivad oma teadmised läbi aktiivse tegevuse (Sell 2013).

8.5.1 Kriitilise ja loova mõtlemise arendamine

„Inimesed, kes teavad „mida?“ ja inimesed, kes teavad „kuidas?“ töötavad alati nende inimeste heaks, kes teavad „miks?“ Susan Zvacek

Õpetaja oluliseks ülesandeks on panna oma õpilased tunnis mõtlema. Tsiteerigem siin üht kuulsaimat vene psühholoogi Lev Vögotski't: „*Areng toimub ainult läbi protsesside.*”

Juba **Johann Heinrich Pestalozzi** (1746-1824) tõi välja oma teoses “*The Application of Psychology to the Science of Education*” **käe-südame-mõistuse arendamise olulise seose**. Motoorne tegevus on otseselt seotud vaimse tegevuse ja verbaalse osavusega, motoorse tegevuse tulemusena käivituvad erinevad mõtlemis- ja tunnetuslikud protsessid; mõtlemisprotsessid soodustavad aga kriitilist mõtlemist ja hinnangu andmist. Käsi (sõrmed) on polüfunktsionaalne organ, mis on võrreldav silmaga, käelise tegevusega on seotud intellektuaalne areng. Mitmekülgne käeline tegevus loob eeldused mõtlemise arenguks. Mõtlemise aluseks on protsessid, mis elatakse läbi oma meeltega välismaailma tunnetades (Leppik 2008). Õppimine toimub seega kolme erineva tasandi integreerimisel, me õpime mõistuse, käe ja südamega – omandades teadmisi, oskusi ja väärtushinnanguid (Pestalozzi)

Faktid ja mõisted. Aastaid on levitatud müüti: mis te õpite (õpetate) seal koolis neid faktiteadmisi, pange õpilased seoseid looma ja mõtlema... Unustatakse aga põhitõde - kel fakte ja mõisteid mälus ei ole, on targutaja, mitte mõtleja. Nutitelefonist ja internetist leiab küll fakte, kuid see ei tee meid veel mõtlejaks. Mõtlemises osaleb mälus olev materjal (ka paljupõlatud faktid!) – vaid nii kujuneb võime mõelda (Leppik 2016).

Mõtlemine toimub keele abil, eriti tähtis on keele semantika (mõistelisus). Üha enam ollakse mures üliõpilaste keeleoskuse pärast (matemaatilistest oskustest rääkimata!). Haritud inimese sõnavara algab ca kolmeteist tuhandest sõnast – et saada aru erinevatest tekstidest. Sõnavara-kõne häired tulevad

vähesest rääkimisest lastega (sünnist pihta) ja vähesest lugemisest (just koolis). Arvutis värvilisi liikuvaid pilte vaadata on huvitav, kuid see ei arenda kõnet-sõnavara, mis omakorda kajastub õigekirjas-mõtlemises. Mõtlemist toetavad tekstide lugemine ja kirjutamine (Leppik 2016).

Motoorsed oskused (jooksmine, hüppamine, ronimine, tõstmine, kõndimine, rippumine, viskamine) on tihedalt seotud meie meelte arengu ja mõtlemise aktiveerimisega, seetõttu on soovitatav tegeleda kehalise koormusega, et aktiveerida mõtlemist (Leppik 2008).

Mõtlemist võib liigitada järgnevalt:

- *rakenduslik mõtlemine* – probleemilahendus;
- *kriitiline mõtlemine* – analüütiline, loogiline mõtlemine;
- *loov mõtlemine* – divergentne, lahknev mõtlemine.

Mõtlemise vormid:

- **mõiste** on tegelikkuse üldiste ja oluliste omaduste peegeldus, analüüsi, sünteesi, abstraktsiooni ja üldistamise tulemus. Mõiste sisu avamine on defineerimine e määratlemine.
- **otsustus** on üks mõtlemise vorme, mille puhul millegi kohta kas midagi jaatatakse või eitatakse. Arukaid otsuseid saab teha vaid inimene, kes vastavat valdkonda mitmekülselt tunneb.
- **järelduse** abil saame olemasolevatest teadmistest uusi teadmisi, kuid uusi teadmisi võib saada vaid siis, kui olemasolevaid on rikkalikult ja mitmekülselt.

Mõtlemise tüübid:

- *konvergentne e. koonduv mõtlemine* - probleemile ainsa korrektse lahenduse leidmine. Konvergentset mõtlemist rakendatakse ülesannete puhul, mis nõuavad ühe korrektse lahenduse tuletamist olemasolevate teadmiste ja loogilise arutlemise abil. Paraku ei ole mitte kõigil ülesannetel üht ja ainuõiget lahendust.
- *divergentne e. lahknev mõtlemine* - probleemile paljude erinevate lahenduste leidmine. Divergentset mõtlemist rakendataksegi nende ülesannete puhul, mis eeldavad paljude lahenduste võimalikkust ja isegi vajalikkust.

Mõtlemiseks vajalikud põhioskused:

- probleemi või teema tajumine;
- vajaliku informatsiooni kogumine;
- andmete süstematiseerimine;
- andmete ja nende vastastikuste seoste analüüs;
- vigade leidmine ja nende analüüs;
- tulemuste seostamine, kokkuvõtete tegemine;
- analüüs, metakognitsioon.

STEM valdkonnas peaks õpetaja suunama õpilasi eelpool nimetatud põhioskusi teadvustama ja kasutama. Õpetaja peaks süstemaatiliselt esitama õpitu kohta avatud küsimusi, millele vastamiseks

peaksid õpilased järel dama, süstematiseerima ja oletusi püstitama ning nõudma oma õpilastelt pidevalt analüüsi ja kriitilist mõtlemist nii suulisel vastamisel kui ka kirjalikes töödes.

Termin „kriitiline mõtlemine“ on Bloomi ja tema kolleegide kinnitusel sünonüümiks mõistetele „analüüsima-hindama-looma“. Bloomi arvates on analüüs, hindamine ja loomine mõtlemise kõrgeimad etapid, milles ta näebki kogu hariduse kognitiivset eesmärki. Kriitiline mõtlemine on avatud, reflektiivne, hinnanguline mõtlemine, mis toetab ka iseseisvat õpet.

Bloom annab õpetajale järgmisi strateegiaid õpilaste mõtlemisprotsessi suunamiseks erinevatel mõtlemistasandite kategooriatel (Fisher 2005):

- mäletama – räägi, mida mäletad, mida tead, korda, kirjelda, defineeri, tuvasta, ütle, kes, millal, milline, kus, mis;
- aru saama – kirjelda oma sõnadega, tõlgenda, räägi, mida arvad, ütle, mida tähendab, selgita, võrdle, seosta;
- rakendama – kuidas...kasutada, milleni see viia võib, rakenda oma teadmisi, kasuta probleemide lahendamisel, demonstreeri, lahenda ülesanne;
- analüüsima – millised on (ülesande, situatsiooni, vahendi ...) osad, järjekord, põhjused, ajendid, probleemid, lahendused, võimalikud tagajärjed, mis siis kui...;
- hindama – kuidas (olukorda, tulemust, ...) hindaksid, kas see õnnestub, kas see toimib, mida eelistaksid, miks nii arvad, kas miski saaks antud kontekstis ka teisiti olla, (kuidas, mis siis kui...), oletä;
- looma – arenda, täiusta, parenda, loo see omal viisil, disaini;

Kriitiline mõtlemine tähendab õppida järgmist (Fisher 2005):

- kuidas, millal ja missuguseid küsimusi esitada?
- kuidas ja millal arutleda, millist arutlemismeetodit kasutada?

Kriitiline mõtlemine toetab intellektuaalset arengut, andes oskusi otsuseid vastu võtta, tekstiga töötada, igapäevaprobleemidega hakkama saada, probleemilahendusoskusi, kuulamis- ja argumenteerimisoskust, loogilist mõtlemist.

Õpilane suudab kriitiliselt mõelda siis, kui ta suudab enne tasakaaluka otsuseni jõudmist oma kogemusi analüüsida, oma teadmisi, ideid ja argumente hinnata, kaaluda ning mõtteid järjestada ja võimalikke tulemusi analüüsida.

Kriitiline mõtlemine inseneripedagoogikas on harjumus esitada erinevaid arutlevaid mõtlemisküsimusi vaadeldava informatsiooni kohta. Kriitiline mõtlemine kujutab endast *uuendatud Bloom'i* kognitiivse taksonoomia kõrgemate kategooriate – „analüüsima, hindama ja looma“ rakendamist. Kriitiline mõtlemine on analüütiline, argumenteeritud, ratsionaalne, loogiline, järel dusei tegev ja hinnangut andev mõtlemine. Kriitiline mõtlemine on koonduv mõtlemine. Kriitiliselt mõtlev inimene on valmis teiste ideid vaidlustama ja nõus sellega, et ka tema ideid vaidlustatakse, avatud teiste poolt esitatud vastuväidetele ning on valmis eksimisvõimalustega ja eksimustest õppimisega.

Kriitiline mõtlemise mudeli faasid:

- *esilekutsumine (evocation)* – huvi äratamine, eelteadmiste aktiveerimine, assotsiatsioonide loomine, aktiveerimine, motiveerimine;
- *uue info mõtestamine (realisation)* – uue info vahetu töötlemine ja seostamine eelteadmisega;
- *eneseanalüüs ja kriitilise mõtlemise tingimuste järgimine* - õppurite aktiivsus, ideede paljus, julgus eksida, julgus välja öelda oma arvamust, vigadest õppimine, analüüs, integreerimine jne.

Kriitilise mõtlemise arendamist toetab erialase teaduskirjanduse lugemine, tekstianalüüs ja akadeemiline analüüsiv kirjutamine.

Teaduskirjanduse analüüs. Kriitilise mõtlemise arendamiseks on soovitatav lasta õpilastel analüüsida teaduskirjandust järgmise mudeli alusel (Goodhew 2010):

- artikli/raamatu vms eesmärk (miks on see kirjutatud?);
- võtmesõnad ja käsitletavat võtmeküsimused;
- aktiivne lugemine;
- põhilised järeldused ja kokkuvõte;
- kontseptsioonid, ideed ja teooriad, mida on vajalik teada, et artikli sisu ja tähtsust hinnata;
- autori eeldused, oletused ja tulemused;
- järelduste põhjendused;
- võimalikud tagajärjed, kui autori oletusi ei rakendata;
- teksti graafiline analüüs (näit mõistekaart, ideekaart vms);
- autori põhiseisukohad (teadlasena, insenerina jne).

Kriitiline mõtlemise arendamine eeldab, et teadmisi mitte ei edastata ega võeta vastu, vaid nendega tuleks opereerida, rakendada elulistes olukordades, integreerida, nii tekkivad uued teadmised, mida seostatakse olemasolevatega.

Kriitiline mõtlemine eeldab järgmisi hoiakuid (Fisher 2005):

- **tahet arutleda** – õige arutluskäik, mis viib õige lahenduseni; arusaam, et mul ei pruugigi alati õigus olla; arukasse vaidlusesse soosivalt suhtumine (vaidlus ei tohi viia tülini); arutlemine, mis siis kui...; millised oleksid pool- ja vastuargumentid; kas suudad mind oma argumentidega veenda? kas minu argumentid on piisavalt veenvad? millised argumentid oleksid veenvad?
- **suuremat riskivalmidust ja valmisolekut vaidlustuseks** – õpilastele tuleks anda võimalus vaidlustada üksteise ja õpetaja ideid ning mõttekäike, nad peaksid olema nõus ka sellega, et nende ideid ja mõttekäike vaidlustatakse; tuleks anda võimalus oma ideede hindamiseks – julgus olla enesekriitiline vaid tugevdab enesetunnetust; olla avatud tähendab olla valmis ära kuulama teiste seisukohti ja piisava põhjendatuse korral ka oma seisukohti muutma; avatus tähendab valmisolekut teha põhjendatud otsuseid ja põhjendusi hinnata, oma ideid ning otsuseid vaidlustada, olla avatud ka teiste vastuväidetele, arvestada eksimisvõimalusega.
- **kirglikku soovi tõde teada saada** – me kõik tahame, et meil oleks õigus, enamik tahab, et neil oleks alati õigus ja paljud arvavad, et neil ongi alati õigus. Hoiak *ma pole kindel, uurime välja* stimuleerib õpilasi otsima tõde, tõetsingul aitab meid aga kahtlemine. Einstein töötas oma relatiivsusteooria pool- ja vastuargumentide kallal 20 aastat enne, kui tulemused avaldas.

Õpetajatel on soovitatav mitte anda õigeid vastuseid ja seletusi enne, kui õpilased on ise raskustega rinda pistnud. Tõeni võib viia ka ainult üks tee, aga eksimusi võib olla lõpmatu hulk. Lõksude vältimiseks on koostatud kriitilist analüüsi toetavaid küsimustikke (vt allpool Ennis'i ja Chaffee küsimustikud). Küsimused annavad analüütiliseks lähenemiseks vajaliku analüütilise sõnavara (näit. relevantne, täpne, õigustatud, defineeritud, eristama, tõendus, tõlgendama, vaatepunkt, järeldus jne), mis võimaldab jälgida oma mõttekäiku konkreetsemalt.

Kriitilise mõtlemise põhielementideks on:

- teema, probleemi või küsimuse identifitseerimine;
- elementide vaheliste seoste kindlaksmääramine;
- info kogumine ja aktiivne töötlemine;
- situatsioonianalüüs;
- põhjuse ja tagajärje seostamine, loogilised järeldused;
- eeldustest loogiliste järelduste tegemine;
- motiivide tuletamine;
- üksikute elementide kombineerimine, loomaks uusi mõttemudeleid;
- originaalsete tõlgenduste tegemine ja oma seisukohtade kaitsmine.

Üks kriitilise mõtlemise liikumise algatajaid Põhja-Ameerikas, Robert Ennis, on toonud välja kriitilise mõtlemise 12 aspekti, mis aitavad mõtet analüüsida (Fisher 2005):

- esitatud väite mõistmine: kas sellel on tähendus?
- kas arutluskäigus on midagi mitmetitõlgendatavat: kas kõik on selge?
- ega väited teineteist ei välista: kas need on omavahel kooskõlas?
- kas on võimalik teha järeldusi: kas see on loogiline?
- kas väide on piisavalt tõsikindel: kas see on konkreetne?
- kas väide vastab mingitele printsiipidele: kas see järgib reegleid?
- kas väide on usaldusväärne: kas see on täpne?
- kas induktiivsed järeldused on võimalikud: kas see on õigustatud?
- kas probleem on määratletud: kas see on relevantne?
- kas midagi eeldatakse: kas seda peetakse endastmõistetavaks?
- kas definitsioon on adekvaatne: kas see on hästi defineeritud?
- kas teiste poolt omaks võetud väide on vastuvõetav: kas see on tõene?

John Chaffee on koostanud järgmise meelespea kriitilisele mõtlejale:

- milline on minu algne seisukoht?
- millest tuleneb minu algne seisukoht?
- millised on minu eeldused?
- mis toetab minu seisukohta?

- millised on teiste seisukohad?
- milline on minu järelalus?
- millised on kavandatud tegevuse tulemused?

John Barell on toonud välja kriitiliselt mõtleva inimese karakteristikud:

- probleemilahenduskus;
- järjekindlus probleemilahenduses;
- enesekontroll;
- avatus teistele ideedele;
- koostööoskus;
- empaatia;
- kuulamisoskus;
- kannatlikud määramatuse suhtes;
- probleemide mitmetahuline analüüsioskus;
- seoste loomise oskus;
- mitme erineva lahendustee leidmine probleemilahenduses;
- esitavad tihti küsimust „mis siis kui...?“;
- loogilise mõtlemisega;
- hindavad oma ideid, analüüsivad tundeid;
- püstitavad lähimõeldud eesmäärke ja prognoosivad;
- rakendavad oma teadmisi, oskusi ja kogemusi erinevates olukordades;
- uudishimulikkus ja küsimuste esitamise oskus;
- võtavad aktiivselt vastu uut infot.

Kuidas õpetada õpilasi kriitiliselt mõtlema? Kriitilist mõtlemist saab õpetada sama moodi nagu jalgrattaga sõitmist, lugemist või ülesannete lahendamist – see vajab lihtsalt pidevat harjutamist. Õpetaja saab oma õpilasi suunata järgnevalt:

- õpetatav materjal peaks põhinema kontseptsioonidel ja üldistustel – planeerige õpilaste mõtlemise käivitamine juba tunniks ettevalmistamise käigus;
- arvestage õpilaste eelteadmistega;
- esitage mõtlemist provotseerivaid küsimusi, näiteks: „Millest sa seda järelalad?“, „Milles seisneb nähtuse olemus?“, „Milliseid alternatiive veel võiks olla?“ jne;
- aidake õpilastel mõista nende mõtlemisprotsessi abistavate küsimustega, näiteks: „Mida saaks järelalada sinu tähelepanekutest?“;
- esitage arutelude ja diskussioonide tulemused visuaalselt – koostage õpilaste vastustest arvutis, tahvlile või dokumendikaameras tabel, graafik jne;
- andke õpilastele võimalus seletada, millest nad aru said ja mida nad hästi ei mõista;
- paluge õpilastel seletada süsteemi erinevate elementide koostööd, omavahelist mõju, määrata võimalikud tulemused, kui mõni elementidest näiteks elimineerida;

- paluge õpilastel määrata erinevate komponentide omavahelisi seoseid, koostada kompleksi visuaalne ülevaade (näiteks mõistekaart vms);
- paluge oma sõnadega seletada ülesande lahenduskäiku, kuidas antud vastuseni jõuti;
- paluge õpilastel üksteisele seletada õpitut, analüüsida teadusartikleid/projekte;
- esitage „Mis siis, kui...?“ küsimusi, et analüüsida probleeme ja ennustada katse/uurimistöö oodatavaid tulemusi ning püstitada hüpoteese;
- paluge õpilastel luua/arendada/projekteerida uus toode vastavalt spetsiifilistele parameetritele;
- paluge seletada, kuidas saaks ülesande või probleemi lahenduse õigsust kontrollida;
- paluge modifitseerida olemasolevat toodet integreerides uusi elemente;
- paluge analüüsida, kuidas kaaslased ülesandeid lahendavad;
- paluge seletada, miks on saadud ülesande vastus vale;
- paluge määratleda eetilisi probleeme, mis on seotud antud õppeainega;
- paluge teha järeldusi olemasolevate andmete, tulemuste, näidete vms alusel;
- kui see põhimõte on tõene, siis millised võimalikud tulemused sellele järgnevad?
- kuidas saame tõestada, et antud tulemus on õige või kuidas see juhtus?
- paluge koostada järelduste alusel võimalikud tulemused/andmed;
- paluge uurida langetatud otsuste võimalikke tagajärgi;
- paluge leida analoogiaid, et seletada uusi mõisteid (näiteks: “Mille poolest on ja sarnased?”);
- lisage projektülesannetele oodatavad tulemused/õpiväljundid (Antud projekti koostamine/lahendamine annab õpilasele järgmised oskused/teadmised....);
- paluge õpilastel ümber lükata vastava õppeainega seotud eelarvamusi;
- paluge koostada kriteeriumide loetelu, mille alusel oleks võimalik hinnata toote omadusi;
- mõtelge valjusti, demonstreerige õpilastele oma mõtlemise ja järelduste tegemise oskust. Paluge ka õpilastel valjusti mõelda – mõtlemise protsess ise on esialgu tunduvalt tähtsam kui selle tulemus!
- paluge õpilastel kokku võtta, mida on teada konkreetse probleemi kohta, missugused lisateadmised on hädavajalikud ja mida tuleks teha selle probleemi lahendamiseks;
- vahetage õpilastega kohad – olge Teie õpilane ja las õpilased esitavad Teile õpitud teemaga seotud küsimusi;
- viige läbi õpilaste akadeemiliste oskuste monitooring – selleks peaksid õpilased ise analüüsima oma õpioskusi, õpistiili, ülesannete lahendamise oskusi ja lahendusmeetodit jne. Arutage koos, mida saaks teha õpilaste seniste õpioskuste parendamiseks?
- julgustage õpilasi oma sõnadega õpitust või loetust kokkuvõtteid tegema. Limiteerige kokkuvõtte pikkus (näiteks 1 lause, 10 lauset, 1 lehekülg jne), sellega tuleb õpilastel rohkem mõelda ja analüüsida. Algate tehtud kokkuvõtete alusel diskussioone, kus õpilased saaksid omavahel

arutada kokkuvõtte tegemisel üleskerkinud probleeme, paluge õpilastel analüüsida ja anda hinnang teiste tehtud kokkuvõttele;

- paluge õpilastel esitada vähemalt 5 kriitilist küsimust loetud või tunnis õpitud uue materjali kohta ja esitada omapoolseid argumente;
- paluge õpilastel analüüsida tehtud eksperimentide tulemusi, määratlemaks tulemuste ja järelduste õigsust;
- julgustage õpilasi usaldusväärseid otsuseid tegema ja neid põhjendama, esitades abiküsimusi: „Kas tulemused on sinu arvates usaldusväärsed? Miks?“;
- olge järjekindel – mõtlemine peaks käivituma igas tunnis;
- olge kannatlik – märkimisväärseid tulemusi saate näha alles järgmisel semestril.

Richard Paul Sonoma Riiklikust Ülikoolist (California, USA) on koostanud kriitilise mõtlemise põhimõtted koos juhistega, **kuidas arendada kriitilist mõtlemist igapäevases õppetöös**, sidudes oma teooria õpetamisstrateegiatega (*Critical Thinking Handbook*). Pauli teooria alusel ei saa kriitilist mõtlemist arendada praktilistes tundides, vaid teooriatundides ja siin on siiski võtmeisikuks õpetaja, kes planeerib tunnid vastavalt kriitilise mõtlemise strateegiatele. Õpilase konkreetsed oskused on seotud üldiste oskuste ja enesetunnetusega. Paul seostab kriitilise mõtlemise erapooletusega (mõeldakse hästi ja erapooletult) ja vastandab kriitilise mõtlemise ebakriitilisuse (manipuleeritavus ja juhitavus) ning egotsentrilisusega (minakesksed huvid, manipuleerijad) (Fisher 2005).

Paul jaotab kriitilise mõtlemise omandamise strateegiad, mis on üksteisest sõltuvad, järgmiselt (Fisher 2005):

- **afektiivsed strateegiad** – eesmärgiks arendada iseseisvat mõtlemist, aluseks on siin põhimõte „*ma saan sellega hakkama*“ (motivatsioon) – mida ma arvan? kuidas ma selleni jõudsin? Kas ma tunnistan seda? Et saada intellektuaalselt iseseisvaks mõtlejaks, tuleb näha eeskujuna iseseisvaid mõtlejaid. Mõelge isiklikele kogemustele, otsige seoseid raamatutest, õppematerjalist, kirjeldage probleemi kahest erinevast seisukohast, mängige situatsioon läbi, analüüsige vaidlust jne;
- **makrovõimed** – protsessid, mis on seotud mõtlemisega – sõnade, mõistete täpne määratlemine, nende sidumine laiendatud mõtletegevusse, mille tulemuseks on terviklik, väljakujunenud mõtlemisvõimeline üldiste oskustega, mitte rida seosetuid oskusi omav inimene. Siin on oluline kognitiivne strateegia – mõtte selgitamine, Milles on mõte? Miks? Tegelik eesmärkide väljaselgitamine – miks me seda teeme? Oskus anda hinnangut. Otsustuskriteeriumid. Kogemuste vormimine.
- **mikro-oskused** – küsimuste esitamine ja neile vastamine, arutelu osalemine, loogiline mõtlemine, mõtete järjestamine, analüüsioskus, põhjuste otsimine, klassifitseerimine, otsustamine, ennustatavus (mis juhtub järgmisena? Mis siis kui...? jne), teiste mõistmine, iseenda mõistmine.

Õpilaste mõtlemine areneb vaid siis, kui nad on igas tunnis sunnitud mõtlema. Õpilane peab saama mõtestada õpitut. Küsimuste esitamisel ja õpilaste mõtlema panemiseks peaks õpetaja tundma mõtlemise käigus kasutatavaid võtteid, mida nimetatakse **mõtlemisoperatsioonideks**.

Tehnika- ja tehnoloogiaõpetuses on väga oluline kõikide mõtlemisoperatsioonide kasutamine õpetamisel:

- *tähelepanu koondamine* – probleemi sõnastamine ja eesmärkide püstitamine;
- *andmete kogumine ja organiseerimine* - informatsiooni kogumine, hindamine, valiku tegemine, organiseerimine;
- *tähelepanemine* – jõutakse täpsemate tulemusteni, mille alusel antakse põhjalik hinnang ja saavutatakse sügavuti mõistmine;
- *võrdlemine* sobib väga õpilaste mõtlemise arendamiseks, võrreldakse nii konkreetseid kui ka abstraktseid esemeid ja nähtusi (siin toimub analüüs, süntees, hindamine), otsitakse sarnasusi ja erisusi ning summeeritakse tulemused;
- *süsteematiseerimine ja klassifitseerimine* (esemete ja nähtuste liigitamine rühmadesse);
- *kritiseerimine* – paluge õpilastel esemeid, nähtusi, fakte, tulemusi jms hinnata, arvamust avaldada, väärtustada ja otsus langetada;
- *oletuste püstitamine* – õpilased peavad leidma võimalikult palju seletusi probleemile, olukorrale, küsimusele, esitades alternatiivseid lahendusvõimalusi ja leides kõige usaldusväärsema lahenduse;
- *analüüs* on eseme või nähtuse mõtteline jaotamine osadeks. Kui võtame mingi konkreetse seadme osadeks lahti, on tegemist demontaažiga – tehes seda mõtteliselt, nimetatakse tegevust analüüsiks;
- *süntees* on analüüsile vastupidine protsess – üksikosad ühendatakse mõtteliselt tervikuks;
- *üldistamine* on võrdlemise tulemus, mille käigus ühendatakse esemeid ja nähtusi mingite ühiste ja oluliste tunnuste alusel;
- *konkretiseerimine* (üksiku leidmine, mis vastab teatud üldisele mõistele – vask on metall), seotud võrdlemise ja üldistamisega, enamasti abstraktne;
- *integreerimine* – integreerige, võtke kokku ja restructureerige õpitu (valige, tooge välja olulisim, kombineeringe uued teadmised olemasolevatega);
- *abstraheerimisel* eraldatakse eseme või nähtuse mingid olulised tunnused, mida järgnevalt hakatakse iseseisvalt kasutama (näiteks kõik metallid on head elektrijuhid). Abstraheerimine on seotud võrdlemise ja üldistamisega, olles enamasti abstraktne. Seda mõtlemisprotsessi saab siiski valdavalt kasutada ja süvendada gümnaasiumiastmes ja kõrgkoolis, kus vallatakse juba rohkem mõisteid;
- *hindamine* – kriteeriumid on kindlaks tehtud ja lahendus on kontrollitud.

Kriitilise mõtlemise arendamiseks on õppetööd võimalik läbi viia Bloomi taksonoomia kategooriatele tuginedes ja küsimusi esitades (Fisher 2005):

- mäletama – mis juhtus? Milles seisneb probleem?
- aru saama – miks nii juhtus? Mis on võimalikud põhjused?
- rakendama – mida oleksite teie teinud?
- analüüsima – mis on tõepärane? Mis on kõige väärtuslikum?

- hindama – mida arvad, miks?
- looma – mida oleks võinud teha teisiti, miks? Mis siis kui?

Kriitiline mõtlemine on kõrgema taseme mõtlemine. Bloomi kognitiivse taksonoomia kõrgema taseme põhikategooriate kasutamine õpetamisel ja küsimuste esitamisel aitab õpilastel rakendada mõtlemisioskust kõrgemal tasemel ja mõista õpitut sügavuti ning ühendada teooriat praktikaga. **Kõrgema taseme mõtlemisoperatsioonid käivituvad**, kui õpilane saab uut informatsiooni, analüüsib eelnevalt õpitut, leiab seoseid uue informatsiooni ja eelnevalt õpitu vahel, liigitab, korraldab infot ümber, arendab edasi, üldistab, seega kasutab kõiki mõtlemisoperatsioone, mille tulemusel oskab õpitut uutes olukordades kasutada. Kriitilise mõtlemise ja kõrgema taseme mõtlemisoperatsioonide rakendamiseks sobivad väga hästi näiteks Venn'i diagrammide ja mõistekaartide koostamine (Zvacek 2013/1) (vt ka jaotised 8.5.2 ja 8.5.3).

Loov mõtlemine. Inseneripedagoogikas on mõtlemises ühendatud nii kriitiline mõtlemine (analüütiline, loogiline), loov (elementide lisamine, ümberstruktureerimine, probleemile uudse pilguga vaatamine) kui ka rakenduslik mõtlemine (kuidas seda teostada?), mis on kõik võrdselt olulised just probleemilahenduses ja integreerivas ning interdistsiplinaarses õppes. Kui me tahame, et õpilaste mõtlemine oleks eelarvamustevaba ja kriitiline, et nad väärtustaksid arutlusvõimet ja arvestaksid arvamuste paljususega, et tohiks me nende mõttetegevust jätta juhuse hooleks. Inimene ei suuda kunagi mõelda kõigest, ta mõtleb alati millestki. Alati tasubki millestki rohkem mõelda.

Loov mõtlemine on oma olemuselt divergentne mõtlemine, mis eeldab mitme õige vastuse leidmist, julgust eksida, enesekindlust ja oskusi oma eksimustest õppida.

Loovus kriitilise mõtlemise üks vormidest. Loovus on (tuginedes omandatud teadmistele) õpitu rakendamine ideede genereerimiseks, mis on üheaegselt uudsed ja kasulikud, lahenduste otsimine ja katsetamine. Loovus eeldab omandatud teadmiste ja oskuste rakendamiseks. Loovus tugineb teadmistel ja oskustel ja väljendub suutlikkuses rakendada omandatud teadmisi ja oskusi uuel viisil, uutes tingimustes.

Loovust on raske õpetada, aga väga lihtne tappa. Wankat (1993) märgib, et loovus kasvab ja areneb algkoolis, kuni lapsed saavad 10. aastaseks ja seejärel hääbub see kindlalt ja järkjärgult kuni kooliaja lõpuni. Sama toimub reaalinimeste õppimisel – 1. klassis on õpilaste lemmikaineks enamasti matemaatika, algkooli lõpuks on pilt oluliselt muutunud. Õpetajad põhikoolis, gümnaasiumis ja kõrgkoolis peavad toetama loovuse edasist arengut, **tõstma õpilaste enesekindlust ja vähendama hirmu eksimise ees.** Siin tulevad appi probleemilahendus ja elulised ülesanded. Loovust tuleb toetada, sest läbi hirmu ei ole võimalik ei õppida ega areneda. Wankat väidab, et inimesed on siis palju loovamad, kui neil palutakse loovalt mõelda ja pakkuda võimalikult palju erinevaid lahendusvõimalusi. Seega – **toetage oma õpilaste enesekindlust**, et nad oleksid julged, mõtleksid loovalt ja pakuksid julgelt välja võimalikult palju erinevaid lahendeid, tuginedes eelnevalt omandatud teadmistele! Ja kui on välja pakutud mitmeid lahendusvariante, tuleks paluda 2-3 parimat ideed välja valida ning neid edasi arendada. Tingimuseks peaks olema, et kõik ideed on head ja ühegi idee üle ei tohi naerda ega seda kritiseerida.

Loovus STEM valdkonnas on (tuginedes omandatud teadmistele) uudne idee, ootamatu mõtlemisviis või ülesande lahendus, mille kohta küsitakse: "Kuidas Sa selle peale tulid?" (Wankat 1993).

Loovus eeldab divergentset mõtlemist ja ilmneb reeglina probleemilahenduse „probleemi defineerimise“ või „uurimise“ tasemel. Loovus on vaid osake probleemilahendusest. Loov idee peab

lähima kontrolli ja kogu probleemilahenduse tsükli. Üldistamise astmel arendatakse loovat ideed edasi ja otsitakse alternatiivseid ideid.

Wankat (1993) on kokku võtnud loovuse tähtsuse insenerivaldkonnas järgnevalt: „*Inseneeria on nii kunst kui ka teadus ja kõrgel tasemel inseneeria sõltub nii kujutlusvõimest, loovusest kui ka valulikust tööst*“.

Divergentse (mitmesuunalise) mõtlemise puhul eristatakse nelja aspekti:

- voolavus (fluency) – mõtlemise kergus, mis võimaldab kasutada eelnevalt salvestatud informatsiooni (teadmisi) siis, kui vaja ning seda võimalikult maksimaalselt, et luua eeldused probleemide laiapõhjalikuks lahkamiseks;
- paindlikkus (flexibility) – võime ületada mõtlemises ette tulevaid vaimseid takistusi ja muuta oma lähenemist probleemile, mis on eelduseks probleemidele uudsete lahenduste leidmisel;
- originaalsus (originality) – erakordsus ja uudsus, mis väljenduvad ootamatu ja harvaesineva mõtlemise tulemusena ning mis toovad tihti kaasa geniaalseid teaduslikke lahendusi;
- täiustamine (elaboration) – võime oma ideedesse süveneda ja oma mõtteid detailiseerida ning täiustada, mis eeldab pühendumist ja võimaldab saavutada suurepäraseid tulemusi.

Edukas probleemide lahendamine kulgeb tsüklitena, kus vahelduvad loova mõtlemise ja kriitilise mõtlemise sihiteadlik kasutamine. Nimelt loovas mõtlemises on ülekaalus lahknev (divergentne), erinevaid ideid genereeriv mõtlemine ja kriitilises mõtlemises on tähtsamal kohal koonduv (konvergentne, analüütiline) mõtlemine, mis aitab välja selgitada parima lahenduse. Seega järgneb probleemide lahendamisel loovale ideede genereerimisele nende kriitiline analüüs, millele tuginedes järgneb uus ideede genereerimine ja kriitiline analüüs, protsess kordub parima lahendi leidmiseni jne.

Loovise arendamisel on abiks ka SCAMPERi mudel, mis on omakorda kombinatoorika alus (vt ptk 8.5.3 – Aktiivõppe meetodid loendus, seminaris ja harjutustunnis).

Loovust iseloomustavad:

- vajadus ja valmidus luua midagi uut;
- ideede paljusus ja originaalsus (teadmistepagas);
- vabadus ja avatus;
- motivatsioon ja enesekindlus;
- julgus erineda, teisiti mõelda, eksida ja teha midagi hoopis teisiti;
- usk oma loovusse ja julgus seda kasutada;
- julgus eksida ja oma eksimustest õppida;
- võime vahendada saadud tulemust ning oskus seda tulemust teostada.

Loovustehnika on võtete ja põhimõtete kogum, mis aitab uusi loovaid ideid leida. Loovustehnika soovituslikud lingid leiate käsiraamatu lõpust.

8.5.2 Aktiivõpe

„Ebaõnnestumised sillutavad tee edule...“ Thomas Edison

Aktiivõpe (*active learning*). Lähtekohtade ebatäpsus ja laialivalgusus võimaldavad täna Eestis aktiivõppeks pidada kõike, mis on seotud õpilaste mistahes aktiivse tegevusega. Tähendab ju sõna ladinakeelne vaste *activus* eeskätt tegutsemist või tegevust. Tihti ongi paljude kogemuslike õppemeetodite kohta kasutatud Eestis ühist terminit *aktiivõpe*.

Aktiivõpe inseneripedagoogikas on laiem mõiste, mis hõlmab endas õpilaste aktiivset tegevust õppimisel, sh näiteks lühikesed aktiivsed tegevused teooriatunnis, küsimustele vastamine, ülesannete lahendamine, laborid, projekt-, probleemõpe jms ja kriitilist mõtlemist ning analüüsi (vt **sele 8.8 ja 8.9**).

Mis siis ikkagi on aktiivõpe? Inseneripedagoogika eelistatuim aktiivõppe definitsioon (Crawley et al 2007):

Aktiivõpe on kogemuslik tegevuspõhine õpe, mis keskendub õpilase vastutusele oma õppimise eest, kaasates õpilasi ainesisuga seonduvatesse erinevatesse tegevustesse, rakendades kõrgema taseme mõtlemisprotsesse ja analüüsi, õpetamaks lahendama interdistsiplinaarseid elulisi probleeme.

Aktiivõppel on väga mitmeid definitsioone:

- aktiivõpe (*active learning*) on teadmiste omandamine läbi praktilise tegevuse, mille eesmärgiks on õppija suunamine oma õppimise eest ise vastutama, mis omakorda eeldab õpilase ja õpetaja vahelist ning õpilaste omavahelist interaktiivset suhtlust (Felder & Brent);
- aktiivõpe on kogemuslik protsess, milles õpilased on kaasatud tegevustesse nagu kirjutamine, lugemine, diskussioonid, probleemide lahendamine, mis eeldavad analüüsi, sünteesi, loomist ja hinnangu andmist (Bonwell & Eison);
- aktiivõpe on õpetamise meetod, mis keskendub õpilase vastutusele oma õppimise eest;
- aktiivõpe on õppemeetod, mis kaasab õpilased erinevatesse tegevustesse ja paneb nad mõtlema oma tegevuste üle (Bonwell & Eison);
- aktiivõpe on ainesisuga seotud erinevate tegevuste kogum, millesse on kõik õpilased kaasatud, selle asemel et lihtsalt vaadata, kuulata ja märkmeid teha (Felder & Brent);
- õpilaste kaasamine tegevustesse, mis paneb neid mõtlema, ideid ja nende kasutamise võimalusi analüüsima (Greenwood Dictionary of Education);
- aktiivõpe on kogemuslik õppemeetod, mis aitab erineval moel kaasata õpilasi õppeprotsessis (Michael Prince);
- aktiivõpe on suure hulga vaimse energia investeerimine ja kõrgetasemeline psühholoogiline kaasamine õppeprotsessis (Joe Cuseo);
- aktiivõpe on meetod, mis aitab muuta õpilasi passiivsetest kuulajatest - tegutsejateks läbi avastuste, andmete kogumise ja analüüsi, mille abil lahendatakse kõrgema taseme kognitiivseid probleeme (Felder & Prince);
- aktiivõpe on kogemuslik õppemethodika, mis koosneb erinevatest õppemeetoditest, eeldab tegutsemist ja diskussioone, rühmatööd, probleemide lahendamist jms - seega õpilaste tegevuspõhist osalust õppetöös ning mõttetööd ainetunnis;

- aktiivõpe on metoodika, mis sunnib õpilasi mõtestatult tunnis osalema, õpitut süvendatult analüüsima ja elulisi ülesandeid lahendama (Felder [http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ALpaper\(ASQ\).pdf](http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ALpaper(ASQ).pdf)).

Aktiivõppes toimub tegevuspõhine ja interaktiivne õppimine, õpilaste parem kaasamine õppimisse ja nende huvi äratamine. Aktiivõppe korraldamise vajab põhjalikku ettevalmistamist ja analüüsi. Aktiivõppe kasutuspiirid varieeruvad erinevates õppeainetes, eriti sobivad need meetodid lõimitud õppetegevuseks.

Aktiivõppe põhiprintsiibid on välja toonud Anthony (1996), kelle järgi aktiivõpe on:

- *eesmärgistatud*: ajakohastatud ülesanded vastavalt õpilaste huvidele ja vajadustele;
- *analüüsiv*: toimub pidev õpitu analüüs;
- *lääbiräägitud*: õppe-eesmärkide ja õpiväljundite läbi rääkimine õpilaste ja õpetaja vahel;
- *kriitiline*: õpilased hindavad ainesisu omandamise erinevaid viise ja meetodeid;
- *kompleksne*: õpilased võrdlevad õpiülesandeid reaalse elu olukordade keerukusega ja analüüsivad õpitut;
- *olukorrale vastav*: õpiülesannete loomisel lähtutakse reaalistest olukordadest;
- *kaasatud*: õppetegevuses analüüsitakse reaalseid probleemide lahendamist.

Õppekeskkonna karakteristikud aktiivõppes (Anthony 1996) on järgmised:

- konstruktivistlikest õpistrateegiatest lähtumine;
- uurimus- ja probleemõppe edendamine;
- juhtimisoskuste omandamise julgustamine enesearengut toetavates õppetegevuses;
- kollaboratiivseks õppimiseks sobiva õppekeskkonna loomine;
- dünaamilise keskkonna loomine interdistsiplinaarseks õppeks ja kaasaegsete õppemeetodite rakendamine kvaliteetsete õpikogemuste saamiseks;
- olemasolevate teadmiste integreerimine uute teadmistega, loomaks õpilastele laiapõhjalisi teadmiste struktuure;
- õpiülesannete positiivsete soorituste tagamine, andes õpilastele reaalseid, praktikale põhinevaid teadmisi ja oskusi.

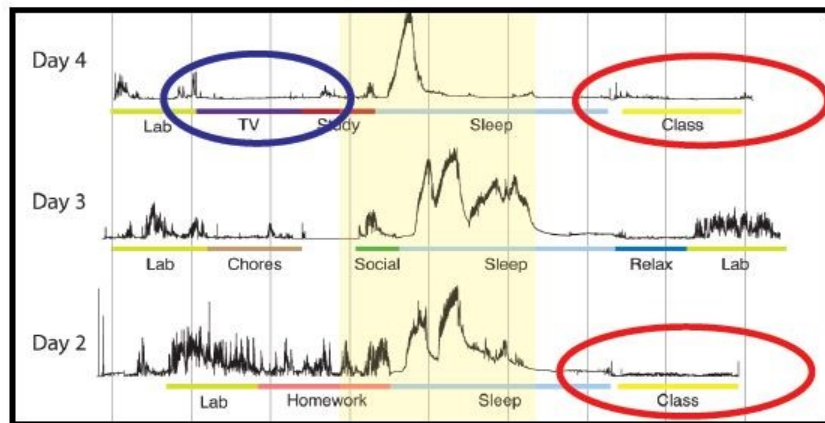
Aktiivõppe meetodid teooriatunnis on õpetaja poolt ajaliselt kontrollitud lühikesed, aktiivsed tegevused teoorias õpitu sügavuti mõistmiseks ja kinnistamiseks. Aktiivõppe erinevate meetodite kasutamine võimaldab õpilasi aktiviseerida, muuta õpiprotsess huvitavamaks ja sellega suurendada õpilaste õpitahet (<https://www.youtube.com/watch?v=1J1URbdisYE>) (vt jaotis 8.5.3 – Aktiivõppe meetodid, soojendustegevused ja loovustehnikad).

Aktiivõppe tulemuslikkust ja vajalikkust toetavad mitmed läbiviidud uuringud:

- Elektrodermilised uuringud (Electrodermal research);
- fMRI näitajad;
- Aju aktiivsuse uuringud (passiivse ja aktiivõppe puhul).

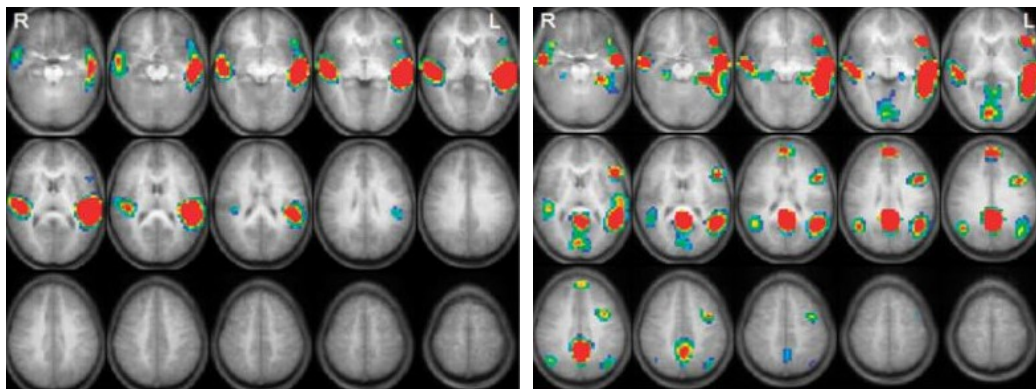
Õpilaste ajutegevust õpingute ajal on sümpaatilise närvisüsteemi tegevuse alusel uurinud Poh, Swenson ja Picard (Poh et al 2010). **Selel 8.5** on esitatud õpilaste sümpaatilise närvisüsteemi tegevuse uuringu tulemused (Poh et al 2010). Sümpaatiline närvisüsteem on otseselt seotud tunnetuse ja tähelepanuga. Uuringus kandsid tudengid nädala jooksul elektrodermilisi käevõrusid. Nagu graafikutelt näha, toimub

aktiivne ajutegevus laboris ja kodutöö ajal, kuid loengute ajal aktiivset tegevust ei registreeritud, seega vajaksid tudengid loengu ajal pidevat „elustamist“.



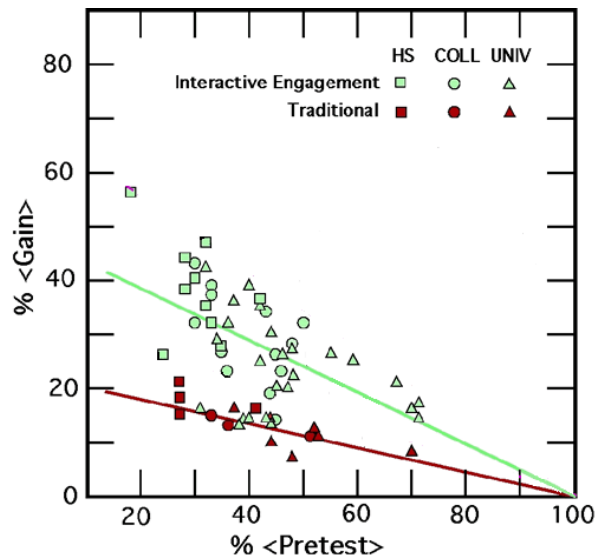
Sele 8.5 – Õpilaste ajutegevuse uuringu tulemused (Poh et al 2010)

Nii 20. kui ka 21. sajand tõid esile arengupsühholoogia ja kognitiivse psühholoogia valdkonna uuringutes uusi tuuli. Enam hakati uurima ajutegevust õppimise ajal. Aju neuroloogilisel MRI uuringul ilmnes, et aktiivõppe rakendamisel oli ajutegevus tunduvalt aktiivsem kui passiivse õppimise korral (Vannest et al 2009) nagu ilmneb ka **selel 8.6**. Aktiivõppes on õpilased aktiivsed, lahendatakse ülesandeid, õpitakse läbi eksimuste, hinnatakse õpiprotsessi



Sele 8.6 – Ajutegevus passiivse (traditsioonilise) õppimise puhul (vasakul) ja aktiivse õppimise korral (paremal) (Vannest et al 2009)

Hake (1998) uuringute alusel, mis viidi läbi 6000 üliõpilase seas füüsika õpetamisel ilmnes, et aktiivõppe rakendamisel paranesid õppurite tulemused 2-3 korda võrreldes traditsioonilise õppega (**sele 8.7**). Kui õpilased on emotsionaalselt kaasatud, jääb õpitu ka paremini meelde ning õpitut mõistetakse sügavuti.



Sele 8.7 – Õpitulemuste paranemine aktiivõppe kasutamisel (Hake 1998)

Aju fMRI uuringud (Mason & Just 2015) on tõestanud, et aktiivsel õppimisel on aktiveeritud enamus ajusagaratest. Õppimine toimus uuringute alusel 4 staadiumis (<http://medicalxpress.com/news/2015-03-science-brain.html>):

- visuaalne ajusagar oli aktiivne kujundite ja detailide ära tundmisel;
- parietaalne ajusagar oli aktiivne mehaaniliste struktuuride, kognitiivsete mõistekaartide abil õppimisel;
- kõik ajusagarad olid aktiivsed genereerides hüpoteese ja analüüsides (näiteks kuidas süsteem töötab või vastates „mis siis kui....?“ küsimustele);
- eesmine ajusagar oli aktiivne arutluses, kuidas ma ise selles süsteemis/olukorras tegutseksin.

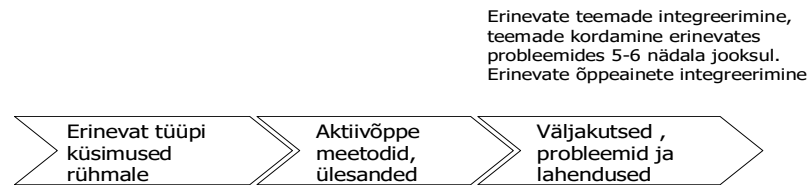
Albus'i (2010) poolt läbi viidud aju uuringud on tõestanud, et tagumised ajusagarad kontrollivad ja juhivad tunnetusprotsesse (pertseptsiooni) ning eesmised ajusagarad kontrollivad meie planeerimis- ja tegutsemisprotsesse. Tulemusliku õppimise eesmärgiks on, et kõik ajusagarad oleksid kaasatud õpiprotsessi, seda hõlbustab aktiivõppe rakendamine STEM valdkonna õppeainete õpetamisel (<http://www.james-albus.org/docs/ModelofComputation.pdf>).

Lihtsaimaks aktiivõppe läbiviimiseks soovib Felder (Felder 2009) moodustada 2 – 3 liikmelised õpilasarühmad, andke rühmadele 2-3 korda loengu jooksul aega 1 – 5 minutit, et:

- meenutada varemõpitud;
- vastata küsimusele;
- alustada ülesande lahendamisega;
- leida tuletuse/lahenduse järgmine samm;
- tuua reaalseid rakendusnäiteid;
- esitada 3 põhjust, miks läbitud materjal on oluline;
- leida seoseid varemõpitudga;
- seletada mõistet;
- põhjendada, miks antud vastus võib olla vale;

- teha ajurünnakut (eesmärgiks olgu ideede kvantiteet);
- esitada küsimusi;
- leida viis, kuidas kontrollida vastuse/lahendi õigsust;
- võtta ühe lausega kokku tunnisõpitu;
- koostada 1-2 kontrolltöö küsimust.

Küsi alul vastuseid õpilasarühmadelt, seejärel küsitlege vabatahtlikke – see meetod töötab alati, sõltumata rühma suurusest ja seeläbi kaob ka hirm õppeaine ees, kasutage erinevaid aktiivõppe tasemeid (vt sele 8.8).

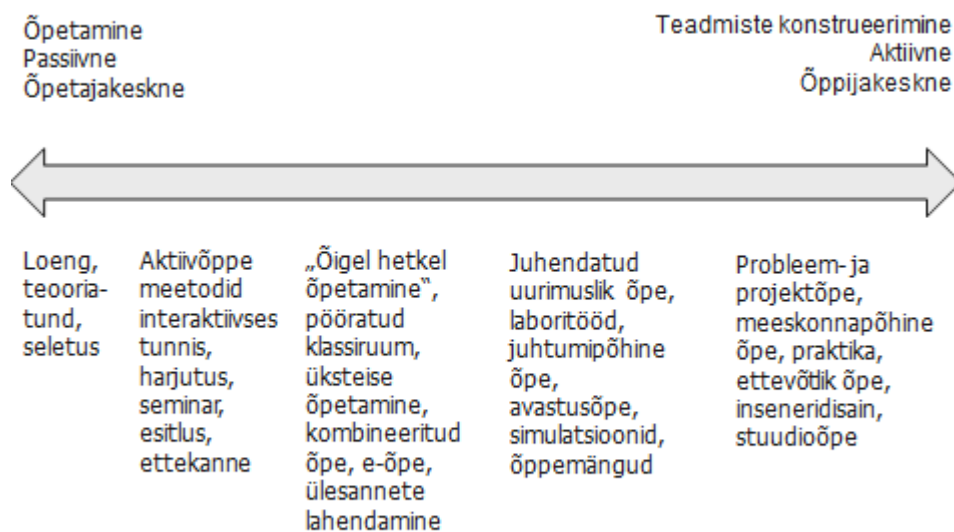


Meeskonnatöö ja suhtlemisoskuse arendamine – õpilased ei saa olla ainult passiivsed info vastuvõtjad, oluline on mitmekesine aktiivne suhtlemine

Farrell (2015)

Sele 8.8 – Aktiivõppe erinevad tasemed (Farrell 2015)

Selel 8.9 on esitatud aktiivõppe pidevustik (Farrell 2015), millelt ilmneb, et klassikaline loeng kui traditsiooniline õpe on pidevustiku kõige passiivsem õppemeetod. Traditsioonilisel õpetamisel annab õpetaja edasi informatsiooni, õpilased on reeglina passiivsed. Õpetaja edastab ainekursuse sisu, õpilased taasesitavad ainesisu testil või eksamil. Edukamad on siin hea lühimäluga õpilased. Aktiivõppe meetodite rakendamine teooriatunnis aitab passiivseid õppureid aktiviseerida (vt jaotis 8.5.3). Disain, probleem-, projekt- ja stuudioõpe toimuvad aktiivõppe kõrgeimal tasemel, kus õpilased lahendavad integreeritud erialaprobleeme meeskonnapõhiselt. Siin on õpilased kõige aktiivsemad, õpperühmas on kõrge energiatase, mis soodustab ka loovust.



Sele 8.9 – Aktiivõppe pidevustik (Farrell 2015)

Aktiivõppe motiveerivaks läbiviimiseks:

- esitage suunavaid küsimusi;
- ärge andke halvustavat hinnangut;
- paluge õpilastel teise rühma vastus kokku võtta ja ümber sõnastada;
- küsige, kes nõustub ja kes ei nõustu teise rühma vastusega;
- laske ühel rühmal teisele küsimusi esitada;
- kui üks rühm ei tea vastust, võib ta küsimuse teisele rühmale edasi anda;
- paluge mõtte/lahenduskäik oma sõnadega lahti seletada;
- küsige alternatiivseid vastuseid ja lahendusteid.

Pildikesi tehnikavaldkonna ainetunnist. Esimene pildike - Te olete jõudnud oma tunniga poole peale, klass on vaikne nagu alati, käsil on reaktorite teema. Paljud õpilased ei saanud eelmise testiga hakkama, selle vaatamata ei esita nad tänagi küsimusi, ka siis mitte, kui neid julgustate. Rein tukub nagu alati ja esitab küsimusi vaid siis, kui virgub ja reeglina selle osa kohta, mille ta maha magas. Te küsite uuesti, et kas on küsimusi, aga õpilased vaatavad Teile otsa tühjade klaasistunud pilkudega. Mis on sellel pildil valesti?

Teine pildike - Te otsustate oma tunnis midagi muuta. Pärast eksotermiliste reaktsioonide tutvustamist, ütlete, et reaktor on töötanud normaalselt teatud aja jooksul, reaktsioon on eksotermiline ja reaktorit jahutatakse jahutusveega. Äkki hakkab temperatuur ootamatult kiiresti tõusma. Mis võib juhtuda, kui midagi kiiresti ette ei võeta? Mida tuleks koheselt teha? Te palute õpilastel jaguneda 4-liikmelisteks rühmadeks ja valida rühma reporter. Suures auditooriumis saavad eespool istujad pöörduda ümber, nii tekivadki 4-liikmelised meeskonnad, auditooriumis kõlab jutuvada, on kõrge energiatase, õpilased

arutavad aktiivselt. Etteantud aja möödudes esitavad rühmad oma vastused ja loeng jätkub. See pildike on juba huvitavam ja kaasahaaravam kui esimene...

Mida teha, kui kõik kaasa ei tööta? Kindlasti on alguses õpilaste vastuseisu. Paljud õpilased tahavad teada, mida tuleb täpselt eksamil reprodutseerida. Seletage õpilastele aktiivõppe eeliseid, mis hõlbustab hakkama saamist nii kodutöodes kui ka eksamil. Mõni õpilane ei ole nõus rühmatöös osalema. Julgustage õpilasi koostööle, paari korra järel see olukord laabub. Kui mõni siiski keeldub, ei saa me neid sundida. Õpitakse omal vabal tahtel. Kui oleme kaasanud ka 90-95% õpilastest, on see suur võit, mitte kaotus. Need, kes töötavad kaasa, mõistavad õpitut sügavuti.

8.5.3 Aktiivõppe meetodid loengus, seminaris ja harjutustunnis

„Esimese eluaasta jooksul õpetame me oma lapsi käima ja rääkima, kõigil järgmistel aastatel käsime neil aga paigal istuda ja vait olla.“
Phyllis Ada Diller

Aktiivõppe läbi viimisel on ülikoolides sageli kasutatud abilistena ka doktorante, kes seeläbi ka õpetamispraktikat sooritavad (Johnson 1998; King 1993; Brent & Felder 1992; Young 1999; Felder & Brent 2003; Prince 2004).

Aktiivõppe meetodid aitavad rakendada loengus, seminaris ja harjutustunnis tegevuspõhist õpet ning probleemõpet ja on seetõttu abiks üleminekul tegevuspõhisele õppele ning probleemipõhisele õppele. Küll tuleb aga aktiivõppe meetodite valiku aluseks võtta analüüs, kas need meetodid aitavad kaasa materjali sügavuti omandamisele. Lihtsalt ajaviiteks aktiivõppe kasutamisel erilist kasu ei ole. Aktiivõppes esitatavad küsimused ei tohiks olla liiga lihtsad või liiga keerulised. Tuleks eelnevalt läbi viia lühike instruktaaz, püstitada probleem ja eesmärk, määratleda aeg, tutvustada protseduuri (näit. kas vastatakse kirjalikult), tagada vajalik ajavaru.

Aktiivõppe läbiviimisel tehakse tihti ka vigu, näiteks viiakse läbi liiga erinevaid aktiivõppe meetodeid liiga pikalt (soovituslik 3-5 minutit loengu ajal, mitte üle 3 erineva meetodi ühe loengu jooksul). Mõned õpilased töötavad kiiremini ja liiga pikalt aktiivõppele aega andes raiskame me nende õppurite aega, teised jälle töötavad liiga kaua, lähevad närvi ja raiskavad teiste aega. Samuti ei tasu aktiivõppe meetodi rakendamise järel küsida ainult üksikute õpilaste vastuseid, vaid tuleks küsida rühmadelt vastuseid, sest muidu õpilased mõistavad vägagi ruttu, et nad ei peagi kaasa töötama, nii räägitakse rühmas muudel teemadel ja keegi teine annab niikuinii õige vastuse. Ka ei jagata õpilastele rühmatöösks tööülesandeid – soovitatav on paluda rühmal endi seast valida protokollija, ajajuht (kontrollib optimaalset ajakasutust), tasakaalustaja (et kõik osaleksid ja annaksid võrdse panuse), reporter (kannab ette tulemused) jne. Lihtsalt juhised: „Arutage seda küsimust omavahel“ ei ole korrektne.

Tabelis 8.2 on esitatud aktiivõpet toetavad tegevused otsesel ja kaudsel õpetamisel ning e-õppes (online) (Fink 2010).

Tabel 8.2 – Aktiivõpet toetavad tegevused (Fink 2010)

	Info ja ideede omandamine	Kogemused		Kaalutlev dialoog	
		Tegutsemine	Jälgimine	Iseendaga	Teistega

Otsene õpetamine	• Algandmed • Algallikad • Loengud, laborid, harjutused jm	Reaalne tegutsemine autentsetes tingimustes	Nähtuste otsene jälgimine	• Kaalutlev mõtlemine • Päevik, logi • Portfoolio	Rühmatööd, dialoog, arutlused, suhtlemine klassis
Kaudne õpetamine	• Teisesed andmed ja allikad • Loengumaterjalid ja õpikud	• Juhtumianalüüs • Rollimäng • Simulatsioonid, õppemängud	Narratiivid (esitatud filmina, kirjandusena, isiklike kogemustena)		
Online	• õppeaine veebileht, • e-õpe • internet • videoloengud	Õpetaja saab anda õpilastele ülesandeks kogeda või tegutseda reaalselt Õpilased omandavad kaudseid kogemusi internetist		Õpilased saavad analüüsida ja seejärel osaleda eri liiki online diskussioonides ning foorumites, virtuaalses rühmatöös jms	

Levinud on ka mitmed müüdid, näiteks et aktiivõppe läbiviimine võtab liiga kaua aega. Juba mõni aktiivõppeks kasutatud minut tunnis annab suure panuse õpiväljundite paremaks saavutamiseks, soovitatav on anda jaotmaterjale erinevate tuletuste jms jaoks, jagada illustratiivseid materjale, nagu diagrammid, joonised, skeemid jne, paluge ka aktiivõppe läbiviimisel neid kasutada. Jaotmaterjalidesse võib jätta lünki, mida õpilased tunnis aktiivõppe käigus täidavad. Nii omandavad õpilased enam materjali ja mõistavad seda sügavuti. Samuti väidetakse, et aktiivõppe kavandamine võtab rohkelt lisaaega. Aktiivõppe erinevate meetodite rakendamise ettevalmistus erist lisaaega ei nõua. Valmistage ette erinevaid küsimusi õpitava materjali kohta, valige ja struktureerige ülesanded, otsustage aeg, mille jooksul aktiivõpet rakendate. Aktiivõpe muudab õppetöö huvitavamaks ja õpitava teema paremini arusaadavaks.

Tutvustame lähemalt enimlevinud lihtsamaid aktiivõppe meetodeid, mida on võimalik interaktiivses loengus, miniloengute vahel, harjutustunnis, seminaris ja probleemõppes rakendada, varieerida ja kombineerida (Nilson 2003, Wankat 1993, Felder 2000, Felder 2006, Angelo 1993, Bellanca 2009):

- **Võrdle naabriga** – õpilased võrdlevad naabriga konspekteritud märkmeid ja täiendavad lünklikuks jäänud ülestähendusi, see tegevus paneb õpilased kordama, analüüsima ja läbi mõtlema vastõpitut – aeg: 2 minutit;
- **Võrdle naabriga ja küsi** – analoogne eelmise meetodiga, lisaks esitavad õpilased üksteisele läbitud materjali kohta neile arusaamatuks jäänud osade selgitamiseks küsimusi – toimub materjali kordamine ja analüüs; kui õpilased isekeskis oma küsimustele vastust ei leia, vastab õpetaja – aega 3 minutit, pluss õpetajale aeg selgusetutele küsimustele vastamiseks;
- **Perioodiline õpitu meenutamine** – õpilased panevad kõrvale loengumaterjalid ja kirjutavad üles 2-3 olulisemat pidepunkti, mis eelnevalt miniloengus läbiti. Õpilastel on samas võimalus selgusetuks jäänud probleeme omavahel täpsustada ja küsimusi esitada. See meetod aitab korrata, analüüsida ja kokku võtta eelnevalt õpitut. Õpilased võivad töötada nii üksikult kui ka paaris või rühmas, see sõltub õpetaja otsusest. Mitmekesi töötades on õpilastel võimalik üksteise küsimustele omavahel vastuseid leida, arusaamatuks jäänud küsimustele vastab õpetaja, aega 2 minutit, pluss vajalik aeg õpetajale, üleskerkinud küsimustele vastamiseks;
- **Kuula, meenuta ja küsi; seejärel võrdle naabriga ja vasta** – õpilased ainult kuulavad miniloengut, aga ei konspekteeri – seejärel avavad konspektid ja kirjutavad üles olulisimad pidepunktid, mis neile meenuvad, ja märgivad üles küsimused selgusetuks jäänud probleemide

kohta. Soovitage eelnevalt õpilastel jätta konspekti vajalikud tühikud olulise info hilisemaks lisamiseks. Seejärel võrdlevad õpilased oma märkmeid naabriga, täiendades vajadusel oma konspekti ja vastavad teineteise küsimustele. Vastuseta jäänud küsimustele vastab õpetaja. See tegevus nõuab eelnevalt tähelepanu, aitab loengus läbitu kordamist ja läbitöötamist/analüüsimist ning kokku võtmist. Aega 3–4 minutit kirjutamiseks, 2–4 minutit märkmete võrdlemiseks ja küsimustele vastamiseks, lisaks veel aeg õpetajale, vastamaks selgusetutele küsimustele;

- **Ülesande lahendamine** – õpilased lahendavad õpetaja poolt antud ülesannet, mis põhineb miniloengus läbitud materjalil. Õpilased võivad töötada nii individuaalselt kui ka väikestes rühmades. Kirjutage ülesanne tahvlile või esitlege lüümikult/slaidilt. Võite ka anda mitu vastusevarianti ja paluda käega märku anda, kes on mingi variandi poolt. See meetod võimaldab koheselt loengusõpitu rakendamist ja näitab, kas uut materjali on mõistetud. Arusaamatuks jäänud materjali saab õpetaja vajadusel kohe uuesti seletada ja õpilastega läbi arutada. Lisaks klassikalisele ülesande lahendamisele võib paluda õpilastel täiendada joonist, täita tabel, koostada loetelu, joonistada graafik, täiendada skeemi, koostada mõistekaart, jne. Meetod sobib ka seminaris kasutamiseks. Aega 1–3 minutit ülesande lahendamiseks, lisaks 1–3 minutit aruteluks.
- **Kiire 'case study' ehk juhtumianalüüs** – õpilased teevad kiire lühiülevaate loengus läbitud materjalist, seejärel esitage neile mõni konkreetne reaalne probleemsituatsioon, mis põhineb loengus läbitul. Võite esitada küsimusi: „*Milles seisneb lahendatav probleem? Millest võib see tingitud olla? Millised on võimalikud lahendusvariandid? Missugused takistused vajavad kõrvaldamist?*“ Paluge õpilastel üles märkida võimalikud lahendusvariandid. Õpilased võivad probleemi lahendamiseks vajada lisaandmeid, mida õpetaja neile vajadusel ka annab. Õpilased võivad töötada rühmas. See meetod aitab analüüsida ja sünteesida loengus läbitud materjali. Meetod sobib ka seminaris kasutamiseks. Aega 3–8 minutit sõltuvalt probleemist, lisaks 10–15 minutit diskussiooniks;
- **Arutle naabriga** – õpilased jagunevad paardesse või väiksematesse rühmadesse, et arutada ja leida vastus õpetaja poolt esitatud avatud küsimusele eelnevalt miniloengus läbitu kohta, analüüsides ja rakendades eelnevalt loengus läbitut. Paluge õpilastel vastata kirjalikult, millele järgneb ühine diskussioon. Meetod aitab analüüsida, sünteesida, rakendada õpitu ja sellele hinnangut anda ja sobib ka seminaris kasutamiseks. Aega 3-10 minutit sõltuvalt küsimusest, pluss 5–15 minutit diskussiooniks;
- **Mõttele, leiaga paariline ja jaga oma arvamust** – õpetaja sõnastab probleemi või küsimuse, õpilasele antakse aega vastuse mõtlemiseks, õpilased leiavad paarilise, kellega oma vastust arutada, lõpuks arutatakse vastuseid kogu rühmaga. Sobib seminaridel kasutamiseks, ülesannete lahendamiseks.
- **Ülevaade** – sarnaneb olemuselt eelneva meetodiga, sobib enne eksamit või kontrolltööd. Õpilased koostavad õpetaja avatud küsimuse alusel ülevaatliku kokkuvõtte miniloengus läbitud materjalist ja esitavad selle teistele. Ülejäänud võivad täiendada ja parandada. See meetod õpetab õpilasi ise oma tööd hindama, sobib ka seminaris kasutamiseks. Aega 3-10 minutit, lisaks 5-15 minutit õpilaste ettekandeks;
- **Suminarühmad** – jagage õpilased rühmadeks ja paluge arutada teema või küsimuse üle, leida vastuseid, pakkuda lahendusi kuni 3 minuti jooksul, kui aeg on läbi, paluge igal rühmal välja käia 1 idee/vastus. Võib paluda vastus ka tahvlile kirjutada.

- **Rivistumine** – esitage küsimus/väide ja paluge ühte ritta/veergu rivistuda neil õpilastel, kes nõustuvad ja teise neil, kes ei nõustu väite või vastusega;
- **Lumepall** – esitage idee, küsimus, teema vms. Iga õpilane mõtleb antud küsimuse üle üksi 1 minuti jooksul, eesmärgiga leida kuni 3 võimalikku vastust. Kaks õpilast arutavad koos oma vastuseid ja püüavad leida kuni 3 vastust, milles nad ühel meelel on. Seejärel leiavad vastused kaks paari. Nii võib soovi korral jätkata. Meetodi lõpus paluge ühisarutelu käigus välja tuua 3 olulisimat ideed/vastust.
- **Kaardimäng** – jagage õpilastele kaardid/paberid ja paluge kirjutada üks küsimus läbitud teema kohta. Õpilased saadavad kaardi 3-4 korda teistele vastamiseks, iga vastuse järel murtakse paber kokku. Seejärel kogunevad õpilased 3-4 liikmelistesse rühmadesse ja arutavad saadud vastuste. Valige õpilaste soovitusel välja mõni küsimus ühiseks aruteluks.
- **Maailmakohvik** – leidke kohviku läbiviimiseks sobiv ruum: ideaalis väikesed ümmargused lauad, kuhu mahub 4-5 inimest ning piisavalt ruumi nende vahel liikumiseks. Looge õdus ja soe õhkkond: osalejate saabudes võib mängida muusika; pakutakse kohvi-tee. Looge avatud õhkkond, uurige küsimusi, mis on teemaks olulised, julgustage igaüht panustama, looge seoseid erinevate nägemuste vahel, muutke kollektiivne teadmine nähtavaks: joonised, ideekaardid, fotod jne. Inimesed istuvad 4-5 liikmelistes seltskondades ümber laua. Sissejuhatuses tervitatakse osalejaid, selgitatakse kohviku teemat ja üldist protsessi. Kohviku keskmes on head ja päevakajalised küsimused, mis tekitavad elevust ja õhinat. Iga laudkond arutleb olulise küsimuse ümber (20-30 min). Põhilised ideed, mõtted palutakse kirja panna. Pärast vestluse lõppu palutakse ühel inimesel jääda laua peremeheks või perenaiseks ning teised liiguvad uude lauda. Koos uute saabujatega vaadatakse üle põhilised vestluse aspektid, märkamised, avastused, küsimused. Igal laual võib olla ka erinev teema. Maailmakohvikule võib vastavalt teemale oma nime panna: strateegiakohvik, kogemuskohvik, tulevikukohvik jne. Tegemist on paindliku meetodiga, mida on võimalik teistega kombineerida.
- **Mõttele kõigepealt ise ja siis arutle naabriga** – andke õpilastele lahendamiseks ülesanne või esitage küsimus, mis põhineks eelnevalt miniloengus läbitul. Esialgu mõtleb igaüks ise (need õpilased, kes vajavad aega isekeskis mõtlemiseks, saavad rahulikult mõelda) ja seejärel arutleb naabriga (kujundatakse ühine seisukoht, saadakse julgust, et teemast on õigesti aru saadud ja liigutakse õiges suunas) sellele järgneb ühine arutelu (tutvustatakse oma ideid ja kujundatakse ühine seisukoht). Meetod aitab korrata, analüüsida, sünteesida, rakendada õpitut ja sellele hinnangut anda, annab esinemisotsuse, sobib ka seminaris kasutamiseks. Andke aruteluks aega 5-15 minutit;
- **Kontrolli naabri tööd** – kõrvutiistuvad õpilased vahetavad oma lahendatud ülesande või konspekti ja kontrollivad teineteise tööd, sobib kasutamiseks ka harjutustunnis, aega 3 minutit;
- **Grupianalüüs** – pärast demonstratsiooni, filmi vaatamist, loengut, esitlust vms, saavad õpilased töölehe, mis tuleb eelneva alusel täita õpilaste rühmal ühiselt. Sellele järgneb rühmajuhitide suuline arutelu. Meetod aitab korrata, analüüsida, kokku võtta, hinnangut anda, annab esinemisotsuse, sobib seminaris kasutamiseks, aega 5–15 minutit;
- **Grupiarutelu** – õpilased jagunevad paaridesse või väiksematesse rühmadesse, et arutada ja leida vastus õpetaja poolt esitatud avatud küsimusele. Meetod aitab analüüsida, sünteesida, rakendada loengus õpitut ja sellele hinnangut anda, järgneb ühine diskussioon, sobib seminaris kasutamiseks, aega 3-10 minutit sõltuvalt küsimusest, pluss 5–15 minutit diskussiooniks.

- **Teemagruppid** – (ehk *mosaiikrühm*) erinevate gruppide teatud liikmetele antakse läbitud materjali aruteluks miniteema või küsimus. Seejärel kogunevad ühesuguse küsimusega õpilased erinevatest gruppidest „ekspertgruppidesse” ja arutavad oma teema üle, täiendavad üksteist ning teevad ühised järeldused. Lõpptulemusena teevad eksperdid kokkuvõtavad järeldused, tutvustavad neid oma esialgses rühmas ja seletavad sellega veelkord õpitut. Meetod aitab korrata, analüüsida, hinnangut anda, sünteesida, integreerida, jõuda uute ideedeni, sobib ka seminaris kasutamiseks, aega 20–30 minutit;
- **Akadeemiline dispuut** – õpilased jaotatakse gruppideks, grupid saavad läbitud materjali kohta vasturääkivad probleemid, mille järel toimub ühine väitlus, aitab analüüsida, hinnangut anda, annab esinemisotsusi, sobib seminaris kasutamiseks, aega 15–20 minutit;
- **„Mitu pead on ikka mitu pead”** – iga õpilane grupis saab numbrit. Õpetaja esitatud küsimus või tõstatatud probleem arutatakse grupis läbi ja vastab see, kelle numbrit õpetaja nimetab. Meetod õpetab analüüsima, sünteesima, hinnangut andma, annab esinemisotsusi, sobib seminaris kasutamiseks, aega 5–15 minutit;
- **„Rääkivad žetoonid”** – õpilastele jagatakse žetoonid, kaardid, pliiatsid vms. Diskussiooni käigus sõna saamiseks tuleb üks žetoon välja käia. Kellel žetoonid otsas, ei saa enam sõna võtta, küll aga võib ta osaleda rühmaarutelus. Kui kõik žetoonid on välja käidud, jagatakse need vajadusel uuesti välja. See meetod sobib seminarides kasutamiseks ja nii saavad sõna ka vähemaktiivsed õpilased;
- **Koosta ja saada ülesanne** – õpilaste grupp koostab ise ülesande eelnevas miniloengus läbitu põhjal, kirjutab selle paberile ja märgib vastuse lehe pöördele. Seejärel vahetatakse teiste gruppidega ülesandeid. Teine grupp lahendab ülesande ja kontrollib saadud vastust pöördel. Seejärel toimub arutelu õige lahendi leidmiseks, sobib kasutamiseks ka harjutustunnis või seminaris, aega 20 minutit;
- **Eesmärgistatud loetelu** – enne mingi uue teema läbimist paluge õpilastel panna kirja või nimetada võimalikult palju mõisteid ja probleeme, mis nende arust vastava uue teemaga seonduvad. Seejärel toimub ühine arutelu, meetod aitab eelnevalt õpitut meenutada ja seostada uue teemaga, analüüsida, aega 3 minutit, lisaks aeg aruteluks;
- **Maatriks** – koostage tahvile tabel ja paluge õpilastel nimetada, missugune vastõpitud suurus, nähtus, ühik vms millisesse lahtrisse sobiks. See sunnib õpilasi eelnevalt loengus läbitut analüüsima, sobib ka seminaris kasutamiseks, aega 5–10 minutit;
- **Rõhuasetusega loeng** – pärast miniloengu või demonratsiooni läbiviimist paluge õpilastel seletada, kuidas nad loengut/demonratsiooni jälgisid ja millele tähelepanu pöörasid. Õpetaja saab seeläbi koos õpilastega analüüsida nende õpistiile, aega 5–15 minutit;
- **Segaseim osa/probleem** – annab tagasisidet arusaamatutest probleemidest või teemadest, mis loengus läbiti. Loengu lõpus kirjutavad õpilased üles need kontseptsioonid, ideed, probleemid jms, millest ei saadud aru. Õpetaja kogub kokku ja analüüsib vastused. Õpetaja seletab järgmise tunni alguses eelmisel korral segaseks jäänud probleemid üle. Vastata võib õpilastele ka kursuse veebilehel, e-posti teel, jaotada laiali trükitud materjalid jne. Meetod annab otsusi kõrgema taseme mõtlemiseks, tähelepanuks ja kontsentreerumiseks. Meetodit võib kasutada ka tunni alguses, siis märgitakse üles eelmises tunnis segaseks jäänud probleemid, millele õpetaja vastab, sobib ka seminaris kasutamiseks;

- **Väljapääsupilet** – õpilane või õpilasarühm peab tunni lõpus vastama küsimustele või lahendama vastõpitule tuginevaid ülesandeid;
- **Vasta küsimusele** – esitage õpilastele nn „ülesäratavaid“ küsimusi või ülesandeid, näiteks 1) paluge visandada skeem, diagramm, plokk-skeem eelnevalt läbitud materjali kohta; 2) paluge esitada kolm põhjust, miks eelnevalt läbitud materjal on oluline; 3) küsige, mis võiks olla järgmine samm (näiteks mingi teoreemi tõestamisel või ülesande lahendamisel); 4) tehke teadlikult mingi viga ja küsige, mis on tahvlile (slaidile, lüümikule vms) valesti kirjutatud; 5) küsige, kuidas saaks saadud tulemust kontrollida; 6) paluge õpilastel endil koostada õpitu alusel kontrolltöö küsimused; 7) paluge õpilastel leida vastõpitud materjali seoseid eelteadmistega (sobib ka seminaris kasutamiseks); 8) teha kokkuvõtteid, tuua välja põhiidee, tuua näiteid jne;
- **Töö trükitud õppematerjaliga** – jaotage õpilastele kahe miniloengu vahel laiali täiendav trükitud õppematerjal ja paluge see (või teatud osa sellest) läbi lugeda ning segaseks jäänud osa naabriga läbi arutada, mõistmatutele probleemidele annab vastuse õpetaja, sobib ka seminaris kasutamiseks;
- **Teooriaküsimused** – õpilased vastavad õpetaja poolt eelnevalt koostatud ja läbitud miniloengul põhinevale valikvastustega küsimustikule, millele vastamiseks kulub mõni minut. Vastused näitavad õpetajale, kas õpitud materjalist on aru saadud. Küsimused põhinevad kindlatele tunnis läbitud kontseptsioonidele. Õpetaja valmistab küsimused ette juba tunniks ette valmistudes. Küsimused võivad olla ka trükitud ja sel juhul vastatakse kirjalikult. Segaseks jäänud küsimused arutatakse naabriga läbi ja vajadusel seletab õpetaja veelkord arusaamatuid probleeme. Vastata võib ka suuliselt – sel juhul tuleks küsimustik projitseerida ekraanile ja õpilased annavad käega (värvilise kaardiga, elektroonselt vms) märku. Paljudes koolides on laudadel ka vastusepuldid, mida saab kasutada aktiivõppes;
- **Vabatahtlike registreerimine ehk „ticking“** – on väga populaarne meetod aktiivõppes ülesannete lahendamisel harjutustundides ja seminarides. Õpilased valmistuvad harjutustunniks/seminariks vastavat teemat eelnevalt läbi töötades ja loengus õpitut korrates. Harjutustunni/seminari alguses laseb õpetaja ringi käima lehe, millel on lahendamisele tulevad ülesanded või arutletavad probleemid. Õpilased kirjutavad oma nime selle ülesande/probleemi juurde, mida tahaksid ja oskaksid tahvil klassi ees lahendada/arutada. Õpetaja teeb valiku ja kutsub vastama ühe registreerinu. Teine soovi avaldanud õpilane võib lahenduskäiku jätkata jne. Kui õpilane on end registreerinud vähemalt 75%-le ülesannetest semestri jooksul, võib ta näiteks saada boonuspunktid eksamik. Lahendamise käigus peab õpilane juhtima aktiivset arutelu klassis, seletama oma lahenduskäiku ja seisukohti, kaasama kaaslased arutellu ja vajadusel võib ta ka kaaslastelt nõu küsida. Kui õpilane ülesannet lahendada ei suuda, kustutatakse ta registreerinute nimekirjast. Seda meetodit kasutatakse väga efektiivselt USA-s ja Põhjamaades – õpilased väidavad, et see meetod aitab ülesannete lahendamist paremini õppida. See on väga efektiivne meetod, sest õpilased valmistuvad igaks harjutustunniks, samas peavad nad oskama oma lahenduskäiku ka seletada ja põhjendada. Kuna kõik õpilased on teemaks valmistunud, suudavad nad jälgida kaaslaste lahenduskäiku, seda hinnata ja anda vajadusel kohe tagasisidet. See meetod viib tavaliselt efektiivsete diskussioonide ja mitmete alternatiivsete lahendusteedeni.
- **Juhendatud rühmaõpe (tutorials)**. Ajal, mil õpperühmad muutuvad väiksemaks on juhendatud rühmaõpe igati sobiv meetod insenerivaldkonnas. Rühmaõppeks on tavaliselt arvestatud üks seminaritund. Näiteks palutakse õpilastel järgmiseks korraks ette valmistuda teatud ülesannete lahendamiseks või probleemide arutamiseks. Meetod annab võimaluse õppida nii üksteiselt kui

ka õpetajalt. Tegemist on interaktiivse õppega. Kui interaktiivses loengus jääb aktiivseteks tegevusteks siiski suhteliselt vähe aega, siis juhendatud rühmaõppes on selleks enam aega. Meetodit saab ühendada Tickingu meetodiga.

- **Paarisprogrammeerimine** – aktiivne paaristöö, kus piloot opereerib klaviatuuril ja navigaator identifitseerib probleeme ning mõtleb strateegiliselt, aeg-ajalt vahetatakse rollid, annab meeskonnatöö oskusi.
- **Arutlev ülesande lahendamine paaristööna** – õpilased jaotatakse paarideks – üks on küsitleja, teine seletaja ja antakse lahendamiseks ülesanne. Seletajal on aega ülesande lahendamise seletamiseks 3-4 minutit, küsitleja esitab küsimusi, kui miski on arusaamatu. Õpetaja võib esitada suunavaid küsimusi ja jälgida, et lahendustee oleks õige. Paarid vahetavad rollid ja jätkavad ülesande lahendamist. Õpetaja esitab vajadusel aeg-ajalt uut materjali ja juhendab lahenduskäiku. Lõpus esitatakse ühiselt õige lahenduskäik. Toimub diskussioon. Meetod õpetab ülesandeid lahendama meeskonnatöös ja sobib kasutamiseks ka harjutustunnis (Lockhead 1987).
- **Lühikokkuvõtte õpitust** – (lühikirjutis) õpilastel palutakse õpitu kokku võtta 1-2 lausega. Meetod aitab anda hinnangut ja tagasisidet tunnil. Arendab õpilaste oskust lühidalt kokku võtta uut esitletud informatsiooni, parandab mälu, arendab tähelepanuvõimet, annab oskusi informatsiooni analüüsiks, sünteesiks ja integreerimiseks, aitab omandada õpitut, sobib ka seminaris kasutamiseks, aega 4-5 minutit tunni lõpus.
- **Tagasiloendamisega analüüs** – (*count down processing*), kus õpilastel palutakse kirja panna 4 uut mõistet ja 3 uut fakti, mida loengus õpiti, 2 küsimust, mis jäid vastuseta ja 1 kõige väärtuslikum mõte või idee, mille üle soovitakse edasi arutleda. Meetod paneb õpilased analüüsima, sünteesima, integreerima, hinnangut andma, arendab mälu, aktiveerib mõtlemist ja aitab omandada õpitut. Sobib kasutamiseks ka seminaris. Aega 5 - 10 minutit.
- **1-minutiline lühitest** – õpilastel palutakse vastata kahele küsimusele: 1) mis oli kõige olulisem, mida täna õppisite? 2) missugused tänase teemaga seotud küsimused jäid arusaamatuks? Meetod õpetab iseseisvalt mõtlema ja analüüsima, annab oskusi tunnis esitatu sünteesimiseks ja integreerimiseks, õpetab holistiliselt mõtlema, arendab tähelepanuvõimet ja kuulamisoskust ning aitab paremini omandada õpitut. Õpetaja saab järgmisel korral pöörduda tagasi segaseima probleemi juurde, parandada õpetamist, sobib kasutamiseks ka seminaris, aega 1-2 minutit tunni lõpus.
- **Sihtotstarbeline ümbersõnastamine** – õpilastel palutakse õpitu lühidalt oma sõnadega ümber sõnastada teemat mitte tundvale sihtrühmale. Meetod annab tagasisidet tunnis omandatule, arendab õpilastes oskust lihtsustatult uut teemat ümber sõnastada, arendab üldistamisoskust, annab kogemusi õpitu kasutamiseks erinevates olukordades ja aitab omandada õpitut, aega 3-4 minutit.
- **Telegramm** – tunni lõpus koostavad õpilased telegrammi sõbrale/tuttavale, kolleegile, ülemusele vms, milles kirjeldatakse lühidalt oma arvamust, kogemust ja hinnangut tunni kohta. Telegrammi maht on õpetaja poolt ette antud maksimaalse sõnade arvuga, mis sunnib keskenduma tähtsaimale. Meetod õpetab iseseisvalt mõtlema ja analüüsima, annab oskusi tunnis esitatu sünteesimiseks ja integreerimiseks, õpetab holistiliselt mõtlema, arendab tähelepanuvõimet, oskust õpitu lühidalt kokku võtta ja kuulamisoskust ning aitab paremini omandada õpitut. Meetodit võib kasutada ka rühmatöö tagasisidena ja sel juhul võib lõpuks iga rühm oma telegrammi ette

lugeda. sobib kasutada nii loengus, seminaris kui ka harjutustunnis ja laboris. Võib paluda koostada ka pressiteate või tweet'i Twitterisse.

- **Mõistekaardi koostamine** – õpilastel palutakse koostada mõistekaart läbitud teema alusel, õpilased analüüsivad, seostavad, käsitlevad teemat erinevatest vaatenurkadest, struktureerivad, mõtlevad kriitiliselt, annavad hinnangut (vabavarad Cmap <http://cmap.ihmc.us/download/> ja XMind <https://www.xmind.net/features/>), sobib kasutamiseks ka seminaris, aega 15 minutit (vt lisaks jaotis 8.5.5).
- **Kuldvillak** – tuntud *Jeopardy* mängul põhinevat meetodit saab kasutada erinevates õppeainetes elevuse loomiseks ning õpitu kinnistamiseks. Lisaks tasuta [Jeopardy Labs](http://www.edtechnetwork.com/powerpoint.html) keskkonnale on olemas mitmeid vabavarasid (<http://www.edtechnetwork.com/powerpoint.html>, <http://freebies.about.com/od/teacherfreebies/tp/jeopardy-powerpoint-templates.htm>) PowerPoint kuldvillaku loomiseks. Iga ruudu küsimusel teatud punktide arv, lisaks küsimustele võib anda ka ülesandeid, tekitab võistlusmoment, sobib ka meeskonna teadmiste kontrollimiseks.
- **Rakendamise võimalused** – õpilased peavad esitama tunnis õpitu reaalse rakendamise võimalusi, see annab õpilastele oskusi õpitu analüüsida, kasutada õpitu erinevates uutes olukordades, arendab loovat iseseisvat mõtlemist ja aitab omandada õpitu, sobib kasutamiseks seminaris, aega 3-4 minutit.
- **Delfi meetod rühmatöös** - Õpilastele esitatakse probleem, millele nad peavad lahendusi otsima (võib ka elektroonselt). Iga õpilane annab oma hinnangu ning põhjendab seda, hinnangud jaotatakse teistele laiali (anonüümselt). Õpilased kujundavad oma seisukoha oma ja teiste arvamuste alusel. Etappe võib läbida seni, kuni jõutakse ühise või enam-vähem kõigile sobiva lahenduseni.
- **Teise õpilase vastuse kokkuvõte** - pärast ühe vabatahtliku õpilase vastust paluge mõnel teisel õpilasel eelnev vastus kokku võtta. Paljud ei kuula kaasõpilaste vastuseid, oodatakse õpetajalt õige vastuste kordamist. Õpetab kuulama ja analüüsima, kokku võtma, koondab tähelepanu, õpetab Kriitiliselt mõtlema, õppimine on koostööne tegevus.
- **Rühmaprojekt** - igal rühmal/õpilasel oma miniprojekt, näiteks tuumaenergia, hüdroenergia, tuuleenergia, fossiilsete kütuste energia jne analüüs, kokku saab ühise suure projekti, seminaril esitus ja projektide analüüs, ka võib seminaril moodustada grupid erinevate rühmade esindajatest ja viia läbi rühmaarutelu, annab oskusi meeskonnatöös, õpetab vastutustunnet, annab oskusi analüüsiks, kriitiliseks mõtlemiseks, hinnangu andmiseks.
- **Nurkade mäng ehk karussell** - ruumi igas nurgas on küsimused, ülesanded, teemaga seonduv materjal, artiklid vms ja poster, rühmad liiguvad nurgast nurka, lahendavad ja kleeбивad postrile oma vastused, igal rühmal oma klepppaber/markeri värv, diskussioon, sobib seminaris ja harjutustunnis kasutamiseks, annab rühmatöö oskusi, õpetab ülesandeid lahendama, analüüsima, Kriitiliselt mõtlema, hinnangut andma
- **Ühisanalüüs** - Rühm analüüsib õpitu järgnevalt: õpitu kasutamine reaalses elus, kasulikud uued teadmised, küsimused, mis vajaksid vastust, diskussioon, ühiselt vastatakse arusaamatutele küsimustele, õpetab meeskonnatööd, analüüsi, sünteesi, hinnangu andmist, kriitilist mõtlemist.
- **Jagatud ajurünnak** - õpetaja jagab igale rühmale erineva ülesande/küsimuse, rühm vastab küsimusele/lahendab ülesande, rühmad liiguvad edasi ringiratast ja vastavad teiste rühmade küsimustele (erinevatel lehtedel), rühm jõuab tagasi oma küsimuse juurde, teeb töödest kokkuvõtte ja kirjutab lõpliku vastuse, toimub diskussioon. Meetod õpetab rühmatööoskusi,

analüüsima, sünteesima, kokku võtma, diskuteerima, hinnangut andma, järeldusi tegema, sobib kasutamiseks seminaris või harjutustunnis.

- **Pöördtooli meetod** - Rühmadiskussiooni reeglid: kui tahad diskussioonis osaleda, tõsta käsi, sõnavõtja annab sõna järgmisele, kes käe tõstis, uus sõnavõtja võtab esmalt lühidalt kokku kõik eelnevalt öeldu, kui soovite sõnavõtjana üle minna uuele teemale, peate eelneva teema kokku võtma ja uuega seostama, annab oskusi diskussiooniks, analüüsiks, kriitiliseks mõtlemiseks, hinnangu andmiseks, esinemisioskusi, oskusi integreerimiseks, kuulamiseks.
- **„Viis või rusikas“** - Kas oled aru saanud õpitust? Ülestõstetud käsi viie sõrmega – täiesti ülestõstetud käsi kolme sõrmega – enam vähem, kuid pean veel tööd tegema, ülestõstetud rusikas käsi – väga väike saavutus või üldse mitte, õpiväljundite saavutamise ja teadmiste hindamise analüüs, enesekindluse hindamise ja eneseanalüüsi meetod.
- **„Akvaarium“**, diskussioonis osalevad 2 rühma: sisemine ring (arutlejad, diskuteerijad) ja välimine ring (vaatlejad), kes protokollivad ja analüüsivad diskussiooni või väitlust ning teevad kokkuvõtte. Diskussiooni võib läbi viia ka arvutipõhiselt, kas foorumis, jututoas, videokonverentsina jne. Rühmad võivad vahetada kohad ja jätkata diskussiooni. Lõpus analüüsitakse tulemusi, tehakse kokkuvõtte või valitakse välja parim pakutud lahendus probleemile. Sobib kasutamiseks seminaris. Õpetab diskuteerima, analüüsima, hinnangut andma, kuulama, kokku võtma, tähelepanu, kriitilist mõtlemist.
- **Klaster** - õpilastele jaotatakse kaardid erinevate mõistetega vms, õpilased liiguvad ringi, võrdlevad kaarte, kui leitakse oma mõistete vahel seos, liitatakse ja tuuakse välja, kuidas mõisted omavahel seostuvad, koostatakse poster, toimub esitlus ja analüüs.
- **Kõigi faktoritega arvestamine** - rühmatööna õpitava teema kõigi faktorite, mõjutegurite hinnang (poolt, vastu, huvitav) ja kokkuvõtte, teiste rühmade hinnanguga tutvumine, oma hinnangu täiendamine, diskussioon, õpetab analüüsima, hinnangut andma, otsuseid langetama, aktiveerib mõtlemist.
- **Esmamulje analüüs** - õpilastel palutakse pärast õpetaja poolt uue teooriaosa, demonstratsiooni esitlust vm õpetajakeskset tegevust kirjutada lühike analüüs: huvitav miks? minule oli huvitav....õppisin midagi uut....mind üllatas....õpetab analüüsima, Kriitiliselt mõtlema, hinnangut andma, tähelepanu ja kokku võtmist.
- **Kalavaagen** - tunni lõpus palutakse igal õpilasel kirjutada õpitu kohta üks selgitust vajav, rakenduslik vms küsimus, tunni lõpus või järgmise tunni alguses, kui materjal on kodus läbi töötatud, asitavad õpilased küsimused vaagnale (lauale), õpetaja tõmbab välja mõned kaardid ja vastab ise või palub rühmadel vastata, õpetab analüüsima, hinnangut andma, Kriitiliselt mõtlema, kordama ja kokku võtma.
- **T-analüüs** - otsuse, väite, artikli, probleemilahenduse, dilemma, teema vms rühmaanalüüs kas tahvlil või rühmatööna postril. Esitage teema, küsimus, probleem, juhtum vms. tahvel (paberileht) jagatakse kaheks - poolt ja vastu argumendid (või mis toetab minu seisukoht ja mis ei), kirjutage vastused tahvlile või ekraanile, diskussioon, sobib loengus (ajapiiranguga) ja seminaris, arendab analüüsioskust, järelduste ja otsuste tegemist, hinnangu andmist, eetiliste valikute tegemist, väärtushinnanguid.
- **3-2-1 meetod** - Rühmatööna: 3 uut omandatud teadmist, 2 reaalselt rakendusvõimalust, 1 segaseks jäänud probleem/küsimus, sobib kasutamiseks loengu tagasisideks, õpetab analüüsima, hinnangut andma, kokku võtma, tähelepanu, kriitilist mõtlemist.

- **5 küsimust** - Paluge õpilastel koostada igale Bloomi taksonoomia tasemele vastav küsimus, näiteks: oluline fakt, suurus, ühik....selle fakti olulisus igapäevaelus, kahe suuruse, idee, tegelase suhe, sõltuvus, kahe suuruse vms suhe terves süsteemis, mis siis kui....küsimus jne, õpetab rühmatööskusi, analüüsima, sünteesima, kokku võtma, diskuteerima, hinnangut andma, järeldusi tegema.
- **Grafiti** - Seinal suur poster/tahvel, kuhu õpilase vabalt kirjutavad oma mõtteid seoses õpituga: mida nad seoses teemaga teavad? mida uut teada tahaks? mida on tunni lõpuks õppinud? lõpuks tehakse ühiselt kokkuvõtte, toimub eelteadmiste analüüs, eneseanalüüs, aktiveerub mõtlemine, hinnangu andmine, kriitiline mõtlemine.
- **Raskete küsimuste tahvel** - õpilased kirjutavad klassitahvlile või postrile arusaamatud teemad ja küsimused, kui mõni teema saab selgeks, kustutatakse see tahvlilt või tõmmatakse maha, ühine analüüs tunni/veerandi lõpus, kõigil meil on küsimusi ja arusaamatuid teemasid, arendab julgust ja eneseanalüüsioskust, hinnangu andmist.
- **Pluss-miinus-huvitav** - õpilasarühmad toovad välja õpitu/teema plusspunktid, kasu, vajalikkuse, miinuspunktid, puudused, vajakajäämised, huvitavad aspektid, idee, teema, väite vms analüüs, sobib kasutamiseks tunni lõpus, õpetab analüüsima, hinnangut andma, kokku võtma, tähelepanu, kriitilist mõtlemist
- **Post-it kollektsioon** - iga õpilane rühmas paneb kirja oma arvamuse/idee/vastuse, seejärel arutatakse teema läbi rühmas ja kirjutatakse iga väärt idee eraldi uuele kleepsule, kleepsud kinnitatakse postrile, ühisarutelu ja analüüs, lõpliku ühise vastuse genereerimine, õpetab rühmatööskusi, analüüsima, sünteesima, kokku võtma, diskuteerima, hinnangut andma, järeldusi tegema.
- **SWOT** - leida teema/probleemi tugevused, nõrkused, võimalused, ohud, rühmaanalüüs, kuidas on võimalusi ja tugevusi arvesse võttes võimalik tugevdada nõrkusi ja elimineerida ohte? Rühmaanalüüs õpetab rühmatööskusi, analüüsima, sünteesima, kokku võtma, diskuteerima, hinnangut andma, järeldusi tegema.
- **Kaks tähekest ja soov** - rühmatööde hinnang, hinnatakse kõiki postreid jm rühmatöö tulemusi, liikudes ringiratast ja alustades oma tööst, kirjutatakse üles iga postri 2 parimat ideed ja antakse üks soovitus, kuidas oma postrit veelgi paremaks teha, iga rühm analüüsib teiste hinnangut ja teeb oma töös parandusi, rühmatööde esitlus ja arutelu, arendab empaatiat, hinnangu andmist, analüüsioskusi, kriitilist mõtlemist.
- **Mis, kuidas, miks? (Sisu-vorm-funktsioon)** - teksti, filmi, ülesande, teema, artikli vms sisuanalüüs, tabelanalüüs (3 veergu: mis, kuidas, miks), sobib ka kodutööks, arendab analüüsioskust, loetu mõistmist, parendab kriitilist lugemisoskust ja kirjutamisoskust, arendab õpioskusi, eneseanalüüsioskust, väärtustab ainemetoodikat, eetiliste valikute tegemise oskust, iseseisvat mõtlemisoskust.
- **Analüütiline memo** – simulatsioonülesanne, spetsiifilise probleemi 1-2 lk analüüs, püstitage probleem, täpsustage, kes kirjutab ja kellele memo on suunatud (asutuse juht, aktsionärid, tehniline järevalve, tootmisjuht jne), rakendatakse spetsiifilisi erialateadmisi ja –metoodikat, arendab analüüsioskust, probleemide lahendamise oskust, kirjutamise oskust, juhtimisoskust.
- **Sõna-päevik** - üliõpilane võtab loetud teksti, artikli vms kokku ühe sõnaga, kirjutab 1-2 lõiku seletamiseks, miks ta just selle sõna valis, aitab loetud teksti mõista, arendab tähelepanuvõimet,

analüüsioskust, sügavuti mõista, kokku võtta, arendab loovust, õpetab oma seisukohti kaitsma, kirjutama teadusartiklite abstrakte, arendab õpioskusi, iseseisvalt mõtlema.

- **Analoogiate leidmine** - kasutage A ja B elemente, paluge leida X ja Y elemendid, massi (A) ja ruumala (B) suhe on analoogiline....nagu (X)....ja (Y)...., paluge lisaks leida analoogiaid ka reaalsest elust, õpetab analüüsima, sünteesima ja integreerima, kriitiliselt ja loovalt mõtlema, sügavuti õpitut mõistma, avatus uutele ideedele.
- **Leidlik dialoog (rollimäng)** - üliõpilased analüüsivad ja sünteesivad õpitut, kasutada võib tsitaate, teadusartikleid, kirjandusviiteid rakendamaks eriala- ja aineteadmisi, õpetab kokku võtma, analüüsida, sünteesida ja integreerida, loovalt mõtlema, õpitut väärtustama ja hinnangut andma.
- **Ishikawa ehk kalaluu diagramm** - defineeri probleem, identifitseeri võimalikud põhjused, paku välja võimalikud lahendused. Ishikawa diagrammi on hea kasutada, kui meeskond on probleemi lahendamise algusfaasis (vabavara XMind <https://www.xmind.net/features/>).
- **Plickersid** - Valikvastustega testide, viktoriinide ja arvamushäälestuste läbiviimise keskkond, kus õpilased hääletavad spetsiaalsete kaartidega. Õpeta saab hiljem näha täpselt kuidas keegi hääletas <https://www.plickers.com/> .
- **Lühikokkuvõtete portfoolio** - sisaldab õppeaine tunni- ja kodutöid, küsimustele vastuseid, ülesannete lahendusi, laboritööde analüüse, näiteid reaalsest elust, seletusi, analüüse ja enesehinnangut õpiväljundite saavutamisest, õpitu rakendamine sh uutes tingimustes, loovus, õppeaine oskuste, töövahendite, tehnoloogia, meetodite rakendamine, enesehinnang, esitlusoskus, analüüsioskus, ainete integreerimine, videoprotokoll.
- **Artikli, projekti, testi vms prospekt** - lühike, kokkuvõttev, struktureeritud tegevusplaani koostamine semestriks, teema, eesmärgid, põhiküsimused, ajaplaneerimine, hindamine, tegevuse organiseerimine, ressursid, tehnoloogia jne, pidev tagasiside õppejõult, tegevusjuhise üliõpilastele, nõudmised, oodatavad tulemused, hindamine jne.
- **Meenuta, võta kokku, küsi, integreeri ja anna tagasisidet** - meenuta eelnevalt õpitust olulisimat, kirjalik lühike kokkuvõtte eelnevalt õpitust, koosta 1 küsimus eelnevalt õpitu kohta, leia seoseid eelnevalt õpitud teemade ja tänase teema vahel, annab tagasisidet, eneseanalüüs, analüüs, enesekindlus, integreerimine, sügavuti aru saamine, aitab korrata, kokku võtta.
- **Hinnang grupitööle** - Kuidas hindad grupi ühistööd? Mitu liiget osales aktiivselt? Mitu liiget oli tööks valmistunud? Mida hindad kõige enam rühmatöö tulemustest? Mida õppisid teistelt? Mida teised liikmed õppisid sinult? Mida peaks teie rühma töös edaspidi muutma? Parendab õpioskusi, rühmatööd, juhtimisoskusi, analüüsioskust, teistega arvestamist ja austust, ausust, tagasisidet, vastutust.
- **Grupieksam/arvestus/seminaritöö** – põhivara omandamist kontrolliv individuaalne kirjalik arvestustöö (~20 – 30 minutit), mis koosneb järgmistest etappidest:
 - eksamipileti küsimustega individuaalne tutvumine (~10 – 15 minutit),
 - grupitöö pileti küsimustega, diskussioon (~40 minutit),
 - individuaalne kirjalik töö, eksamipileti küsimustele vastamine, vastavalt õpetaja ja õpilaste kokkuleppele vastab iga õpilane kas ühele või kõigile eksamipileti küsimusele kirjalikult (~40 minutit),

- hindamisel võetakse aluseks individuaalse kirjaliku arvestustöö ja diskussioonile järgneva eksamipileti vastused, lisaks võib arvesse võtta ka semestri jooksul grupitöodes osalemist vms.
- **Huvi-teadmised-oskused** - õppejõud koostab õppeaines läbitavate teemade nimekirja, tuues välja oodatavad õpiväljundid, teadmised ja oskused, üliõpilased hindavad oma eelteadmisi, märgivad ära neid eriti huvitavad teemad, õpetaja saab vastavalt tagasisidele õpetada, eneseanalüüs, enesejuhtimine, kohusetunne, väärtuste hindamine, arukad otsused.
- **Hinnang oma õppimisele** - õpistiilide tutvustus ja analüüs (Felderi õpistiilid), tugevuste ja nõrkuste analüüs, kasutatavate õppemeetodite analüüs, eesmärkide püstitamine semestri alguses ja õppimise analüüs semestri lõpus, väärtushinnang, elukestev õpe, isiklike eesmärkide püstitamine, vastutus, otsustusvõime, kriitiline mõtlemine.
- **Tulemuste logi** - õppimise analüüs, mitu tundi kulunud, mitu päeva nädalas, aja planeerimine, millal kõige tulemuslik õppimine, kus on õpitud, kvaliteet, saavutuste logi, tulemuste analüüs, vaatlus, analüüs, enesejuhtimine, hinnangu andmine, vastutus, ajaplaneerimine, otsuste analüüs.
- **Rõhuasetusega loeng** – kuula, peatu ja mõtle, analüüsi (mida mõistsin, kuidas kuulasin, kuidas ma õpin), anna kirjalikult tagasisidet (anonüümselt), tee järeldusi edaspidiseks, tähelepanu, kontsentreerumine, kuulamisoskused, õpioskused, eneseanalüüs, vastutus, enesejuhtimine, õppejõud saab anda soovitusi, kuidas õppida.
- **Õppeprotsessi analüüs** - üliõpilase akadeemilise tegevuse analüüs – kuidas õpin (kui palju aega kulub), eesmärgid, hindamiskriteeriumid, kas vajan tagasisidet, hinnang oma tegevusele, tegevuste dokumenteerimine õppimise jooksul, raskuste analüüs, õppimise parendamine, enesearendamine ja eneseanalüüs.
- **Diagnostiline õpipäevik** - akadeemiline õpipäevik – konspektid, ülesanded emotsionaalse ja hinnangulise aspektiga, vastavasisuliste teadusartiklite analüüs jms, eneseanalüüs – mida mõistsin, mida mitte, tekkinud küsimused, kodutöö – ülesande analüüs, õnnestumised, raskused – tegevuse analüüs, järeldused edaspidiseks, hinnang õpitule vead, õnnestumised, edu, ebaedu, tugevused ja nõrkused, analüüs, kriitiline mõtlemine, edasise õppimise parendamine, planeerimine, annab oskusi analüüsiks, hinnangu andmiseks, kriitiliseks mõtlemiseks, kokkuvõtete tegemiseks, tagasisideks, õpimapi koostamise, õpipäeviku pidamise või analüüsiva konspekterimise õppimine probleemilahendus, õpioskused, täpsus, vastutus, ajaplaneerimine, enesejuhtimine, edu planeerimine.
- **Ahelanalüüs** - õppejõud kirjutab küsimuse õpperühma kohta või oma õpetamise kohta ümbrikule (koostöö, tegevus vms), saadab ümbriku ringi käima, iga üliõpilane kirjutab oma vastuse paberile ja paneb ümbrikusse (1-2 min), annab üliõpilaste tagasisidet õpperühma tegevusele, arendab tähelepanu, kontsentreerumisvõimet, kuulamisoskust, õpioskusi, ajakasutust, vastutust, analüüsivõimet, hinnangu andmist.
- **Rühma tagasiside õppejõule** - mis meetodid/materjalid jms sobivad ja aitavad ainet õppida? missugused meetodid/materjalid jms ei sobi ja segavad? mida võiks muuta õpetamise parendamiseks? Meetod annab õpetajale tagasisidet, annab oskusi analüüsida, jälgida, hinnangut anda, koostöö parendamine, ausus, järelduste tegemine, vastastikune austus

- **Kvaliteediring** - õpilasarühmade tagasiside õppetööle, õpilaste kaasamine õppetöö parendamisse, vabatahtlikud, 5-liikmelised rühmad, kõigile teada hindamisrühm, regulaarsed kohtumised, tagasiside, õppetöö monitooring, arvamuste mitmekesisus, tagasiside, analüüs, õppetöö parendamine, vastastikune austus, usaldus.
- **Veski** – õpilased seisavad või istuvad kahes ringis, üksteise vastas ja seletavad paaris üksteisele õpetaja poolt neile antud probleemi, mõistet, teooriat vms. Kui mõlemad on oma probleemi ära seletanud, liigutakse ühe võrra edasi ja korratakse sama järgmise paarilisega. Niimoodi mitu korda probleemi seletades kinnistub õpitu, samas kuulatakse ka teiste probleeme. Meetod aitab korrata, arendab tähelepanu, kontsentreerumisvõimet, kuulamisoskust, õpioskusi, esinemisoskusi, julgust küsimuste esitamiseks, õpitu integreerimiseks.
- **Lauamäng „Tsirkus“ (snakes and ladders)** – õpetaja koostab nn tsirkusemängu aluse (numbrid, üles ja alla liikumised jne), igale numbrile sattudes, võtab õpilane pakist küsimuse ja vastab sellele, kaaslastel on vastusteleht, millelt saab vastuse õigsust kontrollida. Samale mängualusele võib koostada küsimusi erinevatele õppeainetele, teemadele jne. Meetod annab tagasisidet õpitu mõistmisest, aitab korrata, kinnistada, kriitiliselt mõelda, hinnangut anda, analüüsida ja sünteesida.
- **Poolik konspekt** – õpilastele jagatakse tunni alguses teema alusel koostatud pooliku konspekti, esitlusmaterjali vms. Õpilased täidavad lüngad õpetaja poolt tunnis esitatu alusel. Meetod aitab koondada tähelepanu, kontsentreeruda, analüüsida, kinnistada, hinnangut anda, korrata.
- **Vigade oksjon** – kontrolltöö järel esitatakse erinevate ülesannete vastuseid ekraanile. Õpilased pakuvad nn virtuaalset raha esitatava ülesande lahendi eest. Toimub oksjon. Õigesti lahendatud ülesande puhul, saavad õpilased pakutud raha väärtuses punkte, vale lahenduse puhul leitakse viga ja pakutakse välja õige lahenduskäik, mille eest saadakse topelpunktid. Saadud punktide alusel võib õpetaja panna õpilastele või rühmale vastava hinde. Meetod õpetab analüüsima, kriitiliselt mõtlema, õpitud kokku võtma, integreerima, hinnangut andma, tähelepanu arendama.
- **Doomino** – õpetaja koostab tabeli, mille ühes veerus on küsimused, lühiülesanded, fotod seadmetest jne ja teises veerus vastused kõrvalolevate küsimustele, definitsioonid, vasted jms. Küsimuste veerg jääb terveks, tabeli vastuste veerg lõigatakse lahti üksikuteks vastusteks, millel on ka number. Õpilased peavad küsimuste veerus olevatele küsimustele leidma õige vastuse lahti lõigatud vastuste seast ja eraldi vastuste lehele kirjutama õige vastuse numbri. Vastuste lehtede kõrvutamisel on õpetajal kerge leida valesti vastanud õpilane/rühm. Võib koostada ka doomino kaardid, mida saaks järjestikku laduda lauale nagu doominokive nii, et üks mõiste täiendaks teist, nii tekitab analoogia mõistekaardiga. Meetod annab tagasisidet õpitu mõistmisest, aitab korrata, kokku võtta, analüüsida, hinnangut anda, õpitud integreerida.
- **BINGO mäng** – igal osalejal on ruudustikuga mänguväli (5 x 5, 4 x 4 või 3 x 3), lahtritesse on eelnevalt trükitud vastused (märksõnad või numbrid). Kõik mänguväljad, mis õpilastele jagatakse, on erinevad. Õpetaja esitab õpilastele küsimusi või vihjeid. Õpilased otsivad vastuseid oma mänguväljalt üles ja märgistavad ära. Kes saab esimesena rea täis kas horisontaalselt, vertikaalselt või diagonaalselt, on võitja. Mängitakse niikaua, kuni kõik küsimused on vastatud. Teiseks enamlevinud mänguvõtteks on kolme erineva mänguetapi rakendamine. Esialgu mängitakse seni, kuni keegi õpilastest saab täis kõik nurgad nn nurkademäng, seejärel püütakse täis saada kaks diagonaali ning kõige lõpuks täismäng ehk kogu mänguvälja märgistamine. Omaloodud bingot saab mängida nii paberil kui ka veebipõhiselt, kui keskkond seda võimaldab (Bingo Baker).

- **Rollimäng** – aitab edukalt jäljendada reaalseid probleemolukordi, tekkivad emotsioonid sarnanevad reaalsele elule. Osalejatele tuleb anda aega sisseelamiseks, et rollimäng ei muutuks farsiks. Analüüsimisel tuleks oma rollist distantseeruda. Osa rühmast võivad olla ka vaatlejad, kes rollimängu analüüsivad. Õpetab teemasse süvenema, probleemide lahendamist, annab tagasisidet.
- **Täringumäng** - Tegemist on meetodiga, mis lihtsustab teema analüüsi, meetod põhineb Bloomi taksonoomial. Papist valmistatud kuubi igale tahule kirjutatakse üks järgmistest instruksioonidest (KIRJELDA, VÖRDLE, LEIA SEOSEID, ANALÜÜSI, RAKENDA, ESITA OMA SEISUKOHT/HINNANG). Õpilased saavad teema ning käsitlevad seda kuuele erinevale tahule vastavalt. Iga tahk keskendub erinevale küsimusele. Võib kasutada ka paaris- ja rühmatööna (nt igal grupi liikmel on erinev tahk). Mõnede teemade puhul sobib veeretada täringut nii, et iga õpilane kirjutab sellest aspektist, mis tal veeretamisel sattub. Sobib kasutada seminaris. Võib kasutada ka tavalist lauamängu täringut, eelnevalt kokku leppides mida vastav täringu tahk tähendab.
- **„Kollane kaart“** – seminaris osalejad lepivad kokku tingimustes (näiteks tagasiside antakse ainult õpilasele, mitte grupele, aega esitluseks on 5 min, üks räägib korraga jne), seejärel saavad kõik osalejad kollase kartongist kaardi. Seminari ajal on võimalik igal osavõtjal (ka õpetajal) õigus/kohustus näidata kollast kaarti, kui tema arvates rikutakse mõnda seminari reeglit. Tavaliselt mõistab reeglite rikkujat oma viga. Juhtudel, kui tekitab konflikt, sekkub õpetaja. Kollased kaardid annavad kõigile osalejatele võrdsed võimalused avaldada oma rahulolematust (näiteks, kui keegi ei arvesta temale antud aega vms), seeläbi muutuvad kõik kaasvastutajaks. Meetod sobib ka tagasisideks.
- **Värvilised vastuskaardid** – jaotage õpilastele erinevat värvi vastuskaardid, mida saab üles tõsta vastamiseks. Eelnevalt tuleks õpilastega kokku leppida, mida mingit värvi kaart tähendab.
- **Paneeldiskussioon** – seminaril kutsutakse 5-8 õpilast (eksperti) klassi ette diskuteerima esitatud küsimuste või probleemide üle. Paneeldiskussioon koosneb tavaliselt õpetaja sissejuhatavast kommentaarist, diskussioonis osalejate esinemisest, kuulajate küsimustest, osavõtjate lõppkommentaaridest ja kokkuvõttest. Soovitav on arutletavad küsimused õpilastele eelnevalt teatada. Diskussioonis on aega ühele esinejale 3-5 minutit, pärast iga esinemist, tehakse väike kokkuvõte. Pärast iga osaleja esinemist saavad küsimusi esitada teised õpilased. Õpetaja peab jälgima, et diskussioon ei valguks laiali, kommentaarid peaksid olema lühikesed ja kõik peaksid olema kaasatud. Ka võib paneeldiskussiooni alustada kuulajate küsimustega, võtta need kokku ja alles seejärel lasta esineda paneelist osavõtjatel. Järgnevad paneelist osavõtjate lõppsõnad ja kokkuvõte. Aega 60 – 90 minutit. Diskussioon annab võimaluse saada teada õpilastest spetsialistide arvamusi, saada ainet edasimõtlemiseks, aidata teemast sügavuti aru saada, õpetab analüüsima, kokku võtma.
- **Kiri iseendale** – ainekursuse, tunni või koolituse lõpus kirjutab iga osavõtja iseendale kirja, kus kirjeldab lühidalt, mida ta on koolitusest saanud, mida soovib kindlasti juurutada oma edasises tegevuses. Kirja paneb ümbrikusse ja kirjutab peale oma nime ja aadressi. Pärast koolitust saadetakse kiri ära. Aitab õpitut siduda reaalse eluga, oma töö või õppimisega.
- **6 mõtlemiskaabut (De Bono meetod)** – uute ja sügavamate probleemide lahtimõtestamiseks asetada endale kujutluses järgemööda pähe erinevat vaimset suundust tagavad mõtlemiskaabud. Hetkel sobiva kaabu valiku määrab konkreetne olukord – probleemi sisu ja selle lahendamise senine käik. Mõtlemiskaabusid võib kasutada nii individuaalselt kui ka

meeskonnatöös. Oluline on vältida impulsiivseid otsuseid, viljatut skeptitsismi ja üheülbalisust. Nii mõnigi juht ei anna endale aru, et kannab pidevalt vaid üht ja ainsat kaabut... *Valge kaabu* – objektiivne mõtlemine – faktid, numbrid, daatumid, põhisuunad, statistika. Raja oma argumendid kontrollitud faktidele, too esile võimalikult palju objektiivseid andmeid. *Punane kaabu* – intuitsioon, impulsiivne, vaistlik tegevus – usalda oma intuitsiooni, ära püüa midagi loogiliselt tõestada, esita arvamus sisetunde ajal. *Must kaabu* – kriitika ja skeptitsism – jälgi kõiki ideid, ettepanekuid ja arvamus arvestava pilguga, püüa leida vaidlustatavat ja kahtlast. *Kollane kaabu* – optimism ja positiivne mõtlemine – hoia arutelul üleval usk endasse ja oma headesse võimalustesse, rõhuta probleemi lahendamise häid väljavaateid, eduka toimetuleku praktilist kasu. *Roheline kaabu* – kasv, areng, loovus – loobu vanadest mõttemallidest, ürita leida midagi radikaalselt uut. *Sinine kaabu* – sümboliseerib tervikmõtlemist – kõrvuta erinevaid lähenemisviise, leia neid ühendav alge ja loo leitust tervik.

- **Varieerimismeetod** – analüüsi, kas on midagi sarnast mõnes lähedases valdkonnas, tehnikaerialas, teoorias, taime- või loomariigis? Mis juhtub, kui teeme otse vastupidi: teeme vastandlahendi, pöörame kõik pea peale, muudame toimingute suunda, vahetame poolused, vahetame jõudude suuna jne? Mis saab, kui muudame: toimingute järjekorda, koostamise järjekorda, kasutamise viisi, tööpiirkonda, otstarvet, liikumisviisi jne? Milline oleks lahendus, kui lisame või vähendame: funktsioone, toiminguid, massi, mõõtmeid jne? Küsimused olgu suunavad, ärgitavad, provotseerivad. Meetod sobib nii individuaalseks kui ka rühmatööks.
- **Probleemide lahendamise 3 sammu mudel** – mudel koosneb kolmest sammust: (1)probleemi analüüsist (milles antud eluline probleem seisneb?, vaadeldakse probleemi kõigist aspektidest), (2) ideede genereerimisest, kus oluline on ideede paljususe ja (3) ideede hindamisest, kus hinnatakse ideede otstarbekust ja töötatakse välja tegevuskava lahenduseni jõudmiseks.
- **Vastastikune õpetamine 2.0 (peer instruction 2.0)** – meetodit on esimesena kirjeldanud Harvardi Ülikooli professor Eric Mazur. Eelduseks on pööratud klassiruumi kasutamine, mille raames õpilased õpivad internetipõhiselt teoreetilise materjali ette, auditooriumis toimuvad seejärel rühmatööd. Kõigepealt toimub küsimustele individuaalne vastamine (klikkerite vms vahenditega) misjärel õppejõud annab tagasisidet ja palub õpilastel jõuda konsensuseni. Seejärel toimub üksteise õpetamine rühmas, mille jooksul õppurid seletavad üksteisele materjali. Uus vastamine pärast arutelu peaks näitama, et enamus õppuritest on materjali süvaarusaamisega mõistnud. Seejärel toimub kokkuvõtte ja liigutakse uue ülesande lahendamisele või küsimusele vastamisele. Toimub nn *minds-on learning, hands-on-learning, learning-by doing* ja rakendatakse 4C – suhtlemist, kriitilist mõtlemist, loovust ja koostööd.
- **TT (Team Think) meetod** (Jiro Kawakita) - töö toimub rühmas, mida juhib juht, meetod koosneb neljast osast: (1) Info kogumine ja kirjeldamine -igasugune probleemiga seotud teave, mille ühikuks on faktid vajalik võimsus, kiirus, mõõtmised, mass, hooldus, remont, ergonoomikanõuded, tööprintsibid, töökindlus, ohutus, ladustamine, tootmise-, kontrolli- ja müügiga seonduv,....., jne. (2) Faktide rühmitamine - rühmitamiseks laotakse paberilehed kõigile nähtavalt kas suurele lauale seinale või tahvlile. Kõik lehed loetakse kõigi poolt hoolega läbi, fakte kritiseerida ei tohi. Ühtesobivad faktid koondatakse kokku, nii moodustuvad rühmad. Jätkatakse seni kuni kõik lehed on mingil viisil rühmitatud. Vajadusel koondatakse või laiendatakse rühmi, et lõpuks saada vähem kui kümme rühma, mille omavahelisi suhteid saab määrata. Nüüd leitakse rühmadele sobivad nimed, mis kirjutatakse rühmade kohale. Vajalik on saavutada üksmeel rühma liikmete vahel. (3) Skeemi tegemine - selgitatakse kõikvõimalikud seosed rühmade vahel, rühmad paigutatakse

vastavalt seostele nende vahel. Enamseotud rühmad paigutatakse lähestikku. Siin võivad selguda uued, varem tähelepanuta jäänud seosed. Tiheda koostöö, arutelu ja vaidluste tulemusena leitakse reeglina palju uusi sõltuvusi, erisusi ja vastuolusid. Ühesõnaga, probleem selgineb ja avaneb üha enam. Seosed rühmade vahel kujutatakse joonte ja nooltega, tugevamad seosed võiks joonida rasvasemalt. Rühmade ümberpaigutamist jätkatakse seni, kuni jõutakse selge, kõigi poolt aktsepteeritud skeemini. (4) Skeemi selgitus - eesmärgiks on probleemi täpne ja selge formuleerimine. Esialgu tehakse seda suuliselt, formuleeringut järkjärgult täiustades ja siludes. Tavaliselt selguvad siin "hägused" kohad, mis nõuavad paremat lahtimõtestamist. Kui on jõutud grupi liikmete meelest piisava selguseni, vormistatakse formuleering kirjalikult. Kirjalik esitus annab viimase lihvi. Meetodi eelised: arutluste käigus, probleemi lõplikul selgitamisel ja formuleerimisel selguvad juba ka paljud probleemi lahendusvõimalused. Põhjalikult lahtiharutatud, pisiasjadeni selgitatud, üksikasjalikult analüüsitud probleem on juba pooleldi lahendatud.

- **Faasivahetamise tehnika** – tehnika aitab vähendada üksluisust ja tuua loomingulisse koostöösse vaheldusrikkust. *Punane tuli – roheline tuli* – rühmatöö alguses antakse 20-30 minuti jooksul fantaasiale vaba voli, ei mõelda pakutavate ideede rakendatavuse peale. Seejärel punase tule faasis tuleb väljamõeldu kriitiliselt üle vaadata, otsustada otsingusuuna otstarbekuse üle. *Rühm – üksikisik* – rühmatöös hakkab tihti kummitama rühmaviisilise mõtlemise fenomen, valitsema pääseb üks arutlusklišee, mis teised välistab. Selle vältimiseks ja tagasihoidlike rühmakaaslaste kaasamiseks tasub rühmatöö aeg-ajalt individuaalsele tegutsemisele ümber lülitada ja rahulikult probleemi üle omaette mõtiskleda. *Intuitsioon – loogika* – rühmaliikmed uurivad vaatlusaluseid probleeme vaheldumisi süstemaatiliselt ja loogiliselt ning intuiivselt. Uued ideed tärkavad etteaimamatult, vabalt, korrapäratult. Ideid tuleb rikastada ja ideede hindamisel ning rakendusvõimaluste otsimisel tuleks kasutada loogilis-süstemaatilisi võtteid.
- **Kahoot!** Mängupõhine kombineeritud õppe motiveeriv vastamissüsteem, kus veebileht on mõeldud õpetajale küsimuste koostamiseks ja esitamiseks (<https://getkahoot.com/>). Õpilastele loodud veebileht on vastamiseks ja mängimine (<https://kahoot.it/#/>). Õpetajal on võimalus esitada küsimus 4 erineva vastusevariandiga ja õpilased saavad vastata oma nutivahendeid kasutades.
- **SCAMPER mudel** – kombinatoorika alus, loova mõtlemise arendamine probleemide lahendamisel, kas üksi või rühmatööna. Meetodi nimetus tuleneb 8 erinevast mõtlemistüübi ingliskeelsest nimetusest (Substitute, Combine, Adapt, Modify, Propose, Eliminate, Reverse, Rearrange). Meetodi eestikeelsed üksteisele järgnevad mõtlemistüübid on järgmised:
 - asenda – eralda, elimineeri osa asjast, olukorrast või kontseptsioonist ja asenda millegi teisega;
 - kombineeri – ühenda, liida või pane kokku kaks või enam elementi oma teemast, ainek, olukorrast jne ja arvesta erinevate võimalustega, kuidas tehtud muutus lahendile lähemale võiks viia;
 - kohanda – muuda oma probleemi mõnda osa nii, et see töötaks mõnes sellises olukorras, kus see enne ei töötanud;
 - muuda – võtta arvesse mõningaid probleemi/eseme jms omadusi (suurus, mõõdukas jm dimensioonid, tekstuur, värvus, suhe, asukoht jne), iseärasusi ja muuda neid (hinnangut andes, analüüsides);

- eesmärgista, rakenda teisiti – muuda probleemi, eseme jms eesmärgi, mõtle, miks see üldse eksisteerib, milleks kasutatakse, mida peaks see tegema, analüüsi ja soovita uusi, ootamatuid eesmärgi;
 - elimineeri – eemalda üks, mitu võik kõik elemendid, lihtsusta, vähenda funktsionaalsust jne;
 - pööra ümber – muuda suunda, orientatsiooni, pööra pahupidi, „jalad üles“, või pane tööle tagurpidi, vastassuunas sellele, milleks see oli ette nähtud;
 - korralda ümber – (sarnane eelmisega), muuda järjekorda, operatsioone, hierarhiat,
- **Sõnapilved** on veebipõhine vahend (töötab Java rakendusel), mis loendab sisestatud tekstis esinevad sõnad ja esitab neid graafilisel kujul. Graafilises kujutises kuvatakse enam esinenud sõnad suuremana. See annab tekstist kiire ja huvitava ülevaate. Wordle pakub mitmeid lihtsaid vahendeid lõpptulemuse kujundamiseks nii värvide, kirjatüübi kui ka sõnade paigutuse jaoks. Loodud tulemuse saab kas välja printida või Wordles internetis kuvamiseks salvestada. Pildi salvestamise võimalus puudub. Selleks tuleb kasutada arvuti "Print Screen" meetodit: pildistada/salvestada terve ekraanikujutis ja kohandada see mõnes graafikaprogrammis sobivaks. (*Print Screen* klahv ekraani pildistamiseks ja *Paste / Kleebi* käsk graafikaprogrammis pildi kasutamiseks). Sõnapilve saab kasutada õppetöös materjalide erineva esitamise jaoks nagu näiteks analüüsida teksti sõnasisu, esitada märksõnapilv ning ülesandena teha kindlaks originaalteos ja autor, lisada originaaltekstile omalaadse kujunduselemendina, võrrelda artikleid ja neis korduvaid sõnu, anda ette sõnapilv, mille põhjal on vaja luua artikkel, essee jne, leida kõnes/kirjas esinevaid parasiitsõnu (eneseanalüüsiks) (<http://wordle.net/>).
- **Ajurünnak** on ideeloomemeeetod, mida hakkas 1930. a arendama *Alex P. Osborne*. Ajurünnaku puhul püstitatakse probleem, mille üle arutavad õpilased kindlaksmääratud aja jooksul ning pakuvad nii palju erinevaid lahendusi, kui nad suudavad. Siin omab olulist tähtsust loovus ja loov mõtlemine. Ajurünnakust osavõtjaid võiks olla vähemalt 5, sest väikemate osavõtjate arvu puhul ei suudeta pakkuda piisavalt erinevaid lahendusi ning probleemi uuritakse liiga kitsa vaatenurga alt. Hea oleks, kui ajurünnaku rühmas oleks erinevad õpilased – erinev tase, erinevad seisukohad ja kogemused. Ajurünnakut juhib juht, kes peab hoolitsema selle eest, et igaüks saaks sõna. Õpetaja peaks juhina jälgima, et mõtete vaba avaldamist ei takistaks õpilaste sotsiaalsed staatused. Vahel on kasulik järgemööda kõigile sõna anda, nii et igaüks oleks sunnitud esitama oma seisukoha, kuid samas on lubatud ka juba pakutud ideid edasi arendada. Juhi kohus on hoolitseda, et üksteise arvamusi ei kritiseeritaks, naeruvääristataks ega kasutataks emotsionaalseid rünnakuid. Juht ei tohi juhtida lahendusi mingisse kindlaksmääratud suunda. Kõik olulised ideed tuleks üles märkida. Ideede genereerimise faas ja hindamise faas peavad olema lahutatud. Ajurünnaku põhimõtted on universaalsed ja sobivad kasutamiseks kõigi loovate meetodite puhul. Ajurünnakut saab teha individuaalselt, rühmas, elektrooniliselt;

Ajurünnaku põhimõtted:

- paku välja võimalikult palju erinevaid ideid;
- arenda edasi teiste ideid;
- ära kritiseeri teiste ideid arendusfaasis;
- hindamisfaasis hinda ja analüüsi kõiki väljapakutud ideid, ära kritiseeri sobimatuks hinnatud ideid, sest mingis teises situatsioonis võivad just need osutuda parimateks;

- võta kokku ajurünnaku tulemused, too välja hindamisfaasis parimaks tunnustatud ideed;
- arenda edasi vaid parimaid ideid.

Ajurünnaku puhul on oluline oma mõtete kokkuvõtmise ja võtmesõnade leidmise oskuse arendamine.

- **Lühikirjutamine** - lühike kirjalik analüüsiv arutlev essee õpitaval teemal enne või pärast teema läbimist (teema annab õpetaja), õpilased analüüsivad kirjutades, et õppida sügavamalt mõistma uut materjali, võib kasutada lisamaterjale, võib ka koguda üliõpilaste kirjalikud tööd õpiblogidesse või internetilehele. Aitab luua seoseid eelõpituga, võtta õpitu kokku, tuua välja põhiidee, tuua rakendusnäiteid, püstitada küsimusi jne.
- **Tricider** – on veebipõhine rakendus ajurünnaku läbiviimiseks ja parimate lahenduste/vastuste leidmiseks. Tricider'i põhivõimaluste kasutamiseks ei pea looma eraldi kasutajatunnust, kuid Facebook'i kaudu sisenedes saate kõik enda ajurünnakud mugavalt enda konto alla koondada. Koondlehe veebiaadress saadetakse Teie e-postiaadressile. Tricider'i kasutamiseks tuleb minna aadressile, sisestada enda küsimus või ajurünnaku teema ja klikkida Go (vt jaotis 6.4) (<https://tricider.com/>).
- **Klikkerid** - klikker on elektrooniline vahend õpilaste aktiviseerimiseks, mis võimaldab tervel auditooriumil üheaegselt lektoriga suhelda ning nii kuulajatel kui ka lektoril saada kohest tagasisidet õppetegevuse edukuse kohta. Õpetaja esitab slaidil auditooriumile küsimuse ja annab vastusevariantid. Seejärel tekib kuulajatel võimalus küsimusele vastata, vajutades klikkeril sobivat vastusevarianti tähistavale nupule. Pärast seda ilmub slaidile vastuste jagunemine diagrammina. Vastuse jaotumise põhjal saab õpetaja oma tööd kohandada auditooriumile vastavaks. Õppijad saavad kinnitust oma edukuse kohta või ajendab tagasiside neid oma õpiharjumusi parandama (vt "Uued tehnilised õppevahendid").
- **INSERT** – loodud Bogan ja Estes poolt (I – interactive, N – nothing, S – system, E – effective, R – reading, T – thinking). Tehke teksti lugedes märkmeid järgmiselt: „v“ – juba tean, „+“ – uus info, „-“ – arvasin teisiti, „?“ – ei mõistnud, on küsimusi. Pärast teksti lugemist vaadake märkmed üle ja täitke tabel, kuhu on märgitud uus info, teisiti mõistmine ja tekkinud küsimused. Nii töötatakse tekst mitu korda läbi ja lõpuks tekitab ülevaatlik tabel olulisest infost. Olulisim osa on tabeli analüüs, mis toetab süvaarusaamisega õppimist.
- **„Cinquain“** – viierealine luuletus, mis esialgu kirjutatakse paaristööna ja seejärel individuaalselt eesmärgiga analüüsida mõistmist, hinnata refleksiivselt omandatud. Järgida tuleks järgmisi reegleid:
 - esimesel real on pealkiri, teema, mis on antud meetodi puhul oluline;
 - teisel real on teema kirjeldus, tavaliselt kahe omadussõnaga;
 - kolmandal real on ära toodud tegevus kolme tegusõnaga, mis iseloomustavad teemat;
 - neljandal tunded nelja sõnaga, mis määratlevad autori tundeid seoses teemaga;
 - viiendal olemuse kordamine tavaliselt esimese real sünonüümiga.
- **Ideaal** – loodud James Bremsfordi poolt ja sobib probleemilahenduseks, tekstianalüüsiks, situatsioonipõhises õppes jne. Selle etapid arvestavad õppurite eelteadmiste ja kogemustega, aitab kaasa vastava teema süvaarusaamisele. Strateegial on järgmised etapid:

- *sõnastage probleem küsimusena* – küsimus peab olema võimalikult konkreetne, täpne, algama küsisõnaga „Kuidas?“ ja selles ei tohi kasutada eitust;
 - *tooge välja teadaolev oluline informatsioon* – milline info on probleemi lahendamiseks teada?
 - genereerige võimalikult palju erinevaid lahendeid, siin võib kasutada näiteks ajurünnakut, igasugune kriitika on siin keelatud, kõik ideed on head, mida rohkem, seda parem;
 - valige välja kolm sobivamat lahendit;
 - määrake parim, antud probleemile sobivaim lahend, põhjendage oma valikut.
- **Bloomi „õis“** – Bloomi didaktilisel mudelil põhinev küsimuste süsteem, seda saavad kasutada nii õpetaja küsimuste koostamisel kui ka õppurid aktiivõppes küsimuste koostamisel, nende küsimuste esitamine viib vastaja metakognitiivse kogemuse ja analüüsini. Õiel on 6 kroonlehte ja neid võib vastavalt vajadusele „välja tõmmata“ :
- *lihtsad küsimused* – eeldavad vastuseks faktiteadmisi, meenutada või taasavastada infot, terminoloogia tundmist jne, enamasti kasutatavad testide puhul teadmiste kontrolliks. Vastavad Bloomi didaktilise mudeli madalaimale astmele „mäletama“;
 - *täpsustavad küsimused* – algavad täpsustusega „Te ütlesite et...“, „Kas ma sain õigesti aru...“, „Ma võin eksida, aga te just ütlesite, et....“. Need küsimused võimaldavad oma vastust täpsustada, tagasisidet anda, oma vastuse üle järele mõelda ja vajadusel seda muuta. Neid küsimusi tuleb kindlasti esitada negatiivse miimikata ja hääletoonita;
 - *interpretatsiooni- ehk selgitavad küsimused* – algavad reeglina küsisõnaga „miks?“ ja on mõeldud põhjuse tagajärje seose määramiseks. Näiteks: „Miks muutuvad puudel lehed sügisel kollaseks?“ – samas, kui vastust juba teatakse, muutub see lihtsaks küsimuseks. Seega kasutatakse seda liiki küsimusi, kui eelnevas vastuses puudub antud element;
 - *loovküsimused* – kui vastuses on tingiv kõneviis (oleks, oletused, prognoosid jne), näiteks „Mis oleks maailmas teisiti, kui inimesel oleks 5 sõrme asemel 3 sõrme?“, „Mida arvad, mis juhtub, kui tõstame temperatuuri 200 kraadi võrra...?“, „Mis juhtuks, kui vulkaanipurse tagajärjel kaoks päikesevalgus 3 aastaks?“ jne;
 - *hindavad küsimused* – erinevate sündmuste, faktide, ilmingute jne hindamiskriteeriumide väljaselgitamiseks, näiteks „Mille poolest erineb ühe õppeaine tund teisest?“, „Miks on antud juhul ebasobiv ja sobiv?“ jne;
 - *praktilised küsimused* – küsimus loob seoseid teooria ja praktika vahel, näiteks „Kus tavaelus toimub difusioon?“, „Mida teeksite Teie antud juhul teisiti?“ jne.

Alljärgnevas **tabelis 8.3** on esitatud eelpool analüüsitud aktiivõppemeetodite sobivus õpilaste erinevate oskuste arendamiseks.

Tabel 8.3 - Aktiivõppe meetodid õpilaste erinevate oskuste arendamisel

Oskuste arendamine	Loengus	Seminaris ja harjutustunnis
Kordamine	Võrdle naabriga ja küsi; Võrdle naabriga; Arutle naabriga; Kuula, meenuta ja küsi - seejärel võrdle naabriga ja vasta; Perioodiline õpitu meenutamine; Grupianalüüs; Teemagrupid; Saada ülesanne; Eesmärgistatud loetelu; Tagasiloendamisega analüüs; 1-min kokkuvõte; Mõistekaart; Telegramm, Väljapääsupilet	Mõtle ja arutle naabriga; Ticking; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna; Võrdle naabriga ja küsi; Arutle naabriga; Saada ülesanne; Telegramm Väljapääsupilet
Tähelepanu, kontsentreerumine	Kuula, meenuta ja küsi - seejärel võrdle naabriga ja vasta; Segaseim osa; Lühikokkuvõte Telegramm	1-minutiline kokkuvõte; kontrolli naabri tööd Telegramm
Rakendamine	Ülesande lahendamine; Arutle naabriga; Mõtle ja arutle naabriga; Grupianalüüs; Teemagrupid; Dispuut; Saada ülesanne 1-minutiline kokkuvõte; Mõistekaart; Rakendusvõimalused; Case study.	Arutle naabriga; Ticking; Mõtle ja arutle naabriga; Žetoonid; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna; Paarisprogrammeerimine. Väljapääsupilet
Analüüs	Võrdle naabriga ja küsi; Võrdle naabriga; Kuula, meenuta ja küsi - seejärel võrdle naabriga ja vasta; Juhtumiuuring; Arutle naabriga; Mõtle ja arutle naabriga; Kontrolli naabri tööd; Grupianalüüs; Teemagrupid; Dispuut; Mitu pead on ikka mitu pead; Žetoonid; Maatriks; Segaseim osa; Lühikokkuvõte; Tagasiloendamisega analüüs; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Rakendamisvõimalused; Telegramm.	Arutle naabriga; Mõtle ja arutle naabriga; Case study; Žetoonid; Ticking; Paarisprogrammeerimine; Telegramm; Täringud.
Hinnang	Arutle naabriga; Mõtle ja arutle naabriga; Kontrolli naabri tööd; Grupianalüüs; Teemagrupid; Dispuut; Mitu pead on ikka mitu pead; Töö trükitud materjalidega; Lühikokkuvõte Tagasiloendamisega analüüs; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Rakendamisvõimalused; Telegramm.	Ülevaade; Mõtle ja arutle naabriga; Kontrolli naabri tööd; Žetoonid; Ticking; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna; Paarisprogrammeerimine; Telegramm; Väljapääsupilet Täringud.
Süntees, loomine	Arutle naabriga; Mõtle ja arutle naabriga; Case study; Teemagrupid; Dispuut; Mitu pead on ikka mitu pead; Žetoonid;	Ülevaade; Mõtle ja arutle naabriga; Žetoonid; Ticking; Mõistekaart; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna;

	Lühikokkuvõte; Segaseim osa; Saada ülesanne Tagasiloendamisega analüüs; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Rakendamisvõimalused.	Paarisprogrammeerimine; Täringud.
Kriitiline mõtlemine	Võrdle naabriga ja küsi; Grupianalüüs; Teemagrupid; Dispuut; Mitu pead on ikka mitu pead; Saada ülesanne; Ülesande lahendamine; Lühikokkuvõte; Segaseim osa; Tagasiloendamisega analüüs; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Rakendamisvõimalused.; Telegramm	Mõtle ja arutle naabriga; Žetoonid; Ticking; Mõistekaart; Kontrolli naabri tööd; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna; Paarisprogrammeerimine; Väljapääsupilet Telegramm.
Meeskonnatöö ja esinemisjulgus	Grupianalüüs; Teemagrupid; Mitu pead on ikka mitu pead; Žetoonid; Paarisprogrammeerimine; Mõistekaart.	Mõtle ja arutle naabriga; Žetoonid; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna; Paarisprogrammeerimine.
Tagasiside	Grupianalüüs; Ülesande lahendamine Dispuut; Saada ülesanne; Teooriaküsimused; Lühikokkuvõte; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Ümbersõnastamine; Rakendusvõimalused; Väljapääsupilet Telegramm.	Mõtle ja arutle naabriga; Ticking; Mõistekaart; Kontrolli naabri tööd; Žetoonid; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna; Paarisprogrammeerimine. Väljapääsupilet Telegramm
Kokkuvõtmine	Perioodiline õpitu meenutamine; Mõtle ja arutle naabriga; Arutle naabriga; Kuula, meenuta ja küsi - seejärel võrdle naabriga ja vasta; Võrdle naabriga; Grupianalüüs; Teemagrupid; Ümbersõnastamine; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Rakendusvõimalused; Telegramm.	Grupianalüüs; Teemagrupid; Ümbersõnastamine; 1-minutiline lühitest; Mõistekaart; Rakendusvõimalused; Mõtle ja arutle naabriga; Arutlev ülesande lahendamine paaristööna Žetoonid; Ülevaade; Väljapääsupilet Telegramm.
Probleemilahendus	Mõistekaart; Ishikawa diagramm; Karussell; 3-2-1 meetod; Case study; Probleemilahenduse 3-sammu mudel; Ajurünnak.	Grupiprojektid; Probleemilahenduse 3-sammu mudel; Mõistekaart; Ishikawa diagramm; Karussell; Post-it kollektatsioon; Ideedevoim; 6 mõtlemiskaabut; 6-3-5 meetod; Ajurünnak; TT- meetod; Case study; Varieerimine.

Aktiivõpe on praktiliste ülesannete kaudu õppimine läbi aktiivse tegevuse. Muutub õpetaja roll - ta pole enam infomonopoli valdaja ja teadmiste edasiandja, vaid õpilaste juhendaja, nõustaja ja toetaja. Õpetaja ülesanne on õppimise korraldamine sellisel moel, et õpilane saaks õigel ajal, õiges kohas, õigel määral praktilisi teadmisi, mis aitavad tal targemaks saada, teooriaga siduda ja õpitut süvitsi omandada. Aktiivõpet iseloomustab õpilaste aktiivne osalemine õpiprotsessis, mis aitab õppijatel õpitavat mõtestada ja seostada omandatud teadmisi tegelikkusega.

Aktiivõpet kirjeldavad järgmised väljendid:

- vabadus ja aktiivsus;
- uudishimu;
- originaalsus ja loomingulisus;
- kriitiline mõtlemine;
- avastamine;
- iseseisev mõtlemine;
- suhtlemine ja koostöö;
- tegutsemine vastavalt situatsioonile;
- elulised ülesanded;
- enda ja teiste töö hindamine.

Aktiivõppe motiveerivaks rakendamiseks loengus:

- ärge andke halvustavat hinnangut;
- paluge õpilastel teise rühma vastus kokku võtta ja ümber sõnastada;
- küsige, kes nõustub ja kes ei nõustu teise rühma vastusega;
- laske ühel rühmal teisele küsimusi esitada;
- kui üks rühm ei tea vastust, võib ta küsimuse teisele rühmale edasi anda;
- paluge mõtte/lahenduskäik lahti seletada;
- küsige alternatiivseid vastuseid ja lahendusteid;
- seletage õpilastele läbiviidavaid tegevusi ja nende eesmärgid;
- küsige vastuseid õpilasarühmadelt, ärge küsitlege üksikuid õpilasi;
- jagage õpilastele välja lünklikud loengumaterjalid;
- varieerige õppemeetodeid;
- pakkuge õpilastele lühikesi, huvitavaid tegevusi;
- viige läbi teadmiste kontrollid;
- küsige õpilastelt tagasisidet.

Esitage erinevaid küsimusi (alguses küsige õpilasarühmadelt ja siis üksikutelt õpilastelt):

- mida teeksite järgmisena?
- kuidas sõltub....?
- miks ei pea see paika?
- kus ma tegin vea?
- kuidas...?
- miks...?
- mis siis kui...?

- kuidas rakendada reaalses olukorras?
- kuidas saaksime parandada...?
- ärge piirduge vaid küsimustega: *Kas on küsimusi? Kas on selge? Kas kõik said aru?*

Aktiivõppe rakendamisel on õpilased situatsioonis, kus nad on sunnitud rääkima, kuulama, kaasa mõtlema ja kirjutama; omandavad tunnis uusi teadmisi ja kogemusi aktiivse tegevuse kaudu.

Üksikteadmiste ja algoritmiliste oskuste kõrval muutuvad järjest olulisemaks integreeritud ja kompleksed pädevused, mis lubavad õpilasel mõista paremini nähtuste ja protsesside olemust ning kujundavad valmidust toime tulla ka teistsuguste probleemide lahendamiseks uudses keskkonnas.

Õpikeskkond avardub, õppetöö kandub osaliselt klassiruumist ja õpikute-töövihikute juurest väljapoole kooli, sh virtuaalsesse keskkonda. Olulist rolli õpilase arengus ja elukestvas õppes hakkavad mängima virtuaalsed õpiühised – sarnaste huvidega kogukonnad Internetis.

Aktiivõppes on oluline see, et õpilased saaksid rühmas ühiselt võimalikud vastused läbi arutada, analüüsida, hinnanguid anda ja parima vastuseni jõuda. Seeläbi kaob ka hirm valesti vastata ja naerualuseks jääda, tekib huvi õpitava aine ja usaldus õppejõu vastu.

Aktiivõppe suurtes õpperühmades. Ka suurtes õpperühmades on võimalik läbi viia interaktiivseid loenguid. Suures auditooriumis on võimalik paluda eesistuvatel õppuritel ümber pöörata ja nii võib moodustada 3-4-liikmelised rühmad. Rühmadelt võib vastuseid küsida üle auditooriumi, kusjuures kõik rühmad ei peagi kõigile küsimustele vastama. Suurtes rühmades aktiivõppe läbiviimisel sobib enamus ülalkirjeldatud strateegiaid.

Anonüümsus või mitte? Psühholoogia uuringud on tõetanud, et anonüümsed tegevused ei eelda alati vastutustunnet. Seetõttu võiks jalutada ka suures ruumis ringi ja suhelda õppuritega. Ka tasub läbi mõelda, kas kõik vastused ja tagasiside peaks olema anonüümne. Kui julged otsustada ja tagasisidet anda, pead julgema ka vastutada.

Miks kasutada aktiivõpet? Põhjusi on mitmeid:

- paremad õpitulemused ja tundidest osavõtt;
- õpilased töötavad tunnis aktiivselt kaasa;
- õpilased vastavad julgemini ja paremini;
- tõuseb energiatase, huvi ja motivatsioon;
- sobib väga hästi ka multikultuurilises rühmas;
- mitmed uuringud tõestavad mõjusust [Prince, 2004, 2007], [Felder 2006, 2008, 2011]:
 - F:\A\ www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Prince_AL.pdf
 - [http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Inductive\(JCST\).pdf](http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Inductive(JCST).pdf)
 - [http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ASEE08\(ActiveLearning\).pdf](http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ASEE08(ActiveLearning).pdf)

Aktiivõppe meetodi rakendamine peaks alati lõppema kokkuvõtte, järelduste, analüüsi ja tagasisidega.

8.5.4 Soojendustegevused ehk „jäämurdjad“

„Kui ma jalutan kahe kaaslaste kõrval, on nad mõlemad minu õpetajad. Ma nopin ühelt tema parimad omadused ja sean need endale eeskujuks, teiselt aga valin puudused ja püüan neid vältida.“ Confucius

Soojendustegevus. Teoreetilistes allikates esinevad samas või väga sarnases tähenduses järgnevad mõisted: jäälõhkjad, jääsulatamine (*icebreakers, unfreezing*), soojendajad, soojendusmeetodid, soojendusharjutused (*warm-up activities/exercises*), avajad (*openers*), sissejuhatavad ja tutvustavad tegevused (*introductory activities*), häälestamine (*setting the tone*), värskendajad (*refreshers, energizers*), eelteadmiste aktiveerimine jpt (Palm 2011).

Soojendustegevus koondab kõiki eelolevaid mõisteid ja kasutatakse:

- õppimist soodustava positiivse õppekeskkonna loomiseks;
- tutvumise ja suhete loomise hõlbustamiseks;
- õpilaste kaasamiseks õppeprotsessis;
- õppijate ja õpetaja avanemise soodustamiseks;
- vaimseks või füüsiliseks virgutamiseks;
- grupiprotsesside juhtimiseks;
- õppetevuse sissejuhatamiseks;
- eelnevalt õpitu meelde tuletamiseks.

Soojendustegevuse funktsioonid:

- tegevus, mäng või nali, mis aitab võõrastel inimestel tunda end koos olles lõdvestunumalt;
- harjutused, mis hõlbustavad grupiprotsesside toimumist;
- meetodid, mida kasutatakse õppeprotsessi esimesel kohtumisel, et vähendada ärevust ja pinget, soodustada õppijate tutvumist ning aidata õpetajal õppijaid tundma õppida;
- vahendid, mis võimaldavad õpetajal edendada suhtlemise toimumist, stimuleerida loovalt mõtlemist, seada küsitavaks eksisteerivaid mõttemalle, illustreerida uusi ideid, tutvustada õppematerjali, tuletada meelde eelnevalt õpitut, koondada tähelepanu jne;
- kõiki õppeprotsessis osalevaid õppijaid kaasav ning nende õppimist soodustav tegevus, mis aitab õppijatel omavahel (ja ka õppijatel õpetajaga ning õpetajal õppijatega) tutvuda ja kontakti luua; leevendada pingeid; tekitada vastastikune usaldus ja avatus; luua sügavam side ja ühised arengusihid.

Soojendustegevuse enamlevinud tehnikad (Palm 2011, Salumaa 2003, Salumaa 2006) :

- **Sünnikuu, sünnikoha, pikkuse, juuste värvi vms alusel;** jagunetakse rühmadeks;
- **Tegevusvaldkonna, eluvaldkonna, eelistuste alusel;** määratluse võib kirjutada väikestele paberilehtedele, mis liiguvad rühmas ringi, igaüks püüab teiste kohta infot koguda;
- **Eesnime tähe alusel** tutvustamine – korrates eelnevaid nimesid, tutvustatakse ennast (kui eelnevalt öeldud nimed ununevad, võib alati üle küsida);
- **Niidirullimäng** – niidirull lastakse ringi käia, igaüks tõmbab sellest endale jupi niiti. Seda niidijuppi sõrme ümber kerimiseks kuluva aja jooksul räägib iga osaleja teistele endast;

- **Iseloomustav joonis** - joonistatakse paberile midagi sellist, mis meid iseloomustab ja tutvustatakse selle kaudu ennast;
- **Iseloomulik nimesilt** - kleeps-etiketile kirjutatakse oma nimi ja joonistatakse-kirjutatakse midagi, mis õpilast iseloomustab, etikett kinnitatakse rinda, seejärel liigutakse rühmas ringi, uuritakse etikette, esitatakse küsimusi ja tutvustatakse ennast;
- **Pantomiim** – tutvustatakse ennast teistele pantomiimis, kasutades vaid kehakeelt;
- **Tähegrupid** - grupeerutakse eesnime tähe alusel väiksematesse rühmadesse, tutvutakse üksteisega ja lepatakse kokku, kes keda suuremas rühmas teistele tutvustab;
- **Rühmaülesande täitmine** – rühm saab ülesande mille täitmiseks on vajalik suhtlemine – paigutada ruumis mööbel ümber, joonistada midagi (hobune, traktor jne), millest igaüks vaid ühe detaili joonistab, ehitada legotorn, ehitada kokkuvolditud paberilehtedest torn, vms.
- **Kaasalase tutvustamine** - tutvustatakse end paarides etteantud aja jooksul, seejärel tutvustatakse teineteist kogu rühmale;
- **Tutvumine paarides** – paarid vahelduvad, kuni kõik on ennast kõigile tutvustanud;
- **Õpetaja lause lõpetamine** - iga osaleja lõpetab (suuliselt) õpetaja lause (näit „Inimeses hindan üle kõige...“, „Mulle meeldib....“, „Arvan, et olen....“) jne.
- **Pallimäng** – seistakse ringis, ühele osalejale antakse pall, mis visatakse järgmisele, esitades talle küsimus, püüdjalt vastab küsimusele ja viskab palli edasi järgmisele. Palli võib visata ka ilma küsimuseta näiteks nii, et püüdja peab ennast teistele tutvustama.
- **Lõngakera** – osalejad liiguvad ruumis ringi, õpetaja märguande peale jäävad kõik seisma, lõngakera antakse lahti kerides käest kätte edasi. Moodustub „ämblikuvõrk“. Kui kõik lõngast kinni hoiavad, hakatakse lõngakera tagasi kokku kerima, see, kelle käes parajasti lõngakera on, tutvustab ennast teistele kerides lõnga lõngakerale. Kui ta jõuab järgmise osalejani, annab ta lõngakera üle ja järgmine õppur hakkab ennast tutvustades lõnga kerima.
- **Ringmäng** - rühm seisab ringis, iga osaleja ütleb oma nime ja teeb mingi liigutuse (käeviipe, kummarduse, kükituse jne), temast järgmine kordab nii eelmise nime kui ka liigutust ja lisab oma nime ning liigutuse. Viimane peab kõiki eelnevaid liigutusi ja nimesid kordama;
- **Katkine postkaart** – postkaardid lõigatakse tükkideks (nii mitmeks, kui rühmas liikmeid olema hakkab), iga osaleja saab ühe tüki kaardist ja hakkab otsima oma postkaardi teisi tükke omavaid õpilasi. Ühe ja sama postkaardi tükke omavad õpilased kogunevad ühte rühma ja tutvustavad endid. Meetod sobib ka aktiivõppes rühmade moodustamiseks;
- **Sõlm** – 2 jämedamat, umbes 5-6 m nööri on omavahel keskelt erinevatest kohtadest kokku sõlmitud. Iga grupp saab sõlmitud nööripaari ja iga grupiliige võtab ühest nööriotsast ühe käega kinni. Sõlm tuleb lahti harutada võimalikult kiiresti nii, et nöörist lahti ei lasta.
- **Vapp** – iga rühm peab joonistama vapi, mis iseloomustaks rühma – vapile valitakse vapiloom, vapitaim, liikmete tegevusi iseloomustav element (kujund, objekt, nähtus vms), olulisem ühist väärtust kirjeldav element, moto – lühike rühma tunnuslause jne. Vappi tutvustatakse teistele rühmadele.
- **Paberlennuk** – rühm saab ülesandeks võituda etteantud aja jooksul paberlennuk, igale rühmale antakse 4 A4 paberilehte. Ettevalmistusetapis võib teha katsetusi, võidab see rühm, kelle lennuk lendab kõige kaugemale.

- **Õhupallid** – rühm saab 10 õhupalli, niidirulli ja kleeplindi. Vähemalt 2 õhupalliga tuleb tõestada mingi loodusseadus (näit õhu liikumine rõhkude erinevusel, staatilise elektri tekkimine jne), 8 ülejäänud õhupallist tuleb kokku panna tool, millel vähemalt üks rühmaliige saaks istuda.
- **Foto** – rühm saab ülesandeks teha koolist või selle ümbrusest foto õpetaja poolt antud eesmärgil, näiteks positiivse õppekeskkonna olemasolust koolis vms. Fotot tutvustatakse teistele rühmadele ja antakse omapoolne seletus.
- **„Check-in“** – rühmaliikmed vastavad ükshaaval küsimustele *Mis mõttega täna tulen? Kas olen „kohal“? Mis on minu tänased ootused ja eesmärgid?*
- **Probleemipüstitus** – õppurid toovad välja neid huvitavad teemad, mida sooviksid antud õppeaine raames läbida, need teemad kirjutatakse postrile või *post-it* paberitele;
- **Eelnevalt õpitu kordamine, eelteadmiste aktiveerimine** – õpilased tulevad rühmades meelde eelnevas tunnis õpitut, korraldatakse olulisemat infot, otsitakse täiendavat infot internetist jne.

8.5.5 Mõistekaart, ideeskeem ja raport

“Näidake mulle inimest, kes ei ole iialgi teinud vigu ja ma näitan teile inimest, kes ei ole mitte midagi mitte kunagi teinud” Garry Burnett

Mõistekaardi ja ideeskeemi koostamise tarkvarad Cmap <http://cmap.ihmc.us/download/> ja XMind <https://www.xmind.net/features/> on vabavarad.

Mõistekaart ehk märksõnaskeem on suurepärane strateegia olulise sõnavara ja põhiterminite õpetamiseks mistahes aines. Mõistekaardi tehnika töötas 1972. aastal välja Novak lähtudes mõtestatud õppimisest ja toetudes Ausubeli õppimispsühholoogiale, mille alusel inimene loob uusi mõisteid ja seob neid omavahel. Mõtestatud õppimise tingimuseks on selge mõisteline baas, vajalikud eelteadmised ja motivatsioon (Tiigrihüpe 2012).

Mõistekaart on visuaalne abivahend teadmuse struktureerimiseks ja esitamiseks:

- mõiste + seos + mõiste = lause (täendusühik);
- lähtub alati ühest fookusküsimusest;
- eeldab tegusõna olemasolu (seos verbiga).

Mõistekaardi abil saab verbaalse teksti esitada visuaalselt. Kaart koosneb mõistetest (sõnadest), mis on tavaliselt ümbritsetud ringidest või kastidest ja joontest, mis ühendavad erinevaid mõisteid. Mõistekaardi koostamine võimaldab koostajal teadmisi struktureerida.

Mõistekaardi koostamine või mõistekaardi abil õppides süvendavad õpilased lihtsate definitsioonide laiendamise kaudu oma arusaamist olulisest sõnavarast ja põhimõistetest, koostavad mõiste definitsioonist visuaalse kujutise, mis aitab asju paremini meelde jätta. Definitsiooni koostamisel kasutatakse oma eelnevaid teadmisi.

Mõistekaardi koostamine võib toimuda järgmiselt (Zvacek, 2013/2):

- määrake põhiküsimus või teema;
- genereerige võimalikult palju teemakohaseid küsimusi: kes?, miks?, mis?, kuidas?, millal?, kus?, kui palju?, jne;
- organiseerige mõisted funktsiooni, alateemade, eesmärgi vms alusel;
- eraldage mõisted, mis hetkel ei seostu olemasolevate mõistetega, kõrvale, nn „parkimisalale“;
- siduge seonduvad mõisted omavahel joontega ja lisage seost kirjeldavate seletustega/sõnadega;
- korrastage vajadusel mõisteid ja nende asukohti mõistekaardil;

Mõistekaarti võib kasutada üldistuste tegemiseks, ülevaate või tervikpildi loomiseks mõnest valdkonnast. Mõistekaarti on sobilik kasutada individuaalse, paaris-, grupi või frontaalse tööna. Meetod sobib uute ideede otsinguteks või õpilaste aktiveerimiseks, õpitu süsteemi panekuks. Mõistekaarti on sobiv kasutada nähtuste ja ideede grupeerimiseks, seoste esiletoomiseks, ülesehituse loomiseks teemas, aga ka teadmiste kontrollimiseks.

Hierarhiline mõistekaart. Mõisted paiknevad erinevatel ridadel, kusjuures kõige kõrgemal asub kõige üldisem mõiste, sellest allpool järjest kitsamad mõisted. Kõigepealt alustatakse mõistete liigitamisega. Liigitamisel peavad liigituse liikmed üksteist välistama ja liigituse alus peab olema üks. Tuleks esitada mõiste kõik alaliigid.

Mittehierarhiline mõistekaart, kus paigutus on vabam. Sellele kantakse tavaliselt rohkem mõisteid ning mõistetevahelised seosed võivad olla erineva iseloomuga. Põhimõiste on skeemi keskel ja sellest hargnevad teised mõisted.

Iga mahukama teema (peatüki) järel võib õpilasel endil lasta koostada mõistekaart.

Mõistekaart:

- sunnib õpilast teksti mõttega lugema;
- paneb arutlema olulise ja ebaolulise üle;
- õpetab eristama mõisteid ja neid õigesti kasutama;
- õpetab mõisteid omavahel seostama;
- sunnib õpiku teksti käsitlema uuest aspektist;
- loob võimaluse seostada teksti varemõpituuga;
- võimaldab mõistete visuaalset korrastamist;
- kaotab formaalse õppimise teksti läbitöötamisel;
- annab tagasisidet ja õpetab õppima;
- loob õpetajale tingimused materjali käsitlemisel läbi mõelda esituse struktuur ja tähtsus;
- annab õpetajale tervikpildi õpilase mõtlemisest ja tema võimetest;
- annab õpetajale teavet, kas õpilasel on õige arusaam õppeainest;
- annab võimaluse hinnata tekstiga töötamise oskust.

Mõistekaardil peegeldub kaardi koostaja tase antud teema mõistmise osas. Materjali hästi tundva õpilase kaart sisaldab rohkem mõisteid, nende paigutus näitab materjalist arusaamist ja seoste nägemist. Mõistekaart aitab õpilast kordamisel, kontrolltöödeks valmistumisel ning hiljem ka materjali meeldetuletamisel. Mõistekaarti on võimalik pidevalt täiendada, kui on juurde õpitud uusi mõisteid.

Mõistekaardi koostamiseks tuleks kirjutada sedelitele kõik mõisted, mis teemaga seostuvad, seejärel tuua välja tähtsamad mõisted. Edasi eristada üldised ja spetsiifilisemad mõisted. Kuigi selline järjestus võib olla ainult ligikaudne, aitab see siiski kaasa skeemi loomisel. Luua esialgne mõistekaart.

Mõistekaardile kantakse seejärel jooned, mis ühendavad erinevaid mõisteid ja kirjeldavad mõistetevahelisi seoseid. Kaardist saab selgema ettekujutuse, kui joonte peale kirjutada selgitavad sõnad, nii on arusaadav, mil moel mõisted omavahel seotud on. Joonte asemel võib kasutada ka nooli, noole suund aitab lugemisel suunda hoida. Kuna peaaegu kõik ühe teema mõisted on omavahel seotud, on vaja teha valik, milliseid mõisteid omavahel ühendada ja milliseid mitte. Samuti on vaja täpselt kindlaks teha verbid, mida joonte peale kirjutada. Kirjeldage seoseid lühidalt ja konkreetset (näiteks põhjustab, tuleneb, võimaldab, eeldab, on defineeritud kui, on vastand, jaguneb, esindab, koosneb, jne). Tasuks silmas pida, et mõisted oleksid ühesõnalised, mitte laused.

Tähtis on meeles pidada, et mõistekaart ei saa kunagi lõplikult valmis. Kui esialgne kaart on tehtud, on alati vajalik see uuesti läbi töötada. Head kaardid teevad tavaliselt läbi kolm ja rohkemgi läbivaatlust.

Mõistekaardi hindamine. Mõistekaart võimaldab aru saada, kuidas õpilane õppematerjali valdab. Teemat hästi tundvate õpilaste kaart on üles ehitatud hierarhiliselt, leitud on palju mõistetevahelisi seoseid, nõrkadel õpilastel on tavaliselt joonistatud lihtne assotsiatsioonikett, kus mõisted on üksteise järel ritta laotud, või siis on mõisted omavahel seostatud suvaliselt.

Mõistekaardi hindamisel tuleks arvestada üldist terviklikkust, mõistete hulka, seoste nägemist ja nende hulka, ahelate arvu ja pikkust, lõikuvate joonte kasutamist, kaardi hierarhilisust, näidete kasutamist ning muidugi õigsust ja loogilisust. Mõistekaarti võib hinnata ka sel moel, et õpetaja koostab ise õpiku põhjal mõistekaardi ja hindab õpilaste omi enda omaga. Samuti võib hindamisel kasutada punktide andmist – iga mõiste ja õige seose eest anda üks punkt, rohkem punkte võiks anda hierarhiliste süsteemide ja lõikuvate joonte kasutamise puhul. Punkti väärt on ka näited, sest nad näitavad, et kaardi koostaja orienteerub selles valdkonnas. Seda, mille alusel skeemi hinnata, on palju ja eelkõige võiks õpetaja leida ise õige viisi.

Eriti peaks esile tõstma ja kõrgemalt hindama neid kaarte, kus õpilane on lisanud juurde mõne oma leitud mõiste või leidnud uusi seoseid, mõistekaart on ju ka loovuse näitaja ja arendaja.

Mõistekaartide plussiks teadmiste kontrollimisel saab pidada ka seda, et üsna raske on maha kirjutada, sest ükski mõistekaart ei sarnane teisega. Iga õpilase kaart on isemoodi. Ärge suruge maha õpilaste loovust!

Ideeskeem on üks võimalus kergemini ja loovamalt ning igasuguseid psüühilisi barjääre ületades panna kirja omi mõtteid (ideid). Skeemi põhjal on hiljem märgatavalt lihtsam kirjutada kokkuvõtet, esseed, protokolli vms.

Ideeskeemi koostamine:

- lehele (mida suurem, seda parem) kirjutatakse uuritav teema või probleemi nimetus, see ümbritsetakse ovaaliga, ringiga või nelinurgaga.

- sõõrist tõmmatakse välja eri suundadesse jooned - need kujutavad endast edasise teemaarenduse suundi või alaprobleeme.
- joonte otstesse tehakse uued ovaalid (ringid, pilved vms.), neisse kirjutatakse alateemad või probleemi kirjeldavad märksõnad.
- alateemade sõõrist väljuvatele joontele märgitakse ideed ja mõtted, mis aitaksid vaatlusalust alaprobleemi määratleda või lahendada:
 - selgitusi ja täpsustusi
 - lähemaid või kaugemaid eesmäärke
 - lähteülesandeid
 - soovitavaid tulemusi
 - vahendeid
 - sobivaid tsitaate
 - isikunimesid, fakte jm.

Sellist lehvikmõtlemit võib kasutada vahetult järgneva kirjatöö eel või ka mingi aeg enne seda. Viimasel juhul käivitub alateadvus loova otsingu režiimile ja eneselegi ootamatult avastatakse uusi mõtteid ja ideid.

Ideeskeemi meetod töötab paremini, kui:

- kasutate suurt paberit ja värvilisi kirjutusvahendeid.
- kirjutate just nii kiiresti kui mõte töötab. Oluline pole skeemi täitmise järjekord või käekirja korralikkus - tähtis on saada võimalikult palju edasise uuringu pidepunkte.
- püüate iga tähtsa mõtte kiiresti lõpuni mõelda ja pilvekeselt lähtuvalt joonele kirja panna.
- teete töö jätkudes juurdekirjutusi just sinna paberi ossa, kus see kõige enam näib sobivat.
- püüate väljendada olulist võimalikult lühidalt - kasutades selleks paarisõnalisi väljendeid ja nappe kokkuvõtteid lauseid.
- kasutate, kus sobiv ja võimalik, lühendeid ja sümbboleid (näit. ? - kahtlane; ! - oluline; x - tundmatud tegurid jne.)
- kujutate nähtusevahelisi seoseid skeemil joontega (nööd - sellesuunaline mõju; joone paksus - toime tugevus jms.).
- kasutate erinevaid värvusi, kui probleemi kallal töötab mitu inimest, nii saab igaühe mõtteväljatuse pärast lihtsalt identifitseerida.
- kirjutate paberi kasutamata ossa tähtsaid ütlusi, küsimusi jne.
- arutate võimaluse korral enne skeemile kirjanekut seal kujutatut kaaslasega. Olge tänulik vastuväidete ja kriitika eest. Püüdke kuulaja hinnanguis leida midagi edasiviivat.

Ideede skeem on abiks:

- uute ideede otsingul,
- nõupidamise ettevalmistamisel,
- pikema aja tegevusplaanide koostamisel,

- loengu ja raamatu konspekterimiseks jpm.

Meetod on kasulik, sest:

- võimaldab õppijal üle saada hirmust asuda mittetuttava probleemi lahendamise kallale,
- võimaldab täiendada ja süstematiseerida teadmisi,
- võimaldab lõimida erinevaid läbitud ning uusi teemasid,
- võimaldab edastada ja saada informatsiooni konkreetse probleemi lahendamiseks,
- aitab luua tervikpildi lahendatavast probleemist (aitab kaasa terviklikule ehk holistilisele õppimisele),
- võimaldab arendada analüüsi- ja süstematiseerimisoskusi,
- arendab õppija loovust.

Raport on kogemusliku õppimise meetod, mis aitab keskenduda läbielatud ja seda süsteemselt esitada. Meetod eeldab, et esmalt tuleb hankida kogemus: millegi läbielamine, õppekäik, mingi õppeülesande tegemine, praktika jne, mida hiljem analüüsitakse. Analüüsitakse, milline tähendus kogetul õppija jaoks on ja mida sellest õpiti. Raporti meetodi puhul kasutatakse läbikirjutamist.

Meetod on kasulik, sest:

- aitab õppijal keskenduda kogetule ja seda süsteemselt esitada,
- aitab kaasa õppija analüüsioskuse ja süstematiseerimisoskuse arendamisele,
- aitab kaasa kirjaliku väljendusoskuse arendamisele,
- arendab õppija analüüsioskust,
- võimaldab õppijal jälgida enda arengut kogetu järel,
- võimaldab kasutada teiste õppijate kogemusi õppimiseks,
- arendab esitlemisoskust ja esinemisjulgust.

Raporti koostamine. Raporteid võib koostada praktilise õppe kohta (projektitööde, õppekäikude kohta jne) koolis või ettevõttes. Raporti struktuur võib olla õppija poolt määratletud, vajadusel võib õpetaja selle lähteülesandes määratleda (otstarbekas oleks näiteks praktikaraportite puhul, et praktilisel saadud kogemust süsteemselt esile tuua, praktikate kaitsmist tõhustada). Raporti koostamise hõlbustamiseks on õppijal kasulik teha märkmeid või pidada õpipäevikut. See aitab detailsemalt ja suuremas mahus informatsiooni talletada ja hõlbustab hilisemat analüüside tegemist. Raporti koostamisele järgneb kogemuste jagamine kaaslastega. Selleks viiakse läbi raporti esitus, millele järgneb kaaslaste küsimustele vastamine. Õppimise seisukohalt on parim, kui õppijad saavad vastastikku raportitele hinnanguid anda. Üksteise raportite lugemine ja analüüsimine võimaldab õppijatel kogemusi võrrelda. Raport ei ole siiski pelgalt kirjeldus, vaid see peab kindlasti sisaldama analüüsi ja hinnanguid, sealhulgas ka õppijale endale (mida ma õppisin jne).

8.5.6 Avastusõpe ja uurimuslik õpe

“Kui õpilased ei taha õppida nii, nagu meie neid õpetame, siis vast tasuks neid õpetada nii, nagu nemad ise õppida tahaksid” Ignacio Estrada

Avastusõpe (*discovery learning*) ei ole kaugeltki uus meetod. Selle juured ulatuvad 1960-ndatesse aastatesse, mil *Jerome Bruner* avaldas oma raamatu „The Process of Education”. *Bruner* leidis, et õpitav peaks olema praktilise väärtusega, mitte lihtsalt faktide omandamine. Nii *Bruner*’i eelnimetatud kui ka tema 1961. aastal ilmunud teinegi oluline töö – „The Act of Discovery” – muutsid loodus- ja täppisteaduste õpetamist esmalt USA-s, seejärel paljudes teisteski riikides ning nüüd on nende mõju jõudnud tasapisi ka Eestisse. *Bruner* leidis, et õppimise tulemuslikkuse tagab eelkõige õpilaste sisemine motivatsioon, aga mitte saadavad hinded või hilisem kasu. See aga tähendab, et õpilastes tuleb tekitada soov ja huvi enda jaoks midagi uut avastada. *Bruner*’i järgi on avastamine protsess, mille käigus õpilane omandab uusi teadmisi läbi hüpoteeside püstitamise ja kontrollimise, katsete või vaatluste abil (Pedaste 2008).

Bruner’i töödest lähtuvalt ongi välja arenenud **avastusõpe**. Selle käigus püstitavad õpilased endale küsimusi, sõnastavad olemasolevale infole tuginedes võimalikke küsimuste vastuseid ehk hüpoteese, planeerivad vaatluse või eksperimendi oma hüpoteesi kontrollimiseks, viivad selle läbi ja saadud tulemuste alusel saavad teada, kas nende esialgne arvamus oli õige. *Bruner* väitis, et õpetamisel peaks rakendama just selles ainevaldkonnas kasutatavaid uurimismeetodeid, mis aitaksid jõuda ainele omaste fundamentaalsete teadmiseni. Seega on avastusõpe meetod millegi teadasaamiseks **katsete ja vaatluste abil**. Nii võivad õpilased erineva pingega patareisid, ampermeetrit, juhtmeid ja takisteid kasutades avastada ise *Ohm*’i seaduse $I = U/R$. See on üks paljudest geniaalselt lihtsatest valemitest, milleni jõudmiseks on teadlastel läinud siiski väga palju aega. Avastusõpe on uurimise kaudu õppimine. Uue avastamine iseenda jaoks, mitte teaduslikust seisukohast uute avastuste tegemine. Avastusõpe on tööjuhendiga õppimise vastand. Õpilane rakendab oma teadmisi ja kogemusi, katsetab ja vaatlleb ning teeb saadud tulemuste põhjal järeldusi, jõudes seeläbi uute teoreetiliste tõdemusteni (Pedaste 2008).

Kui õpilased panna tunnis niisama istuma, siis ei avasta nad pika aja jooksul ilmselt mitte midagi. Tulemuslik saab STEM valdkonnas olla siiski vaid **suunatud avastusõpe** (*guided discovery*), kus õpetaja roll on õpilase juhendamine etapp-etapilt avastuse ehk uute teadmiste suunas, edu tagamiseks peavad õpilastel olema eelnevalt omandatud valdkonna põhiteadmised ja -oskused. Suunatud avastusõppes struktureerib õpetaja avastusprotsessi, et garanteerida soovitud teoreetiliste tõdemusteni jõudmist. Avastusõpet ei ole võimalik ainsa õpetamismeetodina STEM valdkonnas kasutada suure ajakulu tõttu, sest kui õpilased kõike ise avastama hakkavad, ei ole võimalik kogu õppekava ettenähtud aja jooksul läbida. Seetõttu on soovitatav suunatud avastusõpet kasutada siiski nooremas kooliastmes vahelduseks teistele õppemeetoditele.

Ehkki tänapäevalgi avaldatakse hulgaliselt teadusartikleid avastusõppest, on sellega paralleelselt hakatud viimasel kümnel aastal enam kasutama mõistet **uurimuslik õpe** (*inquiry learning*). Mõiste *inquiry* (ka *enquiry*) on seejuures laialdaselt kasutusel lisaks tehnikateadustele ka teiste teadusvaldkondade töödes – loodus- ja täppisteadustes, meditsiinis ja mujalgi. Kui avastusõppe eesmärgiks on eelkõige õpilase jaoks uute seaduspärasuste avastamine, siis uurimusliku õppe põhirõhk asetub protsessile – eesmärgiks on õppida selgeks meetodid, mille abil teadlased uusi avastusi teevad, kuid mis on vajalikud ka igapäevaelus paljude uute ideede testimiseks. Seega võib uurimuslikku õpet pidada ühelt poolt avastusõppega tihedalt seotuks, kuid teisalt praegust teaduse ja tehnika kiiret arengut arvestades isegi olulisemaks kui avastusõpet. Avastusõppe abil koolitundides õpitavate seaduspärasuste hulk saab olla

suhteliselt piiratud, kuid omandatud uurimuslik lähenemine võimaldab kogu elu jooksul uusi seaduspärasusi avastada (Pedaste 2008).

Uurimuslik õpe (*inquiry learning*) on seega meetod, mis baseerub loodusnähtuste mõistmisel läbi teadusliku uurimise protsessi, mille käigus uuritakse mingit seaduspärasust. Lähtealuseks on teaduslikud kontseptsioonid. Uurimuslik õpe kaasab kõik õpilased õppeprotsessi ja annab kõigile õpilastele arenemiseks võimalused. Uurimuslikus õppes esitatakse õpilastele lahendamiseks küsimusi, probleeme või seletust vajavaid vaatlusülesandeid. Õpilased peavad omakorda formuleerima uurimisküsimusi, määratlema andmeid ja koguma vastavaid tulemusi, süstemaatiliselt tulemusi esitama, neid analüüsima ja interpreteerima, formuleerima kokkuvõtteid ja saadud tulemusi hindama. Sama võib väita ka teiste meetodite – probleemõppe, projektõppe, avastusõppe, juhtumipõhise õppe kohta. Uurimuslikku õpet võib seega pidada üheks kogemusliku õppe induktiivseks üldkategoriaaks, mis hõlmab mitmeid teisi meetodeid. *Richard Felder' i* (Felder 2006) sõnul hõlmab uurimuslik õpe ka interaktiivset loengut, diskussiooni, simulatsiooni ja õpilaste iseseisvat tööd, ja ainus, mida ta ei hõlma, on traditsiooniline loeng.

Uurimuslikus õppes toimub ühelt poolt **hüpoteeside genereerimine** – püstitatakse uurimisküsimusi, kogutakse taustinfot, mõeldakse välja võimalikke lahendusteid ja analüüsitakse neid, et sõnastada hüpoteese, mida seejärel kontrollitakse. Teiselt poolt **planeeritakse ja viiakse läbi eksperimente ja vaatlusi** selleks, et hüpoteesiväljas formuleeritud ideid kontrollida. Uurimuslik töö ei alga mitte alati hüpoteeside sõnastamise nimel töötades, vaid sageli tekivad uued küsimused just eksperimenteerides. Uurimuslik tegevus kujutab endast seega pidevat otsimist kahe välja vahel: püstitatakse hüpoteese, mille testimisel tekivad uued küsimused, mille vastamiseks sõnastatakse jällegi uued hüpoteesid jne. Uurimuslik tegevus ei ole pelgalt katsete ja vaatluste tegemine ning saadud tulemuste analüüsimine, vaid hõlmab endas sama olulise komponendina küsimuste ja hüpoteeside sõnastamist, mis eeldab taustinfo kogumist ja kriitilist mõtlemist.

Uurimuslik õpe arendab õppijates kõrgemat järku tunnetuslikke oskusi, nagu probleemide lahendamise oskus, kriitiline ja süsteemne mõtlemine ning loovus. Õpilased ei omanda mitte valmisteadmisi ja fakte, vaid loovad aktiivselt omapoolseid seletusi ümbritseva maailma kohta ning saavad teada, missuguste protsesside kaudu selliste faktide ja kontseptsioonideni on võimalik jõuda.

Uurimus ja eksperiment peavad tehniliste ainete õpetamises tooma õpilastele lähemale isetegemise, õpetama läbi viima erialalisi tehnilisi operatsioone ja kasutama erialaspetsiifilisi töövõtteid. Õpilane peab õppetöös erialaste teadmiste omandamiseks aktiivselt läbima võimalikult rohkem taksonoomiate nivoo: ta ei peaks mitte ainult mõistma katsete eesmärgi ja tulemusi, vaid ka suutma õpetaja juhendamisel katseid ise läbi viia. Katsed, kus õpilastele pakutakse valmis resultate ja mille läbiviimine ei anna täit ettekujutust tehniliste protsesside kulust, ei sobi tehniliste ainete õpetamiseks.

Uurimusliku õppe tasemed. Sõltuvalt õpilase haaratusest uurimuses osalemisel eristatakse kolme taset: struktureeritud, juhitud ja avatud tase (Rannikmäe 2014):

- **struktureeritud uurimusliku õppe tasemel** annab õpetaja õpilasele ette lahendamist vajava probleemi, uurimisküsimused/hüpoteesid, kasuliku materjali Internetis, meedias, õpikus või töölehel, andmete kogumise viisi ja analüüsimise metoodika. See võib toimuda õpetaja täpse selgituse või demonratsiooni alusel, aga ka õpiku, töölehe vms baasil. Õpetaja määrab kindlaks tegevused, nende järjekorra, vajalikud materjalid ja katsevahendid. Õpilase ülesandeks on leida seosed erinevate muutujate vahel, jõuda järeldusteni ning leida kinnitus olemasolevatele printsiipidele ja seaduspärasustele. Struktureeritud uurimuslikku õpet viiakse tavaliselt läbi ainespetsiifiliste oskuste ja teaduskeeke arendamiseks. Näiteks märgpreparaadi valmistamise ja

mikroskoobi kasutamise oskus bioloogias; mõõteriistade, nt ampermeetri ja voltmeetri skaalade lugemise oskus füüsikas; Vernier' digitaalsete vahendite kasutamise oskus keemias, bioloogias ja füüsikas, elementide sümbolite ja laborivahendite adekvaatse kasutamise oskus keemias, jne. Struktureeritud tasemel, kus õpilased järgivad täpselt ettekirjutatud tööjuhendit, saavad õpilaste kognitiivsed oskused areneda vaid piiratud määral. PISA testi tulemused näitasid, et Eesti õpilaste loodusteaduslikud teadmised olid head, vajaka jäi sellistest oskustest nagu probleemi äratundmine, uurimisküsimuste esitamine, järelduste tegemine jne. Kuigi struktureeritud uurimuslik õpe on esimene, õpilase väikseima aktiivse osalusega uurimuslik õpe, on see siiski eelistatum kui traditsiooniline õpe, sest traditsiooniline õpe on tihti aine- ja õpetajakeskne ja õpilane vaid passiivne vastuvõtja.

- **juhitud uurimusliku õppe tasemel** annab õpetaja mõnede etappide (tavaliselt õpilastele raskemate või arendamist vajavate) kohta täpsed tööjuhendid või juhendab nende läbimist, mõned etapid viivad õpilased ise läbi. Kirjanduses on rõhutatud õpetajapoolse juhendamise olulisust, mis välistab õpilaste kõrvalekalldumist algsest eesmärgist ning garanteerib uurimusliku õppe läbiviimise. Juhendamise olulisust tõendavad erinevad uurimused, mis näitavad, et õpetajapoolne juhendamine on vajalik, kui õpilaste uurimuslikud oskused on veel tagasihoidlikud: näiteks võivad õpilased iseseisvalt planeerida sellise uurimusliku töö, mis ei sobi püstitatud hüpoteeside kontrollimiseks; õpilastel esineb raskusi adekvaatsete andmete kogumisel; iseseisval uurimuse läbiviimisel võivad tekkida väärmõisted; kogutud andmete analüüsimisel kasutavad õpilased sageli ainult neid andmeid, mis annavad oodatud tulemuse.
- **avatud uurimusliku õppe tasemel** läbib õpilane iseseisvalt kõik uurimusliku õppe etapid. Esmalt tuvastab ja formuleerib õpilane ise probleemi, seejärel püstitab uurimisküsimuse/hüpoteesi, kavandab ja viib läbi uurimusliku töö ning tõlgendab järelduste tegemiseks saadud andmed. Õpetaja ülesandeks on luua aktiivne ja motiveeriv õpikeskkond, kus õpilastest kujunevad paindlikud ja loovad mõtlejad ning jälgida õpilaste tegevust uurimusliku õppe iga etapi juures. Võrreldes uurimusliku õppe struktureeritud ja juhitud tasemega arenevad avatud uurimusliku õppe tasemel õpilastel enam probleemi identifitseerimise ja uurimisküsimuse püstitamise, aga samuti planeerimise oskused.

Uurimuslik lähenemine võimaldab suurendada õpilaste huvi füüsika, keemia ja tehnikateaduste vastu. Arvutite kasutamiseks on uurimusliku õppe läbiviimisel laialdased võimalused – on olemas õpikeskkonnad, kus õpilased saavad kõik vajalikud juhised, on arvukalt mudeleid, mille kasutamiseks saavad õpetajad koostada uurimuslikke töölehti ning on ka tabelarvutus- ja esitlusprogrammid, milles saab arendada välja uusi uurimuslikke töid. Paralleelselt võimaluste väljaselgitamisega tuleks siiski hoolega mõelda, kui palju tunde oma tunnijaotuskavas uurimuslikule õppele planeerida. On selge, et kõike ei saa uurimusliku lähenemise abil omandada ja nii tuleb kaaluda, mis on need kõige keerulisemad ja samas olulisemad seaduspärasused, mille mõistmisel on uuringud asendamatud. Samas tasub meeles pidada, et uurimuslikke oskusi saame arendada pea igas tunnis ja iga teema õppimisel. Oskused probleeme, uurimisküsimusi ja hüpoteese sõnastada, vaatlusi ja eksperimente planeerida, andmeid koguda, analüüsida, tõlgendada ja järeldusi teha ning oma tulemusi teistele selgelt esitada ei ole vajalikud mitte ainult tehnikateadustes, vaid ka kõigis teises valdkondades ja igapäevaeluliste probleemide lahendamisel.

8.5.7 Probleemõpe

„Ärge proovige end hästi tunda, sest tegemist on õppimisega!“ Stephanie Farrell

Idee nii probleemõppest kui ka projektõppest – kahest olemuslikult väga sarnasest õppemeetodist – pärineb 20. sajandi esimestest aastakümnetest, mil ameerika pedagoogid - teoreetikud John Dewey ja William Heard Kilpatrick propageerisid õppevorme, mis oleks kogemuslikud ning õpilaste poolt juhitud ja läbi viidud (Hmelo-Silver 2004: 236). Pedagoogi eesmärk pidi olema uute õppetegevuste loomine, mis pidid peegeldama keskkonda, milles õpilased elasid ja õppisid.

Mõlemad õppemeetodid on osa õpilaskesksest lähenemisest, mis lähtub järgnevatest konstruktivistlikest arusaamadest:

- teadmised konstrueeritakse individuaalselt ning taasluuakse sotsiaalses suhtluses;
- iga nähtust võib käsitleda mitmest vaatepunktist;
- tähendused ja mõttemallid sõltuvad kultuurist, keskkonnast ja kasutatavatest vahenditest;
- teadmised sõltuvad asjakohasest kontekstist.

Seeläbi vastanduvad konstruktivistlikud õppemeetodid traditsioonilisele pedagoogilisele lähenemisele, milles õpetaja on info edastaja ning õpilane vaid selle pelgalt passiivne vastuvõtja. On oluline, et õpilased just ise tegutseksid, kuna seeläbi on nad sunnitud vastutuse oma õppetöö eest endale võtma probleemõppe eesmärgiks on, et õpilane (Hmelo-Silver 2004: 240):

- loob laialdase ja paindliku teadmistebaasi;
- arendab probleemide lahendamise oskust;
- arendab iseseisvaks ja elukestvaks õppeks vajalikke oskusi;
- töötab grupis efektiivselt;
- õpib seesmise motivatsiooni ajel;

Nende eesmärkide saavutamiseks antakse õpilastele õppetöö kulgemise üle küllalt suur otsustusõigus, mis tähendab, et õpetaja on eelkõige juhendaja rollis, kes aitab õpilastel erinevaid mõttestruktuure ja kognitiivseid strateegiaid luua. Suur tähtsus on just rühmas töötamisel, mille käigus õpitakse ühise suhtluse käigus eelkõige üksteiselt (Hmelo-Silver 2004: 260).

Siinkohal oleks märksõnadeks reflektiivsus ja üksteise hindamine: igas lõpp- või suuremas vaheetapis tuleb kogetut ühiselt uuesti mõtestada. See tähendab ühtlasi seda, et probleemi käsitlemise käigus omandatud uue informatsiooni valguses tuleks uuesti üle vaadata ka varasemad seisukohad.

Probleemõpe – tunnustatud meetod mõtlemise arendamiseks. Probleemõpet võib defineerida kui õppimist probleemide leidmise ja lahendamise kaudu (konstruktivistlik õpikäsitlus). Probleemõpe on üldtunnustatud meetod produktiivse mõtlemise aktiviseerimiseks. Kui ei ole probleeme – ei ole ka mõtlemist. Mõtlemine algab sealt, kus tekib probleemne olukord. Probleemõpe on vastandiks reproduktiivsele õpetamisele, kus tuginetakse mälule. Laboritöö tehnilistes õppeainetes on selline õppevorm, mille puhul tekivad probleemid ise, ilma, et õppejõud neid õppeotstarbeks kavandab.

Reproduktiivse õpetuse kaudu omandatakse hulgaliselt passiivseid ja inertseid teadmisi, mis ei kandu pärast nende omandamist tööd tehes aktiivsesse kasutusse. Õppeasutuses omandatud ja õpetaja poolt kõrgelt hinnatud teadmisi ei suudeta sageli töös ja elus rakendada, sest ei nähta nende omavahelisi seoseid praktikas. Praktilises tegevuses tekib pidevalt probleeme, mida on vaja lahendada tehes otsustusi.

Inimeste efektiivsus töökohal ei sõltu ainult nende teadmistest, vaid olulisel määral ka sotsiaalsetest oskustest ja hoiakutest. Probleemõppega püütakse luua realistlik õpikeskkond, kus õppuritel on võimalik omandada pikema aja kestel püsivaid teadmisi, tugevdada õppesisu seost eluga, ergutada mõtlemisaktiivsust ja arendada neis tõhusamal viisil sotsiaalseid oskusi.

Efektiivsed probleemid peaksid:

- olema autentsed - tõsielulisus, tähenduslik kontekst, kaasaegsed meetodid;
- aktiveerima eelnevaid teadmisi - viited õpitule, mitmekesised allikad;
- olema piisavalt kompleksed - pakub väljakutset, stimuleerib kriitilist mõtlemist, tagab arutluse sügavuse, loob asjakohase probleemistiku, ühildub lühiajalise mäluga, on siiski võimalik lahendada;
- looma asjakohase probleemistiku - aitab kaasa arutelude sünteesile, arutlemine küsimuste abil;
- stimuleerima enese poolt suunatud õppimist - sõltub probleemide kvaliteedist, arendab infootsimise oskust, soodustama tagasisidestamist;
- stimuleerima rühmasisest arutelu - arutelu käivitajad, debati esilekutsumine, kõrgemal tasemel mõtlemise aktiveerimine, vihjed alternatiivide kaalumiseks;
- olema optimaalselt struktureeritud - avatud vastustega, pole lihtsat lahendust, pole ette kirjutatud etappe, nõrgalt struktureeritud, mitte liiga palju lahendusi, muudab teadmiste omandamise spiraalseks protsessiks, mille käigus teadmisi ka ise luuakse.

Probleemõppe keskmes on hästi disainitud probleem.

Probleemid võib struktureerituse alusel jaotada järgmiselt (liikudes tugevalt struktureeritud probleemidelt nõrgalt struktureeritud probleemidele):

- *algoritmilised probleemid* – põhielemendiks on mingi valem või protseduur, mida tuleb probleemi lahendamiseks õigesti rakendada. Oluline, et õpilane lahendusstrateegia ära tunneks ning valemit mingil moel vastavalt olukorrale muutma peaks;
- *loo- ja sõnapõhised probleemid* – esitatakse probleemsituatsioon konteksti asetatud tekstina, mida täiendab visuaalne materjal. Esmalt peavad õppijad informatsiooni analüüsima ja sellest võtmelemendid leidma. Seejärel peavad nad valima ühel või mitmel valemil põhineva lahendusstrateegia, samal ajal selle strateegia asjakohasust hinnates. Seda tüüpi probleemid on algoritmilistega võrreldes oluliselt elulähedasemad ning esindavad ühtlasi üldhariduskoolides kõige levinumat probleemitüüpi, tüüpiliseks näiteks on tekstülesanded matemaatikas;
- *reegli rakendamise probleemid* – on selles osas sarnased algoritmiliste probleemidega, et mõlemal juhul tuleb ülesande sooritamiseks leida mingi algoritm. Erinevus seisneb selles, et reeglitasutamise probleemide puhul on võimalikud mitmed lahenduskäigud ning lisaks lahenduse leidmisele on oluline leida parim lahendus (Jonassen 2011: 98). Näiteks võib tuua male, millel on iseenesest lihtsad reeglid, kuid nende optimaalne rakendamine on väga keerukas. Reegli induktsiooni puhul peavad õpilased mõne elemendi põhjal indutseerima, kuidas süsteem üldiselt töötab;
- *otsustamisprobleemid* – seisnevad erinevate tagajärgedega alternatiivide valimises. See tüüp on eelnevatest keerukam, kuna sisaldab erinevate lahenduste puhul eeliste ja puuduste kaalumist, kusjuures vastuse õigsus sõltub valitud vaatepunktist. Kuigi sisult normatiivne, rõhutavad ratsionaalsed arutluskäigud võrdlemist, vastandamist ning plusside ja miinuste vaagimist, samas kui argisem arutluskäik toetub eelnevatele kogemustele ja narratiividele (Jonassen 2011:98);
- *veaparandamise probleemid* – mitu võimalikku lahenduskäiku, kuid eesmärk on väga selge. Erinevalt reeglitasutamise probleemidest pole lahenduse leidmiseks lihtsaid reegleid ja lahenduskäigud tuleb järk-järgult katsetamise kaudu leida. (Jonassen 2011:98);
- *diagnoos-lahendus probleemid* – on sarnased vigade otsimise probleemidele, kuid situatsioonid on komplekssemad ja on suur arv võimalikke lahendusi. Lahendaja peab iga konkreetse vaheetapi lahenduseni leidma tee, mis oleks analoogne varasemate vaheetappide puhul valitutega. Tüüpilise näitena võib tuua haigusjuhtude lahendamise meditsiinis;
- *strateegilise tegutsemise probleemid* – on sarnased vigade otsimise probleemidele, kuid erinevad selle poolest, et situatsioon muutub ajas, mis tähendab, et muutuvad ka tingimused ning lahenduskäiku tuleb vastavalt sellele kohandada. Tihti rakendatakse ka ajalisi piiranguid. (Jonassen 2011:98)
- *poliitilise analüüsi probleemid* – mille puhul tuleb lisaks olude muutumisele arvesse võtta ka varasemaid otsuseid. Lisaks sellele on eesmärk häduselt defineeritud. Tüüpilisteks näideteks

võiks olla riigi energiapoliitika üle arutlemine või vastuvõetud kohtuotsuste põhjendamine juuraõppes (Jonassen 2011:99);

- *disainiprobleemid* – ühed keerulisemad, kuna neil on mitmetähenduslikud eesmärgipüstitused, pole kindlat lahendusteed ning nad ühendavad erinevaid teadmishaldusi. Disainiprobleemide puhul pole tihti võimalik eristada õigeid ja valesid lahendusi ning peamiseks kriteeriumiks on kontekstuaalne sobivus;
- dilemmad – keerukaim ja nõrgemini struktureeritud probleemitüüp, kuna selles pole isegi parim lahendus parim kõigi jaoks. Õpilastel tuleb dilemmade puhul analüüsida probleemi puudutavaid isiklikke, ühiskondlikke, eetilisi ja teaduslikke aspekte, et leida enamikele probleemi osapooltele sobiv lahendus.

Probleemõpe (*problem-based learning* ehk *PBL*) kui meetod on levinud viimase 40-50 aasta jooksul. Selle keskmeks on õppija vastutus oma õppimise eest, reaalsele töösituatsioonidele sarnanevad või neist pärinevad probleemülesanded ning meeskondades mitmete ülekantavate pädevuste arendamine.

Mis on probleem? Probleemiks nimetatakse küsimust, mille vastust lahendaja ei tea ja millele vastuse otsimiseks on lahendajal motiiv (Brandsford & Stein, 1984). Jonassen (2000) täpsustab, et motiiv on olemas juhul, kui probleem on lahendaja jaoks väärtuslik – probleem on probleem vaid siis, kui sel on lahendaja meelest sotsiaalne, kultuuriline või intellektuaalne väärtus. See väärtus peab probleemilahendajaid motiveerima probleemi lahendamise (Pedaste & Sarapuu 2010). Mõned autorid peavad veel oluliseks, et probleemi puhul ei oleks täpselt teada, kuidas eesmärgini jõuda (Pedaste & Sarapuu 2010). Nitki (2001) võtab kokku: õpilasel esineb probleem, kui ta tahab jõuda spetsiifilise tulemuse või eesmärgini, kuid ei taju automaatselt vajalikku teed või lahenduskäiku, mis selleni jõuda võimaldaks. Seega võib öelda, et probleem ei pea olema alati sõnastatud küsimuse vormis, kuid see peab 1) olema tundmatu lahendi ja lahenduskäigu ning 2) omama lahendamiseväärtust.

Probleemõpe on üks aktiivõppe meetoditest, mida iseloomustab õppija aktiivsuse ja vastutuse suurenemine, ülekantavate pädevuste eesmärgistatud arendamine, lihtsama kognitiivse tegevuse puhul iseseisev tegutsemine ning rühma- ja individuaalse töö kombineerimine. Seejuures on rühma koosseis muutumatu kogu ühe sisuterviku (õppeaine või –kursuse) jooksul. Väga oluline roll on tagasisidel. Õppejõu ülesandeks on omandatava informatsiooni valik, loomine ja pakendamine, kohtumisteks sobivate õpiülesannete koostamine ja õppimisprotsessi käigus juhiste ning tagasiside pakkumine (vt ka jaotis 11.5 – Probleemide lahendamine).

Probleemõpe on õppijakeskne õppe kavandamise (aktiiv- ehk tegevuspõhise õppe) meetod, mille käigus omandatakse õppesisu probleemi analüüsimise ja lahendamise kaudu ja mis arendab loovat, analüütilist ning kriitilist mõtlemist. Suureneb õppija vastutus oma õppimise ees. Probleemi lahendamisel integreeritakse erinevates ainetes omandatud teadmised, struktureeritakse ümber ja konstrueeritakse uusi teadmisi. Strateegias on oluline roll meeskonnatööl, mida kombineeritakse iseseisva tööga. Tänu õppijakesksusele arenevad probleemõppes lisaks erialastele pädevustele ka mitmed üldpädevused. Probleemid on tavaliselt interdistsiplinaarsed ja sobivad seepärast hästi erinevate õppeainete lõimimiseks (vt jaotis 8.1.1).

Probleemõppe üks vorme on ka **nähtuse- ehk ilmingupõhine õpe** (*Phenomenon-Based Learning, PhenoBL*), mille raames õpitakse läbi holistiliste tõsieluliste probleemide lahendamise ja õppeainete integreerimise.

Probleemõpe on üks tegevuspõhise õppe liike. Probleemõpe on tihti seotud ka juhtumipõhise õppega, mille lahendamiseks ei piisa ainult ühe õppeaine raames omandatud teadmistest. Probleemõppe (*problem-based learning – PBL*) meetodi üheks oluliseks tunnuseks on see, et õpilane hakkab ise hankima infot probleemsituatsiooni lahendamiseks. Probleemsituatsiooni lahendamiseks on õpilastel

põhiliselt kaks võimalust: probleeme võib lahendada kas eksperimentaalselt või teoreetiliselt. Probleemi lahendamise käigus toimub teadmiste ümberstruktureerimine ja selle tulemusena luuakse uusi teadmisi. Paljude probleemide lahendamiseks jääb aga õpilastel olemasolevatest teadmistest ja oskustest puudu ja infot tuleb hakata lisaks hankima kas õpikust, teatmeteostest, pöörduma õpetaja poole jne. Teiseks võimaluseks on sõnastada probleeme niimoodi, et selle lahendamiseks tuleks korraldada eksperiment.

Probleemid on probleemõppes õpilaste aktiivses tegevuses nii stiimuliks kui ka fookuseks.

Lisaks on probleemõppe tunnuseks õppimise organiseerimine probleemituatsioonide ümber, mida õppejõud on kavandanud ja mille abil õppijad aktiveerivad eelteadmisi, sõnastavad õpieesmärgid ning otsivad nende täitmiseks vajaminevat õppematerjali. Probleemi lahendamise protsessis omandatakse terve hulk olulisi ülekantavaid pädevusi ning harjutatakse vastutuse võtmist oma õppeprotsessi eest.

Probleemõpe on õppijat probleeme seadma ja lahendama suunav õppeviis, vastandina valmisteadmiste edastamisele (vt **sele 8.10**).

Probleem (probleemülesanne) on probleemõppe kontekstis õppeotstarbeline situatsioonikirjeldus, mis võib olla teoreetiline, praktiline, sotsiaalne, tehniline, kultuurilis-sümboliline ja/või teaduslik. Probleemi võib esitada teksti, pildi, graafilise joonise või videona. Probleemi kirjeldus pärineb reaalsest situatsioonidest ning aitab üliõpilastel seostada ülesandeid töömaailma ning õppekava osadega. Valitud probleem peab olema piisava üldistusvõimega ning seostuma õpiväljunditega. Tavaliselt on probleemid interdistsiplinaarsed ja lõimivad – seda nii analüüsi kui lahenduste pakkumise faasis.

Probleem tekib siis, kui mingi teoreetilise või praktilise ülesande lahendamiseks senistest teadmistest ei piisa ja puuduvate teadmiste hankimise algoritmi pole teada (Roosimölder 2004). Probleemi kui psüühilist seisundit ei tekki inimesel, kui ta ei teadvusta seda asjaolude või konteksti mittetundmise tõttu või kui lahendus tundub liiga lihtne. Seetõttu võib öelda, et probleem on tundmatu tunnus. Dewey on öelnud, et tõeline õppimine käivitub vaid siis, kui inimene reageerib probleemidele informeeritud teadlikkusega.

Probleemi lahendamine on aktiivõppe rakendamine, mis lähenemisviisilt sarnaneb juhtumianalüüsi ja kaasuse lahendamisega. Probleem peaks olema erinevaid kontseptsioone integreeriv, eluline. Probleemide lahendamise abil saavutatakse probleemilahendusoskus, kohanemine muutustes, julgus põhjendatud otsuste tegemiseks, sotsiaalsed oskused, julgus õppida läbi eksimuste jpm. Uut materjali omandatakse enesejuhtimisega õppimise abil.

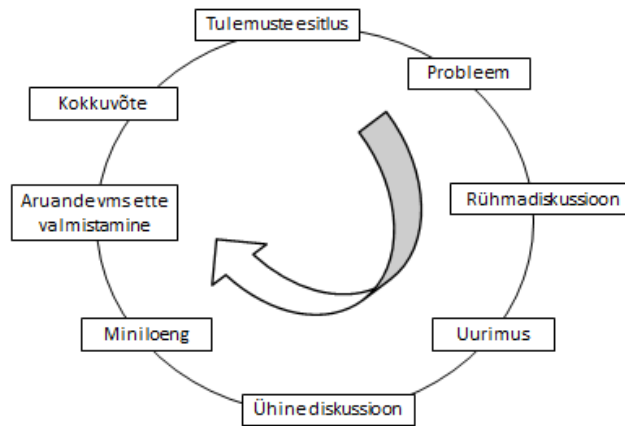
Seda kasutatakse õppetöö osana, kuid selle ümber ei organiseerita kogu õppetööd nagu probleemõppes. Probleemi lahendamine on probleemõppe lihtsaim vorm. Probleemi lahendamine on pigem üks probleemõppe meetod, samal ajal kui probleemõppe on tervet hulka eri võtteid kindlas järjestuses kasutatav metoodika. Sama mõtteviisi järgi on võimalik eristada ka projekti ja projektõpet, mis on probleemõppega väga lähedased ja omavahel teatud juhtudel ka kombineeritavad, seda eriti tehnikaõppes (vt jaotis 11.1 Õpioskused ja jaotis 8.7.4 – Probleemülesannete lahendamine).

Probleemõppe vajalikkus: tööandjad ootavad spetsialiste, kes oskavad elukestvalt õppida, lahendada reaalseid erialaprobleeme, kes omavad võtmekompetentsusi, sh suhtlemisoskust, esitlusoskust, meeskonnatööoskust ja IKT oskusi.

Probleemõppe eelised:

- aktiivõppes teadmiste konstrueerimine;
- integreeritud, holistiline lähenemine;
- sügavuti arusaamine, õpitu püsivus salvestumine;
- toetab õpieetikat, elukestvat õpet;

- võtmepädevuste omandamine. Omandatakse teadmisi, mis on ühendatud oskustega = kompetentsustega, probleemilahendamise oskusi;
- omandatakse oskusi elukestvaks õppeks;
- meeskonnatöö ja suhtlemisoskusi, oskusi ideid kommunikeerida.



Sele 8.10 – Probleemõppe lihtsustatud skeem (Farrell 2015)

Probleemõppes kohtavad õpilased probleeme nii nagu nad reaalsus ilmnevad – kas ebapiisavate või üleliigsete andmetega. Probleemõppega omandavad õpilased mitte alati üheseid vastuseid eeldavate probleemide lahendusoskust ja seda on vaja paljudel erialadel – inseneridel, aga ka arstidel ja õpetajatel. Õpilased vastutavad probleemõppes ise oma õppimise eest, rakendavad oma teadmisi ja enesejuhtimisega õppimist, kriitilist mõtlemist, püstitavad õpieesmärke, analüüsivad oma õppimist rakendades metakognitiivseid meetodeid.

Probleemõppes läbitakse kõik erinevad õppimise liigid – kognitiivne, afektiivne, psühhomotoorne ja kaetakse kõik vastavate taksonoomiate kõrgemad tasemed.

Probleemõppe on üks induktiivsetest kogemuslikest õppemeetoditest, mis võimaldab õpetajal õpilaste mõtlemist aktiveerida. *Jaan Mikk'u ja Hiie Asser'i* (Mikk 2008) sõnul on probleemõppe üldtunnustatud vahend õpilaste (mõtlemise) aktiveerimiseks. Teadmiste omandamine ja õppimine toimub probleemõppe korral probleemide leidmise/püstitamise ja nende lahendamise kaudu. Viimane on aga täielik vastand õpetaja või õpiku valmisteadmiste andmisele. Probleemõppe juures toimib sama loogika, mis uurimuslikus õppes, kuid need kaks meetodit erinevad teineteisest selle poolest, et esimesel juhul leitakse mitmete lahenduste hulgast parim lahendus ja põhjendatakse seda, teisel juhul toimub uurimisküsimuse või -probleemi põhjal püstitatud hüpoteesi kinnitamine või kummutamine kogutud katseandmete (või vaatlusandmete) põhjal. Uurimusliku õppe juures on meil teatavasti alati üks kindel tulemus (uurija positivistlike veendumuste seisukohalt vaadatuna), probleemõppe korral võib olla mitu erinevat ja sealsamas üksteisest sõltumatut tulemust.

Probleemõppe võib endas sisaldada veel mitmeid teisigi induktiivseid õppemeetodeid, nagu näiteks avastusõpet, projektõpet, väitlust, ajurünnakut, diskussioone jne. Üldjuhul püütakse iga õpilane panna

olukorda, kus ta peab leidma mitte ainult vastuseid, vaid oskama neid enda jaoks ka lahti mõtestada ja kaaslastele põhjendada.

Probleemõpe on suunatud üheskoos teadmiste loomisele, hindamisele ja täiendamisele. Teadmisi omandatakse probleemõppe puhul vähem, aga see, mida omandatakse, püsib paremini meeles. Parema meelepidamine on selgitatav rohkemate operatsioonidega, mida materjali õppimisel tehakse ja millega saavutatakse õpitava parem integreerimine eelteadmiste, praktika ja ka teiste ainevaldkondadega.

Probleemide kirjeldamine. Probleem kirjeldamiseks kasutatakse enamasti nelja tunnust (Jonassen, 1997):

- probleemi valdkond;
- probleemi tüüp;
- probleemi lahendamise protsess;
- lahend.

Probleemide struktuur. Jonassen (1997) on erinevate autorite ideedele tuginevalt toonud välja järgmised hästi ja vähe struktureeritud probleemide tunnused:

➤ **hästi struktureeritud probleem:**

- sisaldab probleemi kirjelduses probleemi kõiki elemente;
- on ühe võimaliku lahendiga, mis on korrektsem kui teised;
- võimaldab lahendamiseks rakendada piiratud arvul reegleid ja põhimõtteid;
- eeldab lahendamiseks teadmisi mõistest ja reeglist, mis on probleemi sisu kontekstis üldlevinud;
- omab teatud eelistatud kirjeldatavat strateegiat, mille abil saab seda lahendada.

➤ **vähe struktureeritud probleem:**

- sisaldab probleemi kirjelduses tundmatuid elemente (pole teada, millist lahendit oodatakse, millised takistused on lahendustel või millised on kõik lahendamiseks vajalikud lähteandmed);
- on lahendatav erinevate võrdväärselt asjakohaste strateegiatega rakendamisel (erinevad lahendusteed võivad olla lahenduseni jõudmisel sama tulemuslikud);
- on probleemi lahendamisel tundmatu hulga vajalike mõistete, reeglite ja põhimõtetega (lahendaja peab ise välja selgitama, milliseid mõisteid, reegleid ja põhimõtteid tuleb probleemi lahendamiseks teada);
- ei ole lahendatav alati järjekindlalt samu reegleid ja põhimõtteid järgides (sõltuvalt teatud teguritest võivad lahend ja sobiv lahendustee muutuda);
- ei ole varem lahendatud probleemi prototüüp, sest kontekst ja/või erinevate tingimuste olulisus võivad muutuda ja seeläbi mõjutada lahendust (iga probleem on peaaegu unikaalne, sõltudes lahendajast ning sihtrühmast, kelle huvides lahendust kasutatakse);
- ei lahendu enamasti üldiste reeglite abil (olemasolevaid reegleid tuleb modifitseerida, sõltuvalt lahendaja, lahenduse kasutajate sihtrühma ning konteksti eripärast);

- eeldab lahendamisel isiklike töökspidamiste arvestamist (lahend sõltub lahendaja väärtustest ja hoiakutest);
- lahendub alternatiivsete lahendite hulgast valikuid tehes (lahendiks on hulk alternatiive, millest üks või teine on sobivad sõltuvalt ajahetkest ja kontekstist).

Probleemide tüübid. Jonasseni probleemide klassifikatsioon. Jonassen (2000) analüüsis põhjalikult sadu erinevaid teadustöodes uuritud probleeme ning leidis, et neid saab iseloomustada 11 tüübi kaudu. Seejuures kirjeldas ta loodud süsteemi probleemide struktureerituse astme abil, alustades kõige lihtsamatest hästi struktureeritud ja lõpetades kõige komplekssemate vähe struktureeritud probleemidega. Seeläbi saab loodud süsteemi seostada varasematega ning rakendada üldiseid probleemide lahendamise strateegiaid, kuigi täpsema klassifikatsiooni kontekstis täpsustuvad ka lahendusstrateegiad ja probleemi elemendid. Suurem täpsusaste võimaldab tulemuslikumalt õpetada ja ka hinnata probleemilahendamise oskusi (Pedaste & Sarapuu 2010).

Alustades kõige paremini struktureeritustest ja lõpetades kõige vähem struktureeritutega, eristas Jonassen (2000) järgmised **11 probleemitüüpi**, millest neli esimest on enamasti ühe lahendiga ja ülejäänud seitsmel võib olla mitu enam-vähem võrdväärset lahendit, mille hulgast valimine sõltub probleemi lahendajast või kontekstist (Pedaste & Sarapuu 2010):

- *loogikaprobleemid (logical problems)* – lahendamisel tuleb rakendada üksnes loogilist mõtlemist, manipuleerides limiteeritud hulga muutujatega (Jonassen, 2000). See on ainus probleemitüüp, mille lahendamiseks ei ole praktiliselt vaja mingi spetsiifilise valdkonna teadmisi. Samas on see ka põhjus, miks selliste probleemide lahendamine on koolis tagaplaanil, sest need probleemid ei seostu otseselt ühegi õppeainega. Kõige enam võib loogikaprobleemide lahendamist kohata matemaatikas, kus üheks eesmärgiks ongi õpilaste üldise mõtlemisoscuse arendamine. Samas võib ka öelda, et nende lahendamist ei ole eriti võimalik õppida, sest iga loogikaprobleem on unikaalne – ühe probleemi lahendamisel kasutatavaid meetodeid ei saa üle kanda teise probleemi lahendamiseks. Loogikaprobleemide lahendamise tulemuslikkust mõõdetakse lahendi leidmiseks kuluva aja ja tehtud operatsioonide hulga kaudu. Klassikalised loogikaprobleemid on Rubiku kuubiku või puslede kokkupanemine.
- *algoritmilised probleemid (algorithmic problems)* - eksisteerib üks konkreetne valem või protseduur, mille korrektse rakendamisel probleem lahendub. See tähendab, et nende lahendamisel tuleb õpilasel lihtsalt leida õige valem või protseduur ning edasine on vaid lihtne arvutamine. Kuivõrd algoritmiliste probleemide lahendamiseks piisab sageli vaid reegli teadmisest, siis ei peeta neid mõnikord üldse probleemideks. Keerukamate algoritmiliste probleemide lahendamiseks on siiski vaja modifitseerida teadaolevaid valemeid või protseduure vastavalt situatsioonile või valida erinevate seast välja kõige paremini töötavad (Jonassen, 2000). Selliste probleemide kuulumist probleemide hulka kahtluse alla ei seata. Tüüpiline erinevates õppeainetes lahendatav algoritmiline probleem on kogutud andmete põhjal järelduste tegemine – teatud reegleid kasutades tuleb leida, kuidas on uuritavad tunnused omavahel seotud. Nii võib kasutada sobivaid valemeid või koostada diagramme, et avastada lineaarne või mittelineaarne seos kahe või enama tunnuse vahel.
- *tekstülesandelised probleemid (story problems või ka word problems)* - on ühed enam lahendatavad probleemid (Jonassen, 2003). Nii on ka läbi viidud rohkem uuringuid, otsimaks nende lahendamiseks sobivaid meetodeid (Jonassen, 2000; Jonassen, 2003; Jonassen, 2004). Oma olemuselt on nad väga sarnased algoritmiliste probleemidega: tuleb leida

valemid või protseduurid, mille korrektusel rakendamisel saadakse lahend. Erinevus seisneb eelkõige probleemi esitusviisis. Nimelt on algoritmilistel probleemidel vajalikud lähteandmed õpilasele ette antud, kuid tekstülesandelistel probleemidel tuleb need leida probleemsituatsioonist. Enamasti on situatsioonis rohkem infot kui probleemi lahendamiseks vaja ja sõltuvalt probleemi keerukusest võib seal olla ka märkimisväärsel hulgal segavat infot. Hästi tuntud on tekstülesandelised probleemid matemaatikas ja füüsikas, kus on laialdaselt kasutusel valemid.

- *reeglirakendamise probleemid (rule using problems)* - on kõige komplekssemad ühe lahendiga probleemid. Sarnaselt algoritmiliste probleemidega tuleb nende lahendamiseks kasutada kindlaid reegleid, kuid nende keerukus tuleneb vajadusest reegleid omavahel kombineerida. Nii tekib probleemi lahendamiseks suur kombinatsioonide võimalus. Reeglirakendamise probleemi üheks näiteks on malemäng, kus lihtsate reeglite (nuppude käimise reeglite) kombineerimisel on vaja saavutada väga lihtsasti mõistetav tulemus – võit, mis tähendab, et vastase kuningal ei ole võimalik tule alt varjuda. Hoolimata eesmärgi ja reeglite lihtsusest on male tänu võimalike kombinatsioonide rohkusele siiski väga keeruline probleemülesanne.
- *otsusetegemise probleemid (decision-making problems)* - lahendamine võib olla iseenesest lihtsam kui näiteks keerukate reeglirakendamise probleemide lahendamine. Samas ei ole nende puhul enam ühte teistest selgelt sobivamat lahendit. Ligilähedastest lahenditest on igaühel oma head küljed ja puudused (Jonassen, 2000). See tähendab, et õpilane peab tegema valiku, arvestades, et ideaalset lahendit pole olemas. Sõltuvalt isiklikest või grupi hinnangutest on sobiv üks või teine lahend. Pole olemas iga probleemilahendaja vaatepunktist korrektset ratsionaalset lahendit. Näiteks sobib siin probleem, mille puhul tuleb leida sobivaim küttematerjal linna katlamaja kütmiseks. Seejuures tuleb ühelt poolt arvestada erinevate materjalide hinda, nende veohinda, kütteväärtust ja kasutamisel tekkiva keskkonnakahju suurus. Sõltuvalt probleemi lahendajate hoiakutest võib keskkonnakahjude suurusel ja kütte kasutamise hinnal olla erinev tähtsus otsuse langetamisel. Probleemi lahendamise tulemuslikkuse hindamisel ei ole tähtis see, millise otsuse konkreetne õpilane teeb, vaid see, et oleks läbi kaalutud erinevad otsustamise aluseks vajalikud aspektid. Selliste probleemide lahendamine on keeruline, kuid tegemist on vägagi igapäevaeluliste probleemidega ja seetõttu tuleks ka senisest enam nende lahendamisele tähelepanu pöörata. Vaid nii saame oodata, et igapäevaelulisi valikuid tehakse läbikaalutult.
- *veaparandamise probleemid (troubleshooting problems)* – nende eripära on see, et nende lahenduseks on lahenduskäik ise. Sobiva lahenduskäigu leidmist on enamasti lihtne kontrollida – kui probleemi lahendamise alguses on mingi viga, siis lahenduse ehk lahenduskäigu leidmise ja rakendamise tagajärjel algset viga enam ei ole. Nii on veaparandamise probleemid sarnased reeglirakendamise probleemidega, mille lõpptulemus on selge ja lihtne ning probleemi lahendamine seisneb erinevate lahenduste otsimises. Kuivõrd veaparandamise probleemid kuuluvad mitme võrdväärse lahendiga probleemide hulka, siis on siin erinevalt reeglirakendamise probleemidest vaja lahenduskäike modifitseerida. Veaparandamise probleemid on levinud tehnikavaldkonnas, kus mingi protsessi aeglustumise või peatumise põhjused võivad olla väga erinevad ning sageli on vaja katse-eksituse teel erinevad võimalikud lahendusteid läbi proovida, vajaduse korral lahendusteid modifitseerides, samuti on need levinud IT valdkonnas.

- *diagnoos-lahendus-probleemid (diagnosis-solution problems)* - sarnanevad veaparandamise probleemidega, kuid nende puhul on tegemist enam kompleksse situatsiooniga, kus on suur hulk võimalikke lahendusteid (Jonassen, 2000). Nende lahendusteade sobivus sõltub objektist või protsessist, millele lahendusteade rakendama hakatakse. Lahendustee valimisel peaks arvesse võtma sama juhtumi puhul varem tehtut ja neist saadud kogemusi.
- *strateegilise tegutsemise probleemid (strategic performances)* - sarnanevad veaparandamise probleemidega, kuid nende puhul muutub situatsioon ajas kiiresti ja seetõttu on probleemi tulemuslikuks lahendamiseks vaja head situatsiooniteadlikkust (Jonassen, 2000). See tähendab, et probleemi lahendaja peab arvestama reaajas muutuvate tingimustega, mis määravad selle, kuidas probleemi lahendada. Lihtsaks näiteks on igapäevased liiklusprobleemid: sõltuvalt teistest liiklejatest tuleb esmapilgul sarnases situatsioonis toimida erinevalt. Vastavalt ajas kiiresti muutuva situatsioonile tuleb erineva tugevusega vajutada piduri- või gaasipedaali.
- *juhtumianalüüsi probleemid (case analysis problems)* - on eelnevatest veelgi komplekssemad, sest lisaks reaajas muutuva situatsioonidele tuleb nende lahendiks sobivad otsused teha, arvestades varem sarnastes situatsioonides tehtud otsuseid (Jonassen, 2000). Lisaks sellele on nende probleemide lahendamisel saavutatav eesmärk sageli ähmaselt tajutav ja täpsustub alles probleemi lahendamisel (Pedaste & Sarapuu 2010) (vt ka jaotis 8.5.10 – Juhtumipõhine õpe).
- *disainiprobleemid (design problems)* – ühed komplekssemad probleemid. Neid iseloomustavad ebaselgus selles, milleni täpselt soovitakse välja jõuda, määratlemata lahendustee ja vajadus integreerida erinevate valdkondade teadmisi. Sageli on disainiprobleemidel tundmatu vabadusastmete arv ja puudub võimalus jagada lahendeid õigeteks ja valedeks. Kõik lahendusvariandid on kas paremad või halvemad sõltuvalt teatud tingimustest ja kellegi jaoks. Disainiprobleemide lahendiks on enamasti mingi uude lahenduse väljatöötamine mingi eesmärgi täitmiseks. Lahenduseks võib olla objekt või protsess. STEM ainetes on disainiprobleemid rakendatavad nii uute uurimismeetodite kui ka tehniliste lahenduste väljatöötamisel. Sel juhul on vaja esmalt hakata välja selgitama ja kaaluma kõiki neid tegureid, mida peaks disainiülesande lahendamisel arvestama ning seejärel tuleb koostada lahendus, mida on tarvis soovitud situatsioonis testida. Reaalselt õpitakse STEM disainiprobleemide lahendamist ülikoolitasandil.
- *dilemmad (dilemmas)* - kõige vähem struktureeritud ja komplekssem probleemitüüp, mille puhul on parim lahendus selline, mis ei ole tegelikult kellelegi parim (Jonassen, 2000). Need on probleemid, mille lahend sõltub teiste tüüpidega võrreldes märksa enam personaalsetest väärtustest ja hoiakutest, mille mitmekesisus on loomulik. Dilemmaprobleemi lahendamisel tuleb analüüsida teaduslikke, isiklikke, sotsiaalseid, eetilisi, moraalseid, majanduslikke ja muid probleemiga seonduvaid aspekte, et leida kompromiss, mis on aktsepteeritav enamikule lahendist huvitatud huvigruppidele. Dilemmaprobleemi lahendiks peetakse „avalikku heaolu“. Dilemmade näiteks sobivad igasugused STEM valdkonna ainetes käsitletavat probleemid, mille puhul tuleb lahendamisel arvestada lisaks teaduslikele ka inimühiskonnast lähtuvaid aspekte. Viimastel aastatel on kõige enam hakatud tähelepanu pöörama eetika ja majandusega seotud dilemmadele. Selliste probleemide lahendamise tulemuslikkuse hindamisel tuleb lähtuda otsuse kompetentsusest: mil määral on selles suudetud arvestada eri valdkondade seisukohti.

Efektiivseid, hästi formuleeritud probleeme iseloomustavad järgmised omadused (Farrell 2015):

- probleemi lahendamiseks hakkab õpilane õppima just seda, mida probleemi koostaja on õppeeesmärgiks seadnud. Vastasel juhul võib osa olulist informatsiooni õpilastel üldse omandamata jääda. Probleemist ei tohiks tuleneda liiga palju hüpoteese, mis viivad õppimise põhieesmärgilt kõrvale;
- probleem peaks olema eluline. Eluline probleem on multidistsiplinaarne ja võimaldab erinevaid lähenemisi. Uurimused on näidanud, et õpitu tuleb paremini meelde situatsioonis, mis on võimalikult lähedane õpitu olukorrale;
- hea probleem aktiveerib õpilaste eelteadmised. Sel juhtumil seostatakse uus informatsioon varem omandatuga ja see jääb hästi meelde;
- probleemid peaksid olema sõnastatud konkreetselt ja lühidalt. Konkreetsus on otseselt seotud elulähedusega;
- probleem peaks olema õpilastele huvitav. Sellele aitavad kaasa ülalkäsitletud elulähedus ja konkreetsus.

Probleemipõhine õpitsükkel on esitatud **sele 8.11** (Laakso 2015 <http://www.slideshare.net/Satuystil/problem-based-learning-43169602>). Õpitsükkel algab I seminaril probleemi tutvustamisega. Seejärel järgitakse probleemõppe struktuuri ja läbitakse kõik selle etapid. Probleemi analüüsitakse analüüsitabeli abil, kus tuuakse välja probleemiga seonduvad teadaolevad faktid ja andmed, ideed (mis infot vajame, kuidas lahendada, kusjuures oluline on ideede kvantiteet, kõik ideed on head ja neid ei kritiseerita), pannakse kirja oodatavad tulemused, sõnastatakse probleemülesanne ning eesmärgid, uued teemad ja teadmised, mida tuleks juurde õppida enesejuhtimisega õppimisel ja pannakse paika edasine tegevusplaan. II seminaril jagatakse kaasõpilastega iseseisvalt omandatud teadmisi ja vajadusel selgitab uut teemat ka õpetaja, tehakse vahekokkuvõtteid, analüüsitakse võimalikke parimaid lahendusteid, testitakse ja tehakse lõplikud kokkuvõtteid, antakse hinnangud.

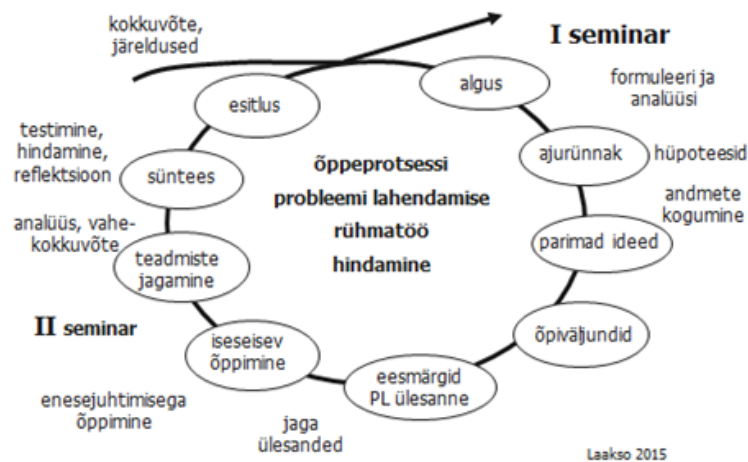
Probleemõppe tunnused on:

- õppimine peab algama probleemist;
- probleem peab suunama tegevustele ja teadmiste konstrueerimisele, mida on vaja tulevikus erialases töös;
- omandatavad teadmised integreeritakse probleemist, mitte ainekult lähtuvalt;
- õpilasi juhendatakse ise suunama (üksi ja ühiselt) oma tegevusi nii, et need aitaksid kaasa probleemi lahendamisele;
- kasutatakse erinevaid rühmatöö vorme, mitte loenguid.

Probleemõppe struktuur on järgmine (Eggen & Kauchak 2006):

- probleemi identifitseerimine, analüüsimine ja püstitus, defineerimine;
- hüpoteesi püstitus;
- teadmiste analüüs – mida on probleemi lahendamiseks juba omandatud, millest jääb vajaka;
- süstematiseeritakse omandamist vajavad teadmised, jaotatakse omavahel nende omandamine;
- tööjaotus;

- tähtaegade määramine, seminari aegade määramine;
- andmete kogumine, vajalike teadmiste omandamine;
- tulemuste interpreteerimine;
- esialgne kokkuvõte;
- rakendamine, testimine, kontroll, hindamine;
- analüüs, kokkuvõte, järeldused, soovitused;
- aruande kirjutamine, tulemuste esitus.



Sele 8.11 – Probleemipõhine õpitsükkel

Probleemõppe metoodika peatelg – probleemi lahendamise käik – on vaadeldav seitsmeastmelise strateegiana (the “Seven Jump”):

- probleemsituatsioon – probleemi kirjelduse lugemine ja tundmatute sõnade ning terminite tähenduse väljaselgitamine;
- probleem – probleemi defineerimine ehk seletust vajavate asjaolude/fenomenide loetlemine;
- ajurünnak – probleemi analüüsimine ajurünnaku meetodil, st selgitust vajava fenomeni kohta võimalikult paljude seletuste ja faktide leidmine, rohkete ideede genereerimine, kasutades teemakohaseid üldiselt teadaolevaid fakte ja igaühe eelteadmisi;
- analüüs – eelnevalt genereeritud ideede “sorteerimine” ehk klasterdamine, mitte asjassepuutuvate väljajätmine ja olulisimate rõhutamine;
- õpieesmärk – õpieesmärkide/teemade sõnastamine iseseisva töö jätkamiseks, iseseisva töö/teema formuleerimine;
- iseseisev töö – sõnastatud õpieesmärkidele vastavate teadmiste täiendamine (võib toimuda raamatukogus). Õpilased töötavad vastava kirjanduse läbi;
- analüüs – leitud ja omandatud informatsiooni jagamine õpirühmas seminaril. Uute teadmiste integreerimine olemasolevatega ehk tähenduse mõistmine. Kontrollitakse, kas teemakohaseid teadmisi on piisavalt.

Maailma Inseneriariiduse Foorumil esitati probleemi- ja projektõppe läbiviimise ühe võimalusena järgmist skeemi (François 2015):

- ettevõtte püstitab või esitab reaalse interdistsiplinaarse projekti või probleemi;
- ettevõtte ja ülikooli esindajad arutavad ja defineerivad probleemi;
- ülikoolis moodustatakse probleemilahenduseks meeskonnad;
- kutsutakse kokku nn avalöögi-koosolek, kus osalevad ettevõtte ja ülikooli esindajad ning õpilasmeskonnad;
- õpilased lahendavad probleemi meeskonnapõhiselt, reeglina kollaboratiivselt, neid juhendavad nii ettevõtte kui ka ülikooli juhendajad;
- tulemus kaitstakse ettevõtte ja ülikooli juhendajate ja komisjoni ees.

Hindamine (François 2015) toimub sel juhul järgnevalt:

- ettevõttepoolsed ja ülikooli juhendajad hindavad nii probleemilahendamise protsessi kui ka tulemust (dokumentatsiooni, postreid, raportit, presentatsiooni jne)

Probleemõppe olemust selgitab Farrell'i probleemilahenduse käik (Farrell 2015):

- *probleemsituatsiooni tajumine, identifitseerimine, terminite selgitamine* – selleks leiavad õpilased vastused küsimustele: Milles seisneb probleem? Mida ma tean juba selle probleemi või küsimuse kohta? Mida ma veel pean teadma, et efektiivselt seda probleemi lahendada? Milliseid allikaid peaks kasutama, et jõuda eeldatava lahenduseni?
- *probleemi sõnastamine, määratlemine, defineerimine, hüpoteeside püstitamine* – otsitakse infot, hinnatakse selle adekvaatsust ja kohasust ning sobivuse korral kasutatakse saadud infot probleemi lahendamiseks – otsitakse vastust küsimusele: Kuidas saaks probleemi lahendada?
- *lahendusvõimaluste leidmine, alternatiivsed lahendusvariandid, ajurünnak* – konstrueeritakse probleemile lahendus, milleks on vaja reorganiseerida informatsioon uuel moel – otsitakse vastust küsimusele: Millist lahendamisviisi või strateegiat peaksin rakendama?
- *lahendusvõimaluste hindamine ja kaalumine, ideede seostamine, kirjeldava lahendusmudeli loomine* – otsitakse vastust küsimusele: Kui õige on minu lahendus? Milline on parim lahendus?
- *otsuse vastuvõtmine;*
- *otsuse põhjendamine;*
- *otsuse ellurakendamine;*
- *valitud lahenduse sobivuse kontroll* - ellurakendamise jälgimine ja tulemuste hindamine.

Farrell (2015) on välja töötanud probleemõppe 3 etappi:

I etapp - rühmatöö:

- probleemiga seotud terminite selgitamine, analüüs;
- probleemi määratlemine, kirjeldus;
- ajurünnak;

- kirjeldava seletusmudeli loomine ideede seostamise põhjal;
- õpieesmärkide püstitamine - mida tuleks juurde õppida.

II etapp - iseseisvalt enesejuhtimisega õppimine;

III etapp – rühmatöö:

- rühmaarutelu iseseisva töö põhjal, probleemi lahendamine;
- kokkuvõtete ja järelduste tegemine, soovitus edaspidiseks;
- tulemuste esitlus, oma seisukohtade kaitsmine.

Õpetamine probleemõppes (Hmelo-Silver 2004):

- probleemi esitamine minimaalse infoga;
- õpilased esitavad täiendavaid küsimusi, püstitavad hüpoteese, kontrollivad, analüüsivad, koguvad fakte, teevad katseid, määratlevad uusi juurdeõpitavaid teemasid, jagavad ülesandeid, vahetavad infot jne;
- õpetaja on ekspert, kujundades sobivaid õpi- ja mõtlemisstrateegiaid;
- eelteadmiste analüüs mõistekaartide abil vms;
- õpetaja on õpetaja, juhendaja, coach, mentor ja kolleeg, esitades edasiviivaid avatud kõrgema taseme mõtlemisküsimusi. Õpetaja vastutab edasiliikumise eest ja jälgib grupiprotsesse (kas kõik osalevad, esitavad ideid, analüüsivad), toetab vajadusel, palub seletada/analüüsida seisukohti jne;
- õpilaste-poolne analüüs.

Soovitusi probleemõppe läbiviimiseks:

- võtke PBL kasutusele järk-järgult, alustades lihtsustatud PBL-st
- seletage kooperatiivse õppe vajalikkust
- see ei ole võistlus, vaid koostöö, kasutage hindamisel absoluutset skaalat
- küsige pidevalt tagasisidet, anonüümset hinnangut – mis meeskonnas töötab ja mis mitte
- Ainekursuse läbimine ei tähenda alati, et õpilased seda ka sügavuti mõistavad, seetõttu on kooperatiivne õpe kasuks
- kasutage aktiivõpet ja interaktiivseid miniloenguid
- iga õpilane esitab ka individuaalse kodutöö
- üksteise vastastikune õpetamine ja hindamine
- probleemi lahendamine peab arendama kindlaid oskusi, andma teadmisi vms;
- probleemile peaks olema erinevaid lahendusvõimalusi, mitte vaid üks õige tee, kusjuures "õiget" lahendust ei pruugi alati ka õpetaja teada;
- probleemi lahendajateks on õpilased, mitte õpetaja;
- õpilastele võib anda vaid väikeseid näpunäiteid probleemi lahendamiseks (vt **sele 8.12**);

- õpilased peavad hindama lahendusi, leidma nende positiivseid ja negatiivseid aspekte;
- kasutage elulisi ülesandeid loomaks seoseid õpitavaga;
- lihtsustage protsessi, paluge õpilasrühmadel:
 - defineerida probleem;
 - püstitada hüpoteese;
 - määrata, mis on antud, mida tuleb leida ja kuidas edasi tegutseda;
 - genereerida võimalikke lahendeid ja valida, milline neist on parim, põhjendada valikuid;
 - lahendada ja kaitsta ülesanne;
 - teha järeldusi, anda hinnanguid ja soovitusi edaspidiseks, et õppida kogemustest.

Faktid	Ideed	Uued teemad	Tegevusplaan
Tulenevad probleemist Mida me teame? vajadusel otsitakse lisa	Mis infot me vajame? Kuidas lahendada? Hüpoteesid - kõik ideed on head	Teemad, mida tuleks juurde õppida	Analüüsi seniõpitut. Planeeri tegevuste järjestus, vajadusel uue info omandamine, tööjaotus, vali parim lahend ja lahenda probleem, analüüsi, kontrolli, anna hinnang. Mida õppisid? Kuidas edasi? jne

Hmelo-Silver 2004

Sele 8.12 – Probleemi lahendamise maatriks

Probleemõpe õpetab:

- probleemide selget defineerimist;
- kohanemist muutustes;
- erinevatest allikatest andmete otsimist;
- tundmatutes situatsioonides probleemidega tegelemist ja põhjendatud otsustuste tegemist;
- alternatiivide leidmist ja nendega arvestamist;
- loovalt ja kriitiliselt mõtlema;
- kirjalikku ja suulist väljendusoskust;
- emotsionaalset intelligentsust;
- õpitud teadmiste rakendamist uutes olukordades, eelteadmiste aktiveerimist;
- reaalses tingimustes töötamist;
- otsuste langetamist;

- iseseisvat enesejuhtimisega õppimist;
- uurimistöö läbiviimist;
- arusaamist, kas teadmised on õigesti omandatud;
- meeskonnatööd, teiste arvamuste aktsepteerimist jms.

Probleemõppe läbiviimisel tuleks tähelepanu pöörata (Farrell 2015):

- õppurite toe(s)tamisele, juhendamisele;
- tasakaalustatud õppimisele;
- õppima õppimisele;
- probleemülesannete kvaliteedile;
- rühmaprotsesside juhtimisele, protokollimisele ja analüüsile, õpianalüütikale;
- hindamisele ja tagasisidele;
- ainesisu katmisele, ajajaotusele;
- vajalike tingimuste ja vahendite olemasolule (ruumid, mööbel jne).

Õpetaja roll probleemõppes (vt jaotis 8.3.2 - Rühmatöö ja meeskonnapõhine õppimine):

- juhendamine;
- toetamine;
- hindamine ja õppeprotsessi analüüs;
- suunavate küsimuste esitamine;
- probleemi lahendamise ja õppeprotsessi monitooring;
- arusaamise kontrollimine;
- rühmaprotsesside jälgimine ja analüüs.

Õpilasarühma roll probleemõppes

- kõigi õpilaste kaasamine;
- koostöö, suhtlemine;
- võrdne osavõtt ja panustamine;
- ülesandele keskendumine;
- protokollimine;
- õpitu kokkuvõtmine;
- analüüs;
- küsimuste esitamine.

Juhendaja (coach) 9-astmeline rollimudel probleem- ja projektõppes (François 2015):

- nõuandja – vastab õpilaste küsimustele ja annab nõu;

- autoriteet – annab põhjanevaid seletusi ja instruksioone;
- probleemide lahendaja – on kättesaadav, kui probleemilahenduses tekkib tõrge ja aitab leida väljapääsu;
- inspektor – kontrollib, kas õpilased töötavad ja teevad edusamme;
- eeskuju – on eeskujuks oma mõttemudeli ja tegutsemisega;
- motivaator – motiveeriv õpilasi probleemide lahendamise ajal;
- tagasisidestaja – annab regulaarselt nii individuaalset kui ka grupi-tagasisidet;
- õpetaja – juhib ja analüüsib õppeprotsessi, õpetab õpilasi õppima ja oma tegevust analüüsima;
- grupiprotsesside spetsialist – jälgib grupiprotsesse probleemide lahendamisel, kas grupp ja selle liikmed tegutsevad eesmärgipäraselt, juhib vajadusel.

Juhendaja (coach) peab oskama valida hetkel sobivat rollimudeli astet saavutamaks püstitatud õpiväljundeid ja oodatavaid õpitulemusi.

Probleemõppe korralduslikud aspektid on järgmised:

- otsustatakse, kes valib probleemi – õpetaja või õpilane. Soovitatav on vahel lasta ka õpilastel probleeme valida. Probleemiks võib olla ka küsimus, millele ei ole ette teada vastust. Probleemõppe korral on võimalikke vastuseid enam kui üks ja pole võimalik määrata, milline vastus on õige ja milline mitte;
- määratakse, mis eesmärgil probleem valiti – probleemi võib valida kas varasemate teadmiste kontrollimiseks, uute mõistete, ideede, tehnikate vms omandamiseks, uute õpioskuste omandamiseks, probleemi reaalsuse, olulisuse või huvitavuse tõttu jne;
- kui probleemi esitab õpetaja, peab ta otsustama, mil viisil probleem esitatakse – probleemi võib esitada kas sündmusena/jutustusena, kirjeldava teatena või lihtsalt küsimus(t)ena;
- määratakse lähteandmed – õpetaja võib õpilastele anda lähteandmed või annab allikad, millest neid andmeid on võimalik leida. Kuid on ka võimalik, et õpilased peavad ise leidma vajalikud andmed või kui probleemipõhist õpet kasutatakse teadmiste kontrollimise eesmärgil, siis peavad õpilased lähteandmeid teadma ning sel juhul ei või kasutada abimaterjale;
- otsustatakse, kuidas töö korraldatakse – kuigi kõige sagedamini kasutatakse probleemõppe korral rühmatööd, siis võib probleemi lahendada ka individuaalselt või kõik koos. Rühmatöö puhul võib kasutada rühmatöö erinevaid meetodeid.
- õpilasrühm (~8 õpilast) töötab õpetaja või juhendajaga
- rühmad kohtuvad 2 korda nädalas, 2-2,5 tunni jooksul
- õpilased määravad põhiküsimused ja koostavad tegevusplaani
- esialgu probleemi individuaalne lahendamine (2 päeva jooksul)
- kohtumisel tutvustatakse õpitut, lahendusi, tehakse uusi plaane
- toetavad tegevused (laborid, interaktiivsed loengud jne) on regulaarselt korraldatud kogu õppeperioodi jooksul

Hindamine probleemõppes. Vaatamata õppeprotsessi traditsioonilisest teistsugusele ülesehitusele tuleb kokkuvõtvalt hinnata kõigi õpiväljundite omandamist. Seda võib teha traditsiooniliste hindamismeetoditega, nagu kirjalik struktureeritud töö, essee, miniuurimus, intervjuu vm. Samal ajal tuleb kasuks, kui hindamisel eeldatakse samasuguste kognitiivsete protsesside kasutamist kui need, mida õppeprotsessis on harjutatud. Nii võib näiteks kokkuvõtva hinde suurim osa tuleneda probleemist, mida omandatud teadmiste põhjal individuaalselt lahendatakse.

Võimatu on leida piisava keerukusega probleemile absoluutselt kõiki võimalikke lahendusi ja neid analüüsida. Ei ole olemas kindlat, üheselt määratud viisi ega meetodikat, mis kindlustaks parima lahendi leidmise igal juhul. Tulemus on oluliselt parem ja see saadakse kiiremini kui töötatakse teatud meetodikat ja reegleid järgides (Roosimölder 2004).

Õppeprotsessi käigus lahendatud probleemid peavad olema hindamises kajastatud. Soovitav on neid hinnata mitmeeristavalt. Kui kombineeritakse probleemi- ja projektipõhist õpet, sobib projekt hästi üheks hindamismeetodiks. Projekt on oma tüübilt liithindamismeetod, mis tähendab, et hindamiskriteeriume on hea eristada: kavandi hindamine, läbiviimise hindamine ja tulemuste analüüs.

Kuna probleemõppes on meeskondadel oluline roll, tuleb kindlasti kasutada rühmaliikmete vastastikhindamist. Selleks, et individuaalset vastutust suurendada, peaks vastastikhindamise tulemus mõjutama ka iga õppija kokkuvõtvat hinnet. Vastastikhindamises on põhjust pöörata tähelepanu lisaks koostööoskusele ka mitmetele ülekantavatele oskustele.

Et probleemõppe puhul on tegu tavalisest keerukama õppevormiga, on oht, et selles toimuv hindamine jääb osalejatele segaseks. Seepärast tuleb eriti vaeva näha hindamise selge kirjeldamisega.

Probleemõppes toimub reeglina kõigi õpiväljundite omandamise kokkuvõtvalt hindamine (traditsioonilised meetodid nagu kirjalik struktureeritud töö, essee, miniuurimus, intervjuu, individuaalne lahendus. Kui kombineeritakse probleem- ja projektoõpet, sobib projekt hästi ka üheks hindamismeetodiks. Projekt on oma tüübilt liithindamismeetod, mis tähendab, et hindamiskriteeriume on hea eristada: kavandi hindamine, läbiviimise hindamine ja tulemuste analüüs. Kasutatakse ka meeskonna rühmaliikmete vastastikhindamist. Individuaalse vastutuse suurendamiseks peaks vastastikhindamise tulemus mõjutama iga õppija kokkuvõtvat hinnet.

Näiteid hindamismeetoditest probleemõppes (Farrell 2015) :

- individuaalne probleemi lahendamine või teadmistest;
- näiteks viie probleemi kirjalikud lahendused koos kasutatud kirjanduse loeteluga – rühma peale üks, mitmeeristav hindamine;
- teadmiste testi sooritamine Moodle'i õpikeskkonnas vähemalt 65% tasemel õppetsükli kuuendaks nädalaks – individuaalne, mitmeeristav hindamine;
- individuaalse eksamiprobleemi lahendamine – individuaalne, eristav hindamine;
- rühma tagasiside liikmete panusele õppeprotsessis – mõjutab kokkuvõtvat eristavat hindamist kuni ühe palli võrra;
- eelteadmiste test;
- protsessi ja tulemuse hindamine CATME vabavaraga (<https://www.catme.org/login/index>);
- individuaalne ja meeskonna hindamine – tiimitest;
- enesehinnang, kaaslaste hinnang, tagasiside (CATME);

- tulemuste kaitsmine, pressikonverents, jne;
- artikli või raporti kirjutamine, video esitlemine jne;
- vastastikhindamine ja enesehindamine;
- portfooliod, ettekanded, raportid, esitlused;
- meeskonna hinne kodutööle;
- kui meeskond pakub lisalahendeid, saab boonuspunkte;
- õpetaja valib ise tunnis meeskonnaliikme, kes tuleb tahvli ette lahendit selgitama, kõik peavad aru saama ja valmis seletama;
- iga liige esitab ka oma esialgse individuaalse töö hindamiseks;
- jne.

Meeskonna vastastikhindamine (peer-assessment) (Farrell 2015) (vt sele 8.13):

- iga 2-4 nädala tagant (ja iga ülesande täitmise järel) rühma kirjalik eneseanalüüs
- kuidas peame kinni kohtumiste ajagraafikust?
- kas ootused ja kohustused on kõigil selged?
- kuidas hinnata rühma tulemusi, kas kõik sujub?
- mida peaks muutma/parandama?
- mida me muudame, teeme teisiti, võtame ette?
- kasutage CATME vabavara tagasisidet ja vastastikust analüüsi +/-.

Vastastikanalüüs +/-

+	Δ
• Mida teeme meeskonnana hästi? • Mis on meie rühmatöös produktiivne ja nauditav?	■ Mida peaksime oma tegevuses muutma või parandama? ■ Ärge kritiseerige, vaid pakkuge välja variante muutmiseks ■ Kas on ühiseid muresid? ■ Pakkuge välja ühine konsensuslik strateegia tegutsemiseks

Farrell (2015)

Sele 8.13 – Meeskonnatöö vastastikanalüüs

Probleemõppes on oluline koht analüüsil ja enesehindamisel (Hmelo-Silver 2004):

- õpilastel tuleks leida seos õppimise, faktide, aineteadmiste, oskuste, eesmärkide ja probleemilahenduse astmete vahel;
- eelteadmiste ja uute omandatud teadmiste analüüs;
- kuidas saab õpitut ja probleemilahenduse strateegiaid rakendada edaspidi oma erialatöös?

- ideede, omandatud teadmiste analüüs, mida tuleks veel juurde õppida, määratakse lüngad teadmistes, tugevused, nõrkused;
- lõpus: mida olen õppinud, kuidas sujus koostöö, kui mõjusalt oma õppimist juhiti?
- seostatakse põhikontseptsioonid ja oskused probleemi spetsiifikaga, konstrueeritakse teadmised, rakendatakse neid uutes tingimustes.

Meeskonnatöö rakendamine ja motiveerimine (Farrell 2015):

- andke kõigile rühmadele, kes saavad rühmatesti hinde üle 80% lisapunkte;
- julgustage tugevamaid õpilasi kaaslasid õpetama;
- suuliste ettekannete puhul määrake esineja vahetult enne ettekannet, andke sõna ka teistele rühmaliikmetele, kõik peavad olema valmis esinema;
- viige läbi nii individuaalseid kui ka rühmateste;
- andke ka teooriatundide järel kodutööd meeskonnale, arvestage kodutööde hindeid lõpphindes;
- paluge õpilastel hinnata üksteise panust rühmatöös, kasutage CATME hindamist (<https://www.catme.org/login/index>) .

Kooperatiivne õpe probleemõppes (Farrell 2015) :

- paremad õpitulemused;
- juhtimisoskuste parenemine;
- suhtlemine, meeskonnatöö;
- elukestev õpe;
- rühmasünergia;
- iga rühma liige toob oma kogemused, ekspertiisi, spetsiifilised teadmised-oskused;
- ühine lahendus, igaüks panustab;
- kognitiivsete, psühhomotoorsete, afektiivsete õpiväljundite saavutamine;
- õpilased töötavad rühmades ühise eesmärgi nimel;
- positiivne vastastikune koostöö, suhtlemine – kõik liikmed on olulised, toetatakse üksteisele;
- individuaalne vastutus - igaüks vastutab oma tegevuse eest;
- otsene, interaktiivne meeskonnatöö – analüüs, järeldused, üksteise õpetamine ja toetamine jne;
- kollaboratiivsete koostööoskuste arendamine – usalduse, juhtimise, otsuste langetamise, suhtlemise, konfliktide lahendamise õppimine jne;
- grupiprotsessid – eesmärkide püstitamine, meeskonnatöö, edasise koostöö parendamine jne;

- regulaarne analüüs ja tagasiside;
- õpiväljundite parem saavutamine, individuaalse õppimise parenemine, sügavuti arusaamine, täpsus, loovus probleemilahendamisel, kõrgemal tasemel mõtlemine, kõik õpivad kõike;
- parem metakognitiivne analüüs, järjepidevus ühise eesmärgi nimel töötamisel, teadmiste ülekandmine uutes olukordades, motivatsioon;
- kognitiivsed õpiväljundid – suhtlemisoskus, meeskonnatöö osakus, erisuste tunnustamine, sotsiaalsed oskused;
- õppimise positiivne hinnang, enesekindlus, huvi;
- kodutööd tehakse meeskonnaga;
- iga ülesande eest rühmahinne, võetakse arvesse kõikide panust;
- klassis nii individuaalne kui ka rühmatöö, hinnatakse ka individuaalset tööd;
- õpilastele tuleb õpetada nii individuaalset kui ka rühmatööd, et kõik panustaksid ja õpiksid koostööst;
- paralleelselt toimuvad loengud, teooriatunnid, laboritööd, harjutustunnid, projektöpe, probleemipõhised ainekursused.

Kooperatiivse õppe kasulikkus probleemõppes (Farrell 2015):

- iga õpilane peab esialgu alustama probleemilahendusega üksi, omaette, seejärel rühmas;
- info pikemaajalisem töötlemine, analüüs;
- uue materjali kordamine, sügavuti mõistmine;
- õppetöö taseme parendamine;
- kõrgema taseme mõtlemisoskuste omandamine;
- motivatsiooni kasv, reaalsed probleemid, elulusus;
- meeskonnatöö, suhtlemisoskused parenevad;
- ainekeskne mõtlemine pareneb;
- enesekindluse saavutamine;
- õpilaste erisuste mõistmine;
- tunnis osalemise kasv;
- üksik õpilane jääb vahel hätta, loobub, meeskond leiab ikka väljapääsu;
- aktiivöpe kaasab kõiki õpilasi ja aktiveerib mõtlemist;
- õpilased õpivad erinevaid ülesannete lahendamise strateegiaid;
- enam küsimuste esitamist, väljakutseid, vähem hirmu eksimuste ees;
- õpetades kaaslasti õpitakse ka ise;

- aruandele kirjutatakse nende nimed, kes on osalenud ja mõistavad lahenduskäike seletada. See, kes seletab lahenduskäiku, ilmneb kaitsmisel – kõik peavad kaasa töötama.

Probleemõppe meetodeid võib jagada lähtuvalt probleemülesande olemusest ja püstitatud eesmärgist:

- **probleemilahendus** – eeldab mingi konkreetse ülesande lahendamist, mis tavaliselt esitatakse kas suuliselt või kirjalikult teksti näol (siia võivad kuuluda ka erialased tekstülesanded). Uurimisküsimusi võivad esitada nii õpetajad kui õpilased;
- **ankurdatud õpe** – probleem esitatakse mingi stsenaariumi järgi (kasutades video- või multimeedia materjali), millesse on lõimitud nii *probleem ise* kui ka *eeldused* selle lahendamiseks. Ülesanded on tavaliselt mitmeastmelised ja lõpplahenduste saamiseks tuleb kasutada erinevaid teooriaid ning allikaid. Antud meetodi juures on omane ka kaaslaste vigade otsimine ja avastamine. Näiteks sobivad siia kõik probleemid, mis hõlmavad mitmeid erinevaid loodusteadusi, samas aga ühendavad inimese igapäevaseid tegevusi (teede ehitamine, majade püstitamine, toidu valmistamine, keskkonnakaitse jne);
- **projektipõhine uurimusõpe** – probleemõpe sisaldab uurimistööd.

Alljärgnevalt tutvustame eelnimetatud meetodeid lähemalt. Õpetaja on nende meetodite puhul juhendaja ja moderaator, esitab avatud ja suunavaid küsimusi, oluline on meeskonnatöö, õpilased konstrueerivad oma teadmised läbi aktiivse tegevuse.

Probleemilahenduse iseloomulikud tunnused (Hmelo-Silver 2004):

- *probleem*: eluline, konkreetsele erialale tüüpilisel tegutsemisolukorral põhinev probleemülesanne, rakendatav ka auditoorses ja iseseisvas töös, õppeaineid lõimiv;
- *eesmärk*: põhjuste leidmine, mõtlemisstrateegiate arendamine;
- *protsess*: määratle faktid, genereeri ideed, seosta teadmised ja teooria, enesejuhtimisega õppimine, tagasiside, analüüs, hindamine;
- *õpetaja roll*: hõlbustab õpiprotsessi, kujundab mõtlemisprotsessi;
- *meeskonnatöö*: ideede esitamine, läbirääkimine, õpilased toovad rühma uusi ideid;
- *vahendid*: valge tahvel, pabertahvel, õpilaste valitud õpivahendid, erinevad infoallikad, materjalid;
- *õpilased vastutavad ise oma õppimise eest*, rakendavad oma teadmisi ja enesejuhtimisega õppimist, kriitilist mõtlemist, püstitavad õpieesmärke, analüüsivad oma õppimist rakendades metakognitiivseid meetodeid.

Ankurdatud õppe iseloomuliku tunnused (Hmelo-Silver 2003
<http://link.springer.com/article/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>):

- probleem: videonarratiiv, mis lõppeb kompleksse probleemiga;

- eesmärk: võimaldada jagatud kogemusi mõistmaks, kuidas teadmised toetavad ja võimaldavad probleeme lahendada. Video võimaldab probleemi paremat mõistmist;
- protsess: juhendatud kavandamine ja vahe-eesmärkide püstitamine;
- õpetaja roll: rakendab õpilaste eelteadmisi, kujundab probleemilahenduse strateegiaid, õpetab uusi teadmisi, kui õpilased seda vajavad;
- koostöö: ideede ja strateegiate läbi rääkimine väikestes rühmades ja kogu õppegrupis;
- vahendid: videotehnika, tahvel, paberid, probleemi lahenduseks vajalikud spetsiifilised vahendid – kaardid, joonised jne.

Projektipõhise uurimusõppe iseloomuliku tunnused (Hmelo-Silver 2004):

- probleem: konkreetsele erialale tüüpiline probleemülesanne;
- eesmärk: teaduslik uurimisprotsess, reeglina seotud tootmisega;
- protsess: hüpoteesid, ennustamine, planeerimine, katsetamine, jälgimine, analüüs, arvutused, selgitused, kokkuvõtte, järeldused;
- õpetaja roll: tutvustab vastavat teemat, ainesisu enne õpet ja vajadusel ka õppeprotsessi jooksul, jälgib, juhib ja juhendab uurimisprotsessi, juhendavad küsimused;
- koostöö: ideede läbi rääkimine, arutelu nii rühmas kui ka vajadusel erialaspetsialistidega;
- vahendid: arvutipõhine õpe, vajadusel tarkvara olemasolu, planeerimine, andmete kogumine, analüüs, modelleerimine, info kogumine, vajalikud katseseadmed jne;
- tulemus: praktiliselt teostatav mudel, valmistoode või selle komponent, süsteemi simulatsioon, projekt vms.

Probleemõppes on olulisel kohal õpilaste analüüs (Hmelo-Silver 2004):

- seos õppimise, faktide, aineteadmiste, oskuste, eesmärkide ja probleemilahenduse astmete vahel;
- eelteadmiste ja uute omandatud teadmiste analüüs;
- kuidas saab õpitut ja probleemilahenduse strateegiaid rakendada edaspidi;
- ideede, teadmiste analüüs, mida tuleks juurde õppida, lüngad teadmistes, tugevused, nõrkused;
- lõpus: mida olen õppinud, kuidas sujus koostöö, kui mõjusalt nad oma õppimist juhtisid;
- seostatakse põhikontseptsioonid ja oskused probleemi spetsiifikaga, konstrueeritakse teadmised, rakendatakse uutes tingimustes.

Probleemõppel on ka puudusi:

- rühmatöö prevaleerimine – on ju sajandite vältel õppimine toimunud kuulsate professorite jäljendamise teel. Probleemõpe võtab õpetajalt/õppejõult võimaluse olla õpilastele eeskujuks oma arutlustega, hoiakutega, entusiasmiga;

- suur osa meie õpilastest on õppijatena introvertsed, kaalutlevad mõtlejad ja vajavad õpitust sügavuti aru saamiseks vaikust ja rahu, rühmatööd ja probleemõpe on nende jaoks segavateks faktoriteks ja nad ei suuda keskenduda, seetõttu on tingimata vaja õppetöö üles ehitada nii, et kõigile oleks loodud sobivad õpitingimused;
- probleemõpe on kulukam kui tavaõpe. Rühmatööks vajatakse ka palju auditooriume. Peale selle võtab probleemide koostamine õppejõududelt lisaaega;
- õpilased ei valmistu igaks rühmatööks ja ei käi just väga sageli raamatukogus;
- paljud õpilased ei ole motiveeritud probleemõppes osalema, sest väsivad selle rutiinist. *Jaan Mikk* (Mikk 2008) on toonud näite, et umbes 30 % Maastrichti Ülikooli psühholoogiaüliõpilastest, kellele probleemõpe on õppetöös valitsevaks õppeviisiks kogu õppetöö vältel, läheb õpingute jooksul teistesse ülikoolidesse õppima sama eriala;
- probleemõpe sobib rohkem praktiliseks tööks ettevalmistavatele erialadele;
- **probleemõpe ei suuda tagada vajalikke süstemaatilisi teadmisi.**

Probleemõppe läbiviimine ei ole kerge, see nõuab õpetajalt põhjalikku õpetatava aine tundmist – õpetaja peab siin olema oma ala kogenud ekspert (vt ka jaotis 11.5 – Probleemide lahendamine).

Probleemõppe alustamisel on soovitatav kasutada aktiivõpet ja viia läbi interaktiivseid tunde. Aktiivõppe erinevad meetodid on igati sobivad sissejuhatuseks probleemõppesse.

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et STEM valdkonnas on probleemõpe täienduseks tavalisele õppetööle ja seda võiks ka vahelduseks alternatiivse õppeviisina kasutada. Ka tulihingeline probleemõppe kriitik *H. Coenraad Hemker* järeldab, et kuna probleemõpe õpilastele ja üliõpilastele meeldib, siis miks ka mitte seda vahel rakendada. Tuleks ainult läbi mõelda, kuidas leevendada probleemõppe võimalikke puudusi, eriti näiteks, kuidas jõuda erialaste süstemaatiliste teadmiseni.

Probleemiülesannete koostamine. Kõige olulisem osa probleemõppes on probleemülesande koostamine. Selleks on soovitatav aluseks võtta probleemõppe kavandamise maatriks (vt **sele 8.12**). Probleemülesande koostamisel tuleks lähtuda õppeaine õpiväljunditest - kui semestri jooksul planeeritakse lahendada mitu probleemülesannet, tuleks nende koostamisel integreerida kõigi õpiväljundite saavutamine (**sele 8.14**). Probleemülesanne peab asetama õpilased valdkonna/eriala reaalsesse rolli, olema reaalne ja avatud, õpperühmale sobiv, peaks motiveerima, esitama väljakutse – olema raske, kuid saavutatav, võimaldama madalama ja kõrgema taseme mõtlemist ja võimaldama saavutada õpiväljundeid.

Probleemülesannete koostamisel tuleks lähtuda järgmistest põhimõtetest (Farrell 2015):

- hästi koostatud probleem äratav huvi ja motiveerib õpilasi sügavuti arusaamisega õppimisele, see seostab õpitava reaalses elus toimuvaga, parimal juhul on ülesanne seotud õpilastele tuttava kontekstiga tegelikus elus;
- head ülesanded õpetavad õpilasi otsuseid langetama, arvamust avaldama, otsustama antud faktidele, infole, loogikale jne tuginedes. Õpilased peaksid langetama otsuseid, analüüsides seniõpitut ja sellele tuginedes. Õpilased peavad defineerima, millised on eeldused, mida nende alusel võib järeldada ja miks, milline informatsioon on asjakohane ja mis liigne, milliseid tegevusi (samme) tuleb planeerida probleemi lahendamiseks. Mitte kogu probleemis

esitatud info ei pruugi olla asjakohane ja probleemi lahendamiseks oluline, sest ka reaalses olukordades on rohkelt liigset infot. Samuti ei pruugi alati anda õpilastele kogu olulist infot, ülesande võib jagada mitmeks astmeks, anda pidevalt lisainfot ja jätta õpilastele ülesandeks ka ise mingit osa vajalikest teadmistest juurde hankida;

- kogu rühm peab probleemi lahendamiseks koostööd tegema. Probleem peaks olema nii üles ehitatud, et ei oleks võimalik seda jupikesteks jaotada ja erinevatele õpilastele lahendada anda, st, ülesanne peaks olema koostatud nii, et rühm töötaks ühtse meeskonnana. Nii näiteks, ülesanded, mis eeldavad ühte kindlat vastust (näiteks nagu õpiku peatüki lõpus olevad küsimused-ülesanded) jaotatakse kindlasti õpilaste poolt omavahel laiali, et see kiiremini valmis saada.
- esialgsed küsimused probleemilahendamise algfaasis peaksid olema avatud küsimused ja tuginema eelnevalt õpitule. Samuti võiksid ülesanded olla vasturääkivad, tekitamaks vaidlusi. See strateegia hoiab rühma reeglina koos töötamas.
- õppeaine õpiväljundid peaksid olema ülesandesse integreeritud, seostades eelnevalt õpitut uute teadmistega ja uusi teadmisi teiste õppeainetes õpituga.
- probleemülesandes esitatud küsimused peaksid aktiveerima kõrgemalt tasemel mõtlemist.
- probleemi esitamisel võib kasutada videoid, simulatsioone, narratiive, kirjandust, ajakirjandust, reaalseid valdkonna juhtumeid, alustuseks võib võtta erialaülesande ja siduda see reaalse olukorraga tegelikus elus ning lisada liigset infot.

	1. õpi- väljund	2.õpi- väljund	3. õpi- väljund	4. õpi- väljund	5. õpi- väljund
1. probleem	√	√			√
2. probleem		√	√		√
3. probleem	√		√	√	
4. probleem			√	√	
5. probleem	√	√		√	√

Sele 8.14 – Probleemõppe kavandamise maatriks

Probleemülesande koostamise etapid:

1. **etapp** – valige oma õppeaine keskne idee, teooria, mõiste, printsiip vms, mida Te alati oma õppeaines õpetate. Seejärel mõelge ühele nn tüüpilisele teema lõpus esitatud õpikuküsimusele (ülesandele, koduülesandele jne) selle teemaga seondult. Kirjutage üles õpiväljundid, mida soovite, et Teie õpilased selle probleemi lahendamiseks omandaksid.
2. **etapp** - mõelge valitud teemaga seondult mõnele sobivale reaalses elus esinevale probleemile. Siin võite keskenduda ka mõnele narratiivile õpiku ülesandega seondult, otsige infot ajalehest, teadusajakirjast, filmist vms, vestelge kolleegide ja spetsialistidega. See lisab õpilastele motivatsiooni ülesande lahendamiseks.
3. **etapp** – nüüd tuleks hakata ülesannet koostama, „liha luudele lisama“:
 - Millist avatud küsimust esitada?
 - Milline võiks näha välja probleemülesande esileht?
 - Kuidas ülesannet struktureerida?
 - Kui pikk peaks ülesanne olema? Mitu tundi peaks selle lahendamiseks kuluma? Kas see peaks kestma nädala või semestri?
 - Kas infot antakse juurde iga järgneva leheküljega või on kogu info esimeselt lehelt kättesaadav?
 - Milliseid allikaid peaksid õpilased probleemi lahendamiseks kasutama?
 - Millega lõppeb probleemilahendus? Mis on lõpp-produktiks? Kas valmib midagi reaalset?
4. **etapp** – kirjutage nn õpetaja metoodiline plaan, kuidas seda ülesannet kasutama hakata õppetöös. Kas kasutate mini-loenguid, ühiseid diskussioone, rühmatööd, seminare, kui tihedalt õppetöö toimub ja kui tihedalt toimuvad seminarid, kus õpilased kannavad ette oma töö tulemusi ja õpetavad üksteist uue info omandamisel. Kuidas probleemi lahendamiseks koostada sobiv õpitsükkel.

Tavaliselt on STEM valdkonna probleemülesanded mitmeastmelised ja mitmeleheküljelised. Mitte kogu lahendamiseks vajaminev info ei ole probleemis esitatud. Õpilased peavad ise teatud osa uusi teadmisi omandama. Probleemil ei pruugi olla ainult ühte lahendit.

Elulise lühiülesande näide 1: Krista hüüdis Riinale: “Kui palju Sul kulub aega juuste föönitamiseks päevas?” “Kas Sind huvitab aastane üldkulu?”, hüüdis Riina vastu, “siis pead kokku lööma kõik minutid, mida aastas kulutan”. Krista vastas: “Sa oled juba viimased 20 min fööni külge naelutatud, sina peaksid elektrikulude eest enam maksma, usun, et sa kasutad fööni tund aega päevas ja peaksid maksma vähemalt 5 eurot päevas lisaks”. “Nalja teed või, Sinul põleb jälle öösel laualamp! Kardad Sa pimedat või”, hüüdis Riina. “Aga Sina magad teleka ees ja see kulutab enam elektrit kui minu väike laualamp”, vastas Krista. Riina hüüdis : ”Kuule, seda juhtub vaid korra kuus! Sinu laualamp põleb igal öösel! Ja kuidas jääb Sinu lõputu pesemisega duši all? Sa oled duši all kaks korda kauem kui mina juukseid föönitan! Sinu kulutused on palju suuremad kui minu omad!” Kumb toakaaslane peaks maksma enam oma üldkulude eest? Kui palju ?

Ülesande lahendamiseks tuleb uurida foonide keskmist võimsust, vee hinda, keskmist veekulu duši all käimisel, sooja ja külma vee hinda, elektri hinda päeval ja öösel jne, jne. Kindel on see, et antud ülesandel ei ole ühte kindlat ja „õiget“ vastust.

Näide 2 : Ühel ilusal kevadpäeval mais sõitis Mari ülikooli. Ta kuulas autoraadiost tulevat muusikat ja mõtles eesolevale reisile suvel, mida ta juba kaua aega oli kahe sõbratariga planeerinud. Ülikool ei olnudki enam kaugel, kui ta märkas äkki Ehitajate tee ristmikul olevas fooris kollast tuld ja jalakäijad olid hakanud üle tee minema. Ta vajutas järsult piduritele. Buss no 36 sõitis vahetult Mari auto järel. Mari kuulis pidurite kriginat ja tugevat mürtsu, kui buss tema autole tagant sisse sõitis. Löök paiskas Mari auto ülekäigurajast kaugemale, kus see peatus. Õnneks pääsesid nii Mari, bussijuht, reisijad kui ka jalakäijad vigastusteta. Mari auto oli aga õnnetuses tugevasti kannatada saanud. Kaks politseinikku saabusid õnnetuskohale asja uurima.

- Milliseid küsimusi peaks politseinik küsima, et rekonstrueerida õnnetus ja leida süüdlane?
- Millist infot politsei juba teab? Milliseid mõõtmisi tuleks teha? Mis andmeid tuleks koguda?
- Kui Mari oli sõitnud konstantse kiirusega 40 km/h, siis missugused jõud autole mõjusid sõidu ajal ja õnnetuse hetkel?
- Mis mõjutab auto pidurdustee pikkust ja juhi reaktsiooni?
- Mis sõltub juhust ja mis mitte?

Järgmiste nädalate teemad: Sõiduohutus ja turvavööd, õnnetuse analüüs (kiirus vs pidurdustee), õnnetuse lõplik rekonstruktsioon, tegeliku kiiruse määramine, sõidukite vahekauguse määramine, süüdlase määramine. **Tabelis 8.4** on esitatud õppetegevus probleemilahenduses eelneva näite kohta.

Elulised probleemid meie ümber:

- Kui palju muutub minu bensiiniarve, kui ostan uue auto?
- Mitu sammu tuleb astuda, et terve muruplats niidukiga ära niita? Sammulugejat ei kasuta
- Kui palju puid pean ostma talveks, et hoida ahiküttega korteris normaalset temperatuuri?
- Kuidas on võimalik kartuli keetmise aega lühendada?
- Millisel juhul lähevad auto aknad väljast higiseks ja millisel juhul seest poolt? Kuidas saaks vältida mõlemat varianti?
- Kuidas määrata pilvelõhkuja kõrgust baromeetriga?
- Kui kann keeva veega on pliidi ja te panete sõrme sellele ligi, ei juhtu teiega midagi – kui aga puudutate kannu kasvõi sekundi mürdosa vältel, saate kõrvetada, miks?
- Miks on toas 20 °C juures soe, aga 20 °C juures väljas, tuule käes seistes on tunduvalt jahedam?
- Miks 20 °C vees tundub hoopis jahedam kui toas?
- Miks hakkab aga veelgi külmem, kui tulete veest välja, vaatamata sellele, et õhu relatiivne niiskus on ligi 100%?

- Kuidas likvideerida õlireostust?
- Kuidas määrata ja likvideerida veereostust?
- Õhu kvaliteedi kontrollimine kodulinnas.

Tabel 8.4 - Õpilaste tegevus probleemilahenduse näites

Teemad	Õpiväljundid	Õpilaste tegevus
Kiirus	Analüüsib liikumist graafiliselt ja algebraliselt. Analüüsib graafikuid	Uurivad autode liikumise näiteid (simulatsioonid, õnnetuste fotod, graafikud, erinevate autode näitajad jne)
Jõud konstantsel liikumisel	Newtoni I seadus (jõudude tasakaal, paigalseisvad objektid jäävad paigale, liikuvad objektid liiguvad)	Arutavad erinevaid reaalseid rakendusi – autode, siseorganite jms näitel. Objekti peatumiseks tuleb rakendada jõudu (auto puhul pidurdada)
Reaktsiooniaeg	Eksperimendi vead, graafiliste andmete interpreteerimine	Mõõdavad reaktsiooniaega (näit. joonlaua pillamine), interpreteerivad graafilisi andmeid (kukkumise teepikkus vs aeg), leiavad reaktsioonaja oma eksperimendile, uurivad autojuhi reaktsiooniaega kirjandusest, internetist jne

Probleemõppe STEM valdkonna temaatika näited:

- Päikesepaneelide valik koolile (ülikoolile), vajalikud arvutused;
- Koolimajale oma autonoomse veepuhastussüsteemi planeerimine;
- Koolimaja renoveerimise planeerimine;
- Uue tehnoloogia muretsemine koolile;
- Kooli kaasajastatud IT lahendused;
- Koolimajale oma puurkaevu planeerimine;
- Kasvuhoone planeerimine ja võimalusel ehitamine koolile;
- Reaalainete ja tehnoloogiavaldkonna õppehoone juurdeehitus koolile;
- Praktiline stuudiopäev, kus õpetatakse kõiki õppeaineid probleemipõhiselt;
- Liikluskorralduse ümberkorraldamine ja parkimisvõimaluste laiendamine (üli)kooli ümbruses või mõnes muus kohas;
- Piksekaitse planeerimine koolile;
- Kooli eelarve analüüs;
- Jne.

Näide probleemõppe tegevuskava püstitamiseks päikesepaneelide valikuks:

- Milliseid päikesepaneele võiksime kasutada oma kooli elektrienergia kokkuhoiuks? Miks?
- Kas paneelid peaksid olema katusel, seinal, maapinnal – kus oleks optimaalsem? Miks?

- Milliselt firmalt peaksime paneelid tellima? Kui palju see maksaks?
- Mitu päikesepaneeli peaksime tellima? Miks?
- Milliseid lisaseadmeid peaksime lisaks paneelidele tellima? Miks?
- Kas koolimaja katus peab vastu paneelide raskusele ka talvel lumega?
- Kas valitud päikesepaneelide kasutamisel tekib meil elektrienergia ülejääk, mille saame müüa tagasi energiaettevõttele?
- Kui kaua aega kuluks, et saaksime kätte kogu tellitud tehnoloogia?
- Millised garantii saame kaasa päikesepatareide müüjalt?
- Milliseks ajaks oleks kõigi eelduste kohaselt paneelid koolimaja katusele monteeritud? Millal saaksime paneelidelt elektrienergiat?
- Millised on ohutusnõuded?
- Kas koolieelarves on selleks raha? Kuidas läbi rääkida linnavalitsusega?
- Jne

Mõningaid näiteid erinevate õppeainete integreerimiseks:

- Heitvee bioloogiline puhastus – keemia, loodusteadus, bioloogia, tehnoloogia;
- Vesi – elu alus maal – keemia, bioloogia, loodusteadused;
- Aerogeel – keemia, tehnoloogia;
- Loomade eripära tehnoloogias – bioloogia, loodusteadused, tehnoloogia;
- Kas tammid kestavad igavesti – füüsika, loodusteadus, tehnoloogia;
- Mille poolest me oleme robotitega sarnased? – bioloogia, tehnoloogia;
- Kuidas saab nähtamatut tinti nähtavaks muuta? – keemia, tehnoloogia, loodusteadused;
- Keemia ja füüsika Harry Pottery filmides;
- Vähenda jäätmete kogust, töötle ümber, taaskasuta, komposteer – loodusteadused, keemia, disain, tehnoloogia;
- Hoidlad ja konteinerid - ohud ja võimalused – keemia, füüsika, keskkonnakaitse;
- Biomeditsiinilised seadmed silmanägemise parendamiseks – bioloogia, tehnoloogia, loodusteadus;
- Jäätmete bioloogiline ümbertöötlemine – tooted jäätmetest – keemia, füüsika, loodusteadused, tehnoloogia;
- Biosensorid toiduohutuses – kuidas määrata toiduainete riknemist? - bioloogia, keemia, tehnoloogia;
- Kristallid inimorganismis – bioloogia, keemia, tehnoloogia, loodusõpetus;
- Luumurrud ja inseneriteadus – bioloogia, tehnoloogia, loodusõpetus;
- Keemia toiduainete ja kosmeetikatööstuses – keemia, tehnoloogia, füüsika;
- Õhu ja vee kvaliteedi kontroll – keemia, bioloogia, loodusteadus, tehnoloogia;

Kuna täiemahuline probleemõpe on esialge keeruline läbi viia, siis esialgu on soovitatav läbi viia **lihtsustatud probleemipõhist õpet** (Felder 2006):

- kasutage elulisi ülesandeid loomaks seoseid õpitavaga
- paluge õpilaste gruppidel:

- defineerida probleem;
- püstitada hüpoteese leidmaks lahendusteid;
- määrata, mis on antud, mida tuleb leida ja kuidas edasi tegutseda;
- genereerida võimalikke lahendeid ja valida, milline neist on parim, põhjendada valikuid;
- lahendada ja kaitsta ülesanne;
- teha järeldusi, anda hinnanguid, et õppida kogemustest.

Probleemõppe eelised (Farrell 2015):

- probleemõppes omandavad õppurid:
 - teadmisi, mis on ühendatud oskustega = kompetentsusi;
 - integreeritud probleemilahendamise oskusi;
 - oskusi elukestvaks õppeks;
 - meeskonnatöö ja suhtlemisoskusi;
 - oskusi ideid kommunikeerida, oma seisukohti kaitsta;
- läbi aktiivõppe toimub teadmiste konstrueerimine;
- integreeritud, holistiline lähenemine;
- sügavuti arusaamine, püsivus salvestumisele;
- võtme- ja üldpädevuste omandamine;
- toetab õpieetikat, elukestvat õpet.

Kokkuvõtteks. Probleemõpe on (Farrell 2015):

- õpetajate ja õpilaste partnerlus;
- aktiivne protsess mõlemale osapoolale;
- algab õpilaste eelteadmiste ja arusaamise analüüsiga - õpilased arutavad ja analüüsivad oma eelteadmisi, arusaamist, õppimist ja arengut;
- õppimine on konstruktivistlik, toetavas õppekeskkonnas;
- valmistab ette tööandjatele sobivaid lõpetajaid;
- aeg, panused, raha ja pingutused on suured, aga samuti on suur ka hilisem kasu;
- kõrghariduses on oluline inseneriorganisatsioonide poolt soovitatud aktiivõppe meetod.

8.5.8 Projektõpe

“Tegelik haridus saavutatakse läbi eksimuste, läbikukkumiste, muutuste, väljakutsete ja kohanemise. Kõik see kehtib nii õpetaja kui ka õpilaste kohta. Mitte keegi ei ole „õpetlane“, sest haridus ei ole see, mida üks inimene saab teisele anda. Haridus on hägus protsess, tants, koostöine kogemus.” Siva Vaidhyanathan

Projektõpe (*project-based learning*) on õppijakeskne aktiivõppe meetod, mille käigus seostatakse õppesisu terviklike praktiliste ning autentsete probleemide või ülesannetega ehk projektidega. Projekt on konkreetne terviklik tööülesanne vm ettevõtmine, mis on eesmärgistatud ja kindla ulatusega. Projekti võib käivitada probleemi lahendamise protsess, st, et projekti- ja probleemõpet on võimalik omavahel kombineerida.

Projektõpe erineb probleemõppes just selle poolest, et **projektõpe lõppeb mingi reaalse produktiga** – projekti, jooniste, mudeli, seadme, robotiga jne. Probleemõppes võib ka leida lihtsalt probleemile lahendid ja midagi reaalselt käegakatsutavat, peale aruande, sellega kaasnema ei pea.

Projekt on ülesannete kogum, mille puhul õppijad valivad tegevussuuna ja –meetodid. Iga projekt on unikaalne ning selle eesmärgid ja ajakava luuakse vastavalt lähteülesandele.

Projektõpe algab STEM valdkonnas tavaliselt õpilasele ülesande (küsimuse või probleemi, mis suunab tegevust) andmisega ja lõppeb kindla, etteantud lõpp-produktiga: projekti, roboti, mudeli, seadme, arvutisimulatsiooni, video vms loomisega. Projektõppe tulemiks on tavaliselt kirjalik aruanne, milles võetakse kokku sooritatud tegevused, esitatakse arvutused, vajalikud joonised ja saadud tulemused. Projekt on ühekordse, tähtajaliselt piiratud ja kindlaks määratud tulemusega õpiülesande saavutamiseks tehtav töö.

Projektõpe ei ole pelgalt üks võimalik meetod, vaid terviklik ja oluline osa tehniliste erialade õpiprotsessis. Õpetajad puutuvad järjest rohkem kokku õpilastega, kellel on erinevad õpistiilid, erinevad eelteadmised ja erinev võimekus. Projektõpe annab võimaluse edu saavutamiseks ja arenguks kõigile õpilastele. Projektõppes on õpetaja roll suuresti erinev sellest, millega enamik õpetajad on harjunud. Traditsioonilise õppe puhul on õpetaja see, kes valdab kogu teadmist, mida ta õpilastele edastab. Projektõppe puhul ei juhi õpetaja enam õpilaste mõtlemist. Selle asemel on õpetaja vahendaja, konsultant, juhendaja ja õpipartner.

Õpetaja peaks leidma kompromissi direktiivse suhtumise (projekti teema valik, saavutamaks püstitatud õppe-eesmärgid) ja õpilaste autonoomia vahel (lubades õpilastel endil valida projekti formuleeringuid ja lahendusstrateegiaid, tõstes sellega õpimotivatsiooni).

De Graaf eristab STEM valdkonnas kolme tüüpi projekte, sõltuvalt õpilaste autonoomiasemest (de Graaf 2003):

- **kindla ülesandega projektid** – projekti teema annab õpetaja, õpilased töötavad kas individuaalselt või meeskonnas, kasutades enamasti õpetaja poolt etteantud meetodeid. Seda tüüpi projektid on minimaalselt motiveerivad, samuti arendavad seda tüüpi projektid vähem oskusi. Sellele vaatamata on need projektid traditsiooniliseks osaks tehniliste erialaainete õpetamisel;
- **erialaaine projektid** – juhendaja esitab õpetatava tehnilise erialaaine valdkonna või käsitletava teema, annab üldisi soovitusi ja esitab soovitatavad meetodid lahendamiseks. Õpilased ise otsustavad täpse projekti teema ja lahendavad selle. Õpilaste huvi on seda suurem, mida rohkem on ainealased teadmised seotud reaalses elus es tulevate probleemidega.

- *probleemprojektid* – õpilastel on täielik autonoomia valida projekti teema ja selle lahendamise meetodid.

Õpilastel on kõige raskem projektõppe puhul üle kanda ühe projekti sooritamiseks kasutatavaid meetodeid ja vajalikke oskusi uue projekti sooritamisele teises õppeaines või erialas. Seetõttu peaksid õpetajad tähelepanu pöörama just sellele kitsaskohale ja juhendama õpilasi nägema seoseid käesoleva projekti ja eelnevalt projektõppes õpitu vahel. Samuti tuleks õpetajal õpilastele soovitada vajalike teadmiste puudumise korral end iseseisvalt erialaselt täiendada, sest projekt õppes võib sageli ette tulla olukordi, kus ilmnevad uued, vajalikud teadmised.

Projektõppe on tehniliste õppeainete õpetamisel traditsiooniline ja tuttav ning kasutatav nii kursuseprojektides kui ka laboratoorses töös. Projektõppe pakub palju võimalusi õppeainete integreerimiseks. Õpilased kasutavad ja integreerivad erinevate õppeainete teadmisi elulise projektülesande lahendamise käigus. Enamik elulisi probleeme on juba oma olemuselt seotud mitmete erinevate valdkondadega ja nende lahendamine eeldab erinevate teadmiste integreerimist. Näiteks võib olla õpilaste ülesandeks planeerida hoone, projekteerida selle konstruktsioon, uurida hoone mõju ümbritsevale keskkonnale, koostada vajalik dokumentatsioon ja ehituse eelarve.

Mõnedes ülikoolides on 50% õppest projektipõhine (Aalborgi ja Roskilde ülikoolides Taanis; Bremeni, Berliini, Dortmundi ja Oldenburgi tehnikaülikoolides Saksamaal; Delfti ja Wageningeni ülikoolides Hollandis; Monashi ja Central Queenslandi ülikoolides Austraalias; Olin College'is USA-s; Louvain'i Ülikoolis Belgias) (Felder 2006).

Projektõppe on küllaltki sarnane probleemõppele ja seda nii mitmeski aspektis. Mõlemal juhul töötavad õpilaste meeskonnad avatud probleemide lahendamisel, kus nad peavad tegutsema professionaalidena, valima lahendusteid ja neid pidevalt hindama, seejärel aga andma hinnangu tulemustele.

Samas on projekt- ja probleemõppel ka erinevusi. Projektil on laiem käsitusala ja see võib hõlmata mitut probleemi. Projektõppel on keskseks eesmärgiks mingi kindel lõpp-produkt ja selle saavutamiseks tuleb kasutada ning integreerida kõike eelnevalt erinevates õppeainetes õpitut. Samal ajal probleemi lahendamine annab uusi teadmisi ja lahenduskäik ise on sageli vähemtähtis kui saadud uued teadmised.

Tegelikkuses on probleem- ja projektõppe erinevused hägustunud ja tehniliste õppeainete õpetamisel kasutatakse mõlemat paralleelselt ja üheaegselt, tihti kasutatakse ka mõlema õppemeetodi hübriidi.

On tõdetud asjaolu, et traditsioonilise otsese õpetamise kaudu omandatakse hulgaliselt passiivseid ja inertseid teadmisi, mida ei kasutata tulevases tööelus aktiivselt. Õpiajal hiilgavalt omandatud teadmisi ei suudeta aga mitte alati töös ja elus rakendada, ei nähta nende omavahelisi seoseid. Võrreldes tavaõppega, on projektõppes osalevad õpilased enam motiveeritud, iseseisvamad, neil on parem suhtlemisoskus ja meeskonnatöö kogemus ja nad omavad laiemaid eelteadmisi erialaseks praktikaks, samuti oskavad nad efektiivsemalt oma teadmisi reaalses olukordades rakendada. Projektõppes õppijad kiidavad kontakte õpetajaga ja väidavad, et nende suhted õpetajaga on muutunud paremaks, õpetajad nõustavad ja toetavad neid enam. Samas on neil aga vähem fundamentaalseid erialaseid teadmisi. Õpilased, kes osalevad projektõppes, kurdavad aga ka suurema ajakulu üle, õpilastevaheliste konfliktide üle, mis tekkivad meeskonnatöös ja mis on põhiliselt tingitud sellest, et mõned kaaslased kas puuduvad või loobuvad, mistõttu teiste töökoormus tõuseb. Õpilased väsisid pidevast projektõppes. Nii kiitis Louvaini Ülikooli tehniliste erialade üliõpilastest vaid 30% projektipõhist õpet (Felder 2006). Samuti on olnud probleeme hindamisega, sest töötatakse meeskonnas, hinnatakse aga põhiliselt individuaalselt.

Õpilaste tegevus projektõppes on suunatud eesmärgi lahendamisele, projekti elluviimisele. Õpilased omandavad selle käigus järgmisi oskusi:

- iseseisva uurimistöö ja meeskonnatöö oskus;
- oskus püstitada eeldusi ja planeerida edasist tegevust;
- oskus teha argumenteeritud valikuid, jõuda tulemuseni ja seda hinnata;
- oskus käsitleda erinevaid õppeaineid integreeritult;
- oskus hakkama saada komplekssete ülesannetega ja projektidega — planeerides, projekteerides ja juhtides protsesse;
- oskus otsida, hinnata ja kasutada/esitada infot otstarbekalt;
- oskus oma töötulemusi esitada;
- oskus kasutada teiste poolt loodud teadmisi.

Praktiliselt teostatud projektide näiteid insenerivaldkonnas:

- projekteerida papist vm materjalist sild ja katsetada seda etteantud raskusega
- projekteerida lennuk või droon etteantud raskuse transpordiks või lendamiseks etteantud trajektooriga või püsimaks õhus etteantud ajaks;
- ehitada robot, mis tooks kohale kohvitassi teiselt poolt barjääri, teisest ruumist vms;
- kasutada Lego Mindstorms või muid robotika vahendeid, et ehitada.....;
- ehitada 10-korruselise maja makett, tamm või sild etteantud tingimusteks;
- teha video demonstreerimaks;
- disainida ja teha interaktiivne demonstratsioon kooliõpilastele.....;
- disainida ja arendada insenerivaldkonna äpp;
- arendada öko-maja;
- disainida, ehitada ja katsetada üliõpilaste vormelautot;
- disainida ja ehitada madala omahinnaga lihtne pump vee pumpamiseks Aafrikas;
- parendada turbiini efektiivsust;
- disainida ja ehitada vertikaalne tuuleturbiin;
- valmistada alarm, mis hoiataks, kui vann saab vett täis;
- välja töötada ja valmistada tootearendusena uus jäätisesort;
- valmistada mäng, mis illustreerib mõnda insenerivaldkonna printsiipi.

Viimastel aastatel on üha enam kasutust leidnud ka **vastastikune projektõpe** (peer project learning), mis on interaktiivne õppurikeskne meetod, kus on ühendatud projektõpe klassiruumis ja laboris, mida viiakse läbi STEM õpitsükli alusel (vt ptk 11 – Õpioskused, sele 11.1). Õppurid tutvuvad eelnevalt läbitava teema teoreetiliste alustega, valmistavad ette küsimusi, rakendatakse vastastikust õpetamist ja hindamist, toimub meeskonnapõhine projektitöö ja esitletakse töö tulemusi. Antud meetod annab väga häid meeskonnatöö oskusi, kuid ei toeta individuaalset, iseseisvat õpet, seega tuleks seda meetodid integreerida mõne teise meetodiga, mis tagaks individuaalse ja meeskonnaõppe ning deduktiivse ja induktiivse õpetamise tasakaalu (Pine et al 2015).

Uurimused on tõestanud, et projektõppes osalenud õpilastel on paremini arenenud kõrgema mõtlemistasandi oskused. Ka suudavad nad omandatud teadmisi üle kanda uude konteksti, sest neile on õpetatud informatsiooni leidmist ja analüüsimist, mitte faktide päheõppimist.

8.5.9 Stuudioõpe

„Õppimise juures on kõige olulisem see, et ei õpilased ei väsiks küsimast“ Albert Einstein

Stuudioõpe (*Studio Learning*, eesti keeles ka õpilabor, õpistuudio, õpikohvik) ei ole ei järjekordne uus tegevus klassiruumis, laboritund või projektõpe. See on õpetamine ja õppimine, tegevusõpe, mis suunab õpilasi ise oma õppimist juhtima ning põhineb metakognitsioonil. Tavaliselt koostavad õppurid stuudioõppes õpiportfooliot, mis aitab neil analüüsida oma õpioskusi ja mõtlemist.

Stuudioõppe eesmärgiks on, et õppurid on õpiprotsessis aktiivsed ja „leiutavad“ ise oma teadmisi, võttes kontrolli õpiprotsessi üle ja arendades elukestvat õpet toetavaid oskusi.

Õpetajal on siin mentori roll. Nad viivad vajadusel läbi miniloenguid, kuid väldivad kogu õpiprotsessi juhtimist. Laborid ja miniloengud on ühendatud. Vahel kasutatakse ka „pööratud klassiruumi“ ja „õigel hetkel“ õpetamise põhimõtet ning õppurid valmistuvad tunniks juba kodus ette, omandavad vajalikke oskusi või koguvad materjale.

Stuudioõpe loob dünaamilise õppimist toetava interdistsiplinaarse õpikeskkonna, kus õpetaja ja õpilased töötavad partneritena ühises meeskonnas. Kasutatakse aktiivõpet õppides rühmas kollaboratiivselt või kooperatiivselt. Stuudioõppe holistiline õpikeskkond toetab läbi interaktiivse õppimise ka individuaalset õpet.

Stuudioõppe pedagoogilise lähenemise eesmärgiks on mõtestatud õppimine ja õpilaste individuaalne intellektuaalne areng. Stuudioõppes töötavad ja mõtlevad õpilased nagu loovteadlased rakendades uurimuspõhist kogemusõpet ja kõrgemal tasemel mõtlemist süvaarusaamisega õppimiseks. Toimub aktiivne tegevusõpe, mis käivitab mõtlemise ja arendab võtmeoskusi, nagu koostöö, meeskonnatöö, suhtlemine ja vastutus. Iga järgmine stuudioõppe sessioon toetab järgmist ja õppimine ehitatakse üles loogilises järjestuses - toimub nii koostöö kui ka ainesisu õppimine.

Stuudioõpe sobib gümnaasiumi õpilastele ja üliõpilastele ka keeruliste uute teadmiste omandamiseks. Siin õpilased mitte ainult ei kuula, vaid ka rakendavad õpitut lühimälu perioodil ja suhtlevad kaaslastega, lahendavad ülesandeid ning arutavad õpituga seonduvat. Stuudioõpe tekitab huvi, toetab loovust ja on eluline.

Stuudioõppes esitatakse uut infot kontekstipõhiselt, aktiveeritakse õppurite kriitilist mõtlemist ja arendatakse holistilisi oskusi. Stuudioõpe töötab nii sissejuhatavate tundide kui ka kogu kursuse õppetöö läbiviimisel. Interaktiivne kaasatus viib läbimõeldud probleemsituatsioonide lahendamisel mõtestatud õppimise ja õpilaste intellektuaalse arenguni.

Stuudioõpe eeldab mõningaid muutusi – näiteks tuleks tavaõppe ruum ümber kujundada (stuudioõppeks ei sobi tavaline klassiruum, kus õpilased istuvad reas, näoga tahvli poole) ja ajakava muuta (soovitavad oleksid vähemalt kolmetunnised õppesessioonid kaks korda nädalas), vahe loengute ja laboritööde vahel kaob. Kolmetunniste õppesessioonide jooksul tegeldakse erinevate projektide ja probleemsituatsioonidega. Projektidele ja probleemsituatsioonidele lisaks toimuvad uurimused, eksperimendid, arutelud, väitlused, esitlused, lahendatakse paberi-pliatsi ülesandeid, kasutatakse õppetööd toetavaid IKT vahendeid. Projektid võivad kesta läbi mitme stuudioõppe sessiooni.

Kuidas stuudioõpet rakendada? Oluline on seletada õpilastele, miks stuudioõpet kasutatakse ja kuidas see õppemeetod õppimist toetab. Tähtis on ette valmistada probleeme ja projekte, mis tagavad lisaks

miniloengutele ainesisu lõimitud, mõtestatud ja süvaarusaamisega õppimise ning on vastavuses õpiväljunditega. Hea oleks arvestada [järgmiste soovitustega](#):

- kõike ei pea tunnis ära õppima, õpilased peaksid tegema ka kodutööd ja osa materjalist iseseisvalt õppima;
- edukas stuudioõppes kulutatakse õppimiseks tunduvalt rohkem aega, kui planeeritud;
- tasuks mõelda teadmiste vahekontrollile;
- kannatust! Laske õppuritel ise oma õppimist juhtida ja astuge vahele vaid äärmisel vajadusel;
- tuleks jälgida õppurite tegevust ja individuaalset arengut;
- kasutage kollaboratiivset, kooperatiivset õpetaja meeskonnapõhist õpet, hariduslikke mänge, juhtumipõhist õpet, rollimänge ja muid aktiivõppe meetodeid;
- spiraalne õpe – ühte teemat võidakse korrata mitu korda läbi stuudiumi, tulles selle juurde tagasi mõne teiste probleemi /projekti puhul;
- olulisel kohal peaksid olema arutelud, refleksioon ja metakognitsioon;

Sobivaimaks on kujunenud rühmatöö 3-4 liikmelises rühmas. Töötatakse ka kodus ja vajadusel väljaspool stuudioõppe sessioone. Ajakava koostavad õppurid ise (õpetaja jälgib ja annab vajadusel nõu).

Hindamismeetoditena on stuudioõppes kasutusel tagasiside, portfoolio, vastastikhindamine, videoraportid, aruanded, tulemuse ja protsessi hindamine, meeskonnaeksam.

8.5.10 Kombineeritud õpe, „pööratud klassiruum“, hübriidklassiruum ja MOOC

„Iga õpilane saab uue materjali selgeks, kui tal on piisavalt aega ja õpetaja toetus“ Benjamin Bloom

IKT sh e-õpe on õppimist toetavad tehnilised vahendid. STEM valdkonna õpetamise puhul on oluline ainesisu. Ainesisule vastavalt valitakse sobiv õpetamise metoodika, õpetamiseks sobivad tehnilised vahendid ja õpi- ning õppekeskkonnad.

Meisterlik õppimine ehk **oskuslik õppimine** (*Mastery Learning*) on olnud pööratud klassiruumi ja kombineeritud õppe aluseks. Meisterliku õppimise idee algatas Benjamin Bloom (aastatel 1968-1971) ja põhineb ideel, et iga õpilane saab uue materjali selgeks, kui tal on piisavalt aega ja õpetaja toetus. Meisterliku õppimise puhul liigutakse järgmise teema juurde alles siis, kui iga õpilane on saavutanud meisterlikkuse antud teema õpiväljundite tasemel. Meisterlik õpetamine eeldab nii individuaalset õppimist, otsest õpetamist kui ka rühmatööd. Õppematerjal jaotatakse väiksemateks osadeks ja läbitakse seda samm-sammult sügavuti omandades. Meisterlik õppimine eeldab nii õpetaja-õpilase omavahelist koostööd, juhendamist kui ka õpilaste omavahelist koostööd ja vastastikku õpetamist. Hindamine meisterlikul õppimisel annab pigem tagasisidet õpiväljundite saavutamisest ja määrab õpetaja edasise tegevuse, eesmärgiga, et kõik õpilased omandaksid teema sügavuti arusaamisega. Bloomi uuringud tõestasid, et 90% õpilastest saavutasid meisterliku õppimisega taseme 5 (A). Meisterlik õppimine on motiveerivam, annab õpilastele enesekindlust ja õppeaine ei ole vastumeelne.

Kombineeritud õpe (*Blended Learning*) ehk hübriidõpe liidab traditsioonilise klassiõppe ja e-õppe eeliseid. Kombineeritud õppes segunevad *online* materjalid ja kontaktõpe. Kontakt tundides annavad õppurid tagasisidet oma õpingute kohta, harjutavad, osalevad meeskonnatöös, teevad kokkuvõtteid eelnevalt õpitud materjalist ja valmistuvad järgmisteks tundideks. Kursused on reeglina probleemi- ja

ülesannetekompleksid ja abimaterjalid on saadaval *online* platvormil. Õppur saab osaleda ka virtuaalses rühmatöös. Kombineeritud õppe puhul on aga oluline see, et õpetaja peab oma ainet väga hästi valdama, olema oma eriala spetsialist ja oskama valida sobivat metoodikat.

STEM valdkonna õppeainete õpetamisel tuleks kombineeritud õppes rakendada erinevaid meetodeid tasakaalustatult: e-laboreid, simulatsioone, pööratud klassiruumi, hübriidklassiruumi, kaasajastatud aktiiv-, interdistsiplinaarset, probleemipõhist ja kontaktõpet, eesmärgiga toetada õpitust sügavuti arusaamist ja õpilaste arengut. Samas on oluline õppurite IT-alane kirjaoskus, et osata kasutada e-õppe kursusel pakutavat võimalikult efektiivselt.

Kombineeritud õpe peab STEM valdkonnas tuginema (Goodhew 2014):

- õppeainete integreerimisel ja multidistsiplinaarsusel;
- sügavuti arusaamisega teadmiste ja ainesisu omandamisel;
- tõestel ja autentsetel kogemustel ja õpitu rakendamisel eluliste probleemide lahendamisel;
- õpilaste vajadustele vastaval „õigel ajal õpetamisel“ ja õpetajate poolt kontrollitud „etteõpetamisel“.

Pööratud klassiruum. Kaasaegne tehnoloogia on toonud haridusmaastikule uue trendi – pööratud klassiruumi meetodi (*Flipped classroom*), mis on üks kombineeritud õppe vormidest. Pööratud õppimine on pedagoogiline lähenemine, kus otsene juhendamine liigub rühmas õppimisest individuaalsele etteõppimisele ja selle tulemusel muutub rühmas õppimise õpikeskkond dünaamiliseks ning interaktiivseks, kus õpetaja suunab õpilasi, kes rakendavad eelnevalt omandatud teadmisi, õpivad sügavuti arusaamisega ja tegelevad ainega loovalt.

Selle õppemeetodi kaks alustala on haridustehnoloogia (e-õpe) ja aktiivõpe. Tegemist on nn „etteõppimisega“ digitaalsete õppematerjalide abil, kus teoreetiline klassitöö tehakse eelnevalt kodus kas individuaalselt või virtuaalse rühmatööna ja õpitut rakendatakse õpetaja juhendamisel klassis, saades kohest tagasisidet.

Ka pööratud klassiruumil, nagu paljudel meetoditel on oma puudusi ja ohte - oluline, et õppimine e-õppes ei taanduks ainult materjali lugemisele või rääkiva pea kuulamisele ekraanilt, vaid et oleks erinevaid võimalusi õppurite aktiveerimiseks:

- loenguklipid;
- ekraanivisioonid;
- videod;
- interaktiivsed õpitegevused;
- õppemängud;
- küsimustikud ja ülesanded, mis annavad kohese kinnituse vastuse õigsusest;
- online hindamine;
- jne, jne.

Pööratud õppimise inglisekeelses nimes (*Flipped Classroom*) väljenduvad ka selle meetodi 4 põhimõtet:

- paindlik õpikeskkond (**F**lexible Environment);

- õppimiskultuur (**L**earning Culture);
- eelnevalt ettevalmistatud õppesisu (**I**ntentional Content);
- professionaalne õpetaja (**P**rofessional Educator).

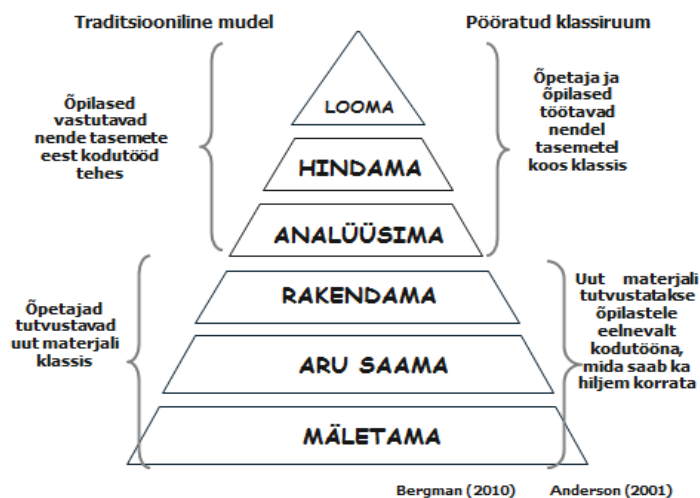
Pööratud klassiruumi kasutamisel:

- vastutab üliõpilane õppimise eest;
- toimub interaktiivne etteõppimine oma tempos, sh enesekontroll, märkmete ja konspekti tegemine, simulatsioonid, õppemängude koostamine nii individuaalselt kui ka rühmatööna, virtuaalne rühmatöö jne;
- kontaktõppes toimub aga õppurite suurem kaasamine, laborid, õpitu analüüs ja kordamine, aktiivõpe, ülesannete lahendamine, probleemilahendus, kriitiline mõtlemine, vajadusel individuaalne lähenemine jms.
- pärast kontaktõpet õpitakse vajadusel juurde, õpetatakse vastastikku üksteist, korratakse jne;

Selle meetodi puhul töötavad õpilased ise läbi tunni- või loengumaterjale ning erinevaid lisamaterjale (PowerPoint, videod, simulatsioonid jm), kas kodus või koolis (kui neil ei ole kodus interneti või arvutit). Õpilased suhtlevad nii omavahel kui ka õpetajaga veebipõhiselt ja märgivad üles arusaamatud probleemid, mida saab tunnis õpetajaga ja omavahel arutada.

Reaalne klassiruumis veedetud aeg jääb aga õpilastel ja õpetajal õpilaste tekkinud küsimustele vastamiseks, õpitu analüüsimiseks, kodutööga tegelemiseks, ülesannete lahendamiseks, probleemõppeks, laboratoorseteks töödeks ning muudeks interaktiivseteks ülesanneteks, mis aitavad õpilastel oma õpitud teadmisi rakendada. Tunnis saavad õpilased oma kodutööle kohest tagasisidet, õpetajal on enam aega raskemate probleemide seletamiseks. Samuti on õpetajatel võimalik õpilastele mõistmatuid probleeme ka individuaalselt seletada.

Pööratud klassiruumi didaktiline mudel on esitatud **selel 8.15** võrdlusena Bloomi taksonoomiaga. Pööratud klassiruumi didaktilise mudeli võrdlemisel Bloomi didaktilise mudeliga ilmneb, et traditsioonilise õpetamise puhul toimub kriitiline mõtlemine individuaalses tegevuses, pööratud klassiruumi puhul toetatakse seda aga rohkem kontaktõppes.



Sele 8.15 – Pööratud klassiruumi didaktiline mudel Bloomi taksonoomia alusel

Toimub õppimine läbi „ise tegemise“ (*learning by doing, hands on work*). Õpilased saavad tunnis kaaslasid õpetada ja läbi selle ise õppida. Õpilastel kaob hirm kodutöö ja õppimise ees, sest tihti teeb tavaõppe puhul muret just kodutöödega mitte hakkama saamine, klassis õpitu mitte mõistmine ja seetõttu halva

hinde saamine. Pööratud klassiruumis saavad õpilased kodutööde kohta esitada õpetajale küsimusi ja arutada mõistmatut omavahel. Läbi pööratud õppe saavad õpetajad aidata just abivajajaid. **STEM valdkonnas sobib pööratud klassiruumi kasutada lihtsamate teemade puhul.**

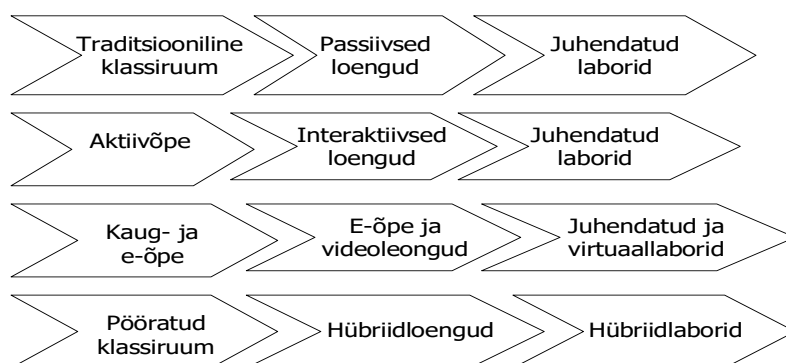
Pööratud klassiruumi idee arendaja, USA keemiaõpetaja Jon Bergmanni sõnul võtab asja mõtte kokku üks lihtne küsimus: kuidas õpetaja ja õpilase koos veedetud aega kõige paremini ära kasutada? Vastus on ilmselge: tunnis koos ülesandeid tehes! Samas ei ole ka kodus passiivselt videot vaadates õpilane aktiivne ega õpi eriti. Seetõttu soovib Bergmann teha videos pause ja paluda õpilastel rakendada õpitut, lahendada ülesanne, konspekteerida, ennustada tulemusi jne. Selleks on võimalik kasutada erinevaid tasuta programme. **Kindlasti peab õpilane saama e-õppes kontrollida oma lahendit ja võrrelda seda õige lahendiga.**

Tagasipööratud klassiruum (*flipped flipped classroom*) on tunduvalt sobivam pööratud klassiruumi versioon STEM valdkonna õppeainete õpetamisel ja olnud laialt kasutuses näiteks Stanfordini Ülikoolis. Selle meetodi puhul tutvustab õpetaja interaktiivses tunnis uut materjali ja õpilased rakendavad õpitut, seejärel saadetakse õpilased kas iseseisvalt või meeskonnaga õppima internetipõhiselt, vaatama e-õppes videoid, simulatsioone, tutvuma muude elektroonsete õppematerjalidega ning siis kogunetakse taas klassiruumi õpitut aktiivõppes või laboris rakendama (Felder 2016). Pööratud klassiruum õpetab õpilasi enam vastutama ja iseseisvalt õppima ning on STEM valdkonnas sobivam kasutada kas gümnaasiumis või ülikoolis.

Õpetaja otsustada on, milliseid meetodeid õpetamisel kasutada, kas rakendada kombineeritud õpet, pööratud klassiruumi või aktiivõpet – oluline on oma õpilasi õppeprotsessis aktiivselt kaasata ja õppimist toetada.

Soovitav on alustada interaktiivses tunnis aktiivõppega ja seejärel vajaduse korral rakendada kombineeritud õpet või tagasipööratud klassiruumi ja seda samm-sammult, väikeste osadena, sobivate teemadena.

Hübriidklassiruum (*Hybrid classroom*) on õppetegevuse läbiviimine nii traditsioonilist õpet kui ka pööratud klassiruumi omavahel kombineerides. **Hübriidõpe on kujunenud STEM valdkonnas üheks kõige sobivamaks õppemeetodiks** (Sell, Seiler, Rüttnann 2015). Õpetaja otsustada on, millises vahekorras ja kuidas traditsioonilist õpet ja pööratud klassiruumi omavahel kombineerida (**sele 8.16, sele 8.17**). See sõltub õpilaste eelteadmistest, õppe-eesmärkidest, ainesisust, kasutatavatest õppemeetoditest ja tehnilistest vahenditest, aga ka hindamismeetoditest.

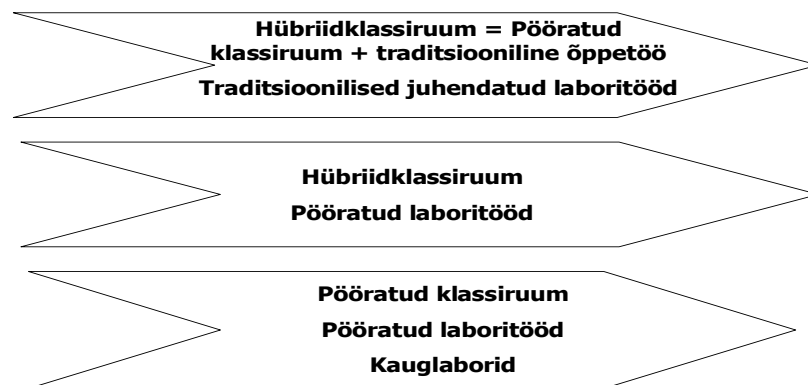


Sele 8.16 - Õppetegevuse läbiviimise erinevad võimalused

MOOC. Mitmed koolid pakuvad võimalust MOOC (akronüüm sõnadest *Massive Open Online Course*) kursustel osalemiseks. MOOC on üldjoontes paljude õppijatega, kõigile avatud veebipõhine kursus. MOOCil puudub eestikeelne nimetus ning samuti on väga erinevalt tõlgendatavad selle omadused. Üldiselt peetakse massiivsuse all silmas suurt õppijate arvu, kusjuures pole oluline reaalne õppijate arv kursusel, vaid valmisolek väga suureks õppijate arvuks.

Avatus võib MOOCi puhul tähendada:

- piirangute puudumist registreerumisel - kursusega võivad liituda kõik soovijad sõltumata teadmistest, oskustest, asukohast ja materiaalsetest võimalustest (kuigi eksami või tunnistuse eest võidakse küsida vahel tasu);
- õppematerjalide avatusest - kõigil on vabadus MOOCi materjale soovitud moel kasutada, kuid seda lähenemist pooldavad vaid vähesed;
- võimalust õppida endale sobival ajal ja rütmis - on MOOCe, millega võib liituda igal ajal ja läbida see individuaalselt oma tempos. Vastandiks on MOOCid, mis toimuvad kindlas ajavahemikus kindla ajagraafiku alusel.



Sele 8.17 – Teooriaõppe toestamine praktilise tegevusega hübriid- ja pööratud klassiruumis

MOOCide puhul on erinev ka see, kas kursuse edukalt läbinud saavad tunnistuse ning kas osalemine ja/või tunnistus on tasuta. Lisaks tunnistustele on kasutusel ka tõendid, õpimärgid (*Open Badge* Õpimärk on Mozilla Foundation'i poolt algatatud õppimise tõendamise ja demonstreerimise süsteem). See on digitaalne märk (pilt), mis sisaldab metaandmeid väljastaja, tõendatavate teadmiste või oskuste kohta. Õppija võib oma õpimärgid koondada nt e-portfooliosse või sotsiaalmeediasse.

Peamised tingimused, millele e-kursus peab vastama, et olla MOOC, on järgmised:

- kursus peaks toimuma veebipõhises õpikeskkonnas;
- teadmised on kättesaadavad kõigile soovijatele (ei pea olema seotud ühegi õppeasutusega);
- kursusele registreerumiseks ei ole mingeid piiranguid;
- ei ole karistust kursuse katkestamisel.

Enamikke MOOCe iseloomustab suhteliselt madal lõpetanute protsent - tavaliselt alla 10%. **Põhjuseid MOOCide katkestamiseks on välja toodud mitmeid:**

- õppijate kehvad eelteadmised või oskused;
- oskamatus iseseisvat õppimist juhtida;
- vähene motivatsioon;
- liiga suured nõudmised;
- ebapiisav tugi kursuse läbiviijate poolt jne.

(MOOC allikas: MOOCidest üldiselt <https://sisu.ut.ee/moocs/book/export/html/11089>).

MOOC-ide populaarsus on viimasel ajal hakanud vähenema, seda eriti STEM valdkonnas.

Kontaktõpe ei kao ka tulevikus. Uuringud on tõestanud, et reaalne meeskonnatöö toetab kõige enam innovaatiliste ideede genereerimist, loovust ja innovatsiooni ning interdistsiplinaarsete probleemide lahendamist – reaalne meeskonnatöö on tunduvalt efektiivsem ja tulemusrikkam kui virtuaalne (Pentland 2012, Warber 2014). See on ka põhjuseks, miks näiteks Microsoft on vähendanud viimastel aastatel kaugtöö osatähtsust ning alustanud nn 21.sajandi kontorite väljatöötamist, kus on kindel koht meeskonna reaaalsel koostööl ja diskussioonidel. STEM valdkonnas jääb e-õpe kontaktõpet toetama.

Aktiivõppe meetoditega e-õppes on võimalik tutvuda lingil <https://sisu.ut.ee/aktiivope/avaleht>

Mida teha, kui õpilased ei ole tunniks ettevalmistunud ja e-õppes eelnevalt materjalidega tutvunud? Võimalus on juba eelmises tunnis anda õpilastele ette küsimused, millele peab järgmiseks tunniks vastuseid leidma. Võib paluda õppuritel võrrelda erinevaid allikaid ja tuua välja olulisim uus info. Erinevatele rühmadele võib anda ka erinevaid ülesandeid, mida järgnevas tunnis arutatakse. Võimalus on ka paluda õpilastel endil esitada materjali kohta etteantud arv küsimusi. Võib kasutada vastastikust õpetamist, kus need, kes on materjaliga tutvunud, seletavad seda teistele (küll ei tohiks seda muuta traditsiooniks – sel juhul teatud õppurid ei hakkagi koduseid töid tegema). Need õppurid, kes on kodutöö teinud võiksid saada boonuspunkte. Võib läbi viia küsimuste-vastuste sessiooni, kus õpilasarühmad vastavad kodutöö põhjal koostatud küsimustele, koostada Kuldvillaku mängu jne.

8.5.11 Juhtumipõhine õpe

“Õpetage oma õpilaste igal võimalikul juhul ausust – Te ju teate, mis see on?” Idries Shah

Juhtumipõhises õppes (*case-based teaching*) analüüsivad õpilased varem esinenud või hüpoteetiliste olukordade juhtumiuuringuid, mis eeldavad probleemide lahendamist ja otsuste tegemist. Juhtumipõhist õpet on insenerierialades defineeritud ka kui insenerialase, tehnoloogilise tegevuse, olukorra, juhtumi, probleemi jms arvestusaruannet.

Juhtumid ja probleemid sisaldavad tehnilistel aladel erinevaid väljakutseid – tehniliste probleemide diagnostikat, lahendusstrateegiate formuleerimist, majanduslike otsuste tegemist, võttes aluseks tehnilisi näitajaid, aga ka eetilisi dilemmasid jms.

Juhtumid peavad olema reaalse eluga seotud. Juhtumis võib olla kirjeldatud, mis juhtus ja mis oli selle põhjusteks; esitatud võivad olla ka tekkinud probleemid, tehnilised joonised, tehtud arvutused, kasutatud ressursid, piirangud jm vajalik, mille alusel saavad õpilased lahendusi otsida. Samuti võivad juhtumikirjelduses olla esitatud esialgselt tehtud otsused, tegevused ja tulemused. Analüüsides reaalseid olukordi ja juhtumeid, saavad õpilased ettekujutuse võimalikest situatsioonidest, dilemmadest jms, millega nad tulevases töös professionaalidena võivad kokku puutuda. Nii paraneb õpitava eriala teoreetiline ja praktiline mõistmine ja areneb kriitiline mõtlemisoskus. Õpilased saavad jälgida ja testida oma tõekspidamisi, otsusekindlust, mõttemalle ja muuta oma eelarvamusi.

Juhtumipõhise õppe analüüsi käik koosneb erinevatest astmetest:

- juhtumi olemuse ja sisu ülevaade;
- probleemi sõnastamine;
- vajaliku informatsiooni kogumine;
- analoogia otsimine varasematest juhtumitest, nende modifitseerimine;
- alternatiivsete lahendusvariantide väljatöötamine;
- alternatiivide hindamine;
- tegevuskava valik;
- tulemuste hindamine ja võrdlemine tegelike tulemustega.

Sarnanedes oma olemuselt probleemõppele, on juhtumipõhise õppe puhul tekkinud probleemid aga laiaulatuslikumad, detailsemad ja struktureeritumad. Juhtumipõhine õpe parendab õpilaste ülesannete lahendamise oskust, oskusi leida mitmeid erinevaid lahendeid, kriitilist mõtlemisoskust, otsustamisjulgust; nad tutvuvad oma erialas võimalike eettulevate probleemidega.

USA-s on juhtumipõhine õpe tehnikaainete õpetamisel väga populaarne ja on loodud mitmeid veebipõhiseid infobaase erinevatele juhtumitele inseneride töömailt, näiteks <http://www.civeng.carleton.ca/ECL/> ja <http://www.jstem.org>.

8.5.12 Narratiivõpe

„Parimad õpetajad on ka parimad jutuvestjad. Me õpime kõige paremini just nende lugude abil.“ Frank Smith

Narratiiv (*story telling*) on sündmuste esitus nende ajalisel järjestuses, kas tekstina, jutustusena, videos, rollimängus või muul moel. Narratiivi olulisteks osadeks on eesmärk, sisu (teema), sündmused, tegelased, seosed, narratiivi vaatenurk, tähendusrikkus, kuulajad ja jutustaja ning holistiline analüüs ja kokkuvõte.

Narratiivõpe ehk luguõpe on loogilis-matemaatiliste teadmisstruktuuride alternatiiviks kõrghariduses ja aitab integreerida olemasolevaid teadmisi. Narratiivsed ehk jutustuslikud teadmisstruktuurid kirjeldavad kognitiivset arengut, kasutades mõtete edastamiseks ja meenutamiseks jutustuse vormi, jutustus lõppeb tegevuse tulemuse või tagajärgede esiletoomisega kas peategelase või teiste vaatevinklist.

Narratiivne meetod annab loomuliku viisi hulga detailide meeles pidamiseks, mis on korrastatud sündmuste eesmärgi – tegevusstrateegia – tulemuste järgnevusena. Kui saadakse aru eesmärkidest, tegevusviisidest nende saavutamiseks ja tagajärgedest, on võimalik meelde jätta ka kõige erineva iseloomuga materjali, sh reaalselt tegevust kujutavaid lugusid. Narratiivne meetod aitab mõista seda, mida ei suudeta aru saada mõistelis-analüütilises vormis. Seda tuleks arvestada ka reaalainete ja tehnikavaldkonna õppeainete õpetamisel.

Narratiivõppe puhul on oluline õpitu kontekstiga seotud kogemuste analüüs. Kindlasti peaksid üliõpilased narratiivi kuulamise-vaatamise lõpus seda analüüsima, tegema järeldusi ja nähtu-kuuldu oma sõnadega kokku võtma. Narratiivi esitamisel on oluline osa žestidel, miimikal ja modulatsioonil, videos ka muusikal. Narratiivõpe on üks vanemaid õppemeetodeid maailmas, mida on kindlasti rakendatud juba enne kirjaoskuse omandamist.

Uue meedia rakendamine narratiivõppes aitab nii õpetajal kui ka õpilasel luua videoid, helisalvestisi jm, sel juhul on tegemist digitaalse narratiivõppega. Sel juhul on narratiivide pikkuseks reeglina 2-10 minutit. Digitaalne narratiivõpe sai alguse 1990. aastatel. Digitaalset narratiivõpet on samuti võimalik rakendada kõigis vanustes, kõikides valdkondades ja on sobivad just multimeedia-generatsiooni õppurite õpetamiseks. Väga mõjus on ka õpilaste endi poolt loodavate narratiivsete videote loomine, mis aitab neil õpitut sügavuti mõista, aga ka rakendada ja omandada uue meedia võimalusi õppetöös.

Narratiivõppel on oma koht mitte ainult alghariduses, vaid ka kõrghariduses ja elukestvas õppes. See on mõjus, kogemuslik, interaktiivne õppimise ja õpetamise meetod, mis sobib kasutamiseks lisaks õppetööl ka mentorluses ja juhendamises. Kui narratiiv on tähenduslikult vormistatud, integreerib see erialaseid kogemusi ja loob uusi õppimisvõimalusi ning õpitu olukorrad, soodustades samas õpitavast sügavuti arusaamist ning stimuleerides abstraktset, analüütilist ja kriitilist mõtlemist.

Narratiivõppes on võimalik rakendada nii erinevaid kultuurilisi, emotsionaalseid kui ka kogemuslikke juhtumeid ja neid võib rakendada nii individuaalõppes, rühmatöös kui ka frontaalselt, kogu õpperühmale esitades. Narratiivõpe sobib kasutamiseks tasemeõppes, täiendusõppes, tuutorite ja mentorite koolitusel, aga ka õppe läbiviimisel töökohal.

Tehnikavaldkonna narratiivid erinevad suuresti humanitaarvaldkonna narratiividest eesmärgi ja selle kuulaja/esitaja rolli poolest.

Tehnikavaldkonna narratiivide esmane eesmärk on parendada selles valdkonnas õppimist ja õpetamist, mitte ainult parendada suhtlust, rühmatööd või ka õppureid kaasa haarata, nagu seda pahatihti humanitaarvaldkonnas tehakse. Meelelahutus on narratiivõppes vaid kirss koogil.

Narratiivi on võimalik kasutada vägagi mitmel erineval moel:

- õpetaja võib oma erialakogemustest rääkida;
- rakendada võib rollimängu, milles õpetaja võib kas osaleda või lihtsalt pealt vaadata;
- rakendada võib individuaalset osalemist, rühmatööd või kogu õpperühma kaasamist;
- narratiivi võib esitada ka läbi kõikide loengute järjejutuna, peatudes kõige huvitavamatel hetkedel, nagu Sheherezade ja jätkates järgmisel korral;
- jne.

Tehnikavaldkonnas kasutatakse narratiivi õppurite tähelepanu ja huvi äratamiseks vastava teema vastu, motiveerimiseks, kuid samas ka vastuste leidmiseks küsimustele:

- miks see juhtus?
- mis oleks võinud järgmisena juhtuda?
- kuidas see üldse võimalik oli?
- mis siis kui....?

Sel moel ühendatakse STEM valdkonnas tihtipeale narratiivõpe juhtumispõhise õppe ja „õigel ajal õpetamisega“, aga ka nn ümberpööratud klassiruumi meetodiga.

Narratiivõpe on interaktiivne ja seda võib pidada ka üheks aktiivõppe meetodiks, sest see:

- on õppijakeskne meetod ja seda võib rakendada ka arusaamatute probleemide seletamiseks, see annab jagatud kogemusi ja aitab teadvustada õpitut;
- tutvustab õppuritele valdkonna teadustööga kaasnevaid probleeme;
- on interdistsiplinaarne meetod, mis võimaldab integreerida tehnoloogia- ja humanitaarvaldkonna, aga ka keemia, füüsika, matemaatika, geoloogia, jm tehnikaerialadega seonduvad probleemid erialaprobleemidega;
- parendab ja täiustab õppurite õppimist, eriala põhikontseptsioonide omandamist, sügavuti arusaamist õpitavast, aitab kaasa õpitu tähenduse mõistmisele;
- motiveerib õppurit ja aitab äratada huvi ning tähelepanu, sest narratiiv võib sisaldada mitmetasemelist infot;
- aitab õpetajal erialaseid fundamentaalseid kontseptsioone huvitavamalt ja arusaadavamalt õpetada, õpiväljundeid huvitavamalt ning efektiivsemalt saavutada;
- õpetab järeldusi ja kokkuvõtteid tegema, abstraktselt, analüütiliselt, kriitiliselt ja loovalt mõtlema, analüüsima ja sünteesima, hinnangut andma;
- arendab õppurite väljendus- ja kirjutamisoskust ning on õppimist igati soodustav;
- sobib multikultuurilises õpperühmas rakendamiseks;
- sobib rakendamiseks ka kasvatuslikel eesmärkidel;
- arendab ettekujutusvõimet, loob positiivse õppekeskkonna ja annab mõjusa õpikogemuse;
- võib olla kodutööks (individuaalselt või meeskonnaga), kui anda õpilastele ülesandeks raamatukogust huvitavat erialaga seonduvat materjali ise otsida ja narratiivina kirjalikult, suuliselt või hoopis või videona esitada;
- võib olla rühmatööks, kus õpilased võivad kokku panna oma kogemuste analüüsi, tegevusstrateegia, analüüsida tulemuste järgnevust ja parimaid lahendusteid;
- annab võimaluse õpetada empaatiat, eetikat ja väärtushinnanguid igas erialas;
- annab õpilastele võimaluse välja öelda oma arvamuse ja aktsepteerida teiste arvamust;
- on eriti sobiv meetod kinesteetilise õpistiiliga õppijatele;
- sobib diskussiooni algatamiseks ja multimeedia rakendamiseks tunnis;
- on mõjus meetod kogemuste vahetamiseks;
- annab võimaluse rakendada meeskonnatööd ja aitab parendada suhtlemisoskust;
- arendab loovust ja seob teooria praktikaga;
- arvestab kõikide õpistiilidega;
- toetab traditsioonilist õpetamist, tagades õpiprotsessi mõtestatuse;

- aitab meenutada ja korrata õpitut;
- aitab õpetajal tööd analüüsida, õpetaja näeb õpilaste reaktsioone ja saab tegutseda vastavalt olukorrale, juhtida õppetööd;
- toob reaalsed erialaprobleemid klassiruumi;
- aitab õpitut korrata mitmel erineval moel.

Narratiivõpe on kaudse, kogemusliku õppe meetod, sest see annab võimaluse kogemusi jagada ja interpreteerida, konstrueerida uusi teadmisi. Narratiivõpe on meetod teadmiste ja kogemuste ülekandmiseks sotsiaalses kontekstis, aidates paremini meelde jätta olulisi eriala fakte, näiteid, kontseptsioone, arendades seeläbi analüütilist mõtlemist. Õpilased on seeläbi rohkem kaasatud, analüüsivad infot, teevad kokkuvõtet. Samuti on narratiivõpe abiks probleemilahenduse õppimisel, aktiveerides eelteadmisi, aidates analüüsida parimaid praktikaid ja otsida parimaid võimalikke lahendeid.

Narratiivõpe on tähendusliku õppe läbi viimiseks sobiv meetod, toetades õpilaste koostööd, õppeainete integreerimist ja õppima õppimist ning meeskonnapõhist õpet.

Enne narratiivõppe rakendamist tuleks õpetajal mõelda läbi järgmised põhimõtted:

- kas narratiivõppe sobib minu üliõpilastele ja arvestab nende vajadustega?
- kas narratiivõppe aitab antud teemat paremini seletada ja miks?
- kas narratiivõppe aitab paremini saavutada õpiväljundeid?
- milliseid tulemusi sooviksin tunnis narratiivõpet rakendades saavutada?
- kuidas ma õpilaste õpitulemusi hindan?
- kas vajan abi narratiivõppe läbi viimisel?
- kuidas viia narratiivõpet läbi nii, et arvestada kõigi oma õpilastega?

Narratiivõppe meetodid on järgmised:

- jutustaja ja kuulaja – reeglina individuaalõppe, mentorlus, tuutorlus, juhendamine jne;
- jutustaja ja mitu kuulajat – rakendatav õpperühma tunnis, meeskonnatöö või individuaalselt;
- kaalutlev dialoog – analüüs, sobib mentorluses, rühmatöös, juhendamises, individuaalõppes;
- kollaboratiivne meetod – meeskonnatöö ja rühmatöö meetod, analüüsitakse rühmas või luuakse rühmatööna uus narratiiv;
- digitaalne narratiivõpe – kasutatakse reeglina videonarratiivi, rakendatav nii loengus, rühmatööna, e-õppes, mentorluses;
- visuaalsed narratiivid – koomiksid, fotod, illustratsioonid, videod, televisioon, dokumentaalfilmid, kunstiteosed, filmid jne;
- narratiivne jada – oluliste võtmesõnade liitmine lühijutuks;

Miks narratiivõppe? Kui Te tutvustate end, analüüsitate kogetut, jagate oma kogemusi, siis tegeletegi juba automaatselt narratiivõppega. Narratiivid on kõikjal meie elus. Narratiive kasutavad õppetöös pea kõik õppejõud, tihti siiski aru saamata, et rakendataksegi juba narratiivõpet. Narratiivid on inimlik vahend maailma mõtestamiseks ja tõlgendamiseks, seoste loomiseks juba olemasolevate teadmiste vahel, analüüsimiseks ja uute teadmiste ning kogemuste loomiseks.

8.5.13 „Õigel hetkel” õpetamine

“Hea õpetaja ei õpeta mitte kõike, mida ta teab. Ta õpetab seda, mida õpilased peaksid antud ajahetkel teadma ja seda, mida nad hetkel suudavad õppida.” Jane Vella

„Õigel hetkel” õpetamine (*just-in-time teaching*) kombineerib veebipõhise tehnoloogia aktiivõppe meetoditega klassiruumis. Õpilased sooritavad veebipõhiselt kodutöö ja vastavad küsimustele. Õpetaja vaatab õpilaste lahendused ja vastused üle ning nende alusel koostab järgmise tunni kava. See protsess kordub mitu korda nädalas/kuus. Küsimustele vastamine ja kodutöö tegemine käivitab sellele järgneva õppimise ja see muudabki õppemeetodi induktiivseks.

Meetod töötati välja U.S. Air Force Academy ja Davidson College (USA) koostöös, seda võib ühendada kõigi auditoorsete õppemeetoditega STEM valdkonnas ja kasutada ka kaugõppes.

Eelnevad veebipõhised kodutööd nõuavad tavaliselt õpilastelt pidevat tööd õppematerjalide ja õpikutega. Ülesanded aitavad õpitut paremini mõista, korrata ja kinnistada, aga sunnivad ka regulaarselt kaasa töötama. See omakorda aitab õpetajal märgata probleeme ja võimaldab neid koheselt likvideerida. Arusaamatuks jäänud kontseptsioonid ja teooriad seletatakse tunnis veelkord üle. Selline kodutöö vähendab plagiaate ja kasutab automaatset hindamisprotseduur. Õpilased võivad ülesandeid lahendada piiramatuid kordi, kuni saadakse õige vastus.

Veebipõhine õppematerjal sisaldab ka lisamaterjale:

- õppeainega seotud uudiseid ja probleeme, mis on seotud reaalsusega; ajaloolisi anekdoote; nähtuste või seadmete töö kirjeldust jms;
- *online* kodutöid; täiendavaid õppematerjale; kriitilist mõtlemist soodustavaid lisaküsimusi; eksamiteks ja kontrolltöödeks ettevalmistavaid küsimusi ja harjutusi;
- veebipõhiseid suhtlemisvõimalusi õpilaste ja õpetaja vahel; elektroonilist arvamusteraamatut, mida õpetaja perioodiliselt läbi vaatab; kasutatud õppematerjalide arhiivi; õpitulemuste ja hinnete andmebaasi, kus õpilane saab oma hetkeseisu kontrollida ja vajadusel parandada.

Ülesannetes on tihti esitatud katseandmed, mida õpilased peavad analüüsima, leidma vajalikud otsitavad suurused, planeerima lahenduskäigu, esitama kasutatava strateegia. See meetod on lähedane uurimuslikule ja probleemõppele.

Antud meetod kombineerib interaktiivsed loengud, kus õpetaja kasutab miniloenguid vaheldumisi aktiivõppe meetoditega, kollaboratiivset grupitööd, veebipõhiseid kodutöid ja laboratoorseid töid. Loengus teeb õpetaja kõigepealt kokkuvõtte tehtud kodutöödest ja esitab põhilised eksimused, ühiselt leitakse õiged lahendusteed. Järgmisena esitab õpetaja interaktiivses loengus uut materjali. Õpilaste grupid töötavad õpetaja poolt miniloengus esitatud uue materjali kollaboratiivselt läbi. Õpetaja jälgib grupitööd ja juhendab vajadusel. Laboratoorsetes töodes rakendatakse õpitut praktikas. Lisaks veebipõhisele kodutööle antakse ka nn paberkandjal ehk klassikalisi kodutöid.

Uurimistulemused on näidanud, et „õigel hetkel” õpetamine on näiteks füüsika õpetamisel olnud 35% kuni 40% efektiivsem kui muud traditsioonilised õppemeetodid. Samas on õpilased väitnud, et selline

õpetamine on neile meelepärasem. Õpilastest 40% väitis, et neil ei tekkinud mingit väsimust ja tüdimust kogu semestri jooksul, kui kasutati „õigel hetkel” õpetamist (Felder 2006).

8.5.14 Simulatsioonid ja veebipõhised õppemängud

“Õpetaja on muidugi kunstnik, kuid see ei tähenda, et ta võib õpilasi kujundada oma käe järgi just nii, kuidas soovib. Ainus, mida õpetaja õpetades teha saab, on aidata õpilastel saada iseendaks.” Paulo Freire

Simulatsioon on reaalse olukorra või protsessi imitatsioon. Simulatsiooni kasutatakse tihti treeningutes, juhul kui reaalsuses oleks tegevus liialt ohtlik või kallis. Simulatsioon aitab õppida vajalikke oskusi turvalises virtuaalses keskkonnas.

Simulatsioonid aitavad meil mõista keerulisi olukordi. Simulatsioone on erinevaid nt: tehnoloogia simulatsioon, mida kasutatakse erinevate tehnoloogiate arendamiseks, ohutustehnikas, treeningutes, hariduses ja arvutimängudes.

Treeningsimulaatorid on näiteks lennusimulaatorid, mida kasutavad lennukipiloodid selleks, et saada võimalikult reaalne lennukogemus või analoogsed simulaatorid merenduses.

Simulatsiooni kasutatakse ka teaduslike mudelite analüüsiks. Simulatsioone võib kasutada, et näidata millegi reaalsel lõpptulemust või eri teguviiside alternatiivseid lõpptulemusi.

Füüsiline simulatsioon tähendab simulatsiooni, milles asendatakse füüsilised objektid simulatsiooniga.

Interaktiivsed simulaatorid on füüsilised simulaatorid, mida juhivad inimesed nt: lennusimulaatorid, autojuhtimissimulaatorid. Interaktiivsetel simulaatoritel on enamasti kombineeritud arvutisimulaatoritega, et tekitada nn sünteetiline keskkond.

Arvutisimulatsioon ("sim") on katse imiteerida päriselulist või hüpoteetilist situatsiooni arvutis, nii et seda oleks võimalik õppida ja näha kuidas süsteem töötab. Muutes erinevaid tegureid, ollakse võimelised järeldama ja ette arvama süsteemi käitumist. Simulatsiooni kasutatakse erialatreeninguks, juhul kui treening osutub liiga ohtlikuks või kalliks, et seda reaalselt läbi viia. Simulatsiooniga saadakse kätte vajalikud õppekogemused ohutus virtuaalses keskkonnas.

Simkool (inglise keeles *Simschool*) on klassiruumi simulatsioon, mis õpetab õpetajatele õpilaste erinevustega arvestamist ja kuidas kohandada õpet individuaalse õppija vajadustele, Õpetaja avaldab lastele kohest mõju, tänu millele ta näeb kohe tulemusi ning saab koguda infot oma õppeviisi kohta. Simschool on koht, kus õpetajad saavad uurida erinevaid strateegiaid, klassiruumi juhtimise võtted, ja praktiseerida suhete loomist õpilastega. Õpetamiseks kasutatavad simulatsioonid osi erinevatest tüüpilistest treeningsimulaatoritest.

Õpetav simulatsioon ehk virtuaalne õppekeskkond on mõne kindla reaalsuse (süsteemi, keskkonna) simulatsioon, milles on juhendavaid elemente, mis aitavad õppijal avastada, navigeerida ja koguda informatsiooni, mida reaalse uurimise käigus, ei ole võimalik saada. Harivad simulaatorid on enamasti eesmärgipõhised ja keskenduvad kindlatele faktidele, kontseptsioonidele ning selle süsteemi või keskkonna rakendusele.

Enamik virtuaalsetest õppekeskkondadest koosnevad vähemalt neljast komponendist (ADDIE):

- *analüüs* – eesmärgi analüüs, tegevuse analüüs, sihtrühma analüüs, ülesande analüüs, meedia valik ja kulude analüüs.
- *disain* – kaasahaaravus, järgnevus, tunni ülesehitus ja õppija kontroll.
- *disainiarendus* – programmeerijate, graafika kunstnike, kirjutajate, materjali ekspertide ja teiste koostöö mille tulemuseks on lõpptoode.
- *ideeostus ja evalvatsioon* – lõpptoote tutvustamine tarbijatele ja eesmärkide hinnang.

ADDIE on näide Õpetava Süsteemi disainimudelist.

Treeningsimulatsioonid jagunevad kolmeks:

- *live (elav) simulatsioon*, milles mängijad kasutavad reaalseid süsteeme tõelises keskkonnas.
- *virtuaalsed simulatsioonid*, milles mängijad kasutavad simulatsioonsüsteeme sünteetilises keskkonnas.
- *konstruktiivsed simulatsioonid*, milles virtuaalsed mängijad kasutavad simulatsioonsüsteeme sünteetilises keskkonnas.

Virtuaalsed simulatsioonid esindavad kindlat simulatsioonide kategooriat, mille eesmärgiks on luua kasutajale virtuaalne maailm. Virtuaalsed simulatsioonid lubavad kasutajal virtuaalse maailmaga interaktiivselt suhelda. Virtuaalsed maailmad toimivad eri tasanditena, milles ühendatakse tarkvara ja riistvara komponendid. Sel moel suudab süsteem kasutajalt informatsiooni vastu võtta, sellega arvestada ning sellele vastavalt luua mida mängija vajab.

Simuleeriv ohutustreening on populaarne meetod mida kasutatakse inimese katastroofideks ette valmistamisel. Simulatsioonid imiteerivad eriolukordi ja jälgivad kuidas inimesed reageerivad. Väljaõppe simulatsioone kasutatakse õpetamiseks, kuidas näiteks toimida terrorismirünnaku korral, loodusõnnetuses, avariides, haigusepideemiate puhkemisel ja teistes eluohtlikes olukordades.

Tuleviku klassiruum. Tulevikus sisaldavad klassiruumid tõenäoliselt mitut eri liiki simulaatoreid, lisaks millele kindlasti veel visuaalseid ja kirjalikke õppevahendeid. See lubab õpilastel siseneda paremini ette valmistunult reaalsesse keskkonda. Õpilastel on laialdane ja põhjalik arusaam materjalidest, mistõttu on neil ka lihtsam juurde õppida ja ümber õppida (<http://theconnectedclassroom.wikispaces.com/Simulations#socst>).

Simulatsioonid on lähedased projektõppele, võimaldades õpilastele tegutsemist tõeliste inseneridena ja rakendada eriala vastavaid seaduspärasusi ja printsiipe. Simulatsioonid peavad olema võimalikult elulähedased. Simulatsioonidel on tavaliselt kindlad reeglid ja rollid. Õpetaja peab õpilastele seletama vastavaid reegleid ja olukorda, õpilaste rolle ja juhendama õpilasi, kuidas paremini õppida kogetust. Simulatsiooni järel tuleb läbi viia diskussioon, mida õpetaja juhib. Enamik simulatsioone põhinevad arvutitarkvaral. Näiteks kasutatakse simulatsioone pilootide õpetamisel. Simulatsioonid aitavad läbi viia õpetust ohutumalt just riskantsemate situatsioonide puhul – ohtlike laborikatsete läbiviimisel, maavärinate uurimisel, kõrghoonete ja sildade ehitamisel, maavarade kaevandamisel, mere- ja energiasüsteemide uurimisel, lennuki- ja laevaehituses jne. Loodud on simulatsioone linnaplaneerimiseks, akadeemilisi mälumänge jms.

Oluline STEM valdkonnas ei ole mitte ainult arvutisimulatsioonide kasutamine, vaid ka laboratooriumides pilootseadmete, mudelite jms kasutamine uuritavate protsesside või nähtuste „reaalseks” simulatsiooniks. Didaktiliselt on sellel tunduvalt suurem väärtus, kui arvutisimulatsioonidel, sest õpilased võivad reaalselt objekti ise katsuda, protsessi juhtida, tingimusi muuta jne.

Reaalsust imiteerival arvutitehnoloogial põhinevaid simulatsioone on kahte tüüpi – individuaalne programm (CAI – Computer Assisted Instruction) ja multimeedia simulatsioon. Nii näiteks võimaldab hüdraulika tarkvara õpilastel lahendada kompleksseid kanalisatsiooniprobleeme, varieerides erinevaid voolukiirusi ja pumpade tööd.

Simulatsioonid peaksid olema reaalsed ja kasutatavad ka tegevinseneride poolt tööstuses. Simulatsioonid aitavad arendada otsustusvõimet, pakuvad mitmeid lahendusvõimalusi ja aitavad õpilastel praktiseerida reaalset inseneritööd, andes ka pidevat tagasisidet.

Enne simulatsiooni kasutamist õpetamisel, tuleks selle vajadus ja kasulikkus kindlasti läbi kaaluda. Simulatsioonide kasutamine on väga aeganõudev.

Kõige lihtsam on kasutada valmissimulatsioone või otsida simulatsioone vabavarana ja kohandada need oma aine õpetamiseks. Simulatsioonide kasutamisel arvestage alati püstitatud õppe-eesmärkidega. Samuti peab õpetaja olema asjatundja kasutatava simulatsiooni alal ja mitte õppima selle kasutamist tunnis koos õpilastega. Kohe alguses ei ole mõtet kõiki juhtnööre õpilastele ühekorraga anda. Te peate ette teadma, millal ja missuguseid juhtnööre õpilastele anda.

Simulatsioone võib leida erialakirjandusest ja järgnevatest ajakirjadest: „*The International Simulation and Gaming Research Yearbook*” (Journal of Academic Gaming and Simulation in Education and Training), „*Simages*” (Journal of the North America Simulation and Gaming Association) ja „*Simulation & Gaming: An Interdisciplinary Journal of Theory, Practice and Research*” (Journal of International Consortium of Professional Associations and Association Experiential Learning).

Veebipõhiseid hariduslikke õppmänge on võimalik mängida tehnilisi vahendeid kasutades, näiteks internetis veebipõhiselt, arvutis alla laadides või muudes nutiseadmetes rakendustena.

Õppemäng on kindla eesmärgi ja struktuuriga õppetegevus, kus simuleeritud ülesande kaudu toimub kogemuslik ning avastuslik õppimine, see tähendab, et teadmisi saadakse kogemise ja avastamise teel. Õppemäng on õppetunnis oluliseks õpilasi aktiveerivaks meetodiks. Tegemist on didaktilistest lähtepunktidest koostatud või läbi viidud mänguga, mille abil saavad õpilased tunni teemasid korrata või paremini mõista. Õpilased, kes mängivad harivaid videomänge, saavad igas õppevaldkonnas õppematerjalidest tunduvalt paremini aru. Mängupõhise õppe edu seisneb aktiivses osalemises ja suhtlemises, mis on mängupõhise õppe tuumaks. See annab jällegi aimu, et praeguste hariduslike meetmetega ei jõua informatsioon alati piisavalt hästi noorteni. Õppemängud on populaarseks muutunud ka noorte seas, kes suunduvad kõrgkoolidesse või tööturule.

Tõsised mängud (serious games) ehk rakenduslikud õppemängud on seotud, nagu nimigi ütleb, elu tõsisemate valdkondadega. Eesmärgiks on arendada mõnd teatud kindlat oskust või muutust õpilase käitumises. Tõsiste mängude abil saab simuleerida ja lahendada õpituatsioone, mida õppetunnis alati võimalik teha ei ole. Tõsised mängud on loomingulised, kuid kindlate reeglitega. Mänge rakendatakse hariduses, meditsiinis, teaduses, insenerivaldkonnas (näiteks linnaplaneerimises, transpordis, energeetikas jms), riigikaitses, õppustel, erinevate sõidukite juhtimise õppimiseks jm. Nende peamiseks eesmärgiks on mängijate treenimine valdkonna reaalsete probleemide lahendamiseks. Näiteks *Vistra*, mis on arendatud autotootjatele, et autosid disainida ning ehitada või *B2B*, mille alusel saab õppida ennetama ohte kaevetööde puhul.

Simulatsioonimäng on rakenduslik õppe ja treeningmäng, mis aitab praktilise kogemuse kaudu suurendada õpitahet. Simulatsioonimängud aitavad läbi mängida reaalseid olukordi, kus õpilane peab iseseisvalt mängu käigus ka uut informatsiooni leidma ja strateegilisi otsuseid vastu võtma, analüüsides

ja vastates küsimusele *mis siis kui?*. Simulatsioonimängud võivad olla strateegilised õppeülesanded, juhtumipõhise õppe ülesanded, või rollimängud. Simulatsioonimängud annavad võimaluse turvaliseks harjutamiseks. Tihti toimuvad simulatsioonimängud gruppides, kus näiteks juhitakse mõnda ettevõtet või võisteldakse teiste rühmadega. Näiteks on loodud simulatsioonimäng „Euroopa Parlament“. Matemaatika õppimiseks on loodud näiteks mäng „Tic-Tac-Toe“, ehitusvaldkonnas ICMLS, energeetikas iPES, IT valdkonnas Magic Blocks, SESAM, MIS, keemiatehnoloogias Vicer ja Virtual Lab jne.

Gamification on mänguliste elementidega rakendus, mida kasutatakse mitte-mängulise teema juures. Eriliseks tunnuseks *gamificationi* juures on punktide või teatud märkide kogumine, mis tekitab võistlusmomendi ning motiveerib.

Mängud täienevad ja muutuvad pidevalt, seega on mõtet nende kasutamine arutada läbi oma haridustehnoloogiga.

8.5.15 Kaudsete õppemeetodite rakendamine

“Tähtsaim suhtumine, mida peaksime oma õpilastes kujundama, on soov jätkata õppimist ka edaspidi.”
John Dewey

Kui õpetajad on otsustanud kasutada kaudseid kogemuslikke õppemeetodeid oma aine õpetamisel, kerkib üles järgmine probleem – missugust meetodit kasutada? Vastus sõltub püstitatud õppeeesmärkidest, õpetaja ja õpilaste eelnevatest kogemustest, õpetaja teadmistest jne.

Traditsioonilise loengu asemel kasutage interaktiivset loengut, varieerides erinevaid aktiivõppe meetodeid ja õpetamise mudeleid, andke õpilastele lisakirjandust ja kodutööd, viige läbi ülesannete lahendamiseks harjutustunde, kasutage küsimuste-vastuste tehnikat, viige läbi laboritööd ning valige lisaks üks Teie aines sobivaim kaudne, kogemuslik õppemeetod.

Enne kogemuslike õppemeetodite kasutamist peaks õpetaja püstitama konkreetsed ja üheselt mõistetavad õppe-eesmärgid (ja neile vastavad õpiväljundid) – mida õpilane peab oskama: seletada, arvutada, projekteerida, tuletada, modelleerida jne. Eesmärkidele vastavalt valitakse probleemid, millele keskenduda, nendega seotud tegevused ja hindamise meetodid. Kui õppe-eesmärgid on püstitatud, võib valida sobiva õppemeetodi.

Meetodi valikul on soovitatav arvestada järgnevaga:

- *uurimuslik õpe* – on lihtsaim meetod ja sobivaim neile õpetajatele, kes ei ole eelnevalt kaudseid induktiivõppe meetodeid kasutanud. Selle meetodi puhul tuleks õpetamine esialgu ümber kujundada sel moel, et õppimine toimuks nii palju kui võimalik küsimustele vastamise ja ülesannete lahendamise kontekstis. Kui õpilased on omandanud rohkem vastavaid kogemusi ja oskusi, võib õpetaja esitada järjest keerulisemaid avatud küsimusi ja osaleda vähemal määral õpilaste juhendamises. Õpilased võivad küsimustele vastates hüpoteese genereerida, püstitada uurimisküsimusi, koguda taustainfot, pakkuda välja võimalikke lahendusi ja neid analüüsida jne. Suuremate kogemuste omandamise järel võib üle minna hüpoteeside kontrollimisele eksperimentaalselt;
- *aktiivõpe* – on põhiliselt interaktiivses miniloengus kasutatavate meetodite kogum, muutmaks loengut huvitavamaks, kaasakiskuvamaks ja tõstmaks õpilaste õpimotivatsiooni. Iga 20-

minutilise miniloengu järel on soovitatav kasutada üht aktiivõppe meetodit (vt jaotised 8.5.2 ja 8.5.3);

- *probleemõpe* – on kõige raskem ja komplitseeritum, aga ka raskemini juurutatav meetod. Selle eelduseks on avatud, kompleksse, ehtsa probleemi olemasolu, mis omakorda nõuab õpilastelt eelteadmisi ja oskusi. Selliste probleemide koostamine nõuab õpetajalt aega. Teiselt poolt nõuab probleemõpe ka õpetajalt suuremaid eriala- ja õpetamisoskusi, et aidata lahendada jooksvalt üleskerkivaid erialaseid küsimusi ja probleeme, aga ka võimalikke tekkivaid pingeid õpilasgruppides. Seetõttu on probleemõppe kasutamine soovitatav vaid kogenud õpetajate puhul, kellel on tugev aluspõhi õpetatavas erialas ja kogemused kooperatiivse õppe korraldamises. Probleemõpe on loomulikuks keskkonnaks õpilaste professionaalsuse tõstmisel just ülesannete lahendamises, meeskonnatöös, elukestvas õppes, võimaldades suurepäraselt formaati õppekavas olevate ainete integreerimiseks;
- *projektõppe ja probleemõppe hübriid* – sobib kasutamiseks insenerialaste projektide koostamisel aga ka paindlikes laboritöodes (vt jaotis 8.6), samuti sobib see meetod protsesside, ehitiste või seadmete projekteerimiseks ja tootearenduseks. Projekti teemad peavad olema ehtsad, reaalse eluga seotud ja vastama püstitatud õppe-eesmärkidele. Grupitöö puhul tuleb õpetajal tähelepanu pöörata kooperatiivse töö põhimõtetele, arvestades iga üksiku liikme konkreetseid ülesandeid ja tehtud tööd. Kogemuste kasvades võivad projektid muutuda laiaulatuslikumaks ja võib väheneda juhendamise määr ning projektõpe muutub seeläbi lähedasemaks probleemõppele;
- *juhtumipõhine õpe* – see meetod on igati sobiv, kui õppe-eesmärgiks on otsuste tegemine komplekssetes reaalses olukorras. Sobivalt valituna, võib see meetod pakkuda suurepäraselt keskkonda, mõistmaks professionaalse ja eetilise vastutuse tähtsust ja vastava õpitava materjali olulisust tulevases töös inseneriülesannete lahendamisel. Sobivate juhtumite stsenaarium võib sisaldada tehniliste probleemide diagnostikat, lahendusstrateegiate formuleeringuid, arvestada majanduslikke ja tehnilisi kaalutlusi, eetiliste dilemmaide lahendusi jne. Hea juhtumi formuleerimine nõuab õpetajalt lisaaega;
- *„õigel hetkel” õpetamine* – on sobivaks meetodiks, kui õpetaja soovib, et õpilased töötaksid pidevalt läbi õppematerjali ja kui on olemas vajalik tarkvara selle meetodi rakendamiseks. Õpetajad peavad omama tugevat teadmispagasit õpetatavas aines ja paindlikult ning kiirelt oma tunnikavasid muutma vastavalt õpitu mõistmise tasemele. Samuti tuleb õpetajal varuda ohtralt lisaaega veebipõhiste ülesannete koostamiseks ja kontrollimiseks, tagasisideks ning õpilaste küsimustele vastamiseks internetis;
- *avastusõpe* – ei ole soovitatav eraldi kasutamiseks tehniliste ainete õpetamisel kesk- ja kõrgkooli tasemel. See on suure ajakuluga meetod, sest õpilased peavad nähtusi või seaduspärasusi ise avastama, õpetaja olulisema juhendamiseta.

Erinevaid kaudseid kogemuslikke õppemeetodeid võib erinevalt rakendada – suurema või vähema juhendamise määraga, grupitööna või individuaalselt, õppetööväliselt või õppetöö osana jne.

Siiski ei saa väita, et nende meetodite kasutamine viib koheselt õpitulemuste paranemiseni ja õpilased on koheselt ülimalt rahulolevamad ja motiveeritumad. Paljud õpilased on vastu uute kogemuslike õppemeetodite kasutamisele, sest see kohustab neid endid rohkem pingutama ja oma õpitulemuste eest ise vastutama. Kui õpetaja enam traditsiooniliselt ei õpeta (nagu näiteks otsese õpetamise puhul), vaid ainult juhendab, siis sõltubki õpiprotsessi tulemus enamalt jaolt õpilastest. See võib esialgu kaasa tuua halvemaid hindeid, õpilaste rahulolematuse ja viia omakorda õpetaja otsuseni, et ta enam mitte kunagi

oma töös kaudseid õppemeetodeid ei kasuta. Seetõttu tuleks õpetajal kaudse kogemusõppe kasutamisel esialgu selle põhimõtet õpilastele seletada, õpilasi enam toetada ja aktiivsemalt juhendada, et nad muutuksid enesekindlamaks. Seejärel võib juhendamise määra järk-järgult vähendada. Siiski tuleks õpetajal pidevalt jälgida õpilaste töö käiku ja tulemusi ning vajadusel neid soovitude ja näpunäidetega abistada ja suunata.

8.6 Laboratoorne töö

Hiina vanasõna ütleb: ma kuulen ja ma unustan; ma näen ja ma mäletan, ma teen ja ma saan aru!

Laboratoorne töö on erialaspetsiifiline ja sisaldab lisaks otsesele õpetamisele ka induktiivse kogemusliku õppe elemente. Ilma laboritöödeta või praktiliste tundideta õppetöökojas ei ole võimalik mõjusalt õpetada tehnilisi erialasid. Siiski on viimasel ajal esinenud negatiivseid tendentse laboritööde osakaalu vähendamiseks, kuna need on kulukad (kallid seadmed, materjalid, reaktiivid jne), tülikamad õpetada, aeganõudvamad ja tehnikaerialade puhul ka „mitte väga puhtad“. Vaatamata eeltoodud tendentsile laboratoorne töö on ja jääb insenerihariduse fundamentaalseks osaks.

8.6.1 Laboritöö – keskne õppemeetod STEM valdkonnas

“Ma ei saa Teid õpetada kirjutama. Kõik, kes lubavad seda teha, ehitavad õhulosse – Te peate seda ise õppima ja ise harjutama.” Hahk Moody

Tehnikaspetsialistide ja inseneride väljaõppes on kesksel kohal laboratoorsed tööd, mida võib lisaks otsesele õpetamisele (õpilaste aktiivse praktilise tegevuse tõttu) nimetada ka üheks aktiivõppe meetodiks, kus omandatakse kooperatiivse meeskonnatöö oskusi induktiivselt.

Ühendkuningriigi ülikoolide insenerierialadel moodustab laboratoorne töö 50% kontaktõppest (Davies 2008).

Domin (1999) on koostanud laboratoorsete tööde läbiviimiseks didaktilise mudeli (vt ptk 3.3.8 – Õppeeesmärgid laboratoorsete tööde läbiviimiseks).

Laboratoorsete tööde rolliks tehnikavaldkonnas on (Davies 2008):

- motiveerida õpilasi ja äratada nendes huvi vastava õppeaine vastu;
- aidata õpitud teooriaid süvaarusaamisega õppida läbi praktilise rakendamise, isetegemise;
- anda õpilastele võimalus meeskonnas analüüsida ja lahendada insenerivaldkonna elulisi probleeme;
- arendada õpilastes vajalikke oskusi, suhtumist ja hoiakuid tulevaseks efektiivseks ja oskuslikuks töötamiseks insenerivaldkonnas.

Laboritöö on efektiivne õppevorm, mis võimaldab kujundada õppuritel vajalikke teadmisi ja oskusi konstruktivistliku õpikäsituse ideid realiseerides. Laboris saab hõlpsasti kasutada rühmatööd, mis tagab aktiivse suhtluse õppurite vahel. Laboratoorne töö seob teooria praktikaga, arendab võrdselt nii käelisi vilumusi kui ka tunnetustegevust ja kujundab sotsiaalseid oskusi. Laboratoorne töö mitmekesistab õppeprotsessi.

Laboris tutvuvad õpilased nende tulevases erialalises töös kasutatavate materjalide, seadmete, masinate ja sisseseadete tööpõhimõtte ning nende käsitlemisega, aga ka erialaste töövõtetega. Üks asi on aru saada, kuidas midagi tehakse, teine asi on aga oskus seda ise praktiliselt teha. Uute praktiliste oskuste kujundamine ja arendamine toimub ainult vastavat tegevust sooritades. Laboratoorsete tööde tegevused ja täidetavate ülesannete tase on seotud suurel määral erinevate seadmete, detailide ja materjalidega (Bruchmüller 2001).

Laboratoorsete tööde rakendamine aitab ellu viia **konstruktivistlikke kogemusliku õppe** põhimõtteid. Konstruktivismi oluline põhimõte seisneb selles, et teadmisi pole võimalik teisele inimesele edastada, neid peab inimene ise konstrueerima. Konstruktiiivõppes rõhutatakse õppija enda aktiivsust õppeprotsessis uute teadmiste omandamisel. Arvestatakse, et õpilastel on antud teema kohta olemas eelnev kogemus. Juhul, kui õpilasel puuduvad eelteadmised, siis toimub vastavate teadmiste liitumine (Umborg 2011). Konstruktivismi põhimõtete alusel ühendatakse uued vastomandatud teadmised eelnevalt omandatud teadmistega või arusaamadega. Laboritööde läbiviimisel tuleb eelnevalt läbi mõelda, kuidas võtta arvesse ja täiendada-arendada eelnevalt omandatud teadmisi (Davies 2008).

Konstruktivismi põhitõdede järgi on inimese kõik teadmised tema enda kujundatud. Uued teadmised omandatakse varem omandatute alusel, uue teabe põhjal kujundatakse uus teadmine. Kui laboris on reaalne sisustus, millega õpilane oma tulevases töökohas kokku puutub, siis selline autentne õpikeskkond võimaldab kujundada elulähedasi, paindlikke teadmisi, mida on võimalik kasutada eluliste probleemide lahendamisel, aruteludes ja edasises enesetäienduses.

Õpetaja või instruktori roll laboratooriumis on olla toetaja, mentor, mitte teadmiste ainuvaldaja ja esitaja. Õpetaja ei juhi õpilaste mõtlemist, vaid loob tingimusi soodsaks õppimiseks, tagab juurdepääsu informatsioonile ja aitab kaasa soodsa loominguks keskkonna tekkeks.

Kogemuslik õpe. Kogemusliku õppe põhimõtete alusel õpitakse läbi omadatud kogemuste, isetegemise (*learning by doing*). Tuntuim on Kolb'i kogemusliku õpitsükkel (vt jaotis 4.2.4.1), kusjuures laboris peaksid õpilased läbima kõik Kolb'i õpitsükli faasid, et nad suudaksid integreerida teooria praktikaga.

Uurimispõhine ja probleemõpe ning projektid. Õpetajad on sel juhul juhendajad, aluseks on reaalsed probleemid, olulise osa moodustab iseseisev õppimine, teadmisi ja oskusi omandatakse uurimistöö ja probleemide lahendamise alusel. Siin omandatakse oskusi meeskonnatöös, uurimistöö planeerimiseks, disainiks, läbiviimiseks, analüüsiks, iseseivaks õppimiseks, loovuseks, info- ja tehnoloogiliseks kirjaoskuseks.

Nõuded õppekeskkonnale laboratooriumis. Konstruktivismi nn "pehmema" suuna esindaja D. H. Jonassen järgi iseloomustavad konstruktivistlikku õpikeskkonda järgmised tunnused (Jonassen 2010):

- õppekeskkond peab olema mitmekesine, võimaldades tekitada erinevaid elulisi situatsioone;
- mitmekesisus võimaldab hoiduda käsitletava teema ülelihtsustamisest, vulgariseerimisest, ümbritsev miljöö peab olema sama kompleksne, kui reaalne maailm;
- konstruktivistlik õppekeskkond seab rõhu teadmise kujundamisele, mitte reproduksioonile;
- õppekeskkond ja sisu (ülesanded) on autentset, mitte kunstlikult loodud;
- õppekeskkond peab sarnanema reaalsele elule, mitte olema ettemääratud lahenduskäiguga ülesanne;

- õppekeskkond peab toetama sisukat analüüsi;
- õppekeskkond peab toetama nii kontekstipõhist kui ka sisupõhist teadmise konstruktsiooni;
- õppekeskkond toetab koostööd ja sotsiaalset suhtlemist, mitte omavahelist rivaalitsemist.

Kaasajal on võimalik tellida kogu laboratooriumi sisseseade spetsiaalsetelt firmadelt, andes ette vaid õpperuumi mõõdud. Laborisisseseadeid on võimalik tellida alates erinevate põhjapanevate nähtuste ja teooriate uurimiseks mõeldud seadmetest, kuni ülikeerukate protsesside uurimise ja täisautomaatsete sisseseadeteneni (näiteks mini-katlamaja). Üheks selliseks firmaks, kes laborisisseseadeid valmistab, on näiteks GUNT Hamburg Saksamaal. Iseenesest mõistetavalt maksab selline laborisisseseade vägagi korraliku summa. Rahapuudusel on õpetajad aga enamasti ikkagi sunnitud ise laboriseadmeid valmistama.

Laboritööde kavandamisel tuleb lähtuda **didaktika põhiprintsiipide realiseerimisest** õppeprotsessis: esmajärguliselt tuleb silmas pidada selliseid printsiipe nagu **süsteemaatilisuse, näitlikkuse, järjestatuse, järjepidevus** ja **teaduslikkuse printsiip** (vt **ptk 1**). Tavaliselt omavad laboritööde ülesanded komplektset iseloomu ja nende täitmine nõuab üheaegselt teadmisi ning oskusi erinevatest õppeainetest. Siit tuleneb vajadus õppeainete vahel optimaalsete seoste loomiseks. Järjepidevus õppeprotsessis on tingimuseks, mis tagab teiste nimetatud printsiipide rakendumise õppe-kasvatustöös, mis omakorda määravad ära tegurid, millest sõltub järjepidevuse realiseerumine (Umborg 2011).

Süsteemaatilisuse ja järjestatuse printsiip realiseeruvad õppeprotsessis, kui õpetamisel jälgida õppeainest lähtuvat materjali järjestatuse loogikat, järjepidevust teadmiste, oskuste ja vilumuste arendamisel. Õpetamise teaduslikkuse, süsteemaatilisuse ja õige järjestatuse tagab järjepidevus. Täiuslik süsteemaatilisus pole tagatud ilma järjepidevuse ja ainetevahelise seoste printsiibi realiseerumiseta.

Järjepidevus õppeprotsessis seisneb vajalike seoste ja õigete vahekordade seadmisel õpetamise erinevate etappide vahel. Sellest tulenevalt võib märkida, et järjepidevus eeldab optimaalsete seoste loomist vana ja uue vahel, teadmiste ja oskuste süvenemist ja laienemist, uute teadmiste, oskuste ja vilumuste arenemist palju kõrgemal üldteoreetilisel, üldtehnilisel ja erialasel tasemel. Optimaalsete seoste loomiseks uue ja vana vahel on oluline vanade teadmiste ja oskuste aktualiseerimisel enne uue materjali läbimist. Järjepidevus õppeprotsessis väljendub omandatu säilimises ja aktualiseerumises õpilase mälus, seoste loomises vanade ja uute teadmiste elementide vahel varasemate teadmiste ning oskuste muutumisel ja nende lülitumisel selle alusel täiuslikumasse teadmiste süsteemi (Umborg 2011).

Laboratoorsete tööde iseärasuseks on see, et nad nõuavad õpilastelt aktiivset tegutsemist, praktiliste tööde täitmisel aktiveerub õpilaste tunnetuslik tegevus. Järjepidevuse tagamisel on oluline koht regulaarsel omandatud materjali kordamisel. Vanade teadmiste aktualiseerimine enne uue materjali edastamist tagab ka õpilaste vastava psühholoogilise häälestatuse uue materjali vastuvõtuks ja huvi äratamise. Õppeprotsessis tuleks siiski vältida liigset vana kordamist ja materjali liigset dubleerimist erinevates õppeainetes. See vähendab õpilaste tähelepanu ja pärsib nende tunnetuslikku tegevust.

Üks asi on **aru saada, kuidas midagi tehakse**, sootuks teine asi on **oskus seda ise praktiliselt teha**. Sageli arvatakse, et kui õpilane omandas vajaliku teadmised, siis ongi eesmärk saavutatud. See on üks oluline põhjus, mis põhjustab järjepidevuse katkemise praktiliste oskuste kujundamisel – ainult tegevuse kirjeldamisega ei saa omandada praktilisi oskusi. Uute oskuste omandamine ja arendamine toimub ainult praktilise tegevuse kaudu. Kogemust ei saa edasi anda, see tuleb ise omandada.

Kui õpilasel tekkivad raskused üleminekul ühelt omandamise tasemelt teisele, siis on see järjepidevuse katkemise tunnuseks. Sel juhul on vaja jaotada üleminek erinevate etappide vahel väiksemateks vaheetappideks, et toimuks sujuvam üleminek ühelt etapilt teisele.

Mistahes vaimse või praktilise tegevuse võib jagada eraldi operatsioonideks. Vaimse tegevuse korral õpilane loeb tööjuhendit, vaatab skeeme, sooritab mõõtmisi jne. Iga selline tegevus jaguneb üksikuteks operatsioonideks, mille hulgas eristuvad erinevad psüühilised protsessid nagu mõtlemine, tunnetus, ettekujutus, arusaamine, mälu jne. Kuidas neid tegevusi jaotada etappideks ja vaheetappideks, see sõltub õpilaste ettevalmistuse tasemest ja õpetaja kogemustest ning sellest, kui palju õpetaja tunneb õpilaste individuaalseid iseärasusi.

Mõtlemise aktiveerimine praktikumis soodustab järjepidevuse realiseerimist vaimsete toimingute kujundamisel. Tegevuse jaotamisel üksikuteks operatsioonideks tuleks lähtuda sellest, et kõikide vaimsete tegevuste (tunnetuslike protsesside) hulgas laboritöödel, on tähtsaim *mõtlemine*. Mõtlemine on tunnetusprotsessi kõrgem vorm, mille abil tehakse kindlaks esemete ja nähtuste vahel esinevad seosed ja seaduspärasused. Mõtlemisel kasutatakse varem omandatud teadmisi ja oskusi uute probleemide ja ülesannete lahendamisel. Igasugune praktiline tegevus pole võimalik mõtlemiseta. Mõtlemine on ülesande lahendamine teadmiste kaudu, nendest järeldusi tehes. Tehniline mõtlemine on seotud tehniliste ülesannete ja probleemide lahendamisega (Umborg 2011).

Loov ja kriitiline mõtlemine on omavahel seotud (vt jaotis 8.5.1). Loovus, sealhulgas tehniline loomingulisus, eeldab nii tundeid kui ka ratsionaalset mõtlemist ja loomingulise momendi (uudishimu, riskimisjulguse, kujutlusvõime) põimumist kognitiivsete oskustega (uute ideede genereerimine, nendega opereerimine). Loova tehnilise mõtlemise arendamine toimub tavaliselt probleemsituatsioonide lahendamisel. Siin on oluline just lahenduse protsess, mitte niivõrd tulemus ise.

Mistahes (matemaatilise, tehnilise jms) mõtlemistegevuse struktuuri analüüs peab viima ühe olulise küsimuse püstitamiseni: millised on mõtlemise arendamise meetodid ja võimalused, millised on üldse sellise tegevuse ratsionaalse õpetamise meetodid ja võimalused?

Mõtlemist saab liigitada **mõtlemistüübi alusel** ka järgmiselt:

- **loogiline mõtlemine** - rakendatav tavaliselt valdkondades ja juhtudel, kus on kasutusel ranged määratlused ja kasutajale on need ka enam-vähem teada
- **analüütiline mõtlemine** - eeldab piisavalt hea teadmuse omamist käsitletavast ainevaldkonnast (meie juhul tehnika!) ja lisaks ka kasutatavatest analüüsi meetoditest (tehnikaalased matemaatilised mudelid jms).

Reproduktiivne mõtlemine on seotud selgitava-illustratiivse õpetamisega, mis tugineb valmis tõdede andmisega ning see soodustab teadud kindla vaimse tegevuse stiili kujunemist. Selline õpetamise viis võib õigustada end sel juhul kui tahetakse õpilaselt kiiresti saada mingi töötegevuse tulemust, kuid mitte arendada tema vaimset tegevust (näiteks seadme tehnilise instruksiooni lugemine).

Produktiivsus (loovus) on võime kujutada või leiutada midagi uut. Loovus pole võime luua midagi eimillestki, vaid võime välja pakkuda uusi ideid kombineerides või muutes juba nähtut, olemasolevat, seetõttu on vajalik arendada STEM valdkonnas produktiivset mõtlemist.

Probleemõppe on üldtunnustatud vahend produktiivse mõtlemise aktiveerimiseks. Kui ei ole probleeme – ei ole ka mõtlemist. Mõtlemine algab sealt, kus tekib probleemne olukord. Probleemõpet võib defineerida kui õppimist probleemide leidmise ja lahendamise kaudu (konstruktivistlik õpikäsitlus). Probleemõppe on vastandiks reproduktiivsele õpetamisele, kus tuginetakse mälule. Oluline osa ruumilise mõtlemise arendamisel on kujutaval geomeetrial. Ruumiline nägemus annab võimaluse manipuleerida abstraktsete ja kujundlike mudelitega ning luua uusi konstruktsioone. Töötades 3D mudeliga, saab muuta seda ka nii, et lisandub 4. mõõde – aeg.

Reproduktiivse õpetuse kaudu omandatakse hulgaliselt passiivseid ja inertseid teadmisi, mis ei kandu tööd tehes aktiivsesse kasutusse. Õpiajal omandatud ja õpetaja poolt kõrgelt hinnatud teadmisi ei suudeta sageli edaspidises töös ja elus rakendada, ei nähta nende omavahelisi seoseid praktikas. Praktilises tegevuses tekib pidevalt vajadus teha otsustusi, lahendada suuremaid ja väiksemaid probleeme. **Tabelis 8.5** on esitatud reprodutseeriva õpetuse ja probleemõppe võrdlus (Umborg 2011).

Inimeste efektiivsus erinevatel ametipostidel ei sõltu ainult nende teadmiste pagasist, vaid olulisel määral sotsiaalsetest oskustest ja hoiakutest. Probleemõppe kasutuselevõtuga (vt jaotis 8.5.7) loodetakse luua õpikeskkond, kus üliõpilastel on võimalik omandada pikema aja kestel püsivaid teadmisi, tugevdada õppesisu seost eluga, ergutada õppijate mõtlemisaktiivsust ja arendada neis tõhusamal viisil sotsiaalseid oskusi (Mikk & Asser 2008).

Probleemõppe olemust selgitavad selle etapid:

- probleemsituatsiooni tajumine;
- probleemi sõnastamine;
- lahendusvõimaluste leidmine;
- lahendusvõimaluste hindamine;
- valitud lahenduse sobivuse kontroll.

Laboratoorne töö on sisuliselt probleemõppe. Probleemõppe kasutuselevõtuga soovitakse luua õpikeskkond, kus õppuril on võimalik omandada püsivaid teadmisi, tugevdada õppesisu seost eluga, ergutada mõtlemisaktiivsust, arendada tõhusamal viisil sotsiaalseid oskusi.

Laboritöö on selline õppemeetod, mille keskkond soodustab nii eelnevalt plaanitud probleemide püstitamist kui ka ootamatute probleemide teket ning nende lahendamist ja lahenduste kontrollimist.

Mõtlemise protsessis liituvad tihedalt mõtlemise teoreetilised ja praktilised komponendid. Ka kõige keerukamad ja abstraktsemad mõtlemisoperatsioonid tuginevad alati praktikale ja on seotud sellega. Laboritööde käigus on võimalik arendada mõlemaid (tehnilise) mõtlemise komponente.

Ajaloo seisukohalt **tehnilise mõtlemise** kujunemisele pandi alus 18.saj lõpus, 19.saj algul. Seda aega tähistavad mitmed olulised leiutised tehnikas ja arengud tehnoloogias:

- auru kasutuselevõtmine tööstuses;
- tekstiilitööstuse masinad;
- kompaktse kellamehhanismi loomine;
- keerukate optiliste riistade ehitamine.

Lihtsustatud füüsikaline objekt on tehnilise objekti elementaarne mudel. See annab võimaluse üldistest füüsika seadustest ja nähtustest üle minna erinevatele tehnilistele rakendustele. Just sellised üleminekud ühelt objektilt teisele moodustavad tehnilise ettekujutuse ja tehnilise mõtlemise sisu.

Tehniliste konstruktsioonide loomisel või tundmaõppimisel kasutatakse alati jooniseid, mudeleid ja makette – tehnilise mõtlemise tulemus on seotud jooniste ja skeemidega opereerimise oskusest. Tehnilisele mõtlemisele on iseloomulik toetumine näitlikkusele ja opereerimine ruumilise ettekujutusega. Tehnilise mõtlemise arendamisel omandavad olulist osa sellised näitlikustamise vormid, mis tuginevad ruumilisele ettekujutusele – joonised, graafikud ja skeemid. Insener-tehnilise alase kommunikatsiooni universaalseks keeleks saab insenergraafika (piktogrammide keel) ja matemaatika.

Opereerides tehniliste jooniste ja mudelitega peab õpilane oma kujutluses tajuma mitmeid üheaegselt toimuvaid protsesse, tuginedes füüsika seadustele, taipama, mis toimub nende koosmõju tulemusena. Õpilasel peab tekkima ettekujutus õpitavast objektist, tema toimimisest ning sellest, millisele füüsikalisele nähtusele ta töö tugineb. Tehnilisele mõtlemisele on iseloomulik toetumine näitlikkusele (skeemid ja mudelid) ja ruumilisele ettekujutusele.

Tehniline mõtlemine eeldab head ruumilist ettekujutust ning tehnilist taipu. Tehniline mõtlemine tugineb loodusteaduste, eelkõige füüsika seaduste tundmisele. Tehnilise mõtlemise teel püütakse loodusteadustele tuginedes selgust saada asjade ja nähtuste olemusest, nende vastastikkustest mõjutustest, seadmete ja üksikosade töötamise põhimõttest. Tehnilise mõtlemise arendamiseks tuleb aktiveerida õppeprotsessis vaimset tegevust, rakendada aktiivõppe meetodeid (Umborg 2011).

Tänapäeval inimese pikaajalise mälu osatähtsus, tänu IT tehnoloogia arengutasemele, ei ole enam prioriteetse tähtsusega mõtlemisprotsessis. Põhiliseks väärtuseks, mis kindlustab vaimsete tegevuste efektiivsuse, on analüütiline loogika.

Insenerimõtlemise eriliseks tunnuseks saab konkreetsete tehniliste sõlmede ja protsesside väljendamine matemaatiliste mudelite abil. Mida keerulisemaks muutuvad tehnilised süsteemid ja protsessid, seda suuremat abstraherimise astet vajavad neid süsteeme modelleerivad matemaatilised mudelid. Nende mudelite loomine (süntees) ja interpreteerimine (analüüs) nõuab eristatavat teaduslik-tehnilist mõtlemiskultuuri. Traditsioonilise ja probleemõppe võrdlus on esitatud **tabelis 8.5**

Digitaaltehnika juures toimub tehniline mõtlemine ja kõneline arutlus teisiti kui analoogtehnika puhul. Näiteks, kui õpilane õpib seda, kuidas tekib teleris pilt (analoogtehnika), siis materjali omandamisel aitab kaasa hea ruumiline ettekujutus. Oma kujutluses peab ta tajuma mitmeid üheaegselt toimuvaid protsesse, tuginedes füüsika seadustele, taipama, mis toimub nende koosmõju tulemusena. Digitaaltehnika puhul ei aita kaasa niivõrd hea ruumiline ettekujutus, vaid teatud kindlate reeglite teadmine. Arutlus (mõtlemine) toimub järgneva mõttemalli järgi: "Kui see on nii, siis too on naa". Selle tegevuse juures aitab formaalse loogika tundmine, hea mälu ning võime kiiresti sooritada vaimseid operatsioone – need on omadused, mis iseloomustavad heade matemaatiliste võimetega inimest.

Tehnika revolutsiooniline areng tekitas ühiskonnas idee tehnika kõikvõimalikkusest. Z.Freud kirjeldas tuleviku inimest kui „jumalat proteesidel“. Tekkis idee mõtlevast masinast, mis leidis eriti laialdast kandepinda kui hakkas arenema arvutiteadus. Termin „tehisintellekt“ (teadus intelligentsete masinate loomisest) võttis 1956.a. kasutusele John McCarthy. Kas saab aga masinat panna mõtlema?

Tehisintellekti probleemistik:

- arvutimängud – tarkvara loomine, et saaks arvuti abil mängida malet ja teisi mõtlemist nõudvaid mänge (1997. a. võitis IBM'i superarvuti Deep Blue maailmameister G. Kasparovit).
- robotika – tarkvara loomine, mis paneb robotid reageerima erinevatele anduritele.
- ekspertsüsteemid – arvutisüsteemid, mis suudavad adekvaatselt tegutseda elulistes olukordades: meditsiiniline ja tehniline diagnostika;
- küberneetiline lingvistika – programmide loomine, mille abil saab inimene suuliselt suhelda arvutiga;
- neurovõrgud – arvutisüsteemid, mis ehitatakse üles matkides aju ehitust ja toimimist.

Tabel 8.5 – Traditsioonilise õpetamise ja probleemõppe võrdlus

Reprodutseeriv (traditsiooniline) õpetamine	Probleemõppe laboratooriumis
Õppematerjal esitatakse valmis kujul. Laboritöö juhendis on kogu tegevus ette kirjutatud.	Õpilased omandavad uusi teadmisi teoreetiliste ja praktiliste ülesannete lahendamise käigus.
Suulisel edastamisel või õpiku (laboritöö juhendi) järgi õppimisel tekivad raskused, mis on tingitud ajutisest väljalülitumisest järjepidevast teadmiste omandamise protsessist.	Probleemide lahendamise käigus ületavad õpilased raskusi, nende aktiivsus ja iseseisvus omandab kõrge
Info edastamise kiirus on orienteeritud kas parimate, keskmiste või nõrgemate õpilaste järgi.	Uute teadmiste saavutamise kiirus sõltub õpilasest endast või grupist.
Teadmiste kontroll on ainult osaliselt seotud õppeprotsessiga, ta ei ole selle loomulik osa.	Õpilaste kõrge vaimse tegevuse aktiivsus soodustab positiivset motiveeritust ja see vähendab formaalse kontrolli vajadust.
Puudub võimalus kindlustada kõikide õpilaste maksimaalset tulemuslikkust, raske on luua praktiliselt toimivat tagasisidet (kontrolli tulemuste kohta).	Õpitulemused on suhteliselt kõrgemad ja püsivamad. Uusi teadmisi omandatakse kergemini uutes olukordades, samas arendatakse loovust.
Õppematerjal esitatakse valmis kujul. Laboritöö juhendis on kogu tegevus ette kirjutatud.	Õpilased omandavad uusi teadmisi teoreetiliste ja praktiliste ülesannete lahendamise käigus.

Tehnikateadused tuginevad loodusteadustele. Füüsika, keemia, bioloogia, geoloogia, jt loodusteadused - uurivad loodust ja loodusnähtusi. Tehnikateadused uurivad, kuidas loodust ja loodusnähtusi saab rakendada inimese hüvanguks.

Laboratoorsete tööde käigus omandavad õpilased erinevaid oskusi:

- tehnilises mõõtmises;
- standardseadmete käsitlemises;
- insenerigraafikas;
- arvutustehnikas;
- andmetöötluses;

- tehnilises diagnostikas;
- montaažis;
- reguleerimises – häälestamises;
- seadmete hoolduses;
- masinate juhtimises;
- tegevuse organiseerimises jne;

Laboratoorsed tööd eeldavad tavaliselt teadmisi erinevatest õppeainetest, seetõttu tuleks tööde kavandamisel lähtuda ainetevaheliste seoste printsiibist, mis võimendab ja soodustab teiste didaktika printsiipide realiseerumist.

Laboratoorsed tööd jaotatakse STEM valdkonnas järgnevalt:

- *struktureeritud ehk jäigad laboratoorsed tööd;*
- *poolstruktureeritud laboratoorsed tööd;*
- *struktureerimata ehk paindlikud laboratoorsed tööd.*

Järgnevates peatükkides tutvume eelpool nimetatud erinevate laboratoorsete töödega, õppe-eesmärkide püstitamisega laboratoorsete tööde läbiviimisel, laboritööde erinevate faaside, erinevate meetodite ja hindamisega.

8.6.2 Õppe-eesmärgid laboratoorses õppetöös

“Loovust on võimalik summutada, aga mitte õpetada. Õpetaja saab juhtida leegi juurde võimalikult palju hapnikku, et leek ei kustuks.” Madeleine L'Engle

Haridusreformile eelneval ajal oli praktikumi esmane eesmärk siduda teoreetilisi teadmisi praktiliste rakendustega praktilise tegevuse kaudu: füüsika seaduste kontrollimine, konstantide leidmine, seadme parameetrite mõõtmine jne. Tänapäeval peab laboratoorne töö võimaldama omandatud teoreetiliste teadmiste mitmekülgse seostamise reaalses elus toimuvate protsesside ja nähtustega läbi õppurite iseseisva praktilise tegevuse, mille puhul on oluline tähtsus sotsiaalsel kommunikatsioonil (arutelud, IT-suhtlus, meedia jms). Laboratoorne töö ei ole mitte omaette eksisteeriv õppevorm, vaid peab moodustama teoreetiliste loengute, rakenduslike seminaride ja ülesannete lahendamisega ühise eesmärgistatud süsteemi.

Laboritööde ettevalmistamise eel tuleb analüüsida, missugused õppekava/õppeaine õpiväljundid on stuudiumi vältel saavutatavad praktiliste ülesannete ja laboritööde sooritamisel. Laboritööde eesmärgiks üldiselt on toetada õpilaste kui autonoomsete õppurite elukestvat arengut, andes inseneridele vajalikke kompleksseid oskusi ja soodustades õpilaste arusaamist teaduslikust uurimusest ning teadmiste omandamise, teadmiste-oskuste ja uurimistöö-õpetamise integreerimise erinevatest võimalustest (Davies 2008).

Laboratoorsete tööde eesmärkide püstitamisel soovitatakse inseneripedagoogikas lähtuda peatükis 3.3 esitatust. Laboritööde üldeesmärgiks on eksperimentaalse töö oskuse ja tunnis õpitud materjali

süvendatud omandamine. Samas areneb iseseisev mõtlemine ja analüüsivõime ja tihenevad kontaktid vastava õppetooliga (ülikoolis). Õpilased omandavad oskusi eksperimendi kulgemise jälgimisel, järelduste tegemisel, laboriprotokollide koostamisel ja laboritöö tulemuste kaitsmisel.

Laboratoorne töö peab toetama õppuri teadmiste kujundamist läbi iseseisva praktilise tegevuse, looma võimalused erinevate eksperimenteerimise oskuste kujundamiseks, erialaste uurimis- ja mõõtmismeetodite rakendamiseks. Laboratoorse töö eesmärgiks on ka õppurite käelise tegevuse, tehnilise (ruumilise) mõtlemise, meeskonnatöö, andmetöötluse, esitluse jt oskuste arendamine. Laboratoorse praktikumi eesmärk kõrgkoolis on reeglina olnud ka õppurite ettevalmistamine iseseisvaks uurimustööks (Gupta 2009).

Laboritööd aitavad saavutada järgmisi eesmärke (Davies 2008):

- arendavad eksperimentaalseid, disaini, probleemilahenduse ja analüüsioskusi;
- arendavad katseandmete protokollimise ja analüüsimise oskusi;
- tutvustavad eriala/valdkonna tööd, tehnikaid ja materjale;
- arendavad praktilisi oskusi;
- parendavad suhtlemise ja koostöö oskusi;
- annavad oskusi erialapraktikas ja otsustusjulguseks;
- integreerivad teooriat ja praktikat;
- motiveerivad õpilasi.

Laboratoorsete tööde üldeesmärgid (Wankat 1993):

- *laborikatsete läbiviimine erialas* – erialaste oskuste omandamine, eksperimendi kavandamine, katseandmete dokumenteerimine, analüüsimine, andmete interpreteerimine, kaasaegsete mõõteriistade kasutamine, protokollide koostamine jne;
- *reaalsete probleemide lahendamine erialas* – teooria rakendamine, ebaõnnestumiste ja probleemide lahendamine, teooria ja reaalsuse vahekord, otsustusvõime arendamine, tegutsemine reaalses olukorras jne;
- *disain ja konstrueerimine* – oma projektide reaalne rakendamine, katsetamine, inseneriprobleemide lahendamine, mudelite projekteerimine, piloteerimine jne;
- *avastamine* – uute tulemuste avastamine, mis parendavad teoreetilisi seisukohti, katsetulemuste ennustamine erinevate seadmete rakendamisel jne;
- *kaasaegse aparatuuri kasutamine* – kaasaegse erialase aparatuuri kasutamine vastukaaluks abstraktsetele teadmistele, ohutusnõuete tundmaõppimine erialas jne;
- *motivatsioon* – teooria rakendamine praktikas, huvi äratamine, ise tegemine jne;
- *meeskonnatöö* – kogemuste saamine edasiseks reaalseks meeskonnatööks, juhtimisoskuste omandamine jne;
- *võrgustikutöö* – erialaste kontaktide loomine nii ülikoolis kui ka tööstuses, valmistumine reaalseks inseneritööks jne;

- *suhtlemine* – nii suulise kui ka kirjaliku suhtlemisoskuse omandamine, sh ettevalmistustöös, töö läbiviimisel kui ja aruande kirjutamisel jne;
- *iseseisev õppimine* – kuna kõik laboritööks vajalikud teadmised ei ole alati meeles, tuleb laboritööks valmistumisel eelnevalt õpitut korrata ja vajadusel omandada lisamaterjali (ka probleemõppes), mis omakorda aitab valmistuda reaalseks eluks ja elukestvaks õppeks jne.

Laboratoorsete tööde eesmärgid jagunevad järgmiselt (vt ka jaotis 3.3):

- *kognitiivsed* õppe-eesmärgid: sisaldavad intellektuaalseid tulemusi – esikohal on teadmiste ja oskuste omandamine (oskus analüüsida, konstrueerida jne), teadmiste ja oskuste ülekandmine sarnastele ülesannetele ja probleemidele, erinevate süsteemiosade äratundmine ja sarnaste süsteemide ülesehitamine, alternatiivide leidmine, ülekandmine teistesse tingimustesse, järelduste tegemine, hinnangu andmine;
- *psühhomotoorsed* õppe-eesmärgid puudutavad motoorseid võimeid – seadmete ja masinate kasutamine ning hooldus, arvuti abil kirjutamine ja joonestamine. Suurt osa mängivad siin vilumused ja koordineeritud liigutused;
- *tunnetega seotud* (afektiivsed) õppe-eesmärgid: õppetulemused on seotud tunnete ja emotsioonidega. Tegemist on tundeliste hinnangutega – rõõm õnnestunud katsest, mure lahendiskäigu üle, raskuste puhul uute eesmärkide püstitamine (õppetöö kasvatuslik aspekt).

Laboritööde läbiviimise suuna eesmärgid:

- laboritööd peavad näitlikustama teoreetilisi aluseid, peavad tagama tunnis (loengul) õpitud materjali süvendatud omandamise;
- laboritöödel õpitakse tundma mõõtereriistu ja -meetodeid, kujundatakse ja arendatakse eksperimenteerimise oskusi;
- laboritöödel õpitakse kavandama eksperimenti, arvestama mõõtmis- ja arvutusvigu, tulemuste vormistamist ja andmetöötlust, tegema järeldusi;
- laboritööd kujundavad ja arendavad üldist ja erialalist töökultuuri, meeskonnatööd, tööohutust.

Laboritöös realiseeritakse järgmisi laieesmärke:

- erialase kaasaegse tehnika tundmaõppimine – kasutatakse kaasaegset aparatuuri, andureid, instrumente ja/või tarkvara jne;
- õpitud teooria rakendamine ja kontrollimine – loengus õpitu süvendamine ja rakendamine praktilise tegevuse kaudu, töö tehniliste mudelite või pilootseadmetega laboris; kontrollitakse, kas teooria kirjeldab adekvaatselt uuritavat nähtust, leitakse kehtivad seosed saadud tulemuste ja uuritavate põhitõdede vahel;
- seadmete konstrueerimine ja katsetamine – nõuetele vastavalt kavandada, mõõdistada, planeerida, konstrueerida, spetsifikatsioone koostada, ehitada, süsteemi luua jne kasutades erialaspetsiifilist metodoloogiat, aparatuuri, materjale, testida süsteemi ja vigu leida ning neid parandada;

- eksperimentaalsete oskuste omandamine – kavandada eksperimenti, valida sobivad seadmed, protsessid jne, eksperimenti rakendada, interpreteerida tulemusi, iseloomustada loodud materjali, komponenti või süsteemi, anda hinnang;
- inseneriülesannete praktiliste lahenduste teostamine;
- elektriliste mõõtmiste printsiipide ja seadmete tundmaõppimine;
- kindlustunde saamine tööks erinevate erialaste seadmetega;
- ohutustehnika tundmaõppimine – teada tervisekaitse-, ohutuse- ja keskkonnahoiualaseid probleeme tehnoloogiliste protsesside läbiviimisel ja osata vastutada;
- erialaste praktiliste nippide ja töövõtete tundmaõppimine – demonstreerida erialast kompetentsust tehniliste seadmete ja materjalide valikul;
- kooli, õppetooli, instituudi jne uurimistöös osalemine;
- vigadest õppimine – osata määratlada ebaõnnestunud tulemusi, seoses ebasobiva seadme, konstruktsiooni, protsessi, tingimuste jne kasutamisega ja osata jõuda efektiivse lahenduseeni;
- õpilaste motiveerimine – enim motiveerib edu;
- suhtlemisoskuste omandamine – osata vabalt suhelda laboratoorsete tööde teemal, nii suuliselt kui ka kirjalikult, alates vahekokkuvõtetest kuni erialaste ettekanneteni;
- oskuste omandamine meeskonnatöös – töötada meeskonnas efektiivselt, struktureerides individuaalset ja meeskonnatööd, ülesannete määramine, vastutus, töökäigu jälgimine, tähtaegadest kinnipidamine, individuaalsete panuste integreerimine lõpparuandesse;
- loovuse ja loomingulisuse omandamine – demonstreerida iseseisva mõtlemise oskust, loovust, ja oskust reaalsete erialaülesannete lahendamiseks;
- kriitilise mõtlemise arendamine;
- sensorsete oskuste arendamine – õpitakse kasutama meeleorganeid informatsiooni kogumiseks ja hindamiseks ning otsuste langetamiseks reaalsete ülesannete lahendamisel;
- kohusetundlikkuse ja laborieetika tundmaõppimine – aruannete vormistamine ja õigeaegne esitamine, objektiivsete tulemuste esitamine jne;
- iseseisva töö oskuste omandamine.

Laboratoorse töö juhendi koostamisel tuleks juhinduda järgmistest põhimõtetest:

- üldiste didaktiliste eesmärkide püstitamine;
- konkreetsete tööde didaktiliste;
- eesmärkide püstitamine;
- töö eesmärgi koostamine õpilasele;
- töö ülesannete koostamine;
- laboritöö käigu kirjelduse koostamine;
- töö aruandluse väljatöötamine;
- kontrollküsimuste koostamine.

Väärtustatud õppe-eesmärkide pank on Hans-Georg Bruchmülleri poolt koostatud kontrollitud õppe-eesmärkide kogum laboratoorseks õppetööks STEM valdkonnas (Bruchmüller 2001). Selle abil saab iga õpetaja vajadusel oma konkreetset eesmärgid ise püstitada.

Järgnevalt tutvustame väärtustatud õppe-eesmärkide panka, mille formuleeringud on esitatud pädevuspõhiselt, kujul „**õpilane peab oskama...**”:

Materjali kordamine. Ettevalmistus katse läbiviimiseks:

- esitada suurusi/näitajaid ja nende ühikuid;
- määrata ühikute väärtusi ja dimensioone;
- eraldada sõltumatuid ja sõltuvaid muutujaid;
- koostada diagramme;
- leida vigu ja neid kõrvaldada;
- töötada enne laboritööd kirjandusega;
- koostada vajadusel katsekäik;
- täita ohutusnõudeid;
- lugeda tööjuhendit;
- koostada katseseade olemasolevatest elementidest;
- määrata mõõtepiirkonnad.

1 Katsekäigu ülesehitus:

- joonistada katseskeemi ja seda seletada;
- tunda vajalikke mõõteriistu ja katseseadmeid ning neid käsitseda;
- katset planeerida ja tõlgendada.

2 Katse läbiviimine ja katse käik:

- koostada katseseadet, õigesti üles seada mõõteriistu;
- kalibreerida mõõteriistu;
- katset/eksperimenti/uurimust aste-astmelt läbi viia;
- katseandmeid ja mõõteriistade näitusid õigesti lugeda ja hinnata;
- mõõtmise/vaatluse intervalle otstarbekalt valida;
- segavaid ja takistavaid asjaolusid välja selgitada ja elimineerida;
- teada ohutusnõudeid, et ohu korral adekvaatselt reageerida;
- protsessi uutes tingimustes läbi viia;
- uusi analüüsi- ja katsemeetodeid omandada;
- meeskonnas töötada;
- katsekäiku varieerida, modifitseerida.

3. Katseandmete esitamine aruandena:

- vaatluste ja mõõtmistulemusi identifitseerida;
- andmeid esitada nõutud kujul;
- mastaape ja skaleerimisi adekvaatselt ja õigesti sobitada;
- katseandmete põhjal järeldusi teha;
- seletada katse käiku;
- vajadusel täiendavaid katseid või mõõtmisi läbi viia;
- eristada süstemaatilisi ja juhuslikke vigu;
- mõõtmistulemusi korrigeerida (metoodilisi vigu elimineerida);
- hinnata vigu;
- katseandmeid arvutuslikult siduda.

4. Tulemuste esitamine diskussioonil/kaitsmisel:

- kriitiliselt hinnata katseandmeid;
- läbiviidud katset ja saadud katseandmeid teistele (ka asjatundmatutele) seletada;
- otsustada, kas katset tuleks korrata;
- järeldada, kas katsetulemused varemõpitud teooriale (või eelnevatele oletustele) vastavad.

8.6.3 Laboratoorsete tööde läbiviimise meetodid

„Õpetamise eesmärgiks ei ole mitte lihtsalt õpetamine, vaid õpihimu ärgitamine. Kui õpilase õpihimu on läidetud, küllap ta juba endale tulevikus sobivat kütust leiab, et leek ei kustuks.“ Sydney J. Harris

Laboritööde läbiviimise meetodid STEM valdkonnas on järgmised (Bruchmüller 2001):

- **frontaalne meetod** – kõik õpilased teevad ühesugust tööd.

Eelised:

- võimaldab hästi siduda teoreetilist osa praktilisega, mis tagab õpilaste süstemaatilise materjali omandamise;
- õpilaste individuaalset tööd on hõlbus juhtida, õpetaja saab anda juhiseid korraka kõigile;
- loengute ja laboritööde sünkroonsus distsiplineerib nii õpilast kui õpetajat, loengud ei või laboritöödest maha jääda.

Puudused:

- nõuab palju ühesuguseid seadmeid ja materjale, mis pole sageli ökonoomselt otstarbekas;
- didaktilisest aspektist vaadatuna võib frontaalsel tööl täheldada tööde ja nende täitmise võtete teatud trafaretsust. Õpilased püüavad liialt jäljendada üksteist, mis pärsib tehnilise mõtlemise arengut.

- **ringjärjestusmeetod** – õpilased teevad töid teatud kindlas järjekorras, puudub otsene seos teoreetilise osaga, mida jooksvatel loengutel edastatakse.

Eelised:

- saab kasutada unikaalseid seadmeid;
- võimaldab individualiseerida õpet;

Puudused:

- õpetajal on tööde juhtimine ja kontroll raskendatud;
- loengute ja laboritööde ebasünkroonsusest tulenevalt peab õpilane ise hankima teoreetilist materjali.

- **tsükliline meetod** – iga õpilane teeb eri töid, kuid tööde tsükkel kooskõlastatakse eelnevalt loengutel läbituga, tööd grupeeritakse loengute toimumise ajalise järjestatuse alusel.

Eelised:

- aktiveerib vaimset tegevust paremini kui frontaalsed tööd, sest

puudub

trafaretsus.

Puudused:

- nõuab sagedamini töökohtadel vajalike seadmete ja materjalide vahetamist ja tööde ettevalmistamist.

Efektiivsemateks meetoditeks on osutunud frontaalne ja tsükliline meetod. Seepärast on mõnikord otstarbekas kasutada ka kombineeritud *frontaalset-tsüklilist* meetodit (Umborg 2011).

Kas efektiivsem on individuaalne või gruppitöö? Vaimsete toimingute aktiveerimise seisukohast on parim variant, kui iga õpilane teeb üksinda laboritööd, kuid sageli on selle korraldamine raske. Praktikas esineb enim olukordi, kus laboritööd tehakse kollektiivselt, 2–4 õpilast grupis. Gruppitöö põhipuuduseks on see, et kõik õpilased ei saa kõiki vajalikke toiminguid täita ja kujuneb välja olukord, kus aktiivsemad õpilased täidavad põhitoiminguid, teised aga kõrval- ja abitoiminguid. Kujuneb välja teatud tööjaotus, mis tuleb kahjuks just nõrgematele õpilastele (vt ka jaotis 8.3.2).

8.6.4 Laboratoorsete tööde faasid

“Kui väga see õpetajatele ka ei meeldi, on nad siiski ka meelelahutajad, sest muidu ei suudaks nad ei oma õpilaste tähelepanu kõita ega ka neile üldse midagi õpetada.” Sydney J. Harris

Laboratoorsete tööde faasid on järgmised:

1 ettevalmistusfaas – selles faasis püstitatakse õpetamise eesmärk, mis lähtub õpilaste eelteadmistest:

- laboritööde üldiste didaktiliste eesmärkide püstitamine;
- konkreetsete tööde didaktiliste eesmärkide püstitamine;
- töö eesmärgi koostamine õpilasele;
- tööülesannete koostamine;

- sisulise tööjuhendi koostamine;
- ohutusmeetmete väljatöötamine.

2 katse läbiviimise faas – õpetamise eesmärk katse läbiviimiseks:

- täpne ülesande püstitus;
- määrata vajalikud arvutused;
- andmete dokumenteerimine.

3.rakendamise faas – õpetamise eesmärk kasutamiseks – siin tuleb õpilastele täpselt ja konkreetselt ette anda, kuidas katsetulemused esitada, kas tabelite, graafikute, diagrammide jne kujul. Samuti tuleb esitada nõuded aruandele ja selle vormistamisele:

- kriitiline katsetulemuste vaatlus;
- katsetulemuste analüüs;
- andmete esitamine ja töötlemine;
- määrata andmete esitamise vorm.

4 hinnangufaas – eesmärgid hinnangufaasis:

- välja töötada kontrollküsimused;
- määrata kontrollimise eesmärk ja meetodid;
- laboritööde kaitsmine, kus õpilane formuleerib, mida ta sellest katsest õppinud on.

8.6.5 Eksperiment laboratoorses õppetöös

“Me võime absoluutselt kõik võimaliku selgeks õppida, kui meid õpetab andekas ja kirglik õpetaja.” Pat Conroy

Eksperiment laboratoorses õppetöös peaks koosnema järgmistest astmetest:

- **probleemiasetus** – kes esitab õigeid küsimusi, on juba poolel teel! Paljudel on olnud hetki, kus meid on hämmastanud mingi olukord või nähtus, tehnikaspetsialisti puhul järgneb sellele reeglina soov seda põhjendada. Kui ilmneb probleem, tekitab vajadus ka selle lahendamiseks. Õppetöös tuleks õpilastes sageli uudishimu äratada ja eksperimendi käigus esitada palju motiveerivaid küsimusi. Eksperimendi peab sisse juhatama selge ja täpne probleemiasetus;
- **hüpoteesi püstitamine** – imestusele järgneb tavaliselt soov detailselt uurida ja mõista nähtusi. Sellel eesmärgil püstitataksegi hüpoteese, et siduda olemasolevad andmed lahendatava probleemiga. Võimalik, et leitakse mitu lahendusteed, kuid kriitilise analüüsi tulemusena jääb neist alles vaid mõni;
- **eksperimendi läbiviimine** – hüpoteesi püstitamisele järgneb loogiliselt eksperimendi planeerimine ja läbiviimine. Eksperimendi planeerimine on arusaama omandamise integreeritud osa. Koolis puutume aga kokku ajanappusega, seadmete puudusega jms, mis limiteerivad eksperimendi läbiviimist. Piirtingimused on erinevad, kui tegemist on klassieksperimendi või väikeste gruppide tööga laboris;

- **tulemus – teadmine** – eksperimendi lõpus tuleb teha konstateeringuid. Iseseisev mõtletegevus, mis lähtub saadud tulemustest ongi eksperimendi põhiresultaadiks. Saadud andmed on tavaliselt abstraktsiooni, üldistuste lähtekohtadeks. Üksikute eksperimendi etappide kestvus ja detailne läbiviimine sõltub didaktilisest situatsioonist ja vastavatest püstitatud õppe-eesmärkidest.

Õppeeksperimendi puhul laboratoorses töös jäetakse tihti kaks esimest eelnimetatud astet ära, kuid need sammud on vajalikuks eelduseks tehniliste ja loodusteaduslike arusaamade omandamiseks ning on eksperimendi sissejuhatuse oluliseks osaks.

Eksperiment STEM valdkonnas ei alga mitte laboritööga, vaid selle eelneva lahtimõtestamisega – eesmärk, oodatavad tulemused, teoreetiline baas jne.

8.6.6 Laboratoorsete tööde tasemed

„Me vajame enam õpetajaid. Õpetajad aitavad oma õpilastel saada edukaks.“
Joseph C. Kunz

Laboratoorsete tööde puhul eristatakse õpilaste autonoomia ja valikuvabaduse alusel erinevaid tasemeid (Davies 2008) nagu esitatud **tabelis 8.6**. Et omandada kogemusi ja saavutada meisterlikkust, integreerida uusi omandatud teadmisi eelnevalt õpituga tuleks õpilastele anda võimalikult palju praktilisi oskusi, mida saavutatakse laboris. Seetõttu peaks inseneriõpe sisaldama nii probleemipõhist, uurimuslikku õpet, disaini, mis annavad õpilastele mõttejulgust, iseseisvust ja meeskonnatöö oskusi. Kui õpilased .

Tabel 8.6 – Laboratoorse töö tasemed

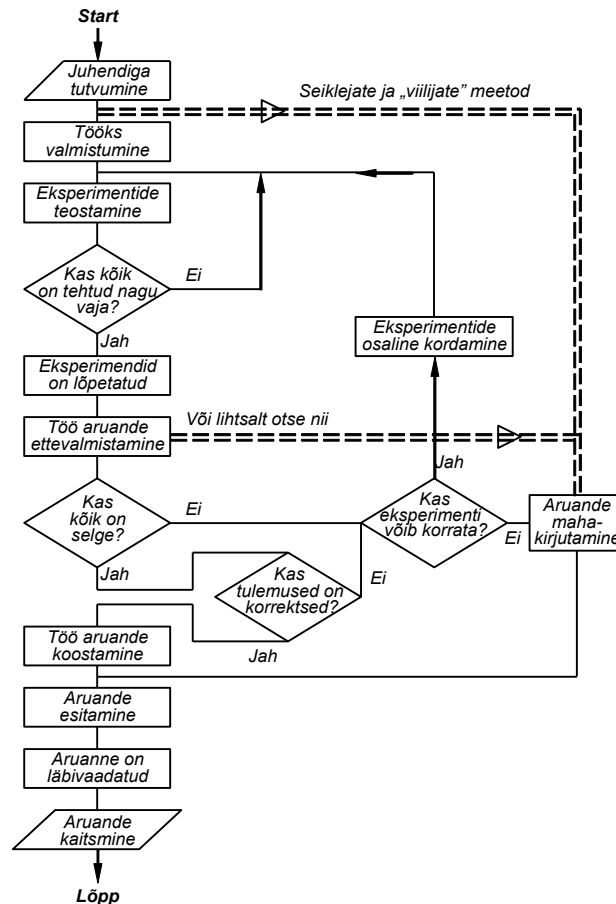
Autonoomia tase	Tegevuse laboris	Eesmärk	Materjalid	Meetod	Tulemus
0	Demonstratsioon, harjutamine	Antud	Antud	Antud	Antud
0	Struktureeritud laboritööd	Antud	Antud	Antud	Antud
2	Poolstruktureeritud laboritööd	Antud	Antud või osaliselt avatud	Osaliselt või täielikult avatud	Avatud
3	Struktureerimata laboritööd	Antud või osaliselt avatud	Avatud	Avatud	Avatud

Järgnevalt tutvustame erinevaid laboratoorse töö tasemeid: struktureeritud (ehk jäiku) ja poolstruktureeritud ja struktureerimata laboratoorseid töid.

Demonstratsioon. Laboris demonstreeritakse reeglina laboriseadamete tööd, kindla mõiste või teooria rakendamist, viiakse demonstratsioonkatseid, neist kõige mõjusamad on nn interaktiivsed „näita ja seleta“ (*show and tell*) katsed, kus õpilasi pannakse mõtlema pidevale küsitledes (Davies 2008).

Harjutamine. Harjutamisel on laboritöodes väga oluline koht, et õppida erialas vajalikke praktilisi oskusi ja töövõtteid rapselt sooritama. Selle traditsioonilise lähenemise puhul viivad õpilasi läbi katseid (kindlaid protseduure), et jõuda juba ettearvatavate tulemusteni, keskendudes pigem katse läbiviimise protseduurile kui uurimusele. Sel juhul tuleks kindlasti õpilastele tutvustada harjutamise eesmarke ja vajadust tulevases elukutses. Motiveerivaks on näiteks valikute pakkumine – õpilased võivad valida, millist aparatuuri, materjale jms kasutada soovitava tulemuse saamiseks (Davies 2008).

Enimkasutatavate **struktureeritud ehk jäikade laboritööde** puhul (vt **sele 8.18**) viivad õpilased läbi eelnevalt ettevalmistatud eksperimendi, ette on antud selleks kasutatavad seadmed. Vajalikud eelteadmised on omandatud loengus, mida nüüd kinnistatakse. Vajalikud seadmed on olemas ja trükitud tööjuhendid on õpetaja poolt eelnevalt koostatud. Tööjuhendil on enamasti nn „kokaraamatu” funktsioon. Juhendis kirjeldatavad sammud sooritatakse samm-sammult. Katse läbiviimine ei anna mingeid lisavariante ja katse käik ning oodatavad tulemused on kindlalt ette antud. Täidetakse vaid kognitiivse ja psühhomotoorse valdkonna eesmärgid.

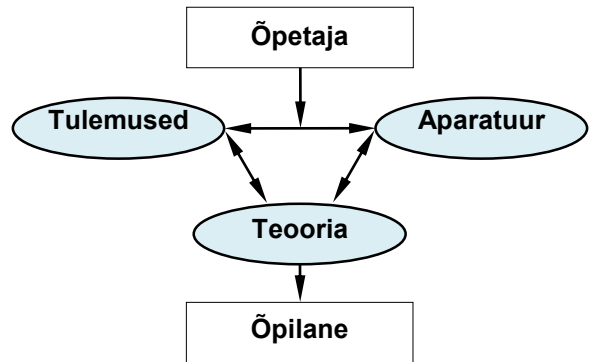


Sele 8.18 – Struktureeritud laboratoorse töö plokkskeem (Melezinek 1999)

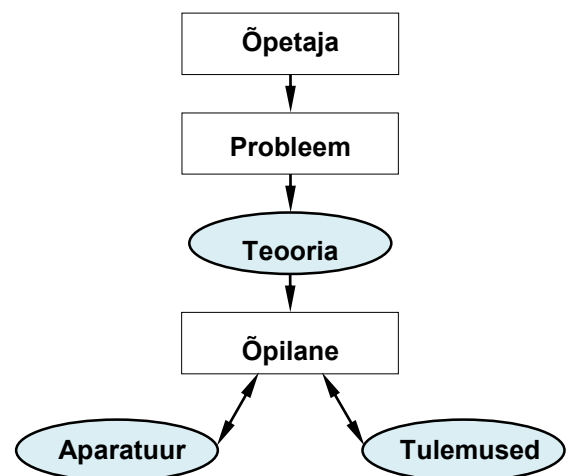
Struktureeritud laboritööd võib iseloomustada järgmiselt (Melezinek 1999) :

- õppija aktiivsus on esiplaanil, õpetaja aktiivsus võrreldes klassitunniga taandub;
- õpetaja on töö eelnevalt ette valmistanud;
- püstitatud õppe-eesmärk on suure tõenäolisusega saavutatav, katsete kordused on igal ajal võimalikud, juhul kui see on vajalik eesmärgi paremaks saavutamiseks;
- katse käik on järgalt fikseeritud ja tavaliselt kirjeldatud tööjuhendis;

- kasutatavate tehniliste seadmete näit on ette planeeritud;
- toimub teooria kontrollimine ja rakendamine praktikas;
- õpitakse erialaseid töövõtteid ja kasutama erialaseid töövahendeid ning katseseadmeid;
- edu/ebaedu selgub hiljem protokollide vormistamisel;
- pidev kontakt õpetajaga, kes on tagaplaanil, kuid vastab tagasiulatuvatele küsimustele;
- laboritöö kulgeb grupi- või paaristööna – meeskonnatööna, kusjuures tavaliselt on osad jaotatud, grupis on liider;
- motivatsioon on kõrgem, kui tavalises klassitunnis, sest õpilased saavad õpitut lõpuks ise praktiliselt kasutada ja kontrollida;
- kuna töö on ette valmistatud, on kindel, et eksperiment kulgeb ettearvatavalt ja kindlalt;
- katsetulemused esitatakse aruande vormis ja erinevate katsetulemuste üle enamasti diskussiooni ei toimu. Toimub vaid laboriprotokolli kaitsmine.



Sele 8.19 – Demonstratsioonide ja struktureeritud laboritööde juhendamine



Sele 8.20 – Poolstruktureeritud laboratoorse töö juhendamine

Vaatamata sellele, et kirjeldatud laboratoorse tööde puhul on jälgitav õpilaste aktiivne eesmärgile suunatud tegevus, on saavutatavad õppe-eesmärgid piiratud õppeaine süvendamise ja kindlate psühhomotoorsete oskuste omandamisega. Tegemist on küll õpilaste aktiivsusega, aga mitte initsiatiiviga. Enne laboratoorse tööde teostamist peaksid õpilased läbi töötama vastava teoreetilise materjali. Sellised laboritööd võivad pikapeale muutuda rutiiniks.

Õpetaja roll struktureeritud laboratoorse töö läbiviimisel on juhendada õpilasi õigesti ja tähelepanelikult järgima tööjuhendit, jõudmaks planeeritud tulemusteni. Õpetaja palub õpilastel jälgida tööjuhendis etteantud laboratoorse töö käiku (vt **sele 8.19**) (Sheppard 2009), seletab, mida tuleb teha ja kontrollib tulemusi, tagades nii, et õpilaste tegevus on kontrollitud ja suunatud kindlalt eelnevalt tunnis (loengus) õpitud teooria rakendamisele ja mõistmisele.

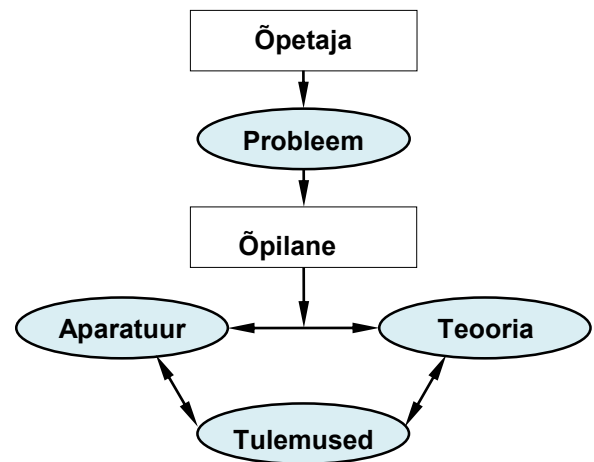
Õpetaja ülesanne on laboratoorse töö läbiviimisel aidata õpilastel eelnevalt õpitud põhikontseptsioone mõista ja osata neid kasutada praktiliste probleemide lahendamisel. Õpilased peavad siiski ise otsustama, kuidas kasutada ja hinnata saadud tulemusi vastavalt õpitud teooriale.

Sageli kasutatakse STEM valdkonnas ka **poolstruktureeritud laboritööd** (Sheppard 2009), kus õpilastele ei öelda täpselt ette, mida teha, tutvustatakse aga üldpõhimõtet, kuidas lahendada vastav ülesanne või probleem, tuginedes õpitud teooriale (vt **sele 8.20**). Õpitud teooria alusel hakatakse vastavat probleemi lahendama, visandatakse katse skeem, hinnatakse algandmeid ja määratletakse puuduvad suurused ning selle alusel kogutakse vajalikud katseandmed. Läbiviidud katsete alusel määratakse

seadmete optimaalne režiim ja optimaalsed katse läbiviimise tingimused, et jõuda planeeritud tulemusteni ja tuginedes vastavale teooriale. Tööjuhend sisaldab katse läbi- viimiseks ja tulemuste hindamiseks vajalikke olulisimaid printsiipe ja pidepunkte. Tööjuhendis on katse läbiviimise raamjuhend, õpilased peavad aga ise otsustama üksikasjad, kuidas õpitud teooria efektiivsemalt rakendada, et lahendada probleem või ülesanne.

Jäikade laboritööde korral on sihtrühmal olemas kindel motivatsioon, mis mitmete tööde järel kaotab oma sära ja muutub igavaks. Motivatsiooni on võimalik seejärel oluliselt tõsta, kui anda õpilastele võimalus laboris läbi töötada neid huvitavaid või neile valikuks antud probleemiasetusi paindlike laboratoorsete tööde läbiviimisega.

Struktureerimata ehk paindlike laboritööde puhul laieneb õppe-eesmärkide ring – teoreetiliste teadmiste süvendamisele ja oskuste omandamisele lisaks õpitakse probleemilahenduse strateegiaid, meetodite ja seadmete kriitilist valikut ning iseseisvalt protokolle ja ettekandeid vormistama. Kognitiivse ja psühhomotoorse valdkonna eesmärkide kõrval täidetakse ka afektiivse valdkonna eesmärgid. Tööjuhendite asemel antakse õpilastele vaid üldised juhised või eesmärgid. Õpilased otsustavad ise mida ja kuidas teha, et ülesanne täita. Õpilased peavad näiteks uurima pH ja temperatuuri mõju keemilisele protsessile. Sellised laboratoorsed tööd on sobilikumad vanemate kursuste õpilastele, kes vajavad enam kogemusi katsekäigu planeerimiseks ja otsustamiseks (vt **sele 8.21**) (Sheppard 2009). Kui õpetaja eesmärgiks on õpetada õpilastel toime tulema komplekssete inseneriülesannetega, on struktureerimata laboritööd sobivaimad. Õpetaja esitab sel juhul vaid probleemi ja juhendab õpilasi minimaalselt. Nad otsustavad ise, mis teooriat kasutada, missugust füüsikalist suurust tuleb arvestada, missugust võib arvestamata jätta, mida tuleb leida jne. Õpilased mõtlevad kriitiliselt ja teevad otsuseid ise. Kuigi sageli tuleb ette ka ebaõnnestumisi ja tagasilööke, nähakse seda uurimisprotsessi loomuliku osana, mille käigus tuleb analüüsida, sünteesida, hinnangut anda ja hinnata õpitud kontseptsioonide sobivust probleemi lahendamisel. Struktureerimata laboritööd nõuavad erinevates õppeainetes õpitu integreerimist ja loovad reaalse inseneriülesande lahendamise õhkkonna, millega õpilased ka oma tulevases töös kokku puutuvad.



Sele 8.21 – Struktureerimata laboratoorsete tööde juhendamine

Praktiliselt võib struktureerimata laboritööd viia läbi kahel viisil (Sheppard 2009):

- **valiktöödena** – kus antakse ette ainult laboritöö põhistruktuur, ülejäänud osa jäetakse õpilastele vabaks valikuks (seda võib teha alternatiividega, mida pakutakse sissejuhatuses), millega lubatakse õpilastele vabu edasiarendusteid. Sellega seatakse õpilaste ette väiksemad probleemid, mida nad suudavad lahendada kas iseseisvalt või õpetaja abiga. Abinõuks peaks olema vähemalt ühetunniline ajareserv tunniplaanis, et võimaldada ka aeglasemalt töötavatel gruppidel töö lõpetada;
- **vaba teemavalikuga laboritöödena** – mille puhul suureneb motivatsioon ja õpilaste initsiatiiv, väga selgeks muutub lähedus praktikaga – õpilastes tekib tunne, et lõpuks ometi töötavad nad reaalse probleemidega. Selleks jaotatakse välja võimalikud teemavalikud, mille hulgast

õpilased valivad välja neile meelepäraseima. Jaotatakse välja ka vajalik erialakirjandus või selle loetelu. Vaba teemavalikuga tööd arendavad vastutustunnet, mis on tehnikapraktikas vajalik. Mõnes valdkonnas on selliste tööde läbiviimine siiski raskendatud.

„Walk-in laboratory” – on paindlik laboritöö, kus laboris on standardiseeritud ülesanded üles pandud, mida õpilased võivad igal ajal teostada, vastavalt huvitatusele või vajadusele (vajalike mõõtetulemuste kordamiseks jms). Laboratoorium on nii sisustatud, et õpilased võivad seal iseseisvalt töötada ja vaid vajadusel laborandilt või assistendilt abi paluda. Nii on õpilasel võimalik laboratooriumisse vajadusel tagasi pöörduda ja lahtised küsimused välja selgitada. Sellega tekib õpilastel tihedam seos praktilise tööga ja kaob hirm laboratooriumi ees.

Miniprojekt – on paindlik laboritöö, kus õpilaste rühmad saavad lahendamiseks ühe projekti erinevad osad. Ülesande püstitus arutatakse gruppis läbi ja täpsustatakse pidevalt jooksvas tagasiside protsessis. Võib anda ka erinevatele gruppidele sama ülesande (näiteks seadme väljatöötamine) ja jälgida, missuguseid erinevaid lahendusteid pakutakse. Miniprojektid on väikesed, piiratud ülesanded, mis koosnevad standardsetest katseülesannetest ja mis antakse õpilaste grupile terveks semestriks.

Grupiteemaga aheltööd – paindlikud laboritööd, kus iga teema saab vastupidiselt miniprojektile õpilaste gruppide poolt mitte paralleelselt, vaid järjestikku läbi töötatud „teatejooksuna”. Seetõttu on ka ülesande täitmine vaheldusrikkam. Üks grupp töötab etteantud teema kallal nii laboris kui ka raamatukogus ja annab kokkulepitud aja möödudes oma töö koos aruandega üle järgmisele õpilaste grupile jne. Kui mõne grupi töö tulemustes on vigu, tuleb vastaval grupil oma tehtud töö üle vaadata.

Proovige vahelduseks mõnikord **laboritööd läbi viia ka kogemusliku õpitsükli alusel**, enne vastava õpetatava materjali läbimist loengus (**sele 7.1**) (Wankat 1993). Sel juhul on tegemist avastusõppega ja õpilastel on laboritööde sooritamisel suurem huvi ning motivatsioon. Nad avastavad ise uusi nähtusi, uute seadmete tööpõhimõtteid jne.

Mõlemad, nii jäigad kui ka paindlikud laboratoorsed tööd, omavad nii positiivseid kui ka negatiivseid külgi. Laboratoorsed tööd peavad eelkõige kinnistama õpitud erialaseid baasteadmisi. Sellised teadmised omandatakse kiiresti jäikade laboratoorsete tööde tegemisel, mis oleks soovitav kõigepealt läbi teha ja mis moodustaksid seega esimese, kohustusliku laboritööde tasandi. Edasi võiksid järgneda paindlikud laboratoorsed tööd, mis aitaksid õpitut uuest vaatevinklist mõtestada, moodustades laboratoorsete tööde teise, kõrgema tasandi.

Struktureeritud uurimus laboris võimaldab laboratoorses õppes sügavuti lähenemist, isikliku initsiatiivi näitamist (laboritöö planeerimine, katse läbiviimise kava koostamine, disain, muutujate valik, materjalide ja meetodite valik). Õpilastele antakse laboris lahendamiseks kas reaalne probleem või uurimisküsimuste seeria koos soovitusliku allikmaterjaliga ja loeteluga võimalikest kasutatavatest seadmetest ning materjalidest (Davies 2008).

Struktureerimata uurimus laboris. On analoogne struktureeritud uurimusega, kuid õpilastele antakse enam valikuvabadusi ja otsustusõigust (vt ka ptk 8.5.6 – Avastusõpe ja uurimuslik õpe)..

Projekt – reeglina semestri jooksul läbiviidav struktureerimata uurimus reaalse probleemide lahendamiseks, mis reegline lõppeb mingi reaalse tulemusega (projektdokumentatsioon, mudel, video jne) (vt ka ptk 8.5.8 – Projektõpe).

Studioõpe – üks parimaid struktureerimata laboritööde näiteid. Miniloengud ja laboritööd on ühendatud. Kasutatakse STEM, inseneeria, disaini, kunstierialade ja arhitektuuri valdkonnas. Tegevuspõhine, interaktiivne ja multidistsiplinaarne meeskonnapõhine projektõpe, kus toimub ka individuaalne õppimine. Kasutatakse kollaboratiivset ja kooperatiivset õpet. Lahendatakse elulisi probleeme. Vastutus õppimise eest lasub õppuritel. Omandatakse koostöö-, suhtlemis-, ajajuhtimis- ja probleemilahendusoskusi ning arendatakse loovust vt ptk 8.5.9 – Studioõpe)..

8.6.7 Kaug- , virtuaal- ja pööratud laborid

"Õpetaja on see, kes õpib tunnis kõige rohkem, õige õpetaja on hea õppija ja enesetäiendaja." Elbert Hubbard

Kauglabori (*distant lab*) puhul toimub kasutaja suhtlemine seadmega interneti vahendusel. See tähendab, et kasutaja istub oma arvuti või mobiilse seadme taga ja laboriseadmed on koolis või mujal, kuid mitte kasutaja vahetus läheduses. Kasutaja ei suhtle enam seadmega otse, vaid spetsiifilise tarkvara vahendusel. Tarkvara võib olla kas eraldi programm või veebirakendus, mis toimib läbi tavalise veebilehitseja. Kasutaja korraldused saadetakse seadmele interneti kaudu. Tavaliselt ei suhtle kasutaja ka otse seadmega, vaid see käib läbi vaheserverite, mis tegelevad seadmete haldamise, turvalisuse küsimustega jne. Kuna tarkvaraliselt on keerukas realiseerida mõningaid inimesele tavalisi tegevusi, nagu näiteks nupu vajutus, siis võib teatud funktsionaalsus olla kauglabori puhul piiratud. Enamasti vahetavad juhttarkvara ja seade elektrilisi signaale ning enamuse funktsionaalsusest on üldjuhul üsna lihtsalt teisendatav elektrilisteks signaalideks. Üheks selgeks erandiks ongi kasutaja teostatavad füüsilised liigutused, mida on kauglabori puhul otseselt liiga keerukas või kallis realiseerida. Tagasiside seadme käitumisest saadaks reaalaaja kaameralt, mida võib olla üks kuni mitu, sõltuvalt seadme spetsiifikast. Samuti on võimalik audiotagasiside ja enamasti on see integreeritud reaalaaja kaameraga (Sell 2015).

Tehnilistel erialadel on laborieksperimentidel oluline osa ja tavaliselt on need määratletud kursuse ainekaardil. Tudengid peavad tegema eksperimentid kindlatel aegadel, kui laboriseadmed on vabad või broneeritud just sellele õppegrupile või tudengile. Need ajad langevad üldjuhul kokku õppetöö aegade ja kooli ametlike lahtiolekuaegadega. Tihti võib olla probleem vajalike laboriseadmete vähesus või puuduvad need üldse ning samuti võib olla probleemiks seadmetele juurdepääs, kuna kasutajaid on rohkem kui vaba ajaressurssi. Sellises situatsioonis ongi mõistlik kaaluda kauglaborite rakendamist, kuna need on oluliselt paindlikumad kasutusaja osas – tudeng võib teostada eksperimente ka nädalavahetusel või öösel, kui soovib. Teine oluline kauglabori rakendamise eelis on juurdepääs. Eksperimente saab teha geograafilisest asukohast sõltumata ja ei ole vaja eraldi juurdepääsu labori ruumidesse. Olulisel kohal on ka kauglabori omanike ja ülikoolide ressursside jagamine. See võimaldab õppetöös rakendada praktilisi laboritöid ka siis, kui ülikoolil endal ei ole vajalikke laboriseadmeid. Piisab ainult kokkulepetest vastavaid seadmeid omava kauglabori omanikuga, näiteks teise ülikooli või ettevõttega (Sell 2015).

Virtuaallaborid (*virtual lab*) on kauglaborite eritüübid, mis toimivad sarnaselt eelpool kirjeldatud kauglaboritega, kuid ei oma reaalselt riistavara ehk laboriseadmeid. Laboriseadmed ja süsteemi käitumine on simuleeritud vastava spetsiifilise tarkvara abil. Süsteemi tagasiside ei saada mitte reaalselt süsteemi väljundit mõõtes, vaid tarkvaraliste arvutuste simuleerimise teel. Simulaatori väljund võib olla ainult tekstiline, kuid atraktiivsuse ja selguse huvides on eelistatud sellised virtuaallaborid, mille on graafiline väljund. Näiteks kasutaja sisestatud programmi tulemusel hakkavad mingid graafilised objektid oma olekuid muutma – nt ringi värvus muutub, mis näitlikustab LED-i süttimist ja kustumist. Virtuaallabori skeem on näha alloleval joonisel. Virtuaallaborite eelis on nende lihtsam hallatavus (ei ole vaja hooldada

riistvara) ja nende lihtne paljundamise võimalus. Virtuaalsete laboriseadmete arv sõltub enamasti ainult serveri võimsusest ja litsentside arvust. Virtuaallaborite puuduseks võrreldes kauglaboritega on aga nende simuleerimispõhine väljund. Simuleeritud süsteem ei käitu kunagi täpselt samamoodi kui reaalne süsteem. Seega on oluline, et tudengid saaksid uuritavast probleemist kogemuse reaalse eksperimendi kaudu, kuid alustuseks sobib just virtuaallabor, mida on lihtsam pakkuda suurele hulgale tudengitele ja mida on praktiliselt võimatu oskamatu käitumisega lõhkuda (Sell 2015).

Pööratud laborid (*flipped lab*). Pööratud laborites õpivad õpilased laboritööks ette, nagu pööratud klassiruumigi puhul. Pööratud laborites kasutatakse e-õppe keskkonnas laboritööks sissejuhatavaid ja tutvustavaid videoid, videoloenguid laboris rakendatavate teooriate seletamiseks, videofilme tutvustamiseks olulisi eriala töövõtteid ja tehnikaid, ohutustehnikat, erinevaid simulatsioone ja õppemänge, jms, mida laboris praktiliselt seejärel rakendatakse. Pööratud laborite puhul kestab üks laboriprojekt tavaliselt minimaalselt ühe nädala. Toimub konstruktivistlik ja kogemuslik õpe, mis aitab õpitust sügavuti aru saada (Sell, Seiler, Rüütmann 2015).

Kasutatakse ka järgmisi õppevideoid:

- õpilaste endi poolt koostatud sissejuhatavad videod laboritöödeks;
- õpilaste koostatud õppevideod järgmistele õppuritele;
- reaalsete laboritööde videosalvestusi, millelt järgmised õpilased saavad juba ette ülevaate laboris toimuvast, videol õpilased seletavad, mida ja miks nad midagi teevad ning lõpuks teevad kokkuvõtte läbitud laboritööst;
- õpilaste endi poolt tehtud laboritööde videoprotokoll, millelt analüüsitakse oma tööd seminaris.

8.6.8 Laboratoorsete tööde juhendamine

“Kool peaks saama kohaks, kus õpivad ka õpetajad, mitte ainult õpilased.”
Vijay Dhameliya

Ka laboratoorsete tööde läbiviimine, nagu iga teinegi õppetöö meetod, vajab õpetajapoolset ettevalmistamist, kavandamist ja struktureerimist.

Õpilased peaksid teadma ja mõistma õppe-eesmärke ning nõudmisi:

- millised on ohutusnõuded?
- miks antud laboritööd tehakse?
- millist teooriat antud laboritöös kontrollitakse, rakendatakse?
- kuidas tuleb andmeid analüüsida?
- millised on nõuded töö esitamiseks ja vormistamiseks?
- kuidas tööd hinnatakse?

- milline on töö esitamise tähtaeg?
- kuidas tööd kaitstakse?
- jne.

Keerulised eksperimendid tuleks eelnevalt laboris õpetajal endal läbi teha, et teada, millised võivad olla ohud, eksimused vms ja kuidas neid lahendada või vajadusel abi saada.

Sissejuhatust. Iga laboritöö tuleks sisse juhatada, vajadusel viia läbi miniloeng. Sissejuhatustes tuleks anda lühiülevaade laboritunnist, tutvustada ohutusnõudeid ja töökorda, tutvustada eesmärgi ja õpiväljundeid, tuua välja (või paluda õpilastel leida) seoseid eelnevalt õpituga, anda ülevaade oodatavatest tulemustest, mida õpilased omandavad laboritöö läbimisel, anda juhiseid või teha vajadusel demonstratsioone, tutvustada nõudeid osalemiseks - koostöö või autonoomia reegleid, vastata kõigile õpilaste küsimustele (Davies 2008).

Soovitused õpetajale laboritööde juhendamisel (Davies 2008):

- olge alati kättesaadav ja kohal, sõbralik ning abivalmis;
- olge nii proaktiivne kui ka aktiivne – jälgige õpilasi, et ära tunda neid, kel on raskusi kui ka neid, kes töötavad „vabakäigul“;
- julgustage õpilaste aktiivset osalemist, tunnustage neid, kes tegutsevad ja pöörake tähelepanu neile, kes ei osale;
- olge heaks eeskujuks ja positiivne nii ainesisu, õpperühma kui õpilaste suhtes;
- rõhutage nii õppimise protsessi kui ka tulemust;
- andke õpilastele võimalus harjutada ja õppida on õnnestumistest, aga ka ebaõnnestumistest, õppides läbi eksimuste;
- esitage avatud küsimusi teema sügavuti omandamiseks;
- tooge paralleelsele laboritöö ja erialapraktika vahel.

Küsimuste esitamine on laboritööde juhendamisel üks võtmeoskusi.

Juhendamise üldised strateegiad:

- tutvusta eesmärgi, nõudmisi, reegleid, ajakava jms;
- jälgi tähelepanelikult, reageeri olukorrale;
- esita küsimusi, kuula aktiivselt;
- tunnusta, kiida;
- õpeta ja näita ette, jaga kogemusi;
- too välja vead ja puudused;
- tee vahekokkuvõtteid - mida õppisid?
- tee alati märkmeid;
- anna tagasisidet ja peegelda, küsi õppuri arvamust, tagasisidet;
- tee kokkuvõtte ja järeldused.

Kokkuvõtte ja järeldused. Laboritööde lõppu arvestage alati varuaega küsimusteks ja analüüsiks, kokkuvõtteks – mida laboris uut juurde õpiti, mõisteti, kuidas seostada õpitut eelnevalt omandatuga, milliseid teistes ainetes õpitud teadmisi oleks oluline meelde tuletada, mida järgmisel korral analoogsete tööde juures peaks tegema teisiti jne.

8.6.9 Laboratoorsete tööde hindamine

“Õpetajatel on tihti õpetamisel „õige-vale“ hoiak. Neil peaks aga olema mõtlemise hoiak.”
Jeff Anderson

Laboratoorse töö protokoll on kõige levinum vahend õpilase laboris tehtud töö hindamiseks. Laboratoorse töö protokoll on kindla formaadiga aruanne, mis sisaldab vastavalt õpetaja poolt kehtestatud standarditele teoreetilisi aluseid, töö käigu kirjeldust, katseseadme joonist ja kirjeldust, katse andmeid (esitatuna tabelitena vms), arvutusi, analüüsi, järeldusi (graafikute, diagrammide jne kujul), kokkuvõtet, jne. Õpetaja peaks eelnevalt selgelt ja konkreetsetl esitama nõuded laboriprotokollile.

Alternatiivid protokollile võiksid olla (Davies 2008) rühmaaruanne, -esitlus, suuline ettekanne, konverentsiesitlus, laboritöö juhendi kirjutamine järgmistele õpilastele, poster, labori töövihik või portfoolio, kohene suuline lühiaaruanne pärast töö lõppu, videoprotokoll, jne.

Paljudes koolides Euroopas ja USA-s korraldatakse laboratoorsete tööde läbimise järel õpilastele **arvestustöö**, kus esitatakse küsimusi kõikide semestri jooksul läbitud laboritööde kohta ja teooria kohta, millel need põhinevad. Sel moel saab õpetaja ülevaate, kas õpilane on laboritööks ettevalmistunud, kas ta on mõistnud kontseptsioone, mis on eelnevalt loengus läbitud ja millel sooritatud tööd põhinevad, kas nad teavad ning saavad aru, mida nad laboris üldse tegid ja miks.

Laboritööd võib ka paluda õpilastel vastastikku hinnata eelnevalt koostatud hindamismudeli alusel. Õpilastele võib anda tagasiside küsimustikud (mida õpiti, mis oli oluline, mis oli eesmärgiks, millised olid õpiväljundid, kogemused jne), võib teha ka valikavastustega testi laboris omandatu kontrollimiseks. Näidake õpilastele eelnevate aastate parimaid laboriprotokolle, lubage teha videoprotokolle, mida esitatakse seminaris jne. Samuti võib lasta teha grupiaruandeid, suulisi ettekandeid, lasta kirjutada tööjuhendi järgmistele õpilastele, teha poster ja kaitsta see seminaril, pidada laboritööde logiraamatut ja esitada kokkuvõtte kõigi tööde kohta, kohene protokoll (esitatakse kohe pärast laborit, vajadusel võib esitada hiljem täiendatud versiooni), elektroonne protokoll, soovitusel mida teha järgmisel korral teisiti, jne. Individuaalne testimine enne ja pärast rühmatööd, vastastikhindamine, õpilaste enesehinnang rühmatöös osalemisest on samuti sagedaselt kasutatavad meetodid. Kasutatakse ka rühmaeksamit (üks osa individuaalne ja teine eksamipileti alusel rühmatööna).

Mille alusel hinnata? Praktiliste oskuste jälgimine ja tulemuste hindamine, kuidas sujus rühmatöö, laboritöö ettevalmistatus (kokkuvõtte, iseseisev töö, protokoll) ka planeerimisoskuse, disaini alusel, ajajuhtimise oskuste alusel jne. Samuti võiks hindamisel arvesse võtta ka protokollide erinevaid osi, näiteks kokkuvõtet ja järeldusi, viiteloetelu, valitud uurimis- või katsemetoodikat ja sellele antud hinnangut, andmeanalüüsi ja tulemuste struktureerimist ning esitamist, analüüsi ja teooriaga seostamist, jne.

Selleks, et kõik rühmaliikmed kaasa töötaksid ja võrdselt panustaksid on kasutusel ka väga populaarne meetod (*„on-site nomination“* ehk „kohapeal nimetamine“), mille puhul töö kaitseb ja esitleb see

meeskonnaliige, kelle valib kohapeal, vahetult enne kaitsmist, välja õpetaja – nii peavad kõik ette valmistuma ja töö ise läbi tegema ning tehtut ka mõistma.

Tihti hinnataksegi laboritööde sooritamist laboritöö tulemuse, mitte protsessi alusel.

Õpiprotsessi võiks laboris hinnata järgmiselt (Davies 2008):

- praktiliste oskuste omandamise jälgimine,
- analüüs (kuidas rühmatöö sujus, mida teha järgmisel korral teisiti? jne),
- laboritöö käigu planeerimise alusel,
- ajajuhtimise alusel (labori logiraamatu või töövihiku vms alusel).
- jne.

Laboritööde hindamisel arvestatakse:

- teoreetiliste teadmiste rakendamise oskust praktikas;
- töö kvaliteeti – töö ja töövõtete vastavust tehnilistele ja tehnoloogilistele nõuetele, tulemuste reaalsust, arvutuste õigsust, töövõtete õigsust, mõõteriistade kasutamise oskust jm;
- tööohutusnõuetest kinnipidamist;
- töökultuuri – distsiplineeritust, organiseeritust, töö- ja mõõteriistade hoidmist jm;
- tehtust arusaamist, selle seletamist ja küsimustele vastamist tehtud töö ja eelnevalt omandatud teadmiste põhjal kaitsmisel;
- laboriprotokolli vormistuse vastavust esitatud nõuetele;
- iseseisvust tööde tegemisel;
- meeskonnatööd ja suhtlemist.

Praktikaeksam – koondtest, mis toimub laboris näiteks eksamisessiooni eel. Test hõlmab tavaliselt näidiste, materjalide, tehnikate tundmist ja mõistmist, kursuse jooksul omandatud vaatlus- ja käeliste oskuste hindamist, seadmete kasutamist, etteantud korra järgimist, mõõtmisi ja tulemuste analüüsi, andmete tõlgendamist, skeemi joonistamist, andmete graafikule kandmist ja graafikute lugemist, järelduste tegemist, kalibreerimiskõvera joonistamist kasutades antud reaktiive ja vahendeid, puhta materjali proovi valmistamist, jne.

Alternatiivid laboritööle. Kõrgema taseme mõtlemist võib saavutada ka ilma praktilist tööd tegemata (Davies 2008). Uurimispõhist õppimist võib rakendada ka teoreetiliste probleemide sügavuti arusaamiseks ja lahenduste leidmiseks kasutades reaalselt või simuleeritud stsenaariumit või probleeme lahendades ka väljaspool laborit, näiteks disainides protseruuri või protokollit, disainides vajalikku aparatuuri, uurides ja parandades laboriseadet, mis ei tööta korralikult või analüüsides juhtumipõhiselt reaalselt juhtumit tööstuses. Näiteks analüüsides, kuidas käituvad polümeerid erinevates tingimustes või disainides seadet polümeeride viskoossuse määramiseks vms.

Ka on **alternatiivina laboritele** võimalik esitada õpilastele reaalseid uurimistulemusi või reaalseid probleeme tööstusest ja paluda neil:

- analüüsida andmeid, vormistada aruanne ja teha järeldusi;

- analüüsida andmeid ja määrata laboriseadmete täpsust;
- interpreteerida andmeid ja määrata, milliseid edasisi uuringuid tuleks teha, jne.

Samuti on võimalik rollimängu ja reaalse olukorra läbimängimine, näiteks tehnikadirektorina ja tootearendusjuhina, peaks õpilased planeerima katset, et määrata õpetaja poolt etteantud andmeid ja teha ettekanne peadirektorile, selleks tuleks samuti lasta uurida standardeid, seadusandlust, spetsifikatsioone, piiranguid, tootmisandmeid, hinnapoliitikat vms (Davies 2008)

Võimalik on ka **arvutisimulatsioonide kasutamine ja analüüs**. Loodud on erinevaid laboriaruannete elektroonseid vorme aruandluse lihtsustamiseks. Kasutatakse kauglaboreid, virtuaalseid laboreid, e-laboreid, mis on tunduvalt odavamad, abiks puudega õpilastele ja kaasaja õppuritele palju huvitavamad (<http://reload.leeds.ac.uk/>). Ka Eestis on näiteks loodud robotika kauglabori tugikeskkond (<http://home.roboticlab.eu/et/start>) ja palju teisi e-laboreid.

Laboritööde tulemusi tuleks hinnata nii grupitöö kui ka individuaalse töö baasil. Grupitöös peavad olema kõik võrdselt ametus, mitte nii, et grupis töötab üks liider ja kaks tema „tööorja“. Õpetaja peaks laboritööde ajal õpilaste tööd grupis jälgima – mõne nädalaga selgub, kes on „viilija“ ja kes teeb tööd. Väga hea tagasiside ja enesenalüüsi vabavara keskkond on CATME, kus kõik rühmaliikmed saavad anda ka teiste tegevusele objektiivset tagasisidet.

Õpetaja kinnitab tavaliselt laboritöö tulemused pärast laboritöö sooritamist oma allkirjaga ja kontrollib saadud tulemuste õigsust, mille järel õpilased sooritavad vajalikud arvutused ja vormistavad laboritöö protokollid. Õpetaja otsustab, kas kõik õpilased peaksid esitama individuaalse laboriprotokollid ja selle hiljem ka kaitsma või piisab ühise, nn rühmaprotokollid esitamisest.

Laboritööde kaitsmine võib toimuda nii grupiviisiliselt kui ka individuaalselt ja vastavalt kokkuleppele, kas laboritunnis, konsultatsioonis või seminaril. Sageli kasutatakse probleemõppes rakendatavat meetodit „on-site nomination“, kus õpetaja nimetab alles kaitsmisel selle rühma liikme, kes tööd esitleb ja kaitses – nii osalevad laboritöös, koostavad protokollid ja valmistuvad kaitsmiseks kõik võrdselt.

8.7 Ülesannete lahendamine

Jaapani vanasõna ütleb: meister ei õpeta, vaid loob õpetliku olukorra.

Paljud õpetajad eeldavad, et pärast uue materjali esitamist oskavad õpilased automaatselt kohe ka ülesandeid lahendada. Tegelikuses see siiski nii ei ole. Ülesannete lahendamine on probleemilahenduse õppimise lahutamatu osa.

Ülesanne on harjutus, mis tuleb sooritada, ära lahendada. Igal ülesandel on mingi hulk algandmeid ja -tingimusi, mis on antud otsitava, nõutava tulemuse leidmiseks. Samuti sisalduvad reeglina ülesandes funktsionaalsed sõltuvused, mis seovad ülesandes antud suurusi otsitavate suurustega, lisaks ka antud suurusi omavahel. Need funktsionaalsed sõltuvused annavadki võimalusi leida ülesandele vastus.

Ülesande tingimuste (A) ja vastuse (X) vahel võivad olla erinevad vastastikused seosed, mis määravad lahendite arvu. Tavalistel kooliülesannetel on üks, maksimaalselt kaks võimalikku lahendit. Selliseid ülesandeid nimetatakse **määratletud ülesanneteks**. Sellise ülesande lahendamine toimub lihtsustatud skeemi $A \Rightarrow X$ alusel, kus ülesandes antud suurused ja tingimused A sisaldavad piisavalt (ja ainult piisavalt) andmeid ülesande lahendi X leidmiseks.

Kui aga ülesande tingimustest A ära jätta kasvõi üks andmetest a_k , saame **määratlemata ülesande**, mis omab lõputut hulka lahendeid, mis omakorda sõltuvad lõpututest puuduva parameetri a_k väärtustest.

Kui ülesannete tingimused A omavad lisaandmeid a_{n+1} , on tegemist **ülemääratletud ülesandega**. Juhul, kui $A \Rightarrow a_{n+1}$, on aga tegemist määratletud ülesandega $A \Rightarrow X$. Ülejäänud juhtudel puuduvad ülemääratletud ülesannetel lahendid.

STEM õppeainete õpetamisel on tavaliselt kesksel kohal määratletud ülesanded, kuid ülesannete lahendamise oskusi parendab lisaks siiski ka määratlemata ja ülemääratletud ülesannete lahendamine.

Ülesandeid jaotatakse ka **lihtsateks ja keerulisteks ülesanneteks**. Kui ülesandest ei saa eraldada teist ülesannet, siis on tegemist lihtsa ülesandega. Kui aga ülesandest on võimalik eraldada teine ülesanne, on tegemist keerulise ülesandega (ehk liitülesandega), mida võib omakorda jaotada kas lihtsaks või keeruliseks ülesandeks. Näiteks on lihtsat ülesannet alati võimalik lahendada ühe aritmeetilise tehtega.

8.7.1 Ülesannete lahendamise oskus

„Õpetamine on midagi enam kui teadmiste edastamine – see on muutuste inspireerimine. Õppimine on midagi enam kui faktide omandamine – see on arusaamisele jõudmine.“ William Arthur Ward

Õppetegevus on tehniliste õppeainete õpetamisel täna veel suuremalt jaolt õpetajakeskne. Õpetaja loeb auditooriumi ees loengut ja õpilased püüavad põhitõdedest aru saada. Millal? Kas samal õhtul? Võib-olla järgmisel nädalal? Või hoopis vahetult enne eksamit? Ülesannete lahendamise eelduseks on põhikontseptsioonide mõistmine. Seetõttu on semestri jooksul korduvalt vaja kontrollida, kas õpilased on õigesti aru saanud õpetatavast materjalist ja selle ka sügavuti omandanud. (Vt ka lisaks jaotis 4.2.4. Konstruktivism – Võgotski Lähima arengutsooni teooria).

Ülesande lahendamist kirjeldavad G. Wallas ja J. Godefroid etapiviisilisena:

- **ettevalmistus** hõlmab ülesandest ülevaate saamist, kasutades käepärast infot;
- **inkubatsiooniaeg** võib kesta mitu päeva, kui me ülesandele otseselt ei mõtle, töötab aju selle kallal ja leiab otstarbekaima lahenduse;

- **süttimisetapp** võib leida aset nagu iseenesest, kuid mulje, et ülesanne on lahendatud, võib olla ekslik;
- **läbitöötamisetapp** – lahendust kontrollitakse faktide vastandamise, lahenduse loogika ja põhjendamise kaudu.

Ülesannete lahendamise valdkonna õppe-eesmärkide põhikategooriad on esitatud **tabelis 3.1** ning neid on lähemalt käsitletud jaotises 3.3.5. Suurem osa tehnikakoolidest ja -ülikoolidest on tugeval tasemel just rutiinsete ülesannete lahendamise õpetamises. Kuna lõpukursustel omab ülesannete lahendamisel tähtsust ka diagnoos, omab enamik õpilasi ka selles piisavaid oskusi. Ent tavaliselt puudub õpilastel ülesannete lahendamise vilumus nii meetodi, strateegia, interpretatsiooni kui ka genereerimise tasemel. (vt ka jaotis 8.5.7 - Probleemõpe)

Järgnevates peatükkides pöörame tähelepanu ülesannete lahendamise põhitõdedele ja tutvustame erinevaid ülesannete lahendamise meetodeid ja strateegiaid. Esitame ka soovitusi, kuidas mitte jätta ülesannete lahendamist pooleli ja anname õpetajatele mõned nipid, kuidas ülesannete lahendamist õpilastele mõjusamalt õpetada.

Et kogu materjali täielikult hõlmata, tuleks ülesannete lahendamise õpetamisest kirjutada terve raamat. Püüame järgnevalt esitada probleeme kontsentreeritult, lühendatult ja lihtsustatult.

Ülesannete lahendamise oskus sõltub õpilase:

- *eelteadmistest;*
- *kogemustest;*
- *motivatsioonist;*
- *suhtlemisoskusest;*
- *pertseptsioonist (tajust);*
- *meeskonnatöö oskustest, kui ülesanne tuleb ühiselt lahendada;*
- *õpistiilist ja -oskusest.*

Ülesannete lahendamise oskuse eeltingimustest on tähtsaimad õpilaste eelteadmised ja motivatsioon.

Meisterlikkus. Kogenud ekspertidel on ajus salvestatud ligi 50 000 malli erinevate ülesannete lahendamiseks, mis on valmis koheseks kasutamiseks, nad ei pea kunagi meeles üksikuid fakte. Sellise kogemuse akumulereerimiseks kulub umbes 10 aastat, mis sisaldab vähemalt 10 000 tundi harjutamist. Kuna 3–5 aastaga analoogseid kogemusi õpilaste puhul saavutada ei ole võimalik, ei saa neist ka koolitada suurte kogemustega eksperte ülesannete lahendamise alal. Küll aga on võimalik neist vormida piisavate vilumustega ülesannete lahendajaid, kellel on kõik eeldused saada ekspertideks oma tulevases töös, et lahendada elulisi probleeme.

Tabelis 8.7 on esitatud algajate ja ekspertide põhilised erinevused ülesannete lahendamisel.

õpetajate ülesandeks on õpetada õpilasi ülesandeid lahendama nii, et kaoksid olulisimad erinevused algajate ja ekspertide vahel. Tehnilisi teadmisi tuleks õpetada struktureeritult, mitte esitades üksikuid isoleeritud fakte (vt jaotis 5.2).

Daniel M. Litynski ja D. K. Apple on jaotanud ülesannete raskusastmed järgnevalt (Heywood 2005):

- automaatne – ülesande lahendamine ei nõua pikka mõtlemist;
- oskusülesanne – teadlik tegutsemine, minimaalse pingutusega, kasutatakse erialaseid teadmisi;
- probleemilahendus – väljakutsuv, pingutust nõudev, kuid võimalik lahendada rangelt probleemilahendusliku lähenemisega, omades erialaseid eelteadmisi;
- uurimus – nõuab lisateadmisi, mida õpilane veel ei oma, nõuab seega lisaõppimist, et ülesanne efektiivselt lahendada;
- ülekaalukas – ei saa lahendada ilma abita, nõuab lisaks ekspertide abi.

Tabel 8.7 – Algajate ja kogenud ülesannete lahendajate põhierinevused

Näitaja	Algaja lahendaja	Ekspert
<i>Mälu</i>	Vähe teadmisi, salvestatud eraldi osadena	Umbes 50 000 malli ülesannete lahendamiseks
<i>Suhtumine</i>	Proovib korra ja annab alla, kannatamatu	Peale jääb „ma saan hakkama” suhtumine, enesekindel
<i>Kategooriate liigitus</i>	Pealiskaudsed detailid	Alustööd
<i>Ülesande püstitus</i>	Raskusi ülesande sisu lahtiseletamisel, aeglane ja hooletu, kibeleb lõpetamisega	Mitmeid tehnikaid ülesande sisu lahtiseletamiseks, kiire ja täpne. Määrab eelnevalt ülesande eesmärgi, võib seda vajadusel muuta
<i>Lihtsad hästimääratletud ülesanded</i>	Aeglased, alustavad lahendust lõpust	Umbes 4 korda kiiremad algajatest, alustavad lahendust algusest, kasutavad kindlaid toiminguid
<i>Strateegia</i>	Katse ja eksitus	Kasutavad kindlat strateegiat
<i>Informatsioon</i>	Ei tea, mis on asjakohane, ei oska teha järeldusi, ei oska lahendada ülesannet ebapiisavate lähteandmetega	Tunnevad ära asjakohase informatsiooni, teevad järeldusi, oskavad tuletada puuduvaid andmeid
<i>Analüüs (raskemate ülesannete puhul)</i>	Ei analüüsi ega jaga osadeks	Analüüsivad erinevaid ülesande osasid, liiguvad järk-järgult edasi, otsivad sobivaid lahendusmalle
<i>Pärast esimest sammu ülesande lahenduskäigus</i>	Püüavad kohe arvutada, lõpetavad antud lahenduskäigu	Määratlevad, visandavad, joonistavad eskiise, uurivad edasi
<i>Visandamine</i>	Ei kasuta eriti tihti	Oluline osa lahenduskäigust, visandavad, kasutavad abstraktseid põhitõdesid
<i>Võrrandid</i>	Õpivad pähe või otsivad täpseid võrrandeid igaks juhtumiks	Kasutavad fundamentaalseid sõltuvusi vajaliku suuruse tuletamiseks
<i>Lahenduskäik</i>	Tasakaalustamata. Otsustavad edasise käigu üle pärast iga võrrandi kirjutamist	Tasakaalustatud protseduur, kus lahenduskäik ja võrrandid moodustavad ühtse süsteemi
<i>Lahenduskäigu jälgimine</i>	Ei jälgi	Jälgivad pidevalt, kontrollivad erinevaid lahendusteid
<i>„Toppama” jäämisel</i>	Katkestavad	Lähenevad heuristiliuselt, jäävad endale kindlaks, viivad läbi ajurünnakut
<i>Täpsus</i>	Ei kontrolli	Väga täpsed, kontrollivad pidevalt lahenduskäiku
<i>Tulemuse hinnang</i>	Ei hinda tulemusi	Pidev tulemete hinnang, kasutades eelnevaid kogemusi
<i>Vead</i>	Ei tee järeldusi	Arutavad, mida oleks pidanud teisiti tegema, juurutavad uusi lahendusmeetodeid
<i>Tegevus</i>	Istuvad ja mõtlevad, on vaiksed	Kasutavad pliatsit ja paberit, on väga aktiivsed, visandavad, kirjutavad küsimusi, räägivad omaette
<i>Otsustamine</i>	Ei mõista protsessi	Mõistavad otsustamisprotsessi

Õpilased lähenevad ülesande lahendamisele vastavalt situatsioonile. Õpetajad aga vastavalt kontseptsioonile. Nii võiks õpetaja õpilasi lahenduskäigus suunates küsida, mis seadust või mis põhitõdesid antud ülesande lahendamisel tuleks kasutada. Kui ülesanne on lahendatud, tuleks seda alati kontrollida ja osata edaspidi oma vigadest ka õppida. Ülesannete lahendamise õppimine on suur drillimine, mis omakorda eeldab sügavuti õppimist.

8.7.2 Ülesannete lahendamise meetodid

„Selleks, et arendada mõistus täiuslikuks õpi kunste, õpi teadusi, õpi nägema (arenda ja kasuta meeli)“.
Leonardo da Vinci

Keeruliste ülesannete lahendamine eeldab lihtsate ülesannete lahendamise oskust, millest koosneb iga keeruline ülesanne. Seetõttu ongi oluline osata jaotada ülesanne väiksemateks osadeks. Ülesannete lahendamisel kasutatakse järgmisi üldisi meetodeid: deduktiivset ja induktiivset meetodit, sünteetilist ja analüütilist meetodit, heuristilist meetodit ning algebralist analüüsi (Polya 1985, Thiyagu 2011). Vaatame nimetatud meetodeid lähemalt.

Deduktiivne meetod (deductive method). Deduktiivne meetod põhineb deduktsioonil ja seda on esitanud ning populariseerinud Comenius. Sel juhul liigutakse üldiselt üksikule. Kõigepealt tutvustatakse reegleid ja seejärel peavad õpilased õpitud reegleid rakendama ülesannete lahendamisel. Seda meetodit kasutatakse enim algebras, geomeetrias ja trigonomeetrias, kasutades erinevaid sõltuvusi, seadusi ja valemeid ning tuginedes eeldustele, postulaatidele ja aksioomidele.

Deduktiivse meetodi puhul liigutakse:

- üldiselt reeglilt üksikule ülesandele;
- otsitavalt suuruselt tulemuseni;
- abstraktselt reeglilt konkreetsele näitele;
- keeruliselt lihtsale.

Deduktiivse meetodi puhul on oluline järgmiste sammude läbimine:

- probleemi täielik mõistmine;
- esialgsete hüpoteeside otsimine;
- esialgse hüpoteesi formuleerimine;
- tõestamine, kontroll.

Deduktiivne meetod sobib ülesannete lahendamise harjutamiseks, aga ka valemi, printsiibi, üldistuse vms rakendamise harjutamiseks ja teadmiste, sh faktide ning reeglite kinnistamiseks.

Näide 1: Leia $a^2 \cdot a^{10} = ?$

Lahend: Üldine reegel on: $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$. Antud juhul seega: $a^2 \cdot a^{10} = a^{2+10} = a^{12}$

Deduktiivse meetodi eelised:

- lühike ja aegasäästev meetod;
- sobib kasutamiseks kõikide teemade puhul;

- sobib ülesannete lahendamise drillimiseks ja õpitulemuste kontrollimiseks;
- kasutatakse ja arendatakse õppija mälu;
- lihtne meetod;
- sobib kõikidele õpilastele (vaatamata individuaalsetele erisustele ja õpistiilidele);
- annab piisavalt praktilisi oskusi erinevate reeglite ja valemite rakendamise harjutamisel;
- ülesannete lahendamise kiirus ja efektiivsus kasvab meetodi kasutamisega;

Deduktiivse meetodi puudused:

- ei ole psühholoogiline meetod;
- tihti raskelt arusaadav;
- koormab õpilase mälu;
- ei anna kogemusi teadusliku meetodina;
- ei ole sobiv algajatele;
- toetab päheõppimist ja „tuupimist“;
- õpilased on tihti passiivsed kuulajad;
- ei ole sobiv mõtlemise, avastamise ja arutlemise arendamiseks.

Induktiivne meetod (*inductive method*), Induktiivset meetodit on populariseerinud Pestalozzi ja Francis Bacon, see põhineb induktsioonil. Siin alustatakse põhiliselt näidetest ja minnakse üle üldistusele. Näiteks konstrueeritakse reegel või valem hulga konkreetsete näidete alusel. Induktsiooni puhul esitatakse nn universaalne tõde tõestades, et see kehtib nii ühe kindla juhtumi puhul kui ka kõikide analoogsete juhtumite puhul. Induktiivne meetod on oma loomult psühholoogiline meetod. Õpilased jälgivad induktiivse meetodi kasutamisel ainesisu suurema huviga ja arusaamaga.

Meetod on enim kasutatav aritmeetika õpetamisel ja õppimisel. Induktiivse meetodi kasutamisel liigutakse:

- üksikult ülesandelt üldisele reeglile või võrrandile;
- konkreetsetelt näidetelt abstraktsetele reeglitele;
- teadaolevatelt algandmetelt otsitavale tulemusele;
- lihtsalt keerulisele.

Induktiivse meetodi rakendamisel on oluline järgmiste sammude läbimine:

- näidete esitamine – õpetaja esitab mitmeid näiteid ühte ja sama tüüpi lahendite kohta. Ülesandeid lahendatakse koostöös õpilastega, iga sammu lahti seletades;
- jälgimine – pärast lahendamisi analüüsivad õpilased lahenduskäike ja püüavad teha nende alusel üldistusi;
- üldistamine – pärast näidete ühist analüüsi jõutakse koos õpetajaga oluliste valemite, printsiipide, seadusteni jms;

- rakendamine ja kontrollimine – pärast üldiste seaduste, valemite jms üldistamist õpilased lahendavad ülesandeid, tuletavad reegleid, valemite vms, tõestavad seadusi teiste näidete abil, nii jõutakse loogiliselt uute teadmiseni.

Induktiivse meetodi eelised:

- annab enesekindlust;
- psühholoogiline meetod;
- toetab tähenduslikku õppimist;
- teaduslik meetod;
- arendab teaduslikku hoiakut ja mõtlemist;
- arendab töö tegemise harjumusi ja järjekindlust;
- aitab sügavuti aru saada, sest õpilane mõistab, kuidas teatud valem on tuletatud;
- loogiline meetod;
- avastusõppe loomulik meetod, enamasti avastusi on tehtud just seda meetodit kasutades,
- ei koorma mälu ja valemite on lihtne meelde jätta;
- sobib nooremas eas õppuritele.

Meetodi puudused:

- teatud keerulisi valemite ei saa üldistada, seega on meetod piiratud ja ei sobi kõikidele erijuhtudele;
- aeganõudev ja töömahukas meetod;
- ei ole sobilik vanematele õpilastele ja üliõpilastele;

Sobib reeglite, definitsioonide formuleerimiseks, valemite tuletamiseks, üldistusteks ja seaduste tuletusteks.

Näide 2: astendamise reegel ütleb $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$. Leia $a^2 \cdot a^3$

Lahend: $(a \cdot a) \times (a \cdot a \cdot a) = a^5 = a^{2+3}$

Deduktiivse ja induktiivse meetodi võrdlus. Deduktsioon ja induktsioon ei ole mõtlemise vastandlikud viisid, vaid täiendavad üksteist. Ei ole võimalik kasutada induktsiooni ilma deduktsioonita ja vastupidi. Induktiivne meetod sobib reeglite ja üldistuste tõestamiseks ning valemite tuletamiseks. Deduktiivne meetod sobib deduktiivsete tulemuste rakendamiseks ja ülesannete lahendamise oskuste parendamiseks. Nende kahe meetodi kombinatsioon, nn **indukto-deduktiivne meetod** on viimase aja uuringute alusel kujunenud üheks kõige sobivamaks meetodiks ülesannete lahendamiseks. Kahe meetodi võrdlus on esitatud allolevas **tabelis 8.7.1**.

Sünteesiline meetod (synthetic method). Kuidas õpilased lahendavad tavaliselt keerulist ülesannet? Nad valivad reeglina ülesandes antud suuruste seast ühe suuruse, mida saaks seostada mõne teise ülesandes antud suurusega ja kui nende kahe valitud suuruse abil ei ole võimalik lahendada lihtsat ülesannet, moodustatakse mõni uus võimalik paar, kuni lõpuks on võimalik lahendada mõni lihtne ülesanne. Lihtsa ülesande lahendamise tulemusel saadakse mingi vahetulemus, mida seostatakse omakorda mõne antud suurusega, lahendatakse järgmine lihtne ülesanne ja saadakse uus vahesuurus

jne - nii liigutakse ülesande lahendamise samm-sammult edasi, kuni jõutakse kogu keerulise ülesande oodatava lahendini.

Sünteesilise meetodi puhul liigume teadaolevatelt algandmetelt otsitavale lõpptulemusele. Meetod on oma nimetuse saanud sõnast „süntees“, mis on elementide kombineerimine millegi uue loomiseks. Sünteesiline meetod on vastupidine analüütilisele meetodile. Siin jaotatakse ülesanne väiksemateks aladeks ehk vaheülesanneteks, kombineeritakse teadaolevad faktid, andmed, viiakse läbi teatud matemaatilised tehted ja seeläbi lahendatakse ülesanne.

Tabel 8.7.1 – Deduktiivse ja induktiivse meetodi võrdlus

Induktiivne meetod	Deduktiivne meetod
<i>Alus</i>	
Induktiivne mõtlemine	Deduktiivne mõtlemine
<i>Liikumise suund</i>	
Üksikult üldisele Konkreetselt abstraktsele	Üldiselt üksikule Abstraktselt konkreetsele
<i>Meetod</i>	
Psühholoogiline meetod Avastusmeetod, stimuleerib intellektuaalseid võimeid	Ei ole psühholoogiline meetod Esitusmeetod, mis ei arenda ei originaalsust ega loovust
<i>Õppimine</i>	
Rõhk on arutelul ja argumentatsioonil Toetab tähenduslikku õppimist	Rõhk on mälul Võimaldab mehhaanilist õppimist
<i>Tase</i>	
Sobib õppimise algstaadiumis	Sobib harjutamiseks ja rakendamiseks vanemates astmetes
<i>Osalemine</i>	
Suurendab õpilaste aktiivset osalust	Passiivne teadmiste vastuvõtmine
<i>Ajakulu</i>	
Ajamahukas, töömahukas Hõlbustab üldistuste ja reeglite avastamist	Lühike, sisutihe, kokkuvõtlik, elegantne Toetab kiirust, oskuste omandamist, ülesannete lahendamise meisterlikkust ja efektiivsust

Sünteesilise meetodi puhul liigutakse:

- hüpoteesilt tulemusele;
- teadaolevalt infolt otsitavale lõpptulemusele;
- konkretselt abstraktsele.

Kui keerulise ülesande lahendamist kujutada lihtsustatud skeemina $A \Rightarrow X$ ja selle keerulise ülesande lahendamisel kasutatud esimest ning viimast lihtsat ülesannet tähistada a_1 ja a_n , siis selle keerulise ülesande kogu lahendusprotsessi sünteesilise meetodiga võib esitada kujul $A \Rightarrow a_1, \dots, a_n \Rightarrow X$. Sünteesilist meetodit kasutatakse nii aritmeetiliste kui ka geomeetriliste ülesannete lahendamisel. Meetodi eeliseks on selle lihtsus, see ei nõua väga suurt mõttetööd ja on kompaktne.

Sünteesilise meetodi kasulikkus. Meetod on suureks abiks:

- õpilaste loogilise mõtlemise arendamisel;

- eelnevale kogemusele tuginemise õpetamisel ülesannete lahendamisel;
- analoogia kasutamisel;
- assotsiatsioonide tekitamiseks;
- analüüsi õppimisel.

Sünteesilise meetodi eelised:

- säästab aega ja tööd;
- lühike meetod;
- korrektne, fakte esitatakse süstematiseeritult;
- sobib enamusele õpilastest;
- rakendatav enamike teemade puhul;
- toetab mälu paranemist;
- arendab täpsust.

Sünteesilise meetodi puudused:

- ei ole psühholoogiline meetod;
- unustamise võimalus;
- muudab õpilased passiivseteks kuulajateks ja toetab mehhaanilist õppimist;
- ei toeta õpilaste enesekindlust;
- puudub avastuse võimalus;
- iga lahendussammu mäletamine on kõigile õpilastele raske.

Sünteesilise meetodi puuduseks on ka see, et ülesande küsimuses puudub kriteerium, mis viitaks, milliste suuruste abil tuleks hakata lahendama esimest lihtsat ülesannet ja milline vahesuurus tuleks esimesena leida. Seda meetodit ei saa rakendada loovate, uudsete lahendite väljatöötamisel, õpilastele iseseisva ülesannete lahendamise oskuse, loogilise ja produktiivse mõtlemise õpetamisel. Tihti teevad õpilased seda meetodit rakendades liigset tööd või jõuavad arutute tulemusteni.

Näide 3: Sünteesilise meetodi näitena sobiks järgmine ülesanne: kaks autot koristavad koos lume ära 6 tunniga. Kord peale 3 tunnist koostööd saadeti esimene auto linna teise ossa ja teine auto lõpetas töö 5 tunni pärast. Kui kiiresti teeks kogu töö ära iga auto eraldi?

Lahenduskäik:

- 1) millise osa kogu töö mahust tegid 2 autot koos töötades? $3 : 6 = 0,5$
- 2) millise osa kogu tööst tegi teine auto pärast esimese lahkumist? $1 - 0,5 = 0,5$
- 3) mitme tunniga oleks teine auto üksi töötades teinud kogu töö? $5 : 0,5 = 10 \text{ h}$
- 4) millise osa kogu tööst tegi teine auto 3 tunniga? $3 : 10 = 0,3$
- 5) millise osa kogu tööst tegi esimene auto 3 tunniga? $0,5 - 0,3 = 0,2$
- 6) mitme tunniga oleks kogu töö teinud esimene auto üksinda? $3 : 0,2 = 15 \text{ h}$

Vastus: 10 h ja 15 h

Analüütiline meetod (*analytical method*). Analüütiline meetod on saanud oma nimetuse sõnast „analüüs“, mis eeldab ülesande jaotamist lihtsamateks osadeks ja seeläbi ülesande lahendamist. Kõiki väiksemaid ülesande osi käsitletakse kui juba omandatud teadmisi ja kasutatakse teadaoleva ning otsitava seostamiseks. Analüütilise meetodi puhul ei lähtuta mitte ülesannete andmetest ega tingimustest, nagu seda tehakse sünteetilise meetodi rakendamise puhul, vaid hoopis ülesande nõudmistest, püstitatud küsimusest. Küsimusest lähtumine on igasuguse analüütilise meetodi aluseks. Analüütilise meetodi rakendamise puhul alustatakse küsimusest: mida peame teadma, et vastata ülesandes esitatud küsimusele (täita nõudmised)? Õige vastuseni jõudmiseks on tarvis teada ülesandes esitatud algandmeid ja sõltuvusi (mis algandmeid omavahel seovad) ning ka ülesande tingimusi.

Näiteks oletame, et peame otsitava suuruse X leidmiseks teadma suurusi p_1 ja q_1 , mille abil saaksime mõningase arvutuse järel leida lõpptulemuse X ehk siis lahendades keeruline ülesanne analüütilise meetodiga. Seega on ülesandes püstitatud esmane ülesanne muutunud esimeseks vaheülesannete seeriaks leidmaks suurusi p_1 ja q_1 . Tähistame esimese vaheülesannete seeria tähega B_1 ja püstitame igale vaheülesandele sama küsimuse: mida peame teadma, et leida p_1 (q_1)? Sellele küsimusele vastamiseks kasutame ülesandes antud algandmeid (A) ja peame valdama ka vajalikku teooriaarsenali.

Olgu meil tarvis p_1 leidmiseks teada suurusi p_2 ja q_2 ning q_1 leidmiseks suurusi p_2' ja q_2' . Nüüd on keeruline ülesanne muutunud teiseks vaheülesannete seeriaks (B_2), mis sisaldab arvutusülesandeid p_2 , q_2 ja p_2' ja q_2' leidmiseks. Protsessi jätkates jõuame lõpuks vaheülesannete seeriani B_n , mille abil leiame keerulise ülesande oodatava lõppvastuse. Analüütilise meetodi abil viisime läbi uuriva ülesande lahendamise ehk otsingu. Kui keeruline ülesanne tinglikult esitada valemiga $A \Rightarrow X$, siis võib ülesande analüüsi-lahenduskäigu esitada ülal esitatul alusel järgnevalt: $X - B_1 - B_2 - \dots - B_{n-1} - B_n$, kus $A \Rightarrow B_n$; $B_n \Rightarrow B_{n-1}$; $\dots$; $B_1 \Rightarrow X$, kust $A \Rightarrow X$.

Leitud analüütilist lahendit võib väljendada mitmel erineval moel, sh ka sünteetiliselt. Viimasel juhul peaksime alustama analüütilise arutluskäigu lõpust ja liikuma algusesse, viimata läbi üldse mingit otsingut.

Analüütilise meetodi puhul :

- jaotatakse ülesanne väiksemateks osadeks ja viiakse läbi tekstianalüüs;
- püstitatakse hüpoteesid;
- liigutakse otsitavalt küsimuselt antud suuruste abil tulemuseni;
- liigutakse abstraktselt konkreetsele.

Analüütilise meetodi eelised:

- arendab mõtlemis- ja arutlusoskusi;
- toetab originaalsust ja loovust;
- aitab selgelt ja sügavuti aru saada, sest õpilased teevad kogu protsessi ise läbi;
- vähem kodutööd;
- aktiivne osalemine;
- psühholoogiline meetod;
- puudub mehhaaniline õppimine;
- õpilased töötavad kogu aeg kaasa;

- arendab õpilastes enesekindlust;
- saadud teadmised on püsivamad ja sügavamad;
- tugineb heuristilisele meetodile.

Analüütilise meetodi puudused:

- aeganõudev ja pikk, seega sageli ebarentaabel;
- fakte ei esitata süstemaatiliselt;
- ei sobi kõikide teemade puhul kasutamiseks;
- nõrgematele õpilastele ei sobi, sest nad ei saa alati kõigest aru;
- igal õpetajal ei õnnestu seda meetodit edukalt kasutada.

Analüütilist meetodit kasutatakse siis, kui ülesanne on piisavalt keeruline ja õpilase eelnev kogemus ei ole piisav ülesande lahendamiseks sünteetilise meetodiga. Praktikas on analüütilist ja sünteetilist meetodit ülesannete lahendamisel raske eristada. Nad sulanduvad sageli ja neid kasutatakse koos nn liitmeetodina ehk **analüütilis-sünteetilise meetodina**.

Analüütilist meetodit kasutatakse laialdaselt geomeetria ja trigonomeetria arvutusülesannete lahendamisel, näiteks erinevate ruumiliste kehade ruumala, pinnalaotuste, pindala, ristlõike pindala arvutamisel.

Analüütiline meetod sobib uudsete lahenduste leidmiseks, õpetab õpilast mõtlema, arendab loogilist, produktiivset ja funktsionaalset mõtlemisoskust, andes oskusi ka probleemilahenduseks. Meetod annab oskusi ülesannete iseseisvaks lahendamiseks.

Sünteetilise meetodi tutvustamisel toodud näidisülesannet *Näites 3* võiks analüütilise meetodiga lahendada järgmiste sammude ja esitatavate küsimustega esimese auto kohta:

- Mitme tunniga saaks kogu töö üksi ära teha see auto, mis jäi üksi tööd tegema?
- Mitu tundi töötas tööle jäänud auto üksi? 5 h
- Kui suur oli see osa kogu tööst, mida tegi tööle jäänud auto, kui see töötas üksi?
- Kui suur oli kogu töö maht? 1
- Kui suure osa moodustas kogu tööst selle töö maht, mida tegid kaks autot koos?
- Mitme tunniga saaks kaks autot ära teha kogu töö? 6 h
- Mitu tundi töötasid kaks autot koos? 3 h

Analoogselt püstitatakse analüütilise lahendusmeetodi küsimused ka teise auto kohta. Tavaliselt vastatakse nendele küsimustele suuliselt ja selle alusel pannakse paika ülesande lahendamise skeem (plaan). Kuid esimese auto kohta esitatud küsimustele vastamine lihtsustab lahendusprotsessi niivõrd palju, et ülesanne on võimalik lahendada kasutades sünteetilist meetodit. Sel juhul oleme ülesande lahendanud liitmeetodi ehk **analüütilis-sünteetilise meetodiga**. Analüütilis-sünteetilist meetodit kasutatakse näiteks ka joonestus-, konstrueerimis- ja geomeetriliste ülesannete lahendamisel.

Sünteetilise ja analüütilise meetodi võrdlus. Kahe meetodi võrdlus on esitatud tabelis 8.7.2.

Analüütiline ja sünteetiline meetod täiendavad teineteist. Analüüs viib sünteesini ja süntees seletab analüüsi eesmärki ning vajalikkust. Õpetaja võiks näiteks kasutada analüütilist meetodit ja suunata õpilasi

ülesandeid lahendama sünteetilise meetodi abil, st alustatakse analüütilise ja lõpetatakse sünteetilise meetodiga.

Heuristiline meetod (heuristic method). Mõiste heuristiline tuleneb kreeka keelest („heurisco“) ja tähendab „ma leian“, „ma avastan“. Meetod eeldab, et õpilased tegutsevad aktiivselt, püüdes avastada, leida lahendusteid, mitte ei ole teadmiste passiivsed vastuvõtjad. Meetod paneb rõhku sellele, et õpilased eksperimenteerivad, püüavad iseseisvalt ülesande lahendamisega hakkama saada ja õpetajad on pigem juhendajad, suunajad. Ka õpetaja peab tegema tunniks heuristilist ettevalmistust, koostades õpilastele sobivaid ja jõukohaseid ülesandeid iseseisvaks tööks. Heuristilise (otsingulise) õppemeetodi olemus seisneb seega selles, et uusi seoseid nähtuste vahel, seaduspärasusi jne ei avasta mitte õpetaja koos õppijatega, vaid seda teevad õppijad ise õpetaja suunamisel.

Tabel 8.7.2 – Sünteetilise ja analüütilise meetodi võrdlus

Analüütiline meetod	Sünteetiline meetod
Tähendus	
Analüüs tähendab komponentideks jaotamist	Süntees tähendab elementide kombineerimist millekski uueks
Liikumise suund	
Otsitavalt teadaolevale Järelduselt hüpoteesile Abstraktselt konkreetsele Keeruliselt lihtsale	Teadaolevalt otsitavale Hüpoteesilt järeldusele Konkreetselt abstraktsele Lihtsalt keerulisele
Meetod	
Avastus- ja analüüsimeetod Psühholoogiline meetod	Avastatud faktide esitlusmeetod Loogiline meetod
Ajakulu	
Töömahukas ja aeganõudev	Lühike, kokkuvõtlik, elegantne
Õppimine	
Toetab tähenduslikku õppimist, lihtne õpitut uuesti meelde tuletada, sest tuletuskäigud on ise läbi tehtud Mitteformaalne ja organiseerimata	Võimaldab mehhaanilist õppimist Unustatud teadmisi on raskem meelde tuletada Formaalne, distsiplineeritud, organiseeritud
Stimuleerib	
Originaalset mõtlemist ja analüüsi	Suurt mõttetööd ja mälu arendamist
Mõtlemisel oluline	
Mõtlemise protsess	Mõtlemise lõpp-produkt
Kaasatus	
Õppurite aktiivne kaasamine	Õppurid on passiivsed kuulajad

Õpetaja saab juhendajana esitada suunavaid küsimusi eesmärgiga ülesanne iga hinna eest lõpuni lahendada:

- Mida me peame antud ülesandes leidma?
- Millisele teooriale see tugineb?
- Kuidas saaks otsitavaid suurusi leida?
- Mida peaks selleks tegema?

- Kas peaksime jaotama ülesande osadeks? Kuidas?
- Mis oleks esimene samm? Miks?
- Mida peaksime tegema järgmisena?
- Mis juhtub, kui teeme sinu plaani kohaselt? Mis siis kui....?
- Jne, jne

Heuristilise meetodi etapid:

- esialgne kaasamine – huvi äratamine, valdkonna, teooriaga tutvumine, motiveerimine;
- sukeldumine – teema ja ülesandega tutvumine, teooria, põhikontseptsioonide määratlemine;
- inkubatsioon – oluliste küsimuste välja selgitamine, ülesande lahendamiseks kava koostamine, ideede genereerimine;
- illuminatsioon ehk süttimise etapp – ülesande jaotamine osadeks, nende lahendamine, aktiivne analüüs, avastamine ja tegutsemine;
- selgitus – süvaanalüüs, vigade otsimine ja parandamine, metakognitsioon;
- loominguline süntees – antud suuruste ja tulemuste lõplik integreerimine, järeldused, kokkuvõte, esitus;

Heuristilise meetodi eelised:

- psühholoogiline meetod, kus õpilane õpib läbi iseseisvalt läbitegemise ja praktika;
- annab sügavuti ja selge arusaamise;
- toetab tähenduslikku ja mõtestatud õppimist;
- väheneb unustamine, sest kõik tehakse ise läbi;
- arendab enesekindlust ja enesedistsipliini;
- õpilane mõistab ainesisu, omab „kontrolli aine üle“;
- annab eduelamusi ja sooritusjulgust;
- arendab täpsust;
- äratav huvi õppeaine ja õppimise vastu, motiveerib.

Heuristilise meetodi puudused:

- ei sobi noorematele õpilastele, sest nad ei ole veel piisavalt osavad iseseisvad mõtlejad, avastamine eeldab rasket mõttetööd ja pingutust, kannatlikkust, kontsentreerumist, analüüsi, loovust jne;
- aeganõudev ja töömahukas meetod;
- õpetajal võib olla raskusi ainekava etteantud ajaga läbida;
- ei sobi suurele õpilasarühmale;
- sobib neile õpetajatele, kes ka ise on töökad ja originaalsed mõtlejad;

- meetodi kasutamine eeldab heatasemelise raamatukogu, labori, probleemõppeks vajaliku keskkonna jms olemasolu;

Algebraalne analüüs (*algebraic analysis*). Algebraalse analüüsi all mõistetakse võrrandite lahendamise meetodit, millel on paljugi ühist analüütilise meetodiga. Algebraalse analüüsi abil otsitakse seega reeglina tundmatut, mis on ka tavaliselt ülesandes otsitav lõppsuurus. Sageli on tundmatu leidmisel mõttekas kasutada mitmeid vaheülesandeid ja leida nn vahetundmatuid kasutades analüütilist mõtlemist. Ülesanne lõpetatakse reeglina lihtsa aritmeetilise arvutusega.

Ülesande lahendamise alustatakse sel juhul ülesandes püstitatud nõudmistega, tähistatakse tundmatud otsitavad suurused ja koostatakse võrrand või võrrandite süsteem. Ülesanne muutub esimeseks vaheülesandeks – võrrandi koostamiseks (või võrrandisüsteemi koostamiseks). Edasi täidetakse seeria vajalikke vaheülesandeid, mis viivad ülesande lõpptulemusele jõudmiseni. Sel juhul võib kogu ülesande lahendamise käige jagada kaheks etapiks: võrrandi (võrrandisüsteemi) koostamine ja selle lahendamine.

Kui keerulises ülesandes püstitatud tingimused A ja nõudmised X märkida $A(X)$ võib ülesande lahendamist kujutada järgmise skeemina: $A(X) \Leftrightarrow A_1(X) \Leftrightarrow A_2(X) \Leftrightarrow \dots A_{n-1}(X) \Leftrightarrow A_n(X)$.

Algebraalse meetodi kasutamisel on mitmed autorid vaieldud kontrolli vajalikkuse üle. Kontrolli õnnestumine ei garanteeri alati ülesande õiget lahendamist, küll saab kontrolli abil leida võimalikke arvutusvigu seetõttu on kontrolli tegemine siiski soovituslik.

8.7.3 Ülesannete lahendamise strateegiad

“Mida enam Sa tead, seda enam pead Sa õppima.” Steve Ahn

Paljud eksperdid ei oska nende poolt ülesannete lahendamiseks kasutatavat strateegiat (lähimõeldud tegevuskava) selgitada, sest see on muutunud täisautomaatseks. Ka algajatel on tavaliselt oma strateegia – põhiliselt küll „katse-eksituse” meetod.

Ülesannete lahendamise õpetamisel on soovitat kasutada nii uuendatud *Bloom'i* kui ka *ülesannete lahendamise taksonoomia kategooriaid*. Samuti tuleks õpilastele selgitada, et heaks ülesannete lahendajaks nagu ka heaks sportlaseks saab ainult kõva tööga.

Õpetaja peaks demonstreerima ülesannete lahendamisel ühte kindlat strateegiat ja siis selle kasutamist edaspidi ka oma õpilastelt pidevalt nõudma (missugust strateegiat kasutatakse, ei olegi nii tähtis - tähtis on järjekindlus selle kasutamise nõudmisel).

Richard Felder (2016) soovitab ühe strateegiana kasutada ka juba **valmislahendite analüüsi**, et õpilased hakkaksid mõistma, kuidas analoogset ülesannet lahendada ning arutleda, miks antud lahendis just nii on toimitud.

Ülesannete lahendamisel on STEM valdkonnas tihti kasutatud ka **Woods'i kuue astme strateegia**, mis keskendub motivatsioonile ja koosneb järgmistest astmetest:

0 ma oskan ja saan hakkama;

1 defineerin, määratlen;

2 uurin;

3 planeerin;

4 lahendan;

5 kontrollin;

6 üldistan.

0 aste on *motivatsiooni aste*. Ma saan sellega hakkama! Õpilased peavad harjutamisega omandama enesekindluse ja julguse ülesannete lahendamisel. Kui teooria, millel ülesanded põhinevad, on juba läbitud, mõistetud ja omandatud, tekitab ka enesekindlus. Õpetaja peab sellel astmel õpilasi julgustama ja innustama, mitte aga kahjurõõmsalt vaatama, kes lahendamisega hakkama ei saa.

Esimene aste on määratlemise, defineerimise aste, millele algajad liiga vähe tähelepanu pööravad. Tuleks omada ülevaadet oma teadmistest antud valdkonnas ja julgelt visandada abstraktseid jooniseid, mis esitleksid ülesande põhjanevaid seoseid (suurem osa õpilastest eelistab ju visuaalset õppimist!). Visandamine on määrava tähtsusega, sest vale visand viib enamasti ka vale lahenduseni. Sel astmel tuleb määratleda lahenduskriteeriumid ja -piirkonnad.

Teine aste on uurimise aste, mille kohta võiks ka teisisõnu öelda „*mõtle ja kaalutle!*”. Siin esitatakse küsimusi ja uuritakse ülesande kõiki dimensioone. On see rutiinne ülesanne? Kui jah, siis ekspert lahendaks selle kiiresti, alustades ülesande algusest. Kui ei ole rutiinne, siis mis algandmed on ülesandes antud? Missuguseid esitamata andmeid me veel lahenduseks vajame? Missugused võrrandid nende leidmiseks on antud ülesande puhul sobivaimad? Missugused on alternatiivsed lahendusteed ja millised neist on tõenäoliselt sobivaimad? Millised piirväärtused ja suurusjärgud sobivad? Kas see ülesanne ei vii mitte hoopis teise ülesande lahendamiseni? Algajad peavad pöörama sellele astmele erilist tähelepanu.

Kolmas aste – planeerimise aste – kasutab loogikat, et koostada ülesande lahenduskäik. Pikemate ülesannete korral võiks koostada ülesande lahenduskäigu plokskeemi. Pannakse paberile vajalikud võrrandid ja lahendatakse ilma numbriliste näitajateta. See aste on üldiselt õpilastele raske, kuid meeldib holistilistele ja intuiitivsetele õppijatele (vt jaotis 4.4).

Neljas aste – lahendamine – viib numbriliste andmete sisestamise ja vastuse arvutamiseni. Sellest astmest alustavad algajad tavaliselt oma ülesannete lahendamist. Paljud kogenud ülesannete lahendajad aga soovivad ühendada kolmanda ja neljanda astme ning tuletada lõppvastus sümbolitega. Kuid tuleb meeles pidada, et nende kahe astme eraldamine aitab kergemini tulemusi kontrollida ja üldistada, sest uute numbriliste väärtuste sisestamine on kergem. Sensoorsed õppijad on tugevad just sellel astmel.

Viies aste – kontrollimine – peaks alati olema ülesannete lahendamise automaatne osa. See nõuab vigade otsimist nii tulemuskäigust kui ka numbrilistest arvutustest, aga ka vastuse väärtuse kriitilist hindamist (kas on sobiv suurusjärg jne). Kasulik on kontrollida vastust uurimisastmel eelnevalt määratud piirväärtustega. Paljud õpilased seda astet ülesannete lahendamisel siiski ei kasuta.

Kuues aste – üldistamine – ei ole peaaegu kunagi algajate poolt kasutatav. Mida uut on ülesande lahendamisega õpitud? Kuidas võiks sellist ülesannet tulevikus palju kiiremini ja kergemini lahendada? Võib-olla võiks mõne üliväikese väärtusega suuruse hoopiski elimineerida? Kui sõltuvus oli lineaarne, äkki võiks tulevikus ainult mõned üksikud väärtused arvutada? Kui ülesannet õigesti ei lahendatud, siis mida tuleks tulevikus teisiti teha? Õpilased peaksid arvestama õpetajapoolse tagasisidega ja valesti lahendatud ülesanded hiljem kindlasti õigesti lahendama.

Wales'i ülesannete lahendamise strateegia koosneb järgmistest etappidest:

- 1 kirjelda üldjoontes antud olukorda;
- 2 määra ülesande eesmärgid;
- 3 kogu vajalikku informatsiooni;
- 4 paku välja võimalikud lahendusteed;
- 5 määratle etteantud piirväärtused;
- 6 vali sobiv lahenduskäik;
- 7 analüüsi tegureid, mis on edasiseks lahenduseks vajalikud, leia puuduvad suurused;
- 8 sünteesi ülesande lahendus;
- 9 anna lahendile hinnang, kontrolli;
- 10 tee järeldused, anna soovitusi edaspidiseks.

Iga järgmise astme sooritamise järel oleks soovitav eelnevat lahenduskäiku kontrollida ja edasist lahenduskäiku analüüsida. Wales'i juhend sobib hästi ka laboratoorsete tööde läbiviimiseks STEM valdkonnas ja on selleks ka laialt kasutatud Ameerika Ühendriikides. Samuti sobib strateegia juhendatud probleemõppe läbiviimiseks.

STEM valdkonnas on kasutust leidnud veel ka **Kalman'i viieastmeline ülesannete lahendamise strateegiat**, mis soovitab:

- 1 tõlgenda ülesanne endale arusaadavaks ja visanda probleem visuaalseks analüüsiks;
- 2 selgita probleemi olemus, määra kasutatavad põhitõed ja –printsüübid ning seadused;
- 3 planeeri lahenduskäik – avalda probleem matemaatiliste suurustega;
- 4 lahenda ülesanne, leia vajalikud puuduvad suurused ja nende arvutamise teed;
- 5 kontrolli lahenduskäiku ja hinda objektiivselt tulemusi.

Kalman'i strateegiat kasutades tuleks ülesande esmasel lugemisel identifitseerida suurused, mis on ülesandes antud. Seejärel määratleda, mida tuleb ülesandes leida. Väga tähtis on meetodi teine aste, kus tuleb välja selgitada ülesande lahendamiseks kasutatavad põhitõed, printsüübid ja seadused. Sel juhul võib analoogia abil leida eelnevalt sarnaste ülesannete puhul kasutatud lahenduskäigu. Tuleb analüüsida, kas sarnast ülesannet on varem lahendatud. Missugust lahenduskäiku siis kasutati? Mis põhitõdesid kasutati? Neljandal astmel peavad õpilased määrama esitamata lisasuursi, mis tuleb ülesande lahendamise käigus leida, ja valida nende arvutamiseks sobivad võrrandid. Siin võib õpetaja õpilasi aidata ja suunata, küsides, mida ülesande lahendamiseks veel leida tuleks? Õpilased peaksid nüüd keskenduma ülesande erinevate osade lahendamisele, et leida puuduvad suurused ja lõpuks ülesande komplekselt lahendada. Kui ülesanne on lahendatud, tuleb lahenduskäiku kontrollida ja vastust objektiivselt ning kriitiliselt hinnata.

Rich'i tekstülesannete lahendamise strateegia. Rich (1960) pakub välja järgmise protseduuri:

- 1 kirjutage välja tuntud väärtused ja tundmatud suurused ning tähistage need tähtedega;
- 2 märkige tundmatuid suursi käsitlevad seosed üles valemitega;

- 3 leidke lahenduseks vajalikud väärtused, kasutades valemeid;
- 4 kontrollige, kas leitud väärtused sobivad algse ülesande ahendiks.

Nii lahendatavad ülesanded on eriti levinud matemaatikas ja füüsikas. Sellise lahendusviisi puuduseks on aga see, et õpilasi suunatakse mõtlema rohkem sümbolite tasandil ning nii kaugenevad nad reaalsest situatsioonist (Pedaste & Sarapuu 2010).

Sherrilli (1983) tekstülesannete lahendamise strateegia:

- leidke ülesandest märksõnad;
- valige lahendamiseks sobiv algoritm ja tegevuste järjekord;
- rakendage algoritmi;
- hinnake tulemusi.

Strateegia sarnaneb Rich'i strateegiaga, kuid siiski on siin oluline erinevus, mille tõttu ei suunata õpilasi liigselt keskenduma arvudele, ja seeläbi juhib kogu lahendusprotsessi ja selle tulemuslikkuse hindamist ikkagi konkreetne situatsioonikirjeldus. Selle strateegia kõige kriitilisemaks etapiks peetakse esimest, kus õpilased kipuvad sageli liialt keskenduma ebaolulistele fraasidele või ülesande üldise situatsiooni kirjeldusele. Nii tekivad vead õige algoritmi valikul või varem kasutatud analoogsete strateegiate rakendamisel ja modifitseerimisel uues kontekstis või tingimustes. Vigade tekkimine on ülesannete lahendamise protsessis normaalne, kuid seejuures on tähtis rõhutada tulemuste hindamise vajadust. Sageli unustatakse ära tekstülesannete lahendamise viimane etapp ja nii jäävad avastamata varasematel etappidel tehtud vead.

W. E. Red'i ja G. Polya' ülesannete lahendamise strateegia soovitab (Heywood 2005) läheneda ülesande lahendamisele nii, nagu teevad seda tavaliselt insenerid:

- 1 *ülesande mõistmine või selle püstitamine* – loe ülesanne läbi, võta ülesanne kokku või formuleeri ümber;
- 2 *visandamine* – joonista lihtsustatud visand, soovitavalt korrektne;
- 3 *määratle antud suurused* – kirjuta üles kõik ülesandes antud suurused;
- 4 *määratle leitavad suurused* – kirjuta üles ülesande lahendamiseks vajalikud leitavad suurused, ehk need suurused, mida antud ei ole. Koosta leitavate suuruste nimekiri soovitavalt nende leidmise järjekorras (mõningaid suurusi ei ole vaja lahendamisel enne, kui teisi);
- 5 *kirjuta üles eeldused ja tingimused* – kirjuta üles need eeldused ja tingimused, millel antud ülesande lahendamine baseerub, kaalu võimalikke lihtsustusi, elimineerimisi. Koosta arusaadav, reaalne ja elementaarne mudel ülesande lahendamiseks;
- 6 *kavanda* – kavanda ülesande lahendamiseks matemaatiline mudel, mis põhineb eeldustel ja tingimustel, defineeri vajalikud suurused, nende omavahelised seosed;
- 7 *planeeri* – kirjuta võrrandid, millest saab antud suuruste abil leida puuduvad suurused. Võrrandid on ühenduslüliks antud suuruste ja leitavate suuruste vahel;
- 8 *lahenda* – lahenda võrrandid ülesandes antud suuruste abil;
- 9 *jooni alla kõik leitud suuruste väärtused* – et neid kergema vaevaga üles leida;
- 10 *kontrolli*:

- i ga tehtud sammu;
- et iga vastus vastaks „kainele mõistusele”, st oleks reaalne;
- et iga vastus vastaks eeldustele ja tingimustele.

Õpetaja peab erinevate ülesannete lahendamise strateegiate rakendamisel ise õpilastel esialgu aitama kirjeldatud etappe identifitseerida, koostada ja lahendada. Õpilastel on sageli raske kõiki etappe meeles pidada ja õiges järjekorras läbida.

Selge on see, et igal õpetajal kujuneb aastate jooksul välja oma kindel ülesannete lahendamise strateegia. Eespool esitatud on vaid soovitusliku iseloomuga, millest lähtudes on võimalik ka oma ülesannete lahendamise meetod ise välja töötada. Tähtis on olla järjekindlalt nõudlik, et õpilased kasutaksid pidevalt ühte ja sama kindlat strateegiat ülesannete lahendamisel.

Tagasisidestatud arusaamisega ülesande lahendamise õpetamine:

- lahendage ülesanne tahvlile, seletades iga sammu;
- paluge õpilastel rühmas analüüsida senist lahenduskäiku;
- need, kes mõistsid, seletagu neile, kes ei saanud aru;
- paluge õpilasrühmadel anda arusaamisest pöidlaga märku;
- küsige, mis jäi arusaamatuks, seletage ja kirjutage see tahvlile;
- paluge neil, kes mõistsid seletada üksikasjalikult;
- paluge pöidlaga märku anda, kes said aru ja kes mitte;
- vajadusel moodustage uued grupid;
- andke neile, kes mõistsid, uusi lisaülesandeid;
- neile, kes ei mõistnud, seletage ise uuesti;
- kui kõik mõistsid, lahendab õpilane tahvilil uue ülesande seletades iga sammu;
- tooge välja analoogse ülesande lahendamise põhimõtted;
- andke kodutööks veel analoogseid ülesandeid.

Bloomi taksonoomia tasemed: rakendamine, analüüs, hinnangu andmine ja loomine.

Matemaatiline pusle:

- lahendage ülesanne tahvlile, seletades iga sammu;
- andke analoogne ülesanne individuaalselt lahendada;
- paaristöö: lahenduskäigu võrdlus ja analüüs;
- üks paar/õpilane seletab oma lahenduskäiku;
- korrake raskema ülesandega;
- paarid koostavad lahenduse skeemi ja seletavad iga sammu;
- arutage läbi parim skeem;
- hinnake paaristöö tulemust;
- andke kodutööks analoogseid ülesandeid;

Õpilased mõistavad ülesande lahenduskäiku, saavad aru igast tehtest ja oskavad analoogseid ülesandeid lahendada (Bloomi taksonoomia tasemed: rakendamine, analüüs, hinnangu andmine ja loomine).

Jadakaart:

- koostage 5 kaarti: mõistmine, kavandamine, arvutamine, hinnang, kontroll;
- õpetaja lahendab ülesande tahvlile, seejärel andke klassile analoogne ülesanne;
- paaristöö: iga kaardi ühele poolele tehtud samm, teisele poolele selle vajalikkus antud ülesande lahendamisel;
- üks rühm seletab klassile iga sammu, ühiselt koostatakse lahendusmudel analoogsete ülesannete lahendamiseks;
- õpilased seletavad, mida nad õppisid, järeldused.

Aitab mõista lahenduskäiku, õpetab analüütilist mõtlemist, kokkuvõtte tegemist.

„Ühe silmapilguga“:

- eelmise meetodi järg;
- paaristööna lahendada 2 ülesannet;
- 2 kaarti jagada igale paarile;
- üks lahendab ülesande, järgides 5-astet, teine paneb kirja lahenduskäigu sammud;
- rollid vahetuvad;
- üks paar seletab kogu klassile ülesande lahenduskäiku;
- õpetaja seletab iga segaseks jäänud sammu;
- uued paarid teevad uued ülesanded, kuni kõigil on ülesande lahendamine selge.

Nelja sammu strateegia:

Esitatakse 4 küsimust:

- Milles ülesanne seisneb?
- Kuidas seda lahendada?
- Millised on lahenduskäigu sammud?
- Millise ülesande puhul analoogne lahend veel sobib?

Lahendusratas :

- loe ülesanne läbi, kui vaja siis mitu korda;
- määratle antud suurused;
- sõnasta ülesanne ümber;
- too välja oluline info;
- tee visand;

- korda 5-astme lahenduskäiku (mõistmine, kavandamine, arvutamine, hinnang, kontroll);
- tee ülesanne osadeks;
- tuleta meelde sarnaste ülesannete lahenduskäik;
- ole paindlik, proovi erinevaid lahendusteid;
- kontrolli oma lahendit ülesande eesmärgiga. Kas sobib?

Selgitavad pausid:

- pärast olulise info, mõiste, teoreemi vms esitamist tehke paus;
- laske õpilastel oluline läbi mõelda ja üles kirjutada;
- küsige, kas keegi soovib täpsemat seletust;
- jalutage ruumis ringi;
- need, kes ei julge teiste ees küsida, küsivad kindlasti, kui neist möödute;

Aktiivõpet toetav lihtne meetod, õpetab analüüsima, hinnangut andma, annab julgust küsimusi esitada.

Paaristöö tahvli ees:

- ülesannete lahendamine paaristööna tahvli ees;
- iga sammu selgitamine;
- vajadusel võib kaaslastelt abi paluda;
- teistel on võimalus kaasa rääkida, küsida;
- õpitakse läbi eksimuse ja kogemuse;
- eksimuse eest ei karistata, tehakse järeldusi edaspidiseks;
- positiivne õhkkond;
- õpetaja pidev kontroll;

Strateegia õpetab ülesandeid lahendama, analüüsima, meeskonnatööd, hinnangut andma, sobib harjutustunnis kasutamiseks, annab esinemisjulgust ja enesekindlust.

8.7.4 Probleemülesannete lahendamise strateegiad

„Õppimine on kogemus. Kõik ülejäänud on lihtsalt informatsioon.“ Albert Einstein

Probleemülesanne on avatud ülesanne (probleem):

- millele ei ole suudetud veel lahendust leida;
- mis võimaldab erinevaid tõlgendusi või erinevaid vastuvõetavaid vastuseid;

- millel on mitu erinevat lahendusmeetodit;
- mille lahendamise käigus kerkivad uued küsimused.

Ülesanne on avatud, kui on täidetud vähemalt üks järgmistest tingimustest:

- ülesande algtingimused ei ole täpselt ette antud;
- ülesande lõpptulem ei ole täpselt ette antud;
- nii algtingimused kui lõpptulem ei ole täpselt ette antud.

Sellega luuakse variatiivsus kas ülesande algtingimustes, lõpptulemis või siis neis mõlemas. Kui varieeruvaks osutuvad ülesande algtingimused, siis räägitakse alt avatud ülesannetest. Kui varieeruvaks osutub aga lõpptulem, siis räägitakse ülalt avatud ülesannetest.

Probleemilahendusviisid võiks üldiselt jaotada järgmiselt (Fisher 2004):

- probleemi identifitseerimine – mida me tahame saavutada?
- informatsiooni kogumine – mida on tarvis teada probleemi lahendamiseks?
- strateegia väljatöötamine – kuidas saab probleemi lahendada?
- strateegia rakendamine – kuidas probleemi lahendamisega tegeleda?
- tulemuste monitooring – kas oleme eesmärgi saavutanud?

Edukas probleemilahendus seisneb mõtete ja tegevuste süstemaatilises rakendamises – planeerimises. Plaan kujutab endast sammude või tegevuste järjestust, mis peaks viima probleemi eduka lahenduseeni. Sageli peaks plaan olema paindlik, et võimaldada kasutada potentsiaalseid strateegiaid eesmärgi saavutamiseks. Liikudes lahenduse suunas tuleb katsetada uusi mõtteid, arvestada takistuste ja muutunud asjaoludega.

John Dewey oli üks esimesi, kes formuleeris probleemülesannete lahendamise etapid (How we Think, 1910):

- *probleemi esitamine* – teadvusta probleem või lase endale selgeks teha;
- *probleemi defineerimine* – defineeri probleem, määratledes lähteandmed ja eesmärgiks olev lõppseis, kuhu välja jõuda, arvesta lahendamisviisile esitatavaid nõudeid;
- *hüpoteeside pakkumine* – lähtudes probleemi definitsioonis ja lahendamise tingimustest, paku välja võimalikke lähenemisviise selle lahendamiseks;
- *hüpoteeside kontrollimine* – analüüsi iga lahendusvariandiga kaasnevaid positiivseid ja negatiivseid jooni;
- *parima hüpoteesi välja valimine* – vali välja lahendusvariant, millel on kõige rohkem positiivseid ja kõige vähem negatiivseid külgi.

M. Cliffordi etapid probleemülesannete lahendamiseks on järgmised:

- määratle ülesanne ja formuleeri eesmärk, milleni tuleb lahendusega jõuda;
- formuleeri lahendusvariandid;
- järjestä lahendusvariandid vastavalt nende usaldusväärsusele;
- proovi need läbi, kuni leiad lahenduse;
- hinda kriitiliselt iga lahenduskatse tulemusi;
- mõtle, kuidas saaks rakendatud lahendusmetoodikat ja tulemusi kasutada teiste probleemülesannete lahendamiseks.

Bransfordi ja Steini (1984) IDEAL mudel probleemide lahendamiseks (nimetus tuleneb mudeli viit etappi iseloomustavate inglisekeelsete sõnade esitähtedest: identify, define, explore, act, look back):

- määratle, identifitseeri;
- defineeri, sõnasta;
- uuri, kavanda;
- tegutse;
- analüüsi tehtut, anna hinnang.

MIT-s loodud probleemilahenduse meetod CDIO (<http://www.cdio.org/>) on tänapäeval just STEM valdkonnas kõige populaarsemaks osutunud (Crawley et al 2007):

- kavanda (defineeri kliendi vajadused, arvesta regulatsioonide ja strateegiatega, arenda äriplaan jne);
- projekteeri (disaini, loo plaanid, projektid, arvutused, algoritmid jne);
- rakenda (valmista produkt, testi, kodeeri, kontrolli jne);
- tegutse (ekspluateeri, juhi, loo väärtusi, arenda, tööta ümber jne).

Farrell'i Probleemilahenduse mudel (Farrell 2015):

- langeta otsused esitatud faktide, leitud info, loogika alusel;
- põhjenda kõiki otsuseid õpitule tuginedes;
- too välja, millisele õpitud põhitõele tugined;
- too välja, milline info on asjakohane, mis liigne, mis puudub;
- otsusta, mida tuleks iseseisvalt juurde õppida, jaga rollid;
- kujunda lahenduse plokkskeem, too välja kitsaskohad;
- viige läbi ajurünnak;
- jagage ülesanded individuaalseks tööks, leppige kokkusaamiste ajad;
- koosta probleemilahenduse individuaalne osa;

- jagage kaaslastega iseseisvalt omandatud teadmisi;
- analüüsige koostatud individuaalseid ideid, sünteesige optimaalseid lahendeid;
- mida õppisite, mida arvestada edaspidi?

Otsustusprobleemide lahendamise strateegia (Pedaste & Sarapuu 2010):

- defineerida probleem ja avada teema laiemas kontekstis;
- kokku koguda olulised teemaga seonduvad faktid ja selgitada välja nende võimalik mõju probleemi lahendamisele;
- viia läbi ajurünnak suure hulga võimalike alternatiivsete lahenduste leidmiseks;
- leida iga alternatiivi plussid ja miinused ning vajadusel konsulteerida vastava valdkonna ekspertidega;
- anda igale plussile ja miinusele ning seeläbi alternatiividele oma kaal;
- valida parim alternatiiv, vältides ebamäärasust (mitme alternatiivi kombinatsiooni);
- põhjendada tehtud otsust seotud ja mõjutatavatele osapooltele.

Kirjeldatud strateegia võimaldab läbi kaaluda suure hulga alternatiive ja seeläbi teha parima võimaliku otsuse. Otsuse headus sõltub sellest, kuidas valikuid kaalutakse. Siinkohal mõjutavad tulemust probleemilahendaja hinnangud sellele, millised on alternatiivi plussid ja miinused ning milline on neist igaühe tähtsus. Sõltuvalt sellest on ka korrektsed lahendid erinevad. Kui igale probleemiga seonduvale aspektile on antud arvuline hinnang, siis on lihtsa arvutuse tulemusena võimalik leida see lahend, mille puhul plusside ja miinuste summa on suurim. Kui tulemustele hinnangu andmisel tundub lahend olevat mitte just ootuspärane, siis tuleks veel kord üle vaadata, kas kõik vajalikud plussid ja miinused on kirjas ning sobivalt hinnatud. Otsustamisprobleem on lahendatud, kui on leitud lahendajat rahuldav alternatiiv. Otsustamisprobleemide lahendamise tulemuslikkus sõltub eelkõige sellest, kui ratsionaalselt suudetakse alternatiive välja töötada ja läbi kaaluda. Otsustamisprobleemide lahendamise oskuste arendamisel on vaja suunata õpilasi süsteemselt infot koguma ja ratsionaalselt kaaluma.

Dilemmaprobleemide lahendamise strateegia sarnaneb mõneti otsustamisprobleemide lahendamisega, kuid sellel on ka hulk eripärasid. Seda tüüpi probleemid kaasnevad enamiku keskkonnaalaste otsuste langetamisega, milles üsna määravaks osutuvad inimühiskonnast tulenevad aspektid. Seejuures võiks lähtuda järgmisest strateegiast (Pedaste & Sarapuu):

- defineerida probleem ja avada teema laiemas kontekstis;
- koguda kokku olulised probleemiga seonduvad faktid ja selgitada neid käsitlevad valdkonnad või esindavad huvigrupid;
- leida iga valdkonna või huvigrupi põhiseisukohad;
- hinnata kompromisslahenduse sobivust probleemi lahendina.

Dilemmaprobleemide sobivateks näideteks on enamik keskkonnaprobleeme, mille lahendamisel tuleb arvestada teaduslike, seadusandlike, majanduslike ning eetilisi-moraalsete seisukohtadega. Seejuures ei pruugi eri valdkondadest lähtuvate aspektide osakaal erinevate probleemide lahenduses olla ühesugune.

Dilemmaprobleemi lahenduseks on kompromiss, mis arvestab võimalikult hästi kõigi osapoolte (valdkondade või huvigruppide) argumenteeritud seisukohti. Mida enam on neid lahendisse kaasatud,

seda kompetentsem on otsus. Seda tüüpi probleeme kohtab kõikjal igapäevases elus ning seetõttu on need uudsena sisse toodud ka bioloogia ainekavasse. Detailsemalt käsitletakse dilemma probleeme põhikooli bioloogia ainearaamatu peatükis „Keskonnaalaste otsuste langetamine ja tulemuste hindamine“.

Uute ja varem lahendatud probleemide vahel analoogia leidmisel kasutavad tulemuslikud probleemilahendajad probleeme kirjeldavaid üldistusi, mida nimetatakse teaduskirjanduses skeemideks või raamistikeks (*schemas*). Skeemid võimaldavad probleemsituatsioonis olemasoleva info alusel aru saada, millist laadi probleemiga on tegemist ja millist lahenduskäiku sellest tulenevalt rakendada (Pedaste & Sarapuu 2010).

Wallas'e probleemülesannete lahendamise strateegia (Krull 2001):

- ettevalmistus (tutvumine probleemi ja infoga, mis võib osutada kasulikuks selle lahendamisel);
- inkubatsioon (järelmõtlemine, analüüs, hüpoteeside väljapakkumine ja igasugune muu probleemi üle mõtlemine);
- illuminatsioon (ahhaa lahenduseni jõudmine);
- verifitseerimine (väljapakutud lahenduse kontrollimine).

Marshall'i viis skeemi, mille rakendamine võimaldab probleemide lahendamisel leida sobiva tasakaalu situatsioonikirjelduses olemasolevate andmete ja situatsioonilise info arvestamisel. Neid skeeme saab vaadelda tekstülesandeliste probleemide alatüüpina (Pedaste & Sarapuu 2010):

- millegi hulk muutub ajas;
- väikesed rühmad peavad moodustama suurema;
- tuleb võrrelda kahte gruppi ja leida suurem või väiksem;
- seoseid korrigeeritakse arvuliste väärtuste seisukohalt;
- üldist seost rakendatakse uues situatsioonis.

Nimetatud skeemid on leitud matemaatika kontekstis. Kui STEM ainetes lahendatavad probleemid on keerulisemad, siis tuleks kirjeldatud tüüpe nende lahendamisel kombineerida.

Probleemide tulemuslikuks lahendamiseks on vajalik järgmiste probleemilahendamise ekspertide tegevuse analüüsi põhjal leitud oskuste arendamine (vt Jonassen, 1997, 2000, 2003):

- eesmärkide või oodatud tulemuste selgitamine;
- probleemi tüübi, alatüübi ja skeemi identifitseerimine;
- analoogsete juhtumite meenutamine ja lahendatava probleemiga võrreldes sarnasuste ja erinevuste väljatoomine;
- sobiva algoritmi valimine ja rakendamine;
- mõjutegurite ja uuritavate tunnuste leidmine situatsioonikirjeldusest;
- algoritmi sobivate väärtuste sisestamine;
- töövahendite kasutamine probleemi lahendamiseks;
- strateegia hoolikas rakendamine võimalikke vigu vältides;

- tulemuste interpreteerimine probleemsituatsiooni valguses;
- kõigi tegevuste reguleerimine, sh hinnangu andmine probleemi lahendamisele selle kõigis etappides.

Kaasajal on võimalik ülesandeid lahendada ka elektrooniliste abivahenditega, üheks näiteks on **PhotoMath** (<https://photomath.net/en/>). mille abil on võimalik skaneerida kaamera abil ülesanne ja lahendada see reaajas. PhotoMath võimaldab leida ülesandele erinevaid lahendeid ja saata neid edasi ka teistele õpilastele.

8.7.5 Kuidas ülesanne lõpuni lahendada?

“Ei ole midagi rumalamat, kui õpetaja palub Sul mitte teha midagi, mida Sa just teinud oled.”
Frank McCourt

Ülesannete lahendamise strateegiast ei ole mingit abi, kui ei osata ülesannet lahti mõtestada. Mida sel juhul teha? Algajad annavad alla, samal ajal kui eksperdid on kannatlikud, alustavad uuesti määratlemise astmega ja lähenevad lahenduse otsimisele heuristiliselt (pedagoogikas on heuristika üks probleemõppe võtteid, kus küsimuste ja juhendamise abil hangitakse iseseisvalt lisateadmisi).

Õpetaja peaks sel juhul oma õpilasi julgustama ja juhendama, sest kui lõpuks „niidiots“ ühise arutluse käigus kätte saadakse, hakkab lahenduskäik iseenesest loogiliselt hargnema. *Võitjad ei anna alla ja allaandjad ei võida!*

Esitage suunavaid ja abistavaid küsimusi – kindla strateegia kasutamisel saate õpilasele igal astmel nõu anda. Küsige, millega õpilane hakkama ei saa, mistõttu ta toppama jäi, kuhu ta tahaks jõuda, missuguseid alternatiive võiks veel kasutada, näiteks:

- Kas sa oled ülesande teksti läbi lugenud?
- Mis on antud ülesandes antud?
- Mis suurusi peame ülesandes leidma?
- Mida peame järgmisena leidma?

Kui õpilane suudab Teile vastata, saate teda soovitustega vastavalt kasutatavale strateegiale edasi aidata ja mõtlema aktiveerida. Paluge õpilastel tekkinud olukorda analüüsida, algoritmi koostada, erinevaid arendusplaane välja pakkuda, kontrollida ja vigu leida.

Kui lahendamine ikka edasi ei liigu, tuleks õpetajal kasutada **heuristilist lähenemist**, mis küll alati ja iga juhtumi puhul ei pruugi üldsegi mitte aidata. Anname siinkohal mõned nõuanded, mille hulgast iga õpetaja võiks talle ja tekkinud situatsioonile sobiva *heuristilise meetodi* välja valida:

- lihtsustage ülesannet;
- kontrollige, kas ülesande lähteandmed ja eesmärgid on piisavalt määratletud;
- taandage ülesanne mõne eelnevalt lahendatud ülesande sarnaseks ja lahendage, kasutades analoogiat;

- üldistage ülesanne, siis on ta kergemini mõistetavam;
- proovige sisestada numbrilisi väärtusi, nii muutub ülesanne konkreetsemaks;
- lahendage ülesanne koefitsientide või tegurite, mitte numbriliste näitajatega;
- kontrollige, kas see ülesanne on üldse lahendatav (kui probleemi ei ole, ei ole vaja seda ju ka lahendada!);
- esitage ülesande kohta suunavaid küsimusi;
- keskenduge sellele ülesande osale, mida saab lahendada;
- taastage grupitöö puhul harmoonia ja tasakaal – olge hea kuulaja;
- kasutage nn „*pluss-miinus-huvitav*” lähenemist grupitöös, kus *plussi* saab see õpilane, kes pakub lahendusteid, *miinus* tähistab põhjuseid, miks ülesannet lahendada ei saa ja *huvitavad* on need ideed, mida saab edasises lahenduskäigus kasutada;
- kasutage ülesandele nn üldist lähenemist, süvenedes ülesande erinevate osade lahendamisesse eraldi;
- alustage lahenduskäiguga algusest või lõpust, vastavalt vajadusele;
- tehke väike vahe – mitte katkestamiseks, vaid puhake ja alustage uuesti;
- küsige, kas on veel kasutamata mõni varjatud eeldus või on äkki midagi jäänud kahe silma vahele?
- kontrollige senist lahenduskäiku. *Esitage õpilasele kolm küsimust:*
 - „Mida sa järgmisena teed?”
 - „Miks sa seda teed?”
 - „Kuidas see aitab sul antud ülesannet edasi lahendada?”
- keskenduge uuesti teooriale ja põhitõdedele, mille kohta on ülesanne koostatud;
- kui leiate lahenduskäigus vea, osutage sellele, kuid ärge pakkuge õpilastele ise välja õiget lahendust;
- paluge teistelt abi, sest ka ülesannete lahendamise eksperdid teevad seda vahel!

Ülesannete lahendamisel tekkinud takistuste põhjuste määramisel kasutatakse **Adams'i takistuste määramise kategooriaid**:

- *pertseptiivsed ehk tajulised takistused* – ei nähta ülesannete lahendamiseks vajalikke erinevaid aspekte;
- *kultuurilised takistused* – eeldused ülesannete lahendamiseks, mis on tehnilistel erialadel seotud kultuurilise, loogilise ja loova mõtlemisega;
- *keskkonna takistused* – sõltuvad lahendaja ümbrusest, ka ümbritsevatest inimestest;
- *emotsionaalsed takistused* – hirm, rahutus, mure, närveerimine;
- *väljendustakistused* – valede lahenduskäikude kasutamine, eelnevalt visandamata;
- *intellektuaalsed takistused* – vajalike eelteadmiste puudumine.

Määrake õpilaste ülesannete lahendamisel tekkinud takistuse kategooria ja aidake neid ülesandeid edasi lahendada, kasutades heuristilisi soovitusi.

8.7.6 Ülesannete lahendamise õpetamine

“Testipõhine õpetamine ei ole hariduslik. See on vastupidine hariduse tegelikule eesmärgile. Hariduse tegelikuks eesmärgiks on õpilase potentsiaali äratamine ja oma õppeaine piiranguteta õpetamine vastavalt püstitatud eesmärkidele ning kokkulepitud nõudmistele.” Jay Parini

Erialaste põhitõdede ja kontseptsioonide mõistmine on vajalikuks baasiks ülesannete lahendamisel. Uut materjali tuleks hierarhiliselt ja struktureeritult esitada. Põhivõrrandid tuleks kindlasti meelde jätta. Tähelepanu tuleb pöörata ühikutele ja nende teisendamisele. Muidugi oleks soovitav ka algebra selgeks saada.

Ülesannete lahendamise õpetamisel on olulised järgmised sammud:

- Ülesande mõistmine. Mis on ülesandes esitatud? Millised on algandmed? Mida tuleb leida? Millised on ülesande tingimused?
- Lahenduskäigu otsimine. Leida seos antud suuruste ja leitavate suuruste vahel. Siin on oluline analüüsioskus. Oskus jaotada ülesanne osadeks ja lahendada vaheülesannetena. Koostada lahendusplaan (skeem, käik). Kuidas suhestuvad antud ja leitavad suurused? Tuua sisse tundmatuid ja seostada need antud suurustega, ümberstruktureerida andmeid, leides uusi elemente. Meenutada analoogsete ülesannete lahendamist. Kas kõik andmed on kasutatud? Kas ülesande saaks ümber formuleerida? Täidame esialgu vaid osa tingimustest jne;
- Leitud (koostatud) lahenduskäigu realiseerimine (süntees). Kindlustada iga sammu õigsus;
- Lahenduskäigu kontrollimine ja kriitiline hinnang. Kas tulemus on reaalne? Miks on tulemus õige? Võimalusel kontrollida tulemust. Kas saaks lahendada teisiti, lühemalt, lihtsamalt?

Eeltoodud sammud ning sünteetiliste ja analüütiliste meetodite seos on meile kõigile vägagi selge. Kuid selline didaktiline põhiskeem tuleks omandada mitmekordse ja süstemaatilise kasutamisega kõigil, kes õpetavad ning õpivad ülesandeid lahendama. Lahenduskäigu otsimisel on abiks analüütiline meetod ja siin saab õpetaja juhendavate küsimustega õpilasi igati suunata ja toetada. Kasutada võiks vajadusel erinevaid meetodeid ja kindlasti on abiks ka erinevad strateegiad ja hästi läbimõeldus eskiis (skeem).

Reegliks on see, et ülesande lahendamisega ei tuleks alustada enne, kui selle tekst on igati arusaadav, kõik algandmed ja nõudmised on selged ja analüüsitud, suuruste funktsionaalsed seosed on arusaadavad ja läbi arutatud, teooria, millele tugineb ülesanne on omandatud. Õpetaja saab suunavate küsimustega õpilasi juhendada ja kontrollida.

Ülesannete lahendamist tuleb STEM valdkonnas õpetada kogu stuudiumi vältel, andes pidevalt õigele lahenduskäigule suunavaid näpunäiteid ja lähenedes heuristiliselt. Paljudel õpilastel on juba olemas oma ülesannete lahendamise strateegia ja kui see töötab, ärge segage end vahele. Aidake neid, kes abi vajavad. Nõudke ühe kindla strateegia kasutamist nii harjutustundides, laboris kui ka kodutöodes. Nõudke algajatelt erinevate strateegia sammude äramärkimist ülesande lahenduskäigus.

Kuna õpilased siis eriti ei õpi, kui nad õpetajat üksi tahvli ees ülesandeid lahendamas jälgivad, tuleb neil endil aktiivselt lahendamisesse sukelduda. Lahendama õpitakse ainult ise ülesandeid lahendades, kasutades kõiki ülesannete lahendamise taksonoomia kategooriaid ja ühte kindlat strateegiat.

Kujutleme, et Teie õpilastel takerdus ülesande lahendamine 15 minutiga ja tulemuseks oli kaks lahtist „niidiotsa“ ning hunnik kortsutatud pabereid paberikorvis. Ärge tormake neile kohe õiget lahendit kandikul ette serveerima! Sel juhul hakkavad õpilased eneses kahtlema ja alati abile lootma. Lahendage ülesanne ühiselt, õpilaste abiga klassitahvil, iga sammu koos läbi arutades.

Ärge karistage eksimuste eest! Parim õppimine on õppimine läbi eksimuste ja vigade analüüsi.

Vigade parandus. Paluge vigade parandusele lisada eraldi ka analüüs:

- Mida tegin valesti?
- Mida peaksin järgmisel korral analoogse ülesande lahendamisel teisiti tegema?
- Mida peaksin meeles pidama, et järgmisel korral analoogseid eksimusi vältida?
- Millise teema peaksin üle kordama?

Paluge õpilastel produtseerida võimalikult palju ideid ülesande võimalikest lahendamisteedest. Paluge erinevad ideed üles märkida, sest välismälu on sageli efektiivsem kui ideede meelepidamine (ja paber on palju odavam, kui õpetaja aeg!). Nõudke visandi tegemist kõigilt, ka neilt, kes ülesandest aru said. Kõik kasutatavad sümbolid tuleb täpselt määratleda. Enne numbrilist lahendamist tuleks võimalusel tuletada vastus sümbolitega. Kogu lahenduskäik tuleks paberil esitada.

Paljud õpilased võivad kurta, et nüüd selle uue strateegia kasutamisega läheb neil ülesannete lahendamine palju aeglasemalt, kuid selgitage neile, et pikamaajooksuga saavutavad nad täpsuse, kiiruse ja edu, mille abil hiljem – sprindis, on neil ülesandeid hoopis kergem lahendada ja vigu lihtsam üles leida!

Andke koduseks ülesandeks sama raskusastmega ülesandeid kui kontrolltöodes. Katke ka eraldi kõik ülesannete lahendamise taksonoomia kategooriad. Tunnis tahvli ees lahendamisel nõudke õpilastelt iga tehte kohta seletust, teised õpilased võivad küsida, julgustada, abistada – vaba arutelu on tihti lahenduskäigu mõistmisel suureks abiks ja julgustuseks. Andke õpilastele enam reaalseid tehnilisi ülesandeid.

Iga lektor ja õpetaja teeb vigu. Kui see juhtub, olge siiras, avatud ja tunnistage oma viga, ärge hakake seda varjama või vassima. *Teie õpilased hindavad kõrgelt ausust vigade tunnistamisel.* Parim viis vea parandamiseks on kasutada järgmisi samme (Aarabi 2007):

- seletage kuulajatele täpselt, kus ja millest viga tekkis;
- näidake üles oma pettumust;
- parandage viga – lahendage ülesanne uuesti, lugege vastav osa loengust uuesti vms;
- hoiatage oma kuulajaid, et me kõik eksime – eksimine on inimlik ja läbi eksimuste õpitaksegi! Teavitage neid, et kus iganes Te ka eksite, parandate oma vead alati – ning sama nõuate ka oma õpilastelt.
- teadke, et liiga tihe eksimine vähendab siiski kuulajate usaldust Teie vastu!

Ülesannete lahendamise õpetamine saab teoks paljude õppevõtete abil, näiteks:

- frontaalülesanne;
- kinnistav ülesanne;
- individuaalne ülesanne;
- rühmaülesanne;
- valikvastustega ülesanne;
- kodune ülesanne;
- praktiline ülesanne;
- probleemülesanne;
- tüüpülesanne.

Kodused ülesanded. Mis on koduste ülesannete andmise eesmärk? Kas hoida õpilasi eemal tänavail varitsevatest ohtudest või aidata neil kergemini omandada õpetatavat materjali?

Kodused ülesanded on õpitud materjali harjutamiseks, kinnistamiseks ja rakendamiseks. Koduste ülesannete lahendamisel on õpilased aktiivsed, analüüsivad ja kinnistavad tunnis läbitud materjali. Tuleb arvestada, et nii edu kui ka uudishimu on mõlemad motiveerivad. Kodused ülesanded peaksid katma kõiki Bloom'i taksonoomia ja ülesannete lahendamise taksonoomia põhikategooriad. Ülesandeid peaks olema nii kergemaid kui ka raskemaid. Tuleks tagada õpilaste katkematu iganädalane koormus – kas kodused ülesanded, kontrolltööd, tunnikontrollid või siis projektid. Ka koduseid ülesandeid tuleks hinnata, kuid sellega kasvab õpetaja koormus.

Koduseid ülesandeid, mis on õpitud materjali kinnistamiseks ja rakendamiseks, võiks hinnata. Koduste ülesannete hinne võiks moodustada 10% kuni 15% kogu semestri koondhindest. Koduseid ülesandeid võib anda ka grupitööna, kuid iga õpilane peaks siiski esitama eraldi kirjaliku kodutöö. Kui kodused ülesanded on antud, tuleb leida ka aeg nende kontrollimiseks – *koduste ülesannete kontrollimine on oluliseks stiimuliks nende täitmisel.*

Jätke vahel osa loengumaterjalist õpilastele kodus iseseisvalt läbitöötamiseks. Soovitage allikaid, mida kasutada; võite jaotada ka paljundatud materjale. Esitage järgmises tunnis kindlasti õpilastele iseseisvalt läbitöötatud materjali kohta küsimusi. See annab õpilastele häid kogemusi iseseisvaks tööks.

Kui koostate ise ülesandeid, kontrollige, et need põhineksid eelnevalt õpitul ja oleksid lahendatavad. Induktiivse õpetamise puhul võib koostada ülesandeid antud tunnis veel alles õpitava osa kohta, sel juhul vajavad õpilased mingil hetkel uusi teadmisi, et ülesanne lõpuni lahendada. Induktiivselt ülesandeid lahendades on võimalik äratada õpilastes huvi uue materjali vastu. Küll aga ei sobi isegi induktiivse õpetamise puhul näiteks järgmine ülesanne: „Jaanil on kaheksa õuna, ta annab ühe ära. Arvuta Päikese mass.“

Projektide puhul selgitage eelnevalt täpselt, mida Te õpilastelt ootate, hindamise aluseid, vormistusnõudeid, teatage täpne esitamise tähtaeg ja tulemuste nõutav esitusviis (kas toimub ka suuline kaitsmine) jms.

Need, kes hilinevad koduste tööde ja projektide esitamisega, ei vääri kohusetundlike õpilastega samaväärset hinnet (haigus on ainus vabandav põhjus!). Mõttekas on iga hilenud päeva eest võtta

hindest maha teatud protsent ja sellest tingimata juba eelnevalt reeglite kokkuleppimisel õpilastele ka teada anda.

8.8 Küsimuste ja vastuste strateegia õppemeetodite rakendamisel

„Küsimused tasuvad end alati ära, vastused mitte just alati...” Oscar Wilde

Tehnikaainete õpetamine ei ole tihti mõjus just seetõttu, et õpilased ei suuda vastata õpetaja poolt esitatud küsimustele või siis jälle õpetajad vastavad küsimustele, mida õpilased ei olegi neile esitanud. **Oskuslik küsimuste ja vastuste tehnika valdamine aitab kaasa efektiivsele õpetamisele ja on oluline kõikide õppemeetodite rakendamise puhul. Oskus küsimusi koostada eeldab alusteadmiste olemasolu.**

Miks esitavad õpetajad küsimusi? Motiveerimiseks, teadmiste kontrollimiseks, mõtlemise, analüüsimise või uurimise soodustamiseks. Arvatakse, et küsimused pakuvad intellektuaalset väljakutset ja julgustavad õpilasi mõtlema. Nii on see teoorias. Praktikas aga pärsvad paljud õpetajate poolt esitatud küsimused intellektuaalset tegevust ja säästavad õpilast mõtlemisega seotud pingutustest. Uurimused on näidanud, et enamik õpetajate küsimusi on suletud, kindlate faktide kohta, teadaoleva õige vastusega (Fisher 2004). Sellised küsimused pakuvad vähe mõtlemisainet ega julgusta õpilasi pidevalt edasi mõtlema ja õppima. Uurimused on tõestanud, et mida rohkem küsimusi esitati, seda vähem initsiatiivi õpilased üles näitasid (Fisher 2004).

Küsimuste esitamine ja neile vastamine on omaette kunst, olles üheks keskseks ja universaalseks strateegiaks STEM valdkonnas. Küsimused panevad õpilasi tunnis kaasa töötama, suunavad neid kriitiliselt mõtlema, aitavad õpitut korrata ja kinnistada, töödelda uut informatsiooni, tagades nii õpitava materjali sügavuti mõistmise ja tugevdavad oluliselt õpetaja – õpilaste vahelist sidet. Õpilased on küsimustele vastates aktiivsed ja sellega on täidetud üks didaktika põhiprintsiipidest (vt **ptk 2**). Küsimused toovad loengusse vaheldust ja aitavad mahajäänutel konspekterimisega järele jõuda, samuti aitavad nad õpetajal mõista, kas uuest informatsioonist on aru saadud. Oskus esitada küsimusi aitab õpilastel omakorda paremini õppida. Isegi väga vale vastuse esitaja väärrib tunnustust, et ta julges oma seisukohta väljendada. Algate diskussioone, lubage üksteisele vastu rääkida, oma seisukohta kaitsta ja põhjendada (Kipper & Rüütmann 2010).

Probleemiks on vaid see, et õpetajad esitavad küsimusi moel, nagu viskaksid nad laulatusel õnneriisi, suure hulga küsimuste korraga esitamine ei ole aga mõistlik. Selliselt esitatud küsimused ei soodusta sügavuti arusaamist, kuid saadud vastused võivad õpetajale anda siiski petlikke eduelamusi. Hoolikalt läbimõeldud ja süvendatud arusaamisele suunatud küsimustega on aga hoopis teine lugu, sest neil on kindel eesmärk. Ka ei ole STEM valdkonna õpetamisel mõtet auditooriumis üksikuid õpilasi küsida, parem oleks esitada küsimus õpilasarühmale.

Küsimustele vastamise oskus tõstab õpetaja autoriteeti õpilaste silmis. Samas annab õpilase esitatud küsimus õpetajale võimaluse veelkord raskemat ja keerulisemat materjali seletada ja korrata. Retoorilised küsimused aitavad aga õpetajal esile tõsta tähtsamaid võtmeküsimusi. Vastastikuste suhtlemisvormide (õppevestlus, ümarlaud, diskussioon) puhul on samuti tähtis roll küsimuste-vastuste tehnikal.

Et mitte alati olla domineeriv, võib õpetaja paluda ka õpilastel endil teatud aja tagant teha kokkuvõtte läbitud uuest materjalist, esitades kaaslastele sellekohaseid küsimusi. Selle meetodiga vastavad õpilased oma kaaslaste küsimustele ja teevad ise kokkuvõtte läbitust, korrates tähtsaimat.

Küsimused aitavad ka säilitada distsipliini ja hoida õpilasi tunnis „ärkvel“. Paljud õpetajad ehitavadki kogu oma uue materjali esitluse üles küsimustele ja vastustele.

Õppetöö aktiveerimise oluliseks osaks on ergutada õpilasi esitama küsimusi. Silmas on peetud just mõtlemisküsimusi, mis algavad küsisõnadega: *miks, kuidas, mis oleks kui, mis siis kui* jne. Küsimuste funktsiooniks on õpilaste teadmisi kontrollida ja õpilasi mõtlema panna (vt **sele 8.22**) (Kipper & Rüütmann 2010).

Õppimist toetavad küsimused (Fisher 2005):

- koondavad tähelepanu (kõige produktiivsemad - Kas sa oled näinud? Kas märkasid? Mis see on?) ja panevad juurdlema viies ahelani, mis uurivad põhjusi, tõendeid, oletusi;
- sunnivad võrdlema, aitavad tähelepanu konkreetsemalt koondada (Kui mitu? Kui tihti? Kui palju?) aidates võrrelda sarnaseid asjaolusid, liigitada ja korrastada infot;
- nõuavad selgitusi, aitavad keskenduda sellele, mida tegelikult mõeldakse (Mida sa sellega öelda tahad? Kas sa selgitaksid lähemalt? Kas tootsid mõne näite? Kas saaksid ümber sõnastada?) aidates mõelda mõtlemisest ja väljendada täpsemalt seda, mida öelda tahetakse;
- panevad ülesandesse süvenema (Mida peame teadma? Kuidas saame seda teada? Kas tead, kuidas....? Mis juhtub, kui?);
- otsivad põhjusi, nõudes sageli ka selgitusi (Kuidas sa seda teadsid? Miks sa nii arvad? Millised võiksid olla põhjendused? Milline on tõendusmaterjal?) aidates mõtiskleda omaenda vastuse üle ja ärgitades edasi mõtlema.

Bloomi taksonoomia kolmel kõrgemal tasemel mõtlemisküsimused suunavad õpilasi:

- analüüsima;
- hindama;
- looma.
- kõrgema taseme küsimused nõuavad kompleksset rakendamise, analüüsi, hindamise ja loomise oskust

Kõrgema taseme küsimused soodustavad sügavuti arusaamist ja kriitilist mõtlemist ning ülesannete lahendamise oskust, parendavad väitlusoskusi, julgustavad õpilasi ise uut infot otsima.

Kõrgema taseme küsimuste koostamisel on võimalik aktiveerida õpilaste mõtlemist erinevalt:

- induktiivne mõtlemine: Missuguseid järeldusi võib antud tulemuste alusel teha?
- deduktiivne mõtlemine: kui [printsip] on tõene, siis mis võib toimuda järgmisena?
- uurimuslik mõtlemine: Kuidas me saaksime kontrollida, kas see [...] on tõene või kuidas see toimus?

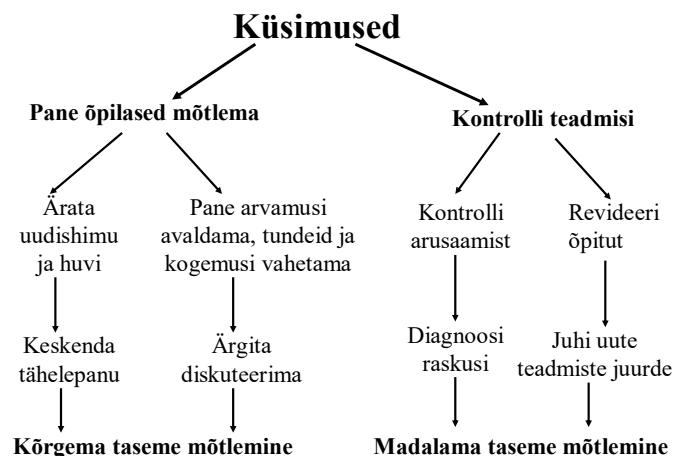
- analüütiline mõtlemine: Milline mõju on [...] erinevatel osadel ülejäänud osade tegevusele (toimimisele)?

Küsitlemine soodustab mõtlemise kõrgemate tasemete käivitamist. Mäletamine eeldab vaid head mälu, õpilased kordavad tihti mehaaniliselt meeldejäetud informatsiooni. Aru saamine eeldab aga juba informatsiooni mõtestamist, ümbersõnastamist ja võrdlemist. Rakendamine eeldab uue informatsiooni kasutamist ja õigete tulemuste kindlaksmääramist. Analüüs nõuab õpilastelt motiivide või põhjuste määratlemist, kokkuvõtete tegemist ja tõestamist. Hindamine õpetab otsuseid langetama, arvamust avaldama ja teiste arvamust toetama. Loomine (süntees) omakorda nõuab õpilastelt ülesannete lahendamise ja prognooside tegemise oskust, õpitu seostamist seniste teadmistega jne.

Küsimuste esitamine on üks õpilaste mõtlemise aktiveerimise võtte kogemuslikus õppes. Suuremat tähelepanu tuleks osutada õpilaste küsimuste esitamise oskuse arendamisele, mis omakorda arendab kriitilist mõtlemist. Ka õppetöö aktiveerimiseks on oluline ergutada õpilasi küsimusi esitama. Silmas on siin peetud just mõtlemisküsimusi, mis algavad küsisõnaga: Miks? Kuidas? Mis oleks kui? jne. Mõtlemisküsimuste esitamine on õpilaste jaoks uudne harjumus. Orlich (2007) defineerib mõtlemist kui efektiivset kompleksset tegevust, mis hõlmab teadmiste, oskuste, protsesside ja hoiakute kombinatsiooni, kujundamaks meie elukeskkonda lisaks intuitsioonile (vt jaotis 8.8 – Küsimuste ja vastuste tehnika).

Küsimused Bloomi taksonoomia madalamatel, mäletamise, arusaamise ja kasutamise tasemel:

- hindavad õpilaste ettevalmistust, pingutust ja mõistmist;
- määravad õpilaste tugevaid ja nõrku külgi;
- kordavad/võtavad kokku õpitud.



Sele 8.22 – Küsimuste funktsioonid

Küsimuste esitamine iseenesest ei pane veel õpilasi mõtlema. Küsitlemine on täna STEM valdkonna pusle üks puuduolev tükike. Õpetajad esitavad enamasti kitsaid, kognitiivse taksonoomia madalamale tasemele vastavaid küsimusi, piirdudes enamasti vaid teadmise kontrollimisega. Uuringud on tõestanud, et vaid 20% õpetajate poolt esitatavatest küsimustest on mõtlemise kõrgemal tasemel (Orlich 2007). Kõrgema tasemega mõtlemisküsimused aga soodustavad just mõtlemise käivitumist kõrgemal tasemel. Orlich (2007) väidab, et kui õpetajad tõstavad järk-järgult küsimuste taset mäletamiselt mõtlemise

kõrgematele tasemetele, tõuseb vastavalt ka õpilaste mõtlemise ja vastuste tase ning vastused muutuvad pikemaks ja sisulisemaks. See omakorda eeldab õpetajalt hoolikalt ettevalmistatud ja läbimõeldud küsimusi. Eesmärgistatud küsimused tõstavad uudis- ja õppimishimu, mis omakorda soodustavad õppimist ja motiveerivad õpilasi. Kõrgema tasemega küsimused avavad ukse kriitilisele mõtlemisele. Arukalt etteplaneeritud küsimuste abil saab õpetaja juhatada oma õpilastele teed läbi mõtlemise kognitiivse taksonoomia, alustades mäletamisest ja lõpetades küsimuste kõrgemate tasemete – hinnangu andmise ja loomisega (Orlich 2007).

Õpetaja saab oma õpilasi mõtlema õpetada, esitades vastavatasemelisi mõtlemisküsimusi, näiteks:

- Mis on selle keemilise aine olulisimad omadused?
- Kui suured on selle objekti mõõtmed?
- Mille poolest on need kaks objekti sarnased?
- Mille poolest nad erinevad?
- Mille alusel Te rühmitaksite neid objekte, ideid vms?
- Mitmel erineval moel on võimalik neid objekte liigitada?
- Kuidas saate kasutada õpitut uue objekti vms koostamiseks?
- Missugune katsekäik on parem? Miks?
- Mida me saame esitatud informatsioonist järeldada?
- Missuguseid tulemusi te antud eksperimendi puhul prognoosite? Põhjendage oma seisukohti.
- jne.

Kaasajal kasutatakse ka nn fookuseeritud küsitlemise meetodit uue aine õpetamisel (Newton 2000), mis tehniliste õppeainete õpetamisel on osutunud kriitilise mõtlemise arendamisel väga mõjusaks. Toome siinkohal näite fookuseeritud küsitlemise eri staadiumite kasutamisest õpetamisel:

- Sissejuhatus – Kas te nägite eile uudiseid volulukatkestuse kohta? Oli see teie arvates oluline uudis? Miks? Mis võib kaasneda volulukatkestusega?
- Eelteadmiste värskendamine, teadvustamine ja aktiveerimine – Kes oskab seletada taskulambi tööpõhimõtet?
- Süvendage eelteadmisi või arendage edasi uusi teadmisi, mis on vajalikud uue materjali süvendatud arusaamiseks – Oletame, et taskulamp on välja lülitatud. Miks lambipirn sel juhul ei põle?
- Koondage tähelepanu üksikasjadele – Miks see taskulamp siin ei tööta? Mis te arvate, kas lambipirn võib olla katki? Kuidas seda kontrollida saab? Kas saaksime abi suurendusklaasi kasutamisest? Mida teie arvate?
- Juhtige tähelepanu ebaolulistest aspektidest kõrvale, et tegelikku olukorda esitleda ja analüüsida – Jälgige palun, nüüd ma võtan taskulambi koost lahti, nii et me saaksime vaadata, mis on selle sees. Mis selle patareiga juhtunud on? Mida teie arvate?
- Paluge õpilastel esitada omapoolseid oletusi ja prognoose tekkinud olukorra kohta ja toetage õigeid arvamusi – Mida teie arvate, mis juhtub, kui ma ühendan lahti siit selle juhtme?

- Korrake, looge seoseid ja tehke kokkuvõtte – Kui meil on vooluahelas katkestus, mida see siis tähendab? Kuidas me saame leida üles koha, kus voolukatkestus tekkis? Niisiis, miks meie taskulamp ei tööta? Kuidas me saaksime seda parandada?

Soovitatav on esitada vähemalt üks küsimus iga eespool tutvustatud fookuseeritud küsitlemise staadiumi kohta, et tagada õpitava materjali sügavuti mõistmine ja õpetada õpilasi kriitiliselt mõtlema.

Küsimuste esitamine STEM valdkonnas aitab kaasa:

- iseseisva analüütilise mõtlemise arendamisele;
- mõistmisele, mida on õpilased uuest materjalist omandanud;
- diskussiooni algatamisele;
- uue materjali esitamise sissejuhatamisele.

Kuidas julgustada õpilasi küsimusi esitama?

- küsige ise, näiteks Huvitav, miks? Jagage oma uudishimu ja kahtlusi, olge uuele avatud;
- leidke raamatuid, esemeid ja materjale, mis äratavad uudishimu;
- paluge õpilastel välja tuua seda, mis neile huvi pakuvad õpitavaga seondult;
- esitage põnevaid, mõtlemaärgitavaid ja avatud küsimusi;
- seadke sisse nn probleeminurgake, kuhu saab üles panna päeva- ja nädalaküsimusi, mis suunaksid mõtlema ja tegutsema;
- olge küsimuste esitamisega mõõdukas, ärge olge ülientusiastlik või ülinõudlik.

8.8.1 Küsimuste tüübid ja küsitlemise strateegia

“Hea õpetamine on pigem õigete küsimuste esitamine kui õigete vastuste andmine.” Josef Albers

Küsimused jagunevad kitsasteks ja avatud küsimusteks:

- *kitsale küsimusele* saab vastata ka ühe sõna või lühifraasiga, näiteks „jah/ei” – küsimused; „kas” – küsimused), need küsimused eeldavad faktiteadmisi ja on madalaima tasemega küsimused;
- *avatud küsimused* eeldavad põhjalikumast vastust ja algavad enamasti küsisõnaga *mis, miks, kus, missugune, kes, kuidas, millal jne.* Avatud küsimused sunnivad vastajat mõtlema ja analüüsima ning avaldama oma isiklikku arvamust.

Kui küsimusi kasutada õpetamise strateegiana, on oluline alati arvestada nende tüübiga. Avatud küsimused jagunevad järgmiselt (Burden & Byrd 2010):

- **Kognitiivse valdkonna põhikategooriatele tuginevad küsimused** – kognitiivse valdkonna põhikategooriatele *teadmine, mõistmine ja kasutamine* tuginevad küsimused on madalama tasemega küsimused, sest nõuavad vaid informatsiooni mõõdukat kasutamist ja õpitu meenutamist. Viimasele kolmele kategooriale: *analüüs, süntees ja hinnangu andmine* suunatud küsimused aga nõuavad enamat, kui lihtsalt õpitu meenutamine, arendades nii abstraktset ja

kriitilist mõtlemist. *STEM valdkonnas tuleks õpetajal küsimusi esitada, arvestades kõiki Bloom'i taksonoomia kategooriaid.* Seega oleks soovitatav, et õpilane kasutaks küsimusele vastamiseks järgmisi Bloom'i kategooriatele vastavaid tegevusi:

- *mäletama* – omandatu meenutamine, defineerimine, kirjeldamine, mäletamine, identifitseerimine: *Mis on kolmnurk?*
 - *aru saama* – tõlgendamine, oma sõnadega seletamine, kokkuvõtte tegemine, faktide ja ideede organiseerimine ning valiku tegemine: *Mis suurused peavad olema antud kolmnurga joonestamiseks?*
 - *rakendama* – ülesannete lahendamine; faktide, reeglite ja põhitõdede kasutamine, demonstreerimine, rakendamine: *Joonesta kolmnurk, mille alus on 6 cm ja kõrgus 7 cm;*
 - *analüüsima* – terviku jaotamine osadeks, struktuuri määramine, motiivide identifitseerimine: *Millisel antud piltidest on kujutatud kolmnurka?*
 - *hindama* – teema või küsimuse väärtuse hindamine, lahkarvamuste ja vasturääkivuste lahendamine; arvamuste, otsuste, järelduste ja arvustuste kujundamine: *Millistest antud geomeetriliste kujundite fragmentidest on võimalik konstrueerida kolmnurka? Milline võimalus annab parema tulemuse? Miks?*
 - *looma* – uue originaalse produkti loomine (sõnaliselt või füüsiliselt), ideede kombineerimine uue terviku loomiseks: *Kuidas saaks joonestada kolmnurka joonlauda kasutamata?*
- **Konvergentssed küsimused**, millele leidub alati üks ja ainuõige, tõepäraseim vastus (näiteks: millal olete sündinud?). Need on lihtsaimad, madalama taseme küsimused, enamasti ka faktiküsimused, mis nõuavad teadmist, defineerimist, loetelu, kuid samas on võimalik esitada konvergenteid küsimusi ka kõrgemal tasemel.
- **Divergentssed küsimused** ehk erinevate ideede genereerimisele suunatud küsimused, millele leidub mitu, põhimõtteliselt võrdväärset vastust (näiteks: kuidas Eesti majanduslangusest välja tuua?), nõuavad kirjeldamist, näidete toomist, ümbersõnastust, kokkuvõtte tegemist, seletamist jne.
- **Täpsustavad küsimused** aitavad üliõpilaste tähelepanu tunni eesmärkidele koondada, nende abil saab kontrollida, mida õpilased on mõistnud ja selgeks õppinud (nii tunni alguses, tunni kestel, kui ka tunni lõpus), motiveerida, huvi äratada.
- **Suunavad küsimused** annavad vihjeid ja juhtnööre, abistamaks õpilasi küsimustele vastamisel või aitamaks neil parandada ja täpsustada oma esialgset vastust. Suunav küsimus on seega tavaliselt esialgse küsimuse ümbersõnastus.
- **Sondeerivad küsimused** on vajalikud, kui õpilane ei vasta küsimusele piisavalt põhjalikult. Õpetaja esitab samale õpilasele lisaküsimusi, et õpilast juhendada ja saada täiuslikumat vastust (Mida sa selle all mõtled? Kas sa saaksid seda põhjalikumalt seletada? Mis on selle põhjuseks?).
- **Hinnangulised küsimused** on põhimõtteliselt sarnased divergentsetele küsimustele, neile lisandub vaid hinnanguline aspekt (näiteks: missugusele autokütusele oleks kasulikum tulevikus üle minna, kas alkoholi- või vesinikkütusele?), need nõuavad valiku tegemist, võrdlust, hinnangu andmist, klassifitseerimist jne.
- **Kaalutlevad küsimused** põhinevad klassikalisel Sokraatilise küsitlemise meetodil ja produtseerivad hulganisti laia spektriga vastuseid, mis sisaldavad ka hinnangulist aspekti.

Kaalutlevad küsimused innustavad õpilasi arutlema, vaidlema, mõtisklema ja järeldusi tegema. Kaalutlevad küsimused stimuleerivad eeldamist, juurdlemist, viitamist, tagajärgede ettenägemist, analüüsivõimet, sünteesimisoskust, veenmisoskust ja tõlgendamisoskust, kriitilist suhtumist, ülesannete lahendamist, diagrammide ja graafikute koostamist, hinnangu andmist jne (näiteks: missugused on meie koolisüsteemi väärtused hinnatuna gümnaasiumisse sisseastujate keskmise taseme alusel?). Need on kõrgeima taseme küsimused.

Samas ei pruugi me alati avatud küsimusele saada põhjalikku ja oodatava tasemega vastust. Kui Te soovite saada vastust, mis vastaks kõrgeimale tasemele, peate küsimuse koostama ka vastaval intellektuaalsel tasemel.

Erinevad küsimused eeldavad erinevaid vastuseid. Liiga sageli esitavad õpetajad õpilaste tasemele mittevastavaid küsimusi – kas liiga lihtsaid või liiga keerulisi. Samuti kiputakse ise õpilaste eest vastama ja liigselt keerutama, vältides lühikesi ja konkreetseid vastuseid.

Et õpilased osaleksid tunnis aktiivselt, võiks kasutada ka nn **hulgivastustega küsimusi** – õpetaja esitab küsimuse 4–5 õpilasele korraga. Iga õpilane annab oma vastuse, nad võivad üksteist parandada ja täpsustada. Näiteks küsib õpetaja: „Kuhu oleks võinud maabuda Columbus, kui ta oleks oma reisi alustanud Londonist ja purjetanud läände?“ Õpilaste vastusevariandid on näiteks Kanada, Boston, Gröönimaa. Seejärel seletab õpetaja Golfi hoovuse ja õhuvoolude suundi ning diskussiooni käigus leitakse õige vastus.

Missugune on hea küsimus? Hea küsimus peaks olema suhteliselt lühike, konkreetne, selge ja lihtsalt mõistetav!

Tehniliste õppeainete õpetamisel peab õpetaja meisterlikul valdama küsitlemise strateegiat, et saavutada püstitatud õppe-eesmärke. Eristatakse nelja põhilist küsitlemise strateegiat (Orlich 2007, Kipper & Rüttnann 2010):

- **Konvergentne küsitlemine** – keskendub ühele kindlale peeneesmärgile. Seda strateegiat kasutades keskendub õpetaja keskele teemale, tingides lühivastuseid ja keskendudes mõtlemise madalamatele - teadmise ja mõistmise tasemetele. Selle strateegia kasutamine sobib induktiivse õpetamise puhul (näiteks teatud kindlate katseandmete alusel järelduste tegemine) või otsese õpetamise puhul (näiteks: Missugustel tingimustel keeb vesi madalamal kui 100 °C?).
- **Divergentne küsitlemine** – vastand konvergentsele küsitlusele, selle asemel, et keskenduda ühele kindlale eesmärgile, on eesmärgiks saada õpilastelt võimalikult rohkem kõrgetasemelisi vastuseid, ilma, et õpetaja vahele segaks. Kasutada võib erinevaid infoallikaid, saavutamaks arvamuste paljusust (näiteks: millisel juhul eelistaksite te kaarkeevitust gaaskeevitusele?).
- **Hindav küsitlemine** – põhineb divergentsel küsitlemisel, omades hinnangulist aspekti (näiteks: mis tingimustel oleks arukas üle minna bensiinimootoriga autodelt piiritus- või vesinikkütust kasutavatele autodele?).
- **Analüüsiv küsitlemine** – põhineb klassikalisel Sokraatilisel küsitlemisel, eeldades laiaulatuslikku vastuste spektrit, mis omakorda sisaldab ka hinnangulist aspekti, mille eesmärgiks on kõrgema kognitiivse tasemega vastuste saamine, tuues välja motiivid, eeldused, oletused, mõttekäigud, vastastikused mõjud jne, mis tegelikult taandub kriitilisele või analüütilisele mõtlemisele. Sellised küsimused annavad topeltkasu – õpilased mõtlevad ja töötavad kooperatiivselt, mille tulemuseks on silmaringi laienemine, järelduste loetlemine, ettenägematute

asjaolude väljatoomine, interpreteerimine, eelduste vaidlustamine, seletuste leidmine jne (näiteks: missugust mõju on personaalarvutid avaldanud meie õppekavadele?).

Sokraatilise küsitlemise puhul eristatakse 6 erinevat astet:

1. Selgitavad küsimused, näiteks:

- Miks sa nii arvad/ütled?
- Kuidas see sobitub meie aruteluga?
- Kas sa arvestad ka võrrandi koostamisel?
- Oskad sa seda teiste sõnadega seletada?
- Too näiteid....
- Mis võiks olla põhiküsimuseks?
- Kas sa mõtlesid.....?

2. Küsimused oletuste/eelduste hindamiseks:

- Mida võiksime lisaks veel (selle asemel) eeldada?
- Kuidas sa saaksid seda eeldust tõestada või ümber lükata?
- Miks me arvestame arvutustes ainult.....ja peame tähtsusetult väikeseks?
- Kuidas me leiaksime....?
- Kas see on sama mis.....?
- Kas kõik nõustuvad....?

3. Põhjuse ja tagajärje seos, kontroll:

- Mis oleks hea näide...?
- Mis on analooogne?
- Mis oli sinu arvates põhjuseks? Miks?
- Kas sa arvad, et mõjutab väärtust?
- Millele sa tugined.....?
- Millest sa seda järeldad?
- Mis suurusi/infot me veel vajame...?

4. Perspektiivküsimused:

- Mis võiks olla alternatiiviks?
- Milline võiks olla teine vaatenurk?
- Mis sa arvad, miks on see vajalik ja mis kasu sellest on?
- Miks see on parim...?
- Mis on ...tugevused ja nõrkused...?
- Mille poolest on ... ja sarnased?
- Mis oleksid vastuargumendid?

- Kas mõjutab.....väärtust?

5. Võimalikud tagajärjed ja tulemused:

- Milliseid üldistusi võib teha...?
- Mis võivad olla selle oletuse/eelduse tagajärjed...?
- Mida sa eeldaksid...?
- Kuidas mõjutab.....?
- Kuidas seostub see eelnevalt õpituga?
- Kuidas mõjutaks väärtuse mitte arvestamine lõpptulemust?
- Kas leiate seoseid teiste õppeainetega...?

6. Küsimused küsimuse kohta:

- Mis oli selle küsimuse mõte?
- Miks ma esitasin selle küsimuse?
- Mis tähendus on?
- Kuidas seostub reaalse eluga?
- Miks on tähtis?

8.8.2 Küsitlemise ja vastamise tehnikad

“Õppimise vaenlane on kindel teadmine.” Steve Ahn

Paljud õpilased arvavad, et õpetajate küsimused on spontaansed. Mõned kindlasti ka on, aga enamik küsimusi, eriti STEM valdkonnas, võiksid olla õpetajal juba ette valmistatud. Võtke aega ja valmistage eelnevalt ette järgmise tunni materjali kohta käivad avatud küsimused, mis paneksid õpilasi mõtlema. Kirjutage need üles oma loengukonspekti. Kui mõni väga hea küsimus kerkib tunnis spontaanselt esile, märkige ka see kindlasti üles.

Mõjusa õpetamise eelduseks on sobivate küsitlemise tehnikate valdamine. Järgnevalt tutvustame STEM valdkonnas sobivaid põhilisi küsitlemise tehnikaid (Burden & Byrd 2010, Newton 2000):

- **Planeerige juba eelnevalt kesksed võtmeküsimused, et oma tundi õigesti struktureerida ja püstitatud õppe-eesmärgid täita** – vähemalt iga eesmärgi jaoks võiks koostada ühe võtmeküsimuse, mis aitaks diskussiooni läbi viia, kuid samas tuleb kindlasti esitada ka spontaanseid küsimusi, mis tulenevad õpilaste vastustest. Mõelge eelnevalt läbi, mida Teie oma küsimusega taotlete ja esitage siis vastavalt, kas soovite:
 - kontrollida mälu;
 - hinnata tähelepanelikkust;
 - ergutada õpilasi kaasa mõtlema;
 - juhtida mingile probleemile tähelepanu;

- testida õpilase teadmisi, rakendada õpitut;
 - abistada õpilast vastamisel (suunavad lisaküsimused);
 - saada mitut erinevat arvamust;
 - lasta õpilastel analüüsida õpitut ja rakendada sünteesioskusi;
 - soovite õpilaste hinnangut õpitule.
- **Koondage kõigi õpilaste tähelepanu esitatavale küsimusele** – kõik õpilased peavad tundma end õppeprotsessis aktiivse osalejana ja tundma, et küsimus on suunatud just temale.
- **Sõnastage küsimused selgelt ja arusaadavalt** – õpetaja peaks suunama oma küsimuse tervele klassile, et iga õpilane valmistuks vastama ja oleks sunnitud mõtlema. Vältige mitmetähenduslikke ja ebamääraseid küsimusi, näiteks: „Mida me eile õppisime?“ Esitage üks küsimus korraga, ärge vuristage ette tervet küsimuste kaskaadi! Kui soovite esitada üksteisele järgnevaid küsimusi, oodake alati ära eelnev vastus, siis ei aja Te õpilasi segadusse. STEM valdkonnas on soovitatav esitada ka selliseid küsimusi, mis nõuaksid kas arvutuskäiku või graafilist kujutamist. Küsimuse selgus tagab alati oodatavad õiged vastused.
- **Kohandage esitatavad küsimused alati õpilaste teadmiste tasemele vastavaks** – see parendab mõistmist ja vähendab ärevust. Küsimused tuleks esitada lihtsaltmõistetavalt, kohandades keelekasutust ja lauseehitust õpilaste omale vastavalt, arvestades õpilaste teadmiste taset. Esitage küsimusi, mis põhinevad realsel elul.
- **Esitage küsimusi loogiliselt ja järjestikuses seoses** – vältige huupi esitatud eesmärgituid küsimusi. Arvestada tuleb õpilaste eelteadmistega, intellektuaalsete võimetega, teema ja tunni eesmärkidega. Kui esitate küsimusi loogilises, eelnevalt plaanitud järjestuses, õpetate oma õpilasi kriitiliselt mõtlema. Sissejuhatavad küsimused loovad aluse kokkuvõtteks, edasi esitage süvendatud arusaamisele suunatud küsimusi ja seejärel rakendage õpitut ülesannete lahendamisel. Kokkuvõtvad küsimused aitavad õpitut paremini mõista ja hinnata.
- **Esitage erineva tasemega küsimusi** – kasutage teadmise-taseme küsimusi, et määratleda õpilaste üldteadmisi ja potentsiaali kõrgema taseme küsimustele vastamiseks. Kõrgema taseme küsimused annavad õpilastele võimaluse kasutada oma teadmisi ja rakendada kriitilist ning loovat mõtlemist. Esitage avatud küsimusi, mis nõuavad erinevaid mõtlemisoperatsioone. Selleks esitage kõrgeima tasemega küsimusi, tuginedes avatud küsimuste hierarhiale, näiteks:
- „Kui kann keeva veega on pliidil ja te panete sõrme sellele ligi, ei juhtu teiega midagi – kui aga puudutate kannu kasvõi sekundi mürdosa vältel, saate kõrvetada, miks?“
 - „Miks on toas 20 °C juures soe, aga 20 °C juures väljas, tuule käes seistes on tunduvalt jahedam?“
 - „Miks 20 °C vees tundub hoopis jahedam kui toas?“
 - „Miks hakkab aga veelgi külmem, kui tulete veest välja, vaatamata sellele, et õhu relatiivne niiskus on ligi 100%?“
 - jne.

- **Arendage edasi õpilaste vastuseid** – võimaldage õpilastel oma esialgseid vastuseid täpsustada, laiendada ja teiste arvamust toetada, näiteks: „Kuidas te seda laiemalt selgitaksite?“, „Millega te saaksite oma seisukohta kaitsta?“. Kui õpilane ei anna Teie küsimusele oodatavat vastust, aidake teda. Te võite omakorda küsimust täpsustada. Esitage täpsustavaid lisaküsimusi, et mõista, kas õpilane on materjali omandanud. Vahel peate esitama mitu suunavat küsimust, et saada täielik ja loogiline vastus. Olge õpilasele toeks ja säilitage positiivsus. Aidake õpilasi – ei ole mingit kasu, kui tahvli ees nõutult seisvale õpilasele öelda: „Mõttele!“ Õpilane on niigi kimbatuses ja ta ei saa aru, mida ta tegema või kuidas mõtlema peab. Palju arukam on õpilast edasi aidata suunavate küsimustega, püstitada probleem või anda talle lahendamiseks hoopis üks ülesanne, et ta rakendaks tööle oma mõtlemise.
- **Andke õpilastele piisavalt aega mõtlemiseks** – õpetajad peaksid ooteaega pikendama vähemalt 5 sekundini, et soodustada kriitilist mõtlemist. Ooteaja vähendamine, eriti diskussioonide ajal, pidurdab oluliselt kriitilist mõtlemist.
- **Kasutage „vaatame-seda-asja-hoiakut“**, selleks kasutage erinevaid strateegiaid: analüüsimist (mida sa selle all mõtled?), ümbersõnastamist (kas sa tahad öelda, et...?), tagasisuunamist (mida sina arvad?), toetavaid küsimusi (huvitav, kas...?), ettepaneku tegemist (võib-olla me võiksime ...?), arutelule suunamist, loogilist mõtlemist, võrdlemist, omaduste uurimist, liigitamist, järjestamist jne.
- **Esitage küsimusi, mis võimaldavad õpilaste laiaulatuslikku osalust** – STEM valdkonnas tuleks enamik õpilasi tunnis kaasa mõtlema ergutada. Esitage alati enne küsimusi ja siis paluge kellelgi vastata. Paluge vastata ka neil, kes selleks ise otsest soovi ei avalda. Samuti on oluline soodustada küsimustele vastamisel õpilaste omavahelist suhtlemist ja arutelu. Kui palute oma küsimusele vastata neil, kes ise vastamissoovist aktiivselt märku annavad, saate alati kindlasti mingisugusegi vastuse – lisaks on sel juhul klassis teised õpilased tunduvalt rahulikumad, sest nad teavad, et kui nad ise soovi ei avalda, siis neid ka ei küsita. Tavaliselt on vastata soovijad enam-vähem alati ühed ja samad õpilased. Kui vastamise soovist annab märku mõni õpilane, kes seda eriti tihti ei tee, küsige kindlasti just teda. Ainult aktiivsete õpilaste küsimisel on puuduseks see, et alati on teatud osa õpilasi, kes sel juhul ei osale kunagi tunni töös. Kõikide õpilaste vahelduv küsimine hoiab küll kõiki nn *riskigrupis* ja „ärkvel“, samas saate aga kindlasti enam valevastuseid ja „ei tea“ – vastuseid.
- **Paluge küsimusele vastata mitte üksikutel õpilastel, vaid õpilasrühmadel/paaridel** – STEM valdkonna õpetamisel on oluline see, et õpilased saaksid rühmas ühiselt võimalikud vastused läbi arutada, analüüsida, hinnanguid anda ja ühiselt parima vastuseni jõuda. Seeläbi kaob ka hirm valesti vastata ja kaaslaste ees naerualuseks jääda, tekib huvi õpitava aine ja usaldus õppejõu vastu. Küsige vastuseid alguses õpilasrühmadelt ja kui õige vastuse „suund“ on juba selge, siis võib küsitleda ka üksikuid õpilasi.
- **Julgustage õpilasi küsimusi esitama** – see kindlustab aktiivse osalemise tunnis. Kõrgemal kognitiivsel tasemel esitatud küsimused stimuleerivad omakorda kõrgemal kognitiivsel tasemel mõtlemist. Teavitage õpilasi, et ei ole olemas rumalaid küsimusi. Kohe esimesel loengul selgitage õpilastele küsimuste esitamise vajalikkust, eriti uue materjali mittemõistmise korral. Tehke miniloengu jooksul pause ja kontrollige, kas kõik on olnud arusaadav ja missugustele küsimustele ei ole õpilased vastust leidnud. Oodake rahulikult ja andke õpilastele aega, seda pausi on kõigile vaja.

- **Sugudevahelised erinevused kerkivad üles ka küsimuste-vastuste tehnikas** - mehed tunnevad end auditooriumi ees esinedes tunduvalt paremini kui naised. Mehed on ka agaramad küsimuste esitajad ja vastajad, sõltumata sellest, kas nad üldse teemat valdavad või ei. Nad esitavad ka meelsamini õpetajale väljakutseid ja panevad neid sagedamini proovile.
- **Kui pärast küsimuse esitamist tekkib vaikus ja keegi ei vasta**, võite suhtuda tekkinud olukorda huumoriga ja küsida näiteks: „Halloo, on siin veel keegi?” Tegelikult aga peaksite mõtlema hoopis sellele, et võib-olla jäi Teie poolt esitatud küsimus arusaamatuks. Formuleerige küsimus uuesti, teises sõnastuses ja paluge rühmadel leida õige vastus.
- **Kui õpilased hakkavad vastama, julgustage ja juhtige neid edasi:**
 - „See on hea vastus, aga praegu ootan ma veidi teistsugust vastust!”
 - „Tänan, see pole küll veel päris see, aga Te aitate meid tublisti edasi!”
 - „Te olete õigel teel, proovige oma vastust täiendada...”
 - jne.
- **Kui õpilane vastab õigesti, kiitke teda** - see annab tugeva positiivse tagasiside vastajale ja ülejäänud õpilased mõistavad, et vastati õigesti. Kui vastata soovib mitu õpilast, kuulake kõik soovijad ära ja andke lõpuks üldine hinnang:
 - „Suurepärane!”
 - „Teil on täiesti õigus!”
 - „Väga hea vastus!”
 - „Väga tubli!”
 - jne.
- **Kui õpilane vastab valesti**, ärge öelge: „Jah, aga...” – see võimendab Teie negatiivset suhtumist. Paljud õpilased kardavad küsimustele vastamist hirmust, et nad „keedetakse elusalt”. Küsimustele vastamine ei tohi olla õpilasele karistus, vaid peab olema huvitav ja kaasakiskuv. Õppimine on julgus eksida! Olge kommentaarides toetav, julgustav, mõistev. Vältige grimasse ja kehakeele märke. Ärge naerge vastuse üle. Ikka ja jälle pidage meeles, et õpilasrühmadelt vastuste küsimine kaotab hirmu jagatud vastutuse tõttu. Olge otsekohesem vale vastuse suhtes:
 - „Ma arvan, et Te mõistsite minu küsimust valesti, proovime uuesti”
 - „Kas ei tuleks arvestada lisaks ka ...”
 - „Mis oleks, kui arvestaks veel järgmisi koosmõjusid ...”
 - „Üsna õige, mul on vaid mõningaid täpsustusi ...”
 - „Seletage palun, kuidas Te jõudsite sellise vastuseni...”
 - „Kes õpilastest arvab, et see on õige vastus?” ja „Kes arvab, et see on vale vastus?” (neid kahte küsimust on alati soovitatav esitada koos)

- *Võite ka vastuse vaid osaliselt heaks kiita, näiteks:* „Voolukiiruse kohta andsite te õige vastuse, aga arutame massiülekannet veidi detailsemalt ...” Siit edasi võite kas ise materjali uuesti selgitada või teistelt õpilastelt (õpilasarühmadelt) vastuseid küsida.

➤ **Pange õpilane mõtlema, küsides:**

- „Miks Sa nii arvad?”
- „Millised on alternatiivsed võimalused?”

Kui õpilase küsimus jäi Teile selgusetuks, täpsustage seda omapoolsete täiendavate küsimustega. Samuti võib pakkuda omapoolse arusaamise versioon, näiteks: „Sain Teist aru nii, et...”

➤ **Jagage õpilased rühmadeks ja andke rühmale aega 30 s – 3 minutit, et:**

- vastata küsimusele;
- alustada ülesande lahendamise või tõestusega, leida järgmine samm;
- esitada rakendamisvõimalusi;
- analüüsida, kokku võtta, ajurünnakut läbi viia, jne.

Alguses küsige rühmade esindajaid omal valikul, seejärel paluge vabatahtlikel vastata. See töötab alati ja õpilased julgevad pärast rühmaesindajate vastamist omapoolseid vastuseid esitada.

➤ **Küsimuse esitamine tunnis on õpilase jaoks suur julgustükk, seetõttu tuleks õpetajal seda igal juhul hinnata.** Selline õpetaja suhtumine loob klassis turvalise atmosfääri. Kui õpilase esitatud küsimus ei käi antud teema kohta, kinnitage, et see on huvitav, kuid tuleb arutusele hiljem. Suhtuge küsijasse positiivselt, kinnitades näiteks julgustavalt:

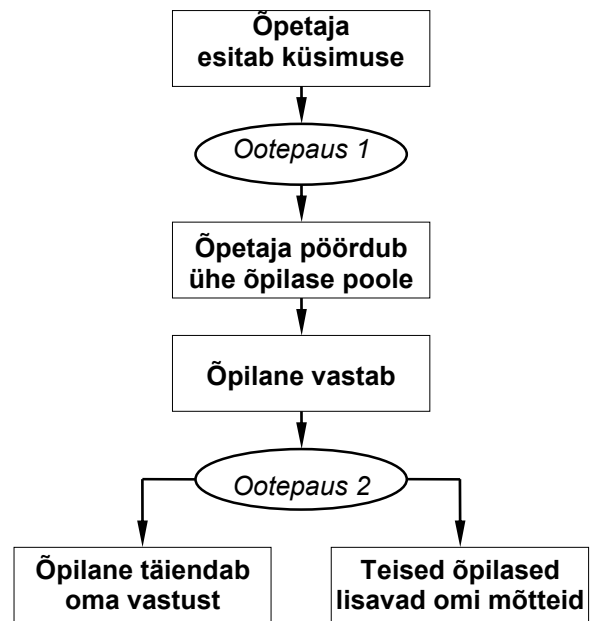
- „Väga hea küsimus!”
- „Te jälgite loengut väga tähelepanelikult – kohe jõuame selleni!”
- „Väga hea, ma ootasin juba, et keegi seda küsiks!”
- „Te juhatate meid selle küsimusega järgmise teema juurde!”
- „Mul on hea meel, et Te seda küsisite, arvan, et see huvitab paljusid!”
- „Te kõik aitasite meil ühiselt seda teemat paremini omandada – esimene julge esitas väga hea küsimuse ja järgmised juhatasid meid teema täieliku mõistmiseni!”

8.8.3 Küsitlemise põhimõtted

„Me peaksime õpetama probleeme lahendama, mitte koodi kirjutama. Probleemilahendus on ka koodide kirjutamise puhul kõige olulisem oskus.” Ahmed Abu Taha

Ärge kiirustage küsimusele vastuse saamisega, kasutage ootepause! Küsimuse esitamisele järel tehke alati paus. Õpilaste tähelepanu tõuseb seejärel haripunkti. Seda pausi nimetatakse *esimeseks ootepausiks (minimaalselt 5 sekundit)*. Seejärel pöörduge alles õpilase poole, keda soovite küsida. Esimene ootepaus annab õpilastele aega oma vastuse üle järele mõelda, seda eriti siis, kui esitate kaalutleva küsimuse. See ootepaus annab Teile ka lisaks võimaluse jälgida õpilaste näoilmet, kus võib peegelduda üllatus, hirm, ärrituvus, häbi, rõõm jm. Õpilase näoilme järgi mõistate, kui hästi on uuest materjalist aru saadud või kui hästi on tunniks ette valmistatud.

Kui õpilane on vastanud Teile küsimusele, oodake uuesti (vt **sele 8.23**). *Teine ootepaus* annab õpilasele aega mõtiskleda oma vastuse üle ja annab lisaks ka teistele õpilastele võimaluse vastamiseks. Kui Te annate piisavalt aega, vastavad nii mõnedki teised õpilased Teile küsimusele, avaldades oma arvamust. Vajadusel võite õpilase vastuse ümber sõnastada. Võite teha ka *kolmanda ootepausi*, juhul kui õpilased osalevad vastamises aktiivselt. Ärge kartke pause! Kogemustega tuleb ka vaikimise oskus (Kipper & Rüttnann 2010).



Sele 8. 23 – Ootepauside kasutamine küsimuse esitamisel

Ootepausidest on suur kasu õpetajale:

- õpetaja peab vähem rääkima;
- küsimust ei tule korrata;
- saab mitu erinevat vastust;
- probleem arutatakse paljude õpilaste poolt läbi;
- õpilaste distsipliini probleemid lahenevad iseenesest.

Ootepausidest on kasu ka õpilastele:

- probleemi põhjalik arutlus seletab õpetatavat materjali;
- õpilased mõtleavad;
- õpilaste analüüsivõime paraneb;
- ka aeglasemad õpilased saavad vastata;
- tiheneb koostöö õpilaste vahel;
- õpilaste kohmetus väheneb;
- paraneb õpilaste vastamisjulgus;
- õpilaste enesekindlus kasvab.

Uue materjali esitamisel on soovitatav kasutada ka nn fokuseeritud küsitlemist, mis omakorda soodustab kriitilise mõtlemise arendamist (Newton 2000) (vt jaotis 8.5.1).

Küsimuste – vastuste tehnikaga seotud tähtsaimad põhimõtted on järgmised:

- *otsustage eelnevalt, mis tüüpi küsimust esitada;*
- *esitage asjakohane, konkreetne, lühike ja selge küsimus;*
- *arvestage õpilaste eelteadmistega;*
- *andke õpilastele aega mõtlemiseks (vt **sele 8.23**, ootepaus 1);*
- *andke õpilastele aega oma vastuse täiendamiseks enne, kui suunate selle edasi teistele (vt **sele 8.23**, ootepaus 2);*
- *andke koheselt tagasisidet vastuse õigsuse kohta;*
- *kitsastele küsimustele tuleb vastata ühe sõnaga, näiteks „jah” või „ei”, neid küsimusi on soovitatav STEM valdkonnas minimaalselt kasutada;*
- *avatud küsimused* nõuavad mõtlemisprotsessi käivitamist ja neile ei saa vastata ühe sõnaga, seetõttu on avatud küsimused STEM valdkonnas alati sobivamad kui kitsad küsimused;
- *topeltküsimused* ei ole STEM valdkonnas sobivad, sest õpilased ei pruugi teada mõlemat vastust ja seetõttu ei julge nad pahatihti endast märku anda;
- *„lõksuga” küsimused* ei ole STEM valdkonnas absoluutselt sobivad, sest õpilased võivad „sisse kukkuda” ja ei usalda enam edaspidi oma õpetajat ning kaotavad huvi õppeaine vastu, ka võib väheneda nende õpimotivatsioon;
- *definiitsiooni-küsimused* sobivad tunni lõppu, peale vastavate definiitsioonide läbitöötamist;
- *täiendavate küsimustega küsimused* on väga sobivad, võimaldavad saavutada edu isegi sel juhul, kui esimesele küsimusele anti mittetäielik vastus;
- *tervele sihtgrupile suunatud küsimused* esitavad väljakutse järelemõtlemiseks kõigile. Ärge kiirustage vastuse saamisega, sest sel juhul katkeb osa kuulajate mõtlemisprotsess;
- *küsimus ühele kindlale õpilasele* on sobiv juhul, kui soovite just teda sihilikult julgustada, „äratada” või tunni segamise eest „trahvida”;
- *esitage ka küsimusi, mis üksteisest sõltumatult viiksid ühesuguste vastusteni;*
- *vajadusel andke õpilastele vastamiseks abistavaid juhtnööre. Ärge vastake ise oma vastuseta jäänud küsimustele – jätke see näiteks õpilastele koduseks järelemõtlemiseks;*
- *õpilased peavad saama tagasisidet, neid peaks kiitma, toetama, suunama;*
- *jne.*

Millele peaks õpetaja õpilaste küsimustele vastates tähelepanu pöörama?

- *vastake lühidalt ja selgelt*, vastuses peab sisalduma oluline, mitte kõrvalised detailid. Briljantne viieminutiline vastus on sageli väärtusliku aja raiskamine. Vastake konkreetset ja kontrollige seejärel, kas sellest piisas küsijale – kui ei, esitatakse Teile kindlasti kohe uus küsimus;

- *kui Teie vastust ei tea, olgu Teil julgust seda ka avalikult tunnistada!* Lubage näiteks vastata järgmisel korral, kuid siis ei tohi Te vastust mingil juhul võlgu jääda. Ausus tõstab Teie autoriteeti;
- *andke õpilastele alati otseseid vastuseid, ärge keerutage!* Kui esitatud küsimus käib järgmise teema kohta, paluge õpilasel varuda kannatust ja kui teema on läbitud, küsige, kas kõik on arusaadav. Kui küsimus on esitatud seetõttu, et suurest osast materjalist ei ole aru saadud, võite paluda õpilasel pärast tundi Teie juurde tulla individuaalsesse konsultatsiooni;
- ***järgige alati küsimuste esitamise kuldreeglit – ärge kunagi esitage oma õpilastele selliseid küsimusi, millele Teie ise ei sooviks vastata oma kaaslaste juuresolekul!***

Vältida soovitatakse:

- jah/ei vastusega küsimusi;
- etteütleval küsimusi, milles vihjatakse õigele vastusele;
- lühivastusega küsimusi;
- vahelesegavaid lisaküsimusi, mis tekitavad õpilastes segadust;
- küsimuste kaskaade, mis tekitavad segadust ja ei teata, mis järjekorras vastata;
- retoorilisi küsimusi, mis soodustavad tähelepanu langust;
- kõikehõlmavaid küsimusi, näiteks: "Kas kõik said aru?", „Kas kellelgi on küsimusi?“
Arukam on paluda õpilastel lahendada mõni ülesanne, mis otseselt näitab, kas uut materjali on mõistetud;
- küsimuse kordamist, välja arvatud juhtudel, kui esialgne küsimus oli halvasti sõnastatud.

Kuidas ebameeldivate küsimuste korral käituda?

- ***ärge vastake rünnakule rünnakuga.*** Jääge alati viisakaks ja väljapeetuks. Kui läheb hästi, siis võtab ülejäänud publik ründaja osas negatiivse hoiaku. Kui ei, siis ei soovi Te veelgi rohkem teisi enda vastu ässitada;
- ***täpsustage küsimust, paluge seda vajadusel selgitada.*** Kui küsimus polnudki küsimus, siis paluge formuleerida küsimus või kui seda ei soovita teha, siis tulekski öelda, et tegemist oli kommentaariga. Samas võiks ka kommentaare omalt poolt kommenteerida, muidu tunneb publik, nagu esineja ignoreeriks publiku seast tulnud ettepanekuid;
- ***vastake väga täpselt esitatud küsimustele, ärge hakake pidama uut loengut.*** Püüdke olla konkreetne ja selgitada lühidalt. Nii väldite ka enda "sisse rääkimist";
- ***kui küsija on kasutanud demagoogiat, siis võib selle ka välja tuua*** ning rõhuda kvaliteetse argumentatsiooni vajalikkust;
- ***ärge alluge provokatsioonidele.*** Jääge viisakaks, sõbralikuks, naeratage ja tänage alati küsijaid küsimuste eest (isegi, kui küsimus ei meeldinud).

Kui Te ei ole valmis kohe vastama, kasutage näiteks järgmisi võtteid:

- *tehke mõttepaus või korrake küsimust aeglaselt, et aega võita;*
- *esitage täiendavaid küsimusi;*
- *adresseerige küsimus edasi kõigile õpilastele, õpilasarühmadele ja algatage diskussioon.*

Küsimused tekitavad esinejas palju närvipinget. Vastaja võtab tihti küsimusi rünnaku või kriitikana. Küsimusi ei küsita ka sageli selleks, et midagi täpsustada, vaid esineja nõrkade kohtade välja toomiseks või oma seisukohtade tugevdamiseks. Küsimused annavad aga alati võimaluse oma seisukohti täpsustada. Küsimuste olemasolu näitab, et kõne tekitab vastukaja, diskussiooni, see läks kuulajatele korda. Küsimused annavad suurepärase võimaluse selgitada, täpsustada, lisada, põhjendada.

8.8.4 Eksami ja kontrolltöö küsimused

“Me oleme juba sünnist saati nii õpilased kui ka õpetajad. Me valime kas olla õpilane või õpetaja vastavalt sellele, kui rahul oleme hetkel oma eluga.” Simon Boylan

Eksamil ja kontrolltöös on STEM valdkonnas enimkasutatavad järgnevat liiki küsimused:

- **lühivastusega küsimused** – enamasti kitsad küsimused ja ülesanded, mis nõuavad põhitõdede identifitseerimist, defineerimist, lühiesseed või lühikeste ülesannete lahendamist. Insenerihariduses on need enimlevinud ja näitavad, kas õpilased on põhitõded omandanud. Nendes ülesannetes on tavaliselt 3–5 arvutustehet. Nende küsimuste kasutamise puhul võib paluda ka seletada lühidalt põhitõdesid või ette anda lahenduskäik ja küsida, kas see on õige. Arvestage sellisele küsimusele vastamiseks kuluvaks ajaks umbes 10 minutit;
- **küsimused, mis nõuavad põhjalikku vastust**, – avatud küsimused, essee või erialaülesande lahendamine, mis kujutavad endast tavapäraseid insenerialaseid arvutusülesandeid. Need ülesanded näitavad, kas õpilane oskab erialaülesannet algusest lõpuni lahendada. Eksamil ei tohiks olla kõik sellised küsimused, sest need ei anna täielikku ülevaadet kogu materjali omandamisest ja on aeganõudvaimad. Arvestage vastamiseks kuluvaks ajaks umbes 20 minutit;
- **valikvastustega küsimused** – viimasel ajal on ka inseneriteadmiste kontrollis hakanud levima nende küsimuste kasutamine. Valikvastustega küsimusi on kerge hinnata ja kui need on õigesti koostatud, võivad olla kasutatavad sarnaselt lühivastustega küsimustega. Kuid nende asjatundlik koostamine võtab rohkem aega kui lühivastustega küsimuste koostamine. Sobib kasutada ainult väga suurtes klassides. Algul koostatakse lühivastusega küsimus, mis peaks olema selge, täielik ja arusaadav. Valikvastuseid võiks olla 4 (a, b, c, d), need peaksid olema ühepikkused ja võimalikult paralleelsed. Kui vastused on numbrilised, andke 10 valikvastust kasvavas järjekorras, paluge valida kõige ligilähedasem vastus. Valikvastusega küsimuste puuduseks on see, et kui õpilane teab lahenduskäiku, kuid teeb arvutusvea – saab ta sama palju punkte, kui see, kel pole lahenduskäigust aimugi. Seetõttu ei soovitata STEM valdkonnas ülesannete lahendamiseks valikvastustega küsimusi kasutada. *Valikvastusega küsimused ei pruugi õpilast üldse mõtlema panna* ja seda tõsiasja tuleks õpetajal alati meeles pidada. Arvestage vastamiseks kuluvaks ajaks 1–2 minutit küsimuse kohta (juhul, kui ei eeldata arvutusi ja püüdke katta kõiki Bloomi taksonoomia tasemeid).

Küsimuste koostamisel nii tunni teema kinnistamiseks, eksamiteks kui ka kontrolltöödeks soovitatakse samuti tugineda **Bloomi taksonoomia erinevatel tasemetel**, arvestades, et kolme viimase taseme küsimused aktiveerivad õpilaste mõtlemist (Pohl 2000).

Mäletamise taseme küsimused:

- Mis juhtus, kui...?

- Kui palju...?
- Mis on...?
- Mis oli see, mis...?
- Nimeta ...
- Defineeri...
- Selgita, mis võiks järgmisena juhtuda...
- Keda sa tsiteerid...?
- Mis on õige, mis vale...?

Arusaamise taseme küsimused:

- Seleta, miks...
- Seleta/kirjuta oma sõnadega...
- Kuidas sa seda seletaksid...?
- Miks nii juhtus...?
- Kirjuta lühikokkuvõte...
- Mis võiks järgmisena juhtuda...?
- Mida sina arvad...?
- Mis oli põhiidee/mõte...?
- Selgita...
- Illustreeri...
- Joonesta

Kasutamise taseme küsimused:

- Nimetage veel juhtumeid (tingimusi), kus.....
- Rühmitage järgmiste karakteristikute alusel.....
- Millist muutujat/suurust te muudaksite, et...?
- Milliseid küsimusi saaks esitada...?
- Antud info alusel koostage järgmised sammud/tegevused.....

Analüüsi taseme küsimused:

- Mida oleks võinud vältida...?
- Kui...oleks toimunud, siis millised oleksid võinud olla tagajärjed?
- Kuidas ...on sarnane...?
- Milliseid võimalikke tulemusi veel näed?
- Miks...muutused toimusid?

- Selgita, mis oleks juhtunud, kui...
- Milliseid võimalusi veel on....?
- Mis seda võis põhjustada...?
- Erista ... alusel.....
- Mis tingimustel oleks võinud seda vältida..?
- Mis oli pöördetpunktiks...?
- Mis oli valesi...?
- Mis siis kui.....? (kõige olulisem analüüsi küsimus STEM valdkonnas)

Hindamise taseme küsimused:

- Hinnake ... väärtust. Mida teie arvate...?
- Kaitse oma seisukohta...suhtes
- Mida sa arvad, kas... on õige vastus?
- Kuidas oleksid sina seda teinud/lahendanud...?
- Mis muudaks... mida sina soovitaksid?
- Mida sina arvad...? Mida sa arvaksid, kui...?
- Kui efektiivne/mõjus on...?
- Mis võiksid olla tagajärjed...?
- Kuidas mõjutab [...]....[...]?
- Mis oleksid poolt ja vastu argumendid....?
- Mille poolest on see väärtuslik?
- Millised võiksid olla alternatiivid?

Loomise taseme küsimused:

- Kavanda [...]... et ...
- Kavanda võimalik lahend ...
- Kui sul oleks vaba ligipääs kõigile vahenditele, kuidas sina lahendaksid ...?
- Kavanda oma mudel/viis ...
- Mis oleks võinud juhtuda, kui ...?
- Mitmel erineval viisil oleks võimalik...?
- Kavanda uued ja ebaharilikud võimalused...rakendamiseks...
- Kavanda ettepanek, mis aitaks....

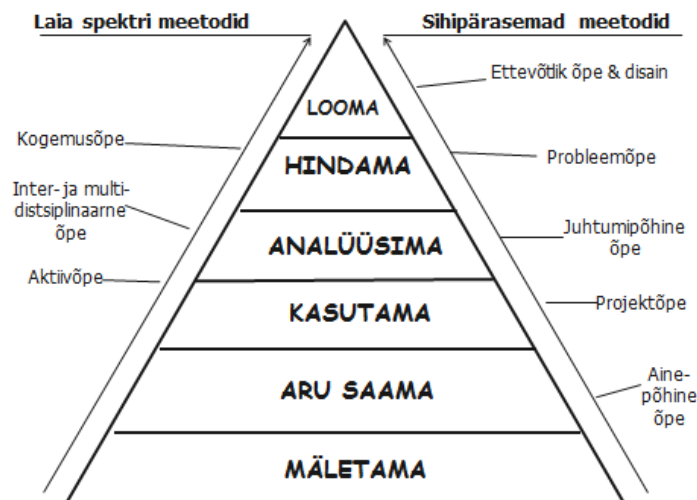
Stressi alandamiseks ja õpilaste agressiivsuse vähendamiseks võite paluda iga ülesande juurde lisada ka õpilasepoolse kirjaliku kommentaari, tema arvamuse, mis hinnet ei mõjuta. Kui loete hiljem neid kommentaare, mõistate, et õpilane ongi juba „auru välja lasknud”.

Küsimuste esitamine on õppimise ja õpetamise keskmeks. Meie eesmärgiks peaks olema püüda saada õpilastelt paremaid vastuseid, võimaldades neile aega mõtlemiseks ja reageerimiseks. Õpetajad toetavad õppimist, kui teevad selget vahet küsimuste kvaliteedil ja nende kasutamisel ning julgustavad õpilasi küsimusi esitama. Küsimusi esitades, praktiseerides kasvab õpilaste võimekus. Kui tekkib selline õhkkond, kus õpilaste küsimusi peetakse väärtuslikeks, edendatakse tõelist õppimist ja õpetamist.

8.8.5 Informeeritud õpetamise strateegiad tulemusliku õppimise toetamiseks

„Haridus oleks tunduvalt tulemuslikum, kui selle eesmärgiks oleks lõpetajatele mõista anda kui palju nad veel ei tea ja kui oluline on elukestev õpe.“ William Haley

Oluline on meetodite mitmekesisus. Kindlasti tuleks tulemuslikuks õpetamiseks kasutada erinevaid meetodeid, omades ülevaadet meetodite paletist. **Selel 8.24** on esitatud õppemeetodeid süvaarusaamisega õppimise ja kõtgema taseme mõtlemise toetamiseks. Kindlasti tuleks meetodeite valikul aluseks võtta õppesisule sobivaim. Rõhutada tuleks, et meetodite mitmekesisus eeldab nii sihipärasemate kui ka nn „laia spektri“ meetodite kasutamist tulemuslikuks õpetamiseks.



Sele 8.24 – Õppemeetodeid süvaarusaamisega õppimise toetamiseks

Juhtivad tehnoloogiaülikoolid on koostanud suunised informeeritud õpetamise läbiviimiseks (<http://www.guidelinesonlearning.com/>):

- tulemuslikku õppimist toetab enim õppurite aktiivsus kogu õppeprotsessi jooksul;
- tulemuslikku õppimist toetatakse uurimusliku õhkkonna ja õppekeskkonnaga, kus õppuritele esitatakse piisavalt väljakutseid ja tegevused on sõltuvad uurimise ja meisterlikkusest;
- õppeülesanded peavad olema huvitavad ja mõtlemist toetavad;

- õpilaste regulaarne struktureeritud eneseanalüüs, mis peegeldaks kogemusi, parimaid praktikaid ja toetaks süvaarusaamisega õppimist;
- õppimine on tulemuslikum, kui õppurite lähteteadmistega arvestatakse ja uued teadmised seostatakse nendega;
- õppurid on enam kaasatud, kui õppeprotsess on seostatud tegeliku elu ja eriala erisustega;
- õppurite motiveeritus ja kaasatud kasvab, kui toetatakse dialoogi nii õpilaste-õpetajate vahel kui ka õppurite vahel, luues õpikogukondi;
- kõigi õpikogemustega arvestamine toetab tulemuslikku õppimist;
- õpilased õpivad erinevalt ja seetõttu on abiks erinevad õppemeetodid ja –viisid (auditiivne, visuaalne jne);
- selgelt mõistetav suhtlemine, selged ja üheselt mõistetavad õppe-eesmärgid, õpiväljundid ja õppetegevused on motiveerivad ja toetavad õppimist;
- kui toetatakse õppurite vastutust oma õppimise eest, käivitub kõrgemal tasemel mõtlemine (analüüs, süntees, hindamine, loomine) valmistatakse õppureid paremini ette tulevaseks tööks ja elukestvaks õppeks;
- lõpetajate oodatavaid kompetense omandatakse aineõpingutes ja –kontekstis;
- õppimist toetatakse ja õpioskusi arendatakse IKT vahendite läbimõeldud kasutamisel;
- kooperatiivne ja kollaboratiivne õppimine paarides aitab omandada suhtlemisoskusi, erialaseid oskusi ja kognitiivseid oskusi;
- tulemuslikku õppimist toetatakse õpiväljundite omandamist toetavate hindamismeetoditega;
- ajakohane ja mõtestatud tagasiside toetab tulemuslikku õppimist.

MIT kujundas tutvustatud suunised õpetamise olulisemate kategooriate alusel järgmiselt
(<https://tll.mit.edu/help/guidelines-teaching-mit-and-beyond>):

- **kavandamine** – mida peavad õppurid pärast ainekursust teadma ja oskama. Kui õppe-eesmärgid ja õpiväljundid on selgelt ja arusaadavalt sõnastatud, siis on selgem ka, kuidas ainesisu õpetada ja millised tegevused toetavad õpiväljundite omandamist. Siin tuleks arvestada õppurite lähteteadmiste, ainekursuse selgete ootuste, eesmärkide ja õpiväljundite, õppetegevuse joondamise, aktiivõppe, motivatsiooni ja tegeliku elu kontekstiga.
- **edastamine** – kuidas materjali esitlete, kuidas rakendate õppeülesandeid õppimise toetamiseks. Võtke aluseks õpiväljundid ja koostage õppeülesanded ja kujundage õppekeskkond. Kasutage erinevaid õppemeetodeid, arvestage erisustega, kaasake õppureid, toetage erialaste kompetentside arengut, toetage õppimist, toetage õpikogukondade teket ja õpetaja-õuuri ning õppurite omavahelist suhtlemist, toetage õppurite vastutse võtmist oma õppimise eest ja kõrgema taseme mõtlemist, aga ka õppurite eneseanalüüsi – kuidas paremini õppida.
- **hindamine** – süstemaatiline andmete kogumine õppimise edukusest, õpiväljundite omandamisest. Hinnatakse mida õppurid on omandanud, kuidas seda õpiti (protsess), ja kuidas suhtuti õppimisse ainekuruse alguses, keskel ja lõpus. Looge võimalusi enese- ja vastastikhindamiseks, joondage õpiväljundid, ainesisu, metoodika ja hindamine, küsige ja andke ajakohast tagasisidet. Kasutage kujudavat hindamist (tagasisidet) õpiprotsessi jooksul nii õppimise tulemuslikkuse kui ka õppemeetodite sobivuse analüüsiks, kasutage kokkuvõtvat hindamist õppimise hindamiseks.

8.9 Praktilisi soovitusi

„On olemas kolme tüüpi üliõpilasi: ühed saadavad korda imesid, teised jälgivad kõrvalt, kuidas imed toimivad ja kolmandad imestavad, mis üldse toimub.“ Donno



Koostage erinevatest Teie õppeaine õpetamiseks sobivatest meetoditest oma õppeaine õpetamise metoodika. Varieerige erinevaid meetodeid.

Kasutage interaktiivseid loenguid, rühmatööd, aktiivõpet, laboratoorseid töid, probleemipõhist õpet jne.

Õppige kasutama küsimuste ja vastuste strateegiat. Kasutage nii otsese kui ka kaudse õpetamise mudelit.

Võimalusel kasutage lisaks deduktiivsele õpetamisele induktiivset õpetamist.

Kasutage vajadusel e-õpet, kombineeritud õpet.

Õpetage oma õpilasi kriitiliselt mõtlema. Rakendage erinevaid ülesannete lahendamise meetodeid ja rühmaeksamit.

Kuidas saaksite rakendada tasakaalustatud ja integreerivat õpet?

Kuidas saaksite kaasata õpilasi rakendama erinevaid mõtlemisoperatsioone ja kriitilist, kõrgema taseme mõtlemist ?

Millised meetodid sobivad teie õppeaine õpetamisel? Kas ja kuidas saaksite kasutada aktiivõpet, probleemipõhist õpet, pööratud klassiruumi oma õpetatavas aines? Kuidas saaksite erinevaid meetodeid kombineerida?

9 ÕPITULEMUSTE HINDAMINE JA TAGASISIDE

„Kui ma sain oma esimese tunnistuse ja vanemad nägid mu hindeid, ütlesid nad, et jalgpallitrenn jääb ära...” Joe Biden

Paljudele õpilastele omavad hinded esimest akadeemilist prioriteeti. Õiglaselt koostatud, läbiviidud ja hinnatud õpitulemuste kontrollimine suurendab õpilaste motivatsiooni. Õpitulemuste kontrollimiseks tuleks läbi viia mitte üksnes teadmiste kontrolli, vaid sellele lisaks on soovitatav kontrollida ka omandatud oskusi ja õpitust süvaarusaamist, juhtides ja toetades seeläbi õppimist. Üldreeglina kasutatakse iga probleemi lahendamisel mitut kompetentsust ning tulemuse analüüsil võivad suutlikkuse tasemed muutuda erinevalt.

Õpitulemuste logi kontrollimine tõstab õpilaste aktiivsust kogu semestri vältel, annab kogemusi ülesannete lahendamiseks, enesehinnanguks, teadmiste täiendamiseks, õpitu kordamiseks ja kiirendab õpitu omandamist. Oluline on, et õigeaegset tagasisidet saaksid nii õpetaja kui ka õpilane. Kui kursuse hinde määrab aga ainult eksam, muutub õppetöö semestri lõpus spordivõistluseks, tunduvalt stressirohkemaks ja mahajääjad langevad välja. Et saavutada järjepidev tulemuslik õppimine, tuleks õpitulemusi kontrollida, logida kogu semestri/veerandi vältel pidevalt ja läbi viia nii õpitulemuste hindamist kui ka anda pidevat tagasisidet.

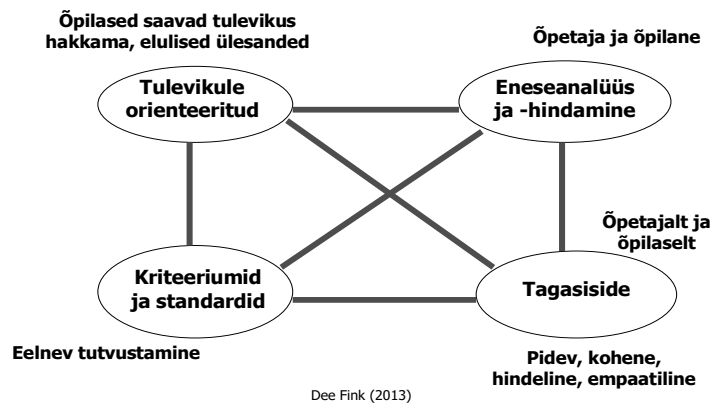
Käesolev peatükk tutvustab lähemalt õpitulemuste hindamise ja tagasiside erinevaid meetodeid. Õpitulemuste tagasiside ja hindamine on inseneripedagoogikas tähtsad strateegiad, mida kasutatakse mitmetes õppemeetodites ja -mudelites. Hindamine on tihti kokkuvõttev väljund, mida kasutatakse erinevates tähendustes – hinde logi, hinde panemine, kontrollimine, tagasiside. Hindamise olulisim eesmärk on õppimise parendamine ja toetamine, saavutatu mõõtmine õppeprotsessis (treenimisel, harjutamisel, mitte nagu spordivõistlustel). Inseneripedagoogikas on oluline hindamisega mõõta, mida õpilane teab (mitte mida ta ei tea!) ja mida tal tuleks juurde õppida, täiendada. Hindamine ei tohiks olla karistuseks või trahviks. Hinnatakse õpilase sooritust, tulemust, mitte teda ennast.

Hindamine üldiselt hõlmab reeglina nii õpitulemuste kui ka õppeprotsessi analüüsi. Hindamine ja analüüs sõltuvad sellest, millisel eesmärgil kavatses hinnata ja hindamistulemusi kasutada. Selles tegevuses tähtsustub nii õpetaja kui ka õpilase enesehindamine. Enesehindamise üheks peamiseks meetodiks on portfoolio (arengu- või õpimapp).

Hindamine ja tagasiside omavad ühist eesmärki: nad on tulevikule orienteeritud, et õpilased õpiks õppima, omandaksid vajalikke kompetentsusi, oskaksid õpitut uutes olukordades rakendada, saaksid oma tulevase tööga hakkama ja oleksid võimelised kohanema (vt **sele 9.1**, Fink 2013).

Hindamise ja tagasiside puhul on olulised objektiivsus ja empaatia, arvestada tuleks õppurite lähtetaset, progressi ja õpiväljundite saavutamist. Oluline on ka hindaja asjatundlikkus.

Hindamist ei tohi ületähtsustada, tavaliselt kulutatakse minimaalselt 80% ajast õpetamisele ja kuni 20% hindamisele. Samas pole vaja ka kõike hinnata, vaid ikka seda, mida õpilane rakendada suudab.



Sele 9.1 – Hindamise ja tagasiside põhimõtted (Fink 2013)

Tagasiside peaks olema pidev ja vastastikune, oluline on ausus, positiivsus ja empaatia, mitte aga halvustamine ning alavääristamine. Hindamise komponentideks on ka enese- ja vastastikhindamine ning analüüs. Kindlasti tuleks hindamiskriteeriumeid ja –põhimõtteid tutvustada kohe esimeses tunnis, et õpilastel oleksid selged ootused. Hindamise puhul on oluline, et õpetaja õpetaks (ja õpilane õpiks) seda, mida hiljem ka hinnatakse.

9.1 Teadmiste kontrollimine – testimine

„Me peame olema ettevaatlikud, et meie õpilased ei kaotaks motivatsiooni pidevas eksamiteks ettevalmistumises ja testimises“ Freeman Dyson

Testimine (testing) on STEM valdkonnas üks kõige objektiivsemaid teadmiste kontrollimise meetodeid, sest tavaliselt on testimise protseduur täpselt reglementeeritud, eelnevalt kokkulepitud ja üheselt mõistetav, tingimused ja nõuded eelnevalt tutvustatud ning hindedkaala kindlaksmääratud. Seetõttu ei sõltu testi tulemus testi sooritaja isikust, vaid tema teadmistest ja oskustest.

Testimisega kontrollitakse õpiväljundite omandamist. Testi eesmärk õppeprotsessis on diagnostiline.

Test on reeglina standardsete ülesannete kogum, mille sooritamise tulemuste alusel on võimalik hinnata õpilase teadmisi, oskusi ja kogemusi, oskust õpitut rakendada uutes olukordades. Test on uurimis- ja diagnostikameetod, mis võib näiteks olla kontrolltöö, tunnikontroll, eksam jne (vt jaotis 9.3.3.2).

Eristatakse järgmisi teste:

- eelteadmiste testid;
- jooksvad testid;
- temaatilised testid (kindla teema kohta);
- kokkuvõtvad testid;
- enesehindamise testid jne.

Psühholoogiline pinge. Uuringud on tõetanud, et kui test viiakse läbi kindlaksmääratud aja piires, tõuseb õpilaste psühholoogiline pinge. Samuti tõuseb pinge juhul, kui ei ole võimalik testi uuesti teha tulemuse parandamiseks (Žukov 2014). See on ka põhjuseks, miks näiteks KHT-s ja Chalmersi Tehnoloogiaülikoolis ei ole testide tegemisel ega eksamite sooritamisel piiranguid ja neid on võimalik lõputult ümber teha, see omakorda on vähendanud ka spikerdamist.

Testi tulemused annavad ülevaate õpilaste subjektiivsetest raskustest ülesannete lahendamisel ja võimaldavad muuta ning parendada õpetamise kvaliteeti.

Õppematerjali omandamise koefitsient. Žukov (2014) on esitanud õppematerjali omandamise koefitsiendi:

$$K_{\alpha} = Q_3 / Q_T$$

kus Q_T - on ühe ja sama tasemega testülesannete arv ja Q_3 – üldine testülesannete arv, mida õpilased lahendavad.

Õpilaste poolt lahendatavad testi ülesannete üldine arv $Q_3 = Q_p - \gamma (Q_T - Q_p)$, kus Q_p – õigete vastuste arv ja γ - paranduskoefitsient, mis sõltub testi ülesannete võimalike õigete vastuste arvust k ($k \leq 2$, $\gamma=1$), ($k=3$, $\gamma=1/2$), ($k=4$, $\gamma=1/3$), ($k=5$, $\gamma=1/5$).

STEM valdkonnas on aluseks võetud, et $K_{\alpha} \geq 0,7$ (atesteerimise tsoon) puhul on piisav õppematerjali omandamise tase. Vahemik (K_{α}) 0,3 kuni 0,7 (kontrollitsoon) viitab sellele, et õppematerjali tuleks veel täiendavalt läbi töötada ja tüüpülesandeid lahendada (soovitavalt kas õpetaja juhendamisel või vastavate meetodiliste materjalide ja enesekontrolli testide olemasolul).

Kui test on sooritatud tulemusega (K_{α}) 0,2 kuni 0,3, siis on õpilaste subjektiivsed raskused nii suured, et iseseisva tööga testi sooritamiseks vajalikke teadmisi on praktiliselt võimatu omandada ja vajalik on õpetaja abi ning juhendamine. Tegemist on Vögtski lähima arengutsooniga, kui õpilane on võimeline lahendama ülesande õpetaja või kaasõpilaste juhtnööride või „etteütlemise“ abil, vastasel juhul on vajalik teadmiste omandamine vajalik uuesti tunduvalt madalamalt astmelt alates (vt jaotis 4.2.4 – Konstruktivism).

Testi võib pidada usaldusväärseks juhul, kui $p \geq 0,7$, kusjuures minimaalne testi sooritamise aeg peaks olema 40 minutit ja test peaks sisaldama 5-8 ülesannet sõltuvalt nende keerukusest.

Testimine peaks olema dokumenteeritud ja hiljem taas kontrollitav. Testi tingimused, läbiviimise kord, hindamise põhimõtted jms peaksid eelnevalt olema õpilastele esitatud kirjalikult vältimaks väärarusaamist ja tagamaks selgeid ootusi (vt jaotis 9.3.3.2).

Testi sooritamist võib hinnata, testi sooritamise kohta võib anda tagasisidet.

Hilda Taba (Läänemets 2015) rõhutas, et kõike ei saa ega polegi vaja testidega mõõta ega hinnata. Tähtsust omavat tagasisidet õpilase jõudluse ning üldhinnangut õppekava rakenduse kohta on võimalik saada siis, kui töötaksime välja kontrollivahendid, mis näitavad, kuidas õpilased oskavad omandatud teadmisi kasutada. See mõte väärleb erilist tähelepanu, sest mitmes riigis on tehtud jõupingutusi testitööstuse arendamiseks, selle asemel, et kasutada suuremaid ressursse tähtsust omava õppimise korraldamiseks, mis omakorda võiks viia õpilaste optimaalse akadeemilise jõudluseni.

Ajakulu. Kui palju aega peaks testidele arvestama? Nn „rusikareegel“ on , et valikvastustega testi küsimusele arvestatakse ligikaudu 1 minut, lühivastustele 2-3 minutit, esseeküsimustele 10-15 minutit, 1 leheküljelise teksti kirjutamiseks 30 minutit, ülesannete lahendamisel arvestage õppuritele 3 korda rohkem aega kui endale. Kindlasti tuleks ka õppureid ettenähtud ajakulust teavitada. Et etteantud ajaga

toime tulla, tuleks enne kõike vastate neile küsimustele, mida kindlalt teatakse ja seejärel hakata lahendama neid ülesandeid, mis nõuaksid rohkem aega (McKeachie 2006).

9.2 Tagasiside

“Tagasiside on tšempionite hommikueine” Ken Blanchard

Tagasiside (feedback). Erinevatel hinnangutel mõjutab tagasiside (erinevatest allikatest ja vormis) õppetöö tulemust kuni 70% ulatuses. Tagasiside on kokkuvõttev ja seotud jooksvate tulemuste analüüsiga.

Edasiside (feed forward) on tagasiside üks vorme, mis on kujundav ja suunatud sellele, mida teha järgmisel korral teisiti. Edasiside on coachiva loomuga ja seda juhitakse küsimustega.

Mida kujutab endast tagasiside? Tagasiside on õppetöö tähelepanelik jälgimine, logi, tulemuste analüüs ja ettepanekud efektiivsema õppetegevuse kujundamise, õpetamise ja õppimise parendamise eesmärgil. Tagasiside on vastastikune. Tagaside annab õppijale võimaluse oma õppimist juhtida.

<https://tll.mit.edu/help/course-evaluations>

Tagasiside eesmärgiks on:

- arendada õpilaste analüüsioskusi;
- anda õpetajale õppeaine arendamiseks ja õpetamise parendamiseks tagasisidet;
- suunata õpilast õppeprotsessis;
- anda õpilastele tagasisidet õppimise parendamiseks;
- tuvastada õpetamise kitsaskohti ning kavandada otstarbekamalt õppekava ja õppetegevusega seotud arendustegevust;
- suunata ja kujundada õpilaste ja õpetajate arusaama hea õppimise ja õpetamise tavast.

Õpetajad saavad tagasiside tulemusena teada, kuidas, kui palju, mida ja kui hästi nende õpilased õpivad, aga ka seda, kuidas õpetaja poolt kasutatud õppemeetodid õpilastele sobivad. Tagasiside tulemustega õigeaegne arvestamine õppetöös aitab õpilastel veelgi efektiivsemalt ja paremini õppida. Tagasiside tulemusi võib kasutada ka õpilaste eelteadmiste kindlaks määramiseks enne ainekursuse algust.

Tagasiside andmisel ei panda õpilastele hindeid. Tagasiside on alati positiivse alatooniga põhimõttel „Kiida ja tunnusta. Kiida ja tunnusta. Kiida ja tunnusta. Kohe!“ Selleks, et õpilane tunnetaks, et ta on hästi hakkama saanud, et ta enesekindlus kasvaks, peaks tunnustuse ja kriitika suhe olema vähemalt 3:1. Ja ruumi on veelgi – „jalad ei tõuse õhku“ ehk reaalsustaju ei kao enne, kui jõutakse suhteni on 7:1 või ka 11:1 (Melezinek 1999).

Tagasiside andmisel tasuks hoolega jälgida, et öeldaks niipalju kui vaja ja ikka õpilase sooritatud tegevuse ning selle tulemuse, mitte õpilase enda, näiteks tema iseloomuomaduste, hoiakute, väärtuste, tõekspidamiste ja vaadete kohta.

Nii nagu igasuguses suhtluses, tuleks ka tagasiside andmisel hoiduda enamlevinud suhtlemistõketest, milleks on:

- ründamine või terav kritiseerimine,
- võrdlemine, eriti ebasoodsasse võrdlusse asetamine,
- tarbetult pikk ja põhjalik küsitlemine,
- õpetamine ja moraliseerimine,
- iroonia, n-ö oma koha kättenäitamine,

- hoiatamine ja kamandamine,
- mõtete moonutamine, näiteks negatiivse ülevõimendamine.

Paljukiidetud on nn „**hamburgeri**“ **tagasiside** ehk „**kihiline**“ **tagasiside**, kus üksteisele järgnevad positiivne (tunnustav), negatiivne (korrigeeriv), positiivne (toetav) tagasiside, ei ole siiski osutunud mõjusaks STEM valdkonna õppetegevuses, mida on kinnitanud nii mitmedki uuringud. „**Hamburgeri**“ tagasiside kohta arvatakse, et sellises järjekorras antud sõnum maandab kohe alguses õpilase pingeid ning kriitilised tähelepanekud ja ettepanekud võetakse paremini vastu. Tegelikult jääb sel juhul küll lõpus kõlama positiivne sõnum, mis peaks ju innustama ja motiveerima, kuid kahetsusväärset unustatakse siiski ära, mis on tagasiside üldeesmärk. Tegelikult ei ole tagasiside eesmärgiks mitte see, et tagasiside andja saaks „kõik ära öelda, mida ta antud hetkel arvab“ ega ka see, et tagasiside saaja „saaks aru, mis ta valesti tegi“.

Tagasiside eesmärk on ainult üks – et õpilane õpiks ja areneks ning õpetaja saaks oma õpetamist ja õpilane oma õppimist sellel eesmärgil parendada. Uuringud on tõestanud, et negatiivse tagasiside korral kipuvad inimesed intuiitselt tegema ühte kahest (või vahel ka mõlemat korraga): devalveeritakse tagasiside allikat („Mis tema ka sellest teab!“, „Ma ei meeldi talle, ta lihtsalt kiusab mind!“) või siis suunama vastutuse endast väljapoole (süüdi on keegi teine õpilane või asjaolu). Seetõttu ei aita ka „hamburgeri meetod“ – tunnusta, kritiseeri, tunnusta – sest reeglina devalveeritakse negatiivne sõnum või lükatakse vastutus eemale.

Õpilane õpib kõige enam omaenda kogemusest, läbi eksimuste ja nende analüüsi. Seega on põhiküsimus (kui eesmärk on, et õpilane õpiks ja areneks), kuidas omavahel siduda tagasiside ja õpilase õpikogemus.

Parimaks on siin osutunud nn juhendava (ehk coach'iva) tagasiside kasutamine. Et kriitikat on reeglina raske vastu võtta, tuleks ka puudustele osutada positiivse ja arengule suunatud juhendava tagasisidega. Näiteks: „Mida oleks Sul võimalik teha, et suudaksite rühmaga järgmisel korral projekti tulemuslikumalt ja sõbralikumalt analüüsida?“ „Mida saaksid teha, et jõuda homme täpselt tunni alguseks kohale?“ jne:

- Mis oli eesmärk, mida sa tahtsid saavutada?
- Kuidas Sul läks?
- Mis läks hästi ja mis ei läinud nii, nagu ootasid või tahtsid?
- Mis võiks olla põhjuseks, et sa ei saavutanud soovitud tulemust?
- Mida teeksid teisiti, kui saaksid seda uuesti teha?
- Mida Sa edasi teed?

Juhendav (Coachiv) tagasiside puhul ei ole oluline, kas tegu on tagasisidega positiivse või negatiivse sündmuse-tegevuse-tulemuse kohta. **Juhendav** tagasiside on oluline õpilasele endale ja see ongi oma kogemusest õppimise toetamine ning suunamine. Nii väheneb ka pinge kuidagi eriliselt tegeleda nn negatiivse tagasisidega – tagasiside on alati tagasiside. Ei ole olemas läbikukkumisi ja ebaõnnestumisi, on vaid õppimine ja areng. Seeläbi kaob ka õpilaste hirm eksimuste ees.

Konstrukttiivne tagasiside STEM valdkonnas – keskenduge coach'ivale tagasisidele ja järgige järgmisi soovituslikke põhimõtteid:

- *olge konkreetne ja detailne.* Üldine tagasiside pole eriti tõhus. Aju ei võta seda lihtsalt vastu ning tõrjub seda nende mälestuste abil, mille kohta saadav tagasiside ei kehti. Tooge näiteid konkreetsetest situatsioonidest. Keskenduge faktidele.
- *keskenduge käitumisele.* Saab paluda muuta eelkõige käitumist, mitte aga isiksust. Ärge alandage ega häbivääristage õpilast tema isiksuse sildistamisega ja hinnangute andmisega, vaid jääge olukorra kirjeldamise juurde. Käitumise põhjuste otsimise ja süüdlaste leidmise asemel keskenduge lahenduste otsimisele ja sellele, mida tagasiside saaja reaalselt mõjutada saab. Võimalusel leidke käitumises ka midagi positiivset või midagi mida hästi teinud on. Tagasiside peab omama positiivset väärtust tagasiside saajale ja keskendumale sellele, mida saab muuta;
- *lähtuge püstitatud eesmärkidest ja analüüsige vaid neid* – ärge olge laialivalgud;
- *tooge välja põhjus, miks tagasisidet antakse – näidake mõju,* leidke võimalus, kuidas näidata, et saadav tagasiside on kasulik isiklikult selle saajale. Nii suureneb tõenäosus oodatud muutuseks. Näidake välja, et hoolite ja toetate õpilast olukorra lahendamisel.
- *kasutage efektiivseid tagasisidestamise sõnastusi,* väljendage oma ootusi ja usku õpilase võimetesse.
- *kuulake.* Inimestel on vajadus sageli end „ventileerida“ enne, kui nad on valmis tagasisidet vastu võtma ning alati on olukordadel erinevad vaatenurgad. Enne kui annate omapoolse nägemuse, pakkuge võimalust õpilasele rääkida sellest, kuidas tema seda situatsiooni tajub. Niisamuti vestluse käigus on kasulik võtta teadlikult kuulaja positsioon ja anda võimalus teisel osapoolel oma seisukohtade avaldamiseks.
- *aidake kaasa eneseanalüüsile ja lahenduste leidmisele.* Muutuste võti peitub sageli selles, kui võrd suudad erinevate küsimustega tekitada tagasiside saajas eneseanalüüsi protsessi. Üks võimalus on keskenduda sellele, mida saaks olukorrast õppida. Pole paha seda ka otsesõnu küsida, kasutades *coach'ivat ehk juhendavat* tagasisidet: „Mida Sa sellest olukorrast õppisid?“ „Mida Sa tulevikus teisiti tahaksid teha?“ „Mida me oleksime pidanud teisiti tegema?“ jne
- *valige sobiv aeg ja koht ning looge positiivne ja rahulik õhkkond.* Tõhususe üldreegel tagasiside osas on, et negatiivset tagasisidet jaga võimalikult väheste ja positiivset võimalikult paljude inimeste juuresolekul. Parim tagasiside andmise viis on endiselt näost-näkku, vältida tuleks selle tegemist näiteks e-kirja teel või teiste inimeste kaudu.
- *kontrollige üksteise mõistmist ja sõlmige kokkuleppeid.* Paludes tagasiside saajal kuulnud analüüsida ning teha temal kokkuvõtted vestlusest, saate hinnata, kas sõnum, mida tahtsite edasi anda, on reaalselt ka kohale jõudnud. Kindlasti tasub jõuda konkreetsete kokkulepeteni, mis on mõlema poole jaoks vastuvõetavad ehk mille tulemusena reaalselt midagi muutuma hakkab.
- *negatiivne tagasiside peaks olema pigem erand ja positiivne normaalsus.* Ilma konstruktiivset või negatiivset tagasisidet andmata alati ei saa ja ei peagi. Räägitakse suhtest 3:1 / 7:1 ehk iga negatiivse tagasiside kohta oleks vähemalt kolm kuni seitse positiivset. Loomulikult ei tasu seda suhet ilmtingimata taga ajada, kuid selle poole tasuks püüelda, sest see on edasiviiv.

- *andke tagasisidet kohe, ärge kuhjake seda pikema ajaperioodi peale.* Eriti kehtib see negatiivse tagasiside kohta. Muutused saavad tekkida siis, kui tagasisidet antakse korraga väikestes kogustes, mitte ei maeta õpilast sügavale kommentaaride hunniku alla.
- *kohelge tagasiside saajat endaga võrdsena*, et toetada, mitte ei hinnata;
- *tunnustage.* Illustreerige tunnustust positiivsete näidetega, üldine tunnustus („päris hea“) ei ole motiveeriv;
- *säilitage lugupidamist ja empaatilisust* – kõige efektiivsem on tagasiside, mille andja on toetav, lugupidav ja empaatiline;
- *olge positiivne* – uuringud näitavad, et kõige enam aktsepteeritakse ettepanekuid, millele eelnevad positiivsed kommentaarid ja üldine positiivne hinnang. Liialdamist ettepanekutega käsitletakse pigem kui kriitikat;
- *tähelepanekute hulk* – me suudame korraga vastu võtta vaid piiratud hulga teavet. Piirduge kahe-kolme tähtsaime asjaga;
- *vältige „aga“-sid*, ärge lõpetage positiivset tagasisidet „aga“-ga;
- *jälgige, kuidas õpilane tagasisidega toime tuleb* ja millisest tagasisidest kõige paremini õpib. Ebasobivalt antud tagasiside võib vähendada motivatsiooni;

Soovitusi tagasiside saajale:

- kuulake aktiivselt!
- tehke märkmeid tagasiside kohta, see omakorda aitab hoiduda asjatutest selgitustest ja võimaldab soovitusi hiljem üle lugeda;
- kui esitatakse Teie arvamusest erinevaid arvamusi, tekib tahtmine ennast kaitsta ja oma tegevust õigustada. Jälgige, et vastutuse võtmise asemel ei tõmbuks Te kaitseasendisse. Võtke ettepanekuid kui võimalusi õppimise parendamiseks, mitte kui vastasseisu;
- suhtuge ettepanekutesse kui väärtuslikku infosse, mis annab võimaluse asja parendada, mitte aga kui kallaletungi. Tagasiside annab võimaluse teada saada, mida teised on tähele pannud ja kuidas aru saanud Teie tegevusest;
- kuulates tagasisidet, andke endale võimalus mõelda ja analüüsida, kas saadud informatsioon on Teile kasulik ja kas soovite tulevikus oma tegevuses midagi muuta;
- küsimused tagasiside kohta – tagasiside saajal on mõistlik esitada küsimusi tagasiside kohta;
- edasise tegevuse kavandamine.

Tagasiside toimib konkreetses õpisiuatsioonis.

Tõhus tagasiside vastab kolmele küsimusele:

- *kuhu ma olen minemas?* (eesmärgid) – *Feed up*;

- kuidas on mul seni läinud? – *Feed back*;
- mis on minu järgmised sammud? – *Feed forward*.

Tagasiside mudelid:

- TMS- mudel:
 - T- tegevuse vaatlus – kõik see, mida õpilane teeb hästi või halvasti valdkonnas, mis on vaatluse all;
 - M- tegevuse mõju - tulemused, mis on sellel tegevusel;
 - S- soovitud edaspidiseks - tegevusvaldkonnad, milles juhendatav võiks olla efektiivsem;
- ERVK mudel:
 - Eesmärk – määra pikaajaline eesmärk, lepi kokku teemad ja eesmärgid;
 - Reaalsus - palu õppuril endal esimesena anda hinnang, too näiteid;
 - Võimalused - pühendu tegutsemisele, määratle takistused, sammud ja aeg;
 - Kokkuvõte, analüüs - arutage läbi võimalused, küsi ettepanekuid.

Tagasiside peaks olema:

- *õpilasekeskne* ja õppimist toetav – suunates nii õpilaste kui ka õpetajate põhitähelepanu eelkõige õppimise jälgimisele ja selle parendamisele. Õpitulemuste parendamiseks on sageli väga efektiivne aidata õpilastel muuta nende õpiharjumusi või arendada nende oskusi, analüüsivaks oma mõtlemist ja õppimist ning tutvustada neile erinevaid õpistiile. Edasises elukestvas õppes peavad õpilased ise võtma enesele täieliku vastutuse õppimise eest. Tagasiside aitab neil oma tegevust suunata ja edasisi otsuseid langetada;
- *õpetajakeskne* – õpetajatöö seisneb targal ja efektiivsel teadmiste kasutamisel ja otsuste langetamisel. Mitte keegi teine ei saa õpetajale ette öelda, mida ta järgmise sammuna tunnis tegema peab. Õpetaja otsustab, mida ja kuidas kontrollida – kas kontrollida õpitulemusi hindeliselt või mitte – ning kuidas tegutseda edasi pärast vastavate tulemuste analüüsimist. Õpetaja ei ole kohustatud kellegagi jagama tagasiside tulemusi;
- *vastaslikku kasulik* – olles suunatud õppimisele ja arenemisele ning eeldades õpilaste aktiivset tunnis osalemist. Õpilased omandavad oskusi eneseanalüüsiks, nende motivatsioon tõuseb teadmisega, et õpetaja on huvitatud nende edust. Mida aktiivsemalt õpilased õppetöös osalevad, seda paremad on õpitulemused ja seda edukamad nad ka õppijatena on. Õpetaja omakorda peaks esitama endale oma õpetamise efektiivsemaks muutmiseks kolm järgmist küsimust:
 - Missuguseid põhilisi teadmisi ja oskusi soovin ma õpilastele õpetada?
 - Kuidas saan ma teada, kas õpilased neid ka omandavad?
 - Kuidas saaksin ma oma õpilastel aidata paremini õppida?
- *õppetööd kujundav* – õppetöö põhieesmärgiks peaks olema õppimise kvaliteedi tõstmine, mitte ainult asitõendite kogumine ja teadmiste kontrollimine hinnete panemiseks. Tagasiside peaks olema nähtavalt usaldusväärne, õiglane ja eelarvamustevaba;

- **omama kindlat konteksti** – et saavutada suuremat efektiivsust, peaks tagasiside küsitlus vastama õpetatava õppeaine vastavatele karakteristikutele. Iga oma ala meister – mehaanik või puusepp – teab, et töö tegemisel peab kasutama just selleks sobivat tööriista – seega, mis sobib ühe klassi/õpperühma tundides, ei pruugi alati sobida teise klassi/õpperühma tundides. Siin tuleb õpetajal arvestada sotsiostruktuurilisi eripärasid;
- **pidev** – tagasiside küsimine ja andmine peaks olema pidev protsess, et saada õpilastelt nende õppimise kohta piisavat tagasisidet ja muuta õpetamist vastavalt õpilaste eeldustele ja vajadustele mõjusamaks. Tagasiside analüüs aitab õpetajal õpilasi juhendada veelgi efektiivsemalt õppima;
- **põhinema hea õpetamise põhimõttel** – tagasiside tulemusi analüüsides saab õpetaja oma õpetamist muuta veelgi paindlikumaks ja efektiivsemaks. Õpetaja, mõistes, et õpilased ei ole materjali piisavalt omandatud, seletab materjali uuesti, esitab seejärel tavaliselt enam kõrgema taseme mõtlemisküsimusi, jälgib õpilaste näoilmet ja kehakeelt, annab kordamiseks koduseid ülesandeid jne.
- **tagasiside ei ole hindeline** – õpetaja võib küsida tagasisidet ka lihtsalt selleks, et saada ülevaadet, mida ja kuidas on õpitud ning omandatud ning anda tagasisidet selle omandamise taseme ja kvaliteedi kohta. Samuti võib tagasiside saamiseks läbi viia ka nn eelküsitlust enne uue teema läbimist või õppeaasta algul, et saada täit ülevaadet õpilaste eelteadmistest; aga ka enne kontrolltööd või eksamit, et mõista, millist teemat peaks õpilastele veelkord seletama.

Tagasiside põhineb järgmistel põhieeldustel:

- õpilaste õppimise kvaliteet on otseses seoses õpetamise kvaliteediga, seetõttu on üheks esmaseks lahenduseks õppimise kvaliteedi parendamiseks õpetamise kvaliteedi analüüs ja parendamine;
- et parendada oma õpetamise kvaliteeti, peaksid õpetajad ennekõike kindlaks määrama selged ja ühemõttelised õppe-eesmärgid ja neile vastavalt ka õpetama – alles seejärel saab kontrollida, kas ja mis ulatuses on õpilased vastavad õpiväljundid saavutanud;
- et oma õppimist parendada, peaksid õpilased omakorda saama korrektset, õigeaegset ja sagedast tagasisidet. Samas peaksid nad õppima ise enda õppimisele hinnangut andma ja õppima õppima;
- tagasisidet tuleb anda õiglaselt, õppe-eesmärkidele ja õpitule vastavalt;
- tagasiside andmine ei eelda eelnevat väljaõpet, seda suudab läbi viia iga õpetaja;
- süstemaatiline tagasiside motiveerib nii õpilasi kui ka õpetajat.

Õpilasele antakse õppetöö käigus ja selle lõpus tagasiside koos hinde (arvestusega) (*formative assessment* – Eestis kasutatakse ka terminit „kujundav hindamine“, mis ei ole väga õnnestunud), mille põhjal saab õpilane edaspidi oma sooritusi ja/või tegevusi parandada. Tagasiside andmist võiks õppeprotsessis enam kasutada.

Tagasisidet võiks anda järgmiselt:

- toetudes hindamiskriteeriumidele, näiteks: „Puudub tööjuhendis nõutud seadme skeem”; „Väga hästi koostatud skeem!”, „Sel korral on tulemused tunduvalt paremad!”, „Suurepärane!”
- tuleks osutada põhilistele vigadele ja vajadusel ka nende parandamise võimalustele, näiteks: „Kontrollige üle lahenduskäigus kasutatavate ainete füüsikalised omadused”; „Vaadake üle ümardamise reeglid”, „Korrake Newtoni II seadust” jne.
- kui tagasiside on esitatud koos hinde (arvestusega), siis seda mõjusam on õppimine.

Tagasiside küsimine õpilastelt. Kui õpetaja on seadnud eesmärgiks õpetada kursuse jooksul õpilastele teemasid A-st kuni Z ni, peaks ta ka tagasisidena teada saama, kas ikka kõik õpilased alustasid õppimist teemast A ja kas nad on omandanud ka vahepealsed teemad B, G, L, R jne. Soovitav on küsida tagasisidet ja seeläbi anda hinnangut õpiprotsessile kõigil olulistel vaheetappidel, et õpilaste õpisaavutusi edasises õppetöös veelgi parendada.

Õpilastelt oma õpetamisele tagasiside küsimisel tuleb arvestada tõsiasjaga, et õppurid ei ole pädevad andma tagasisidet pedagoogika, didaktika ja õpetamise vaatevinklist, seega peaks nendelt tagasisidet küsima õppimise vaatevinklist.

Kuidas oma õpetamisele tagasisidet küsida?

- *planeerimine* – valige välja esialgu ainult üks klass/grupp, kus tagasiside küsitlus läbi viia. Esmakordsel küsitluse läbiviimisel oleks soovitatav välja valida aktiivne ja edukas klass/grupp. Viige tagasiside küsitlus läbi ainult selles õppeaines, mida Te ise õpetate. Valige välja sobivaim meetod, soovitatavalt esialgu lihtsamate seast;
- *rakendamine* – teatage tunni alguses, et kavatsete tunni lõpus küsida tagasisidet – kindlasti jälgivad kõik õpilased tundi seejärel väga tähelepanelikult! Põhjendage õpilastele, miks kavatsete tagasisidet küsida – kinnitage, et soovite sellega vaid hõlbustada nende õppimist, neid aidata ja mitte hinnata. Võite tagasisidet küsida ka anonüümselt. Kirjeldage õpilastele üksikasjalikult, mida nad peavad tegema ja kui palju aega selleks on ette nähtud. Lugege õpilaste vastused läbi niipea kui võimalik. Te saate kindlaks määrata, mis on õpilastele Teie tunnis jäänud kõige enam selgusetuks. Selgusetud probleemid saate vajadusel veelkord üle seletada ja sellega õpilaste õpiedukust tõsta;
- *teavitamine* – et õpilasi motiveerida ja muuta tunnis aktiivsemaks, tuleks tagasiside tulemustest õpilastele ka teada anda. Võite näiteks tulemused kokku võtta järgmiselt: „40% teist pidas kõige segasemaks teemaks X ja 12% Y, vaatame need teemad veel kord täpsemalt üle.” Kasutada võib ka trükitud lisamaterjalide jaotamist kõige segasema teemaosa täpsustamiseks ja seletamiseks ning õpilaste aktiivset kaasamist teema käsitusse. Soovitage õpilastel kohandada või muuta oma õpistiili, et olla tähelepanelikum. Teavitage õpilasi, mida Teie omakorda edaspidi õpetamises muudate.

Tagasiside küsimise meetodid. Thomas A. Angelo (Angelo 1993) on uurinud ja esitanud üle viiekümne erineva meetodi tunni tagasiside küsimiseks.

Esitame siinkohal mõned lihtsamad meetodid, mida on suutelised rakendama ka algajad õpetajad:

- *üheminutiline lühitest* – lühitest paneb õpilased iseseisvalt mõtlema ja analüüsima. Paluge õpilastel vastata kahele küsimusele:
 - Mis oli Teile kõige olulisem, mida täna õppisite?
 - Missugused tänase teemaga seotud küsimused jäid tunni lõpus „õhku rippuma“?

Lühitest annab oskusi tunnis esitatu sünteesimiseks ja integreerimiseks, õpetab holistiliselt mõtlema, arendab tähelepanuvõimet ja kuulamisoskust ning aitab paremini omandada õpitut;

- *segaseima teema/probleemi määratlemine* – paluge õpilastel vastata küsimusele: Mis jäi tänases loengus kõige segasemaks? Selline ülesanne arendab tähelepanuvõimet, kontsentreerumist- ja kuulamisoskust, õpioskusi, aitab omandada erialaseid fakte, termineid, kontseptsioone ning teooriaid;
- *ühelauseline kokkuvõte* – annab tunnitööle hinnangu ja arendab õpilaste oskust lühidalt kokku võtta uut esitletud informatsiooni, parandab mälu, arendab tähelepanu, annab oskusi informatsiooni sünteesiks ja integreerimiseks, aitab omandada õpitut;
- *sihtotstarbeline ümbersõnastamine* – õpilastel palutakse õpitu lühidalt oma sõnadega ümber sõnastada teemat mitte tundvale sihtrühmale. Meetod annab hinnangu tunnis omandatule, arendab õpilastes oskust lihtsustatult uut teemat ümber sõnastada, arendab üldistamisoskusi, annab kogemusi õpitu kasutamiseks erinevates olukordades ja aitab omandada õpitut;
- *rakendamisvõimaluste esitamine* – õpilased peavad esitama tunnis õpitu reaalse rakendamise võimalusi, see annab õpilastele oskusi õpitut analüüsida, kasutada õpitut erinevates uutes olukordades, arendab loovat iseseisvat mõtlemist ja aitab omandada õpitut;
- *mõistekaardi või ideekaardi tegemine ainekursuse lõpus*;
- *väljapääsupilet* – õpilane või rühm peab tunni lõpus vastama küsimustele või lahendama vastõpitule tuginevad ülesanded;
- *tagasiside küsimustiku täitmine* – sobib kasutamiseks ka ainekursuse lõpul.

„**FIDeLity**“ **tagasiside** - *Frequent* – sage; *Immediate* – kohene; *Discriminating* – kriitiline; *Lovingly delivered* – armastusega edastatud. Millised protseduurid võimaldavad anda kohest tagasisidet? (Fink 2003/1

https://nau.edu/uploadedFiles/Administrative/Provost/Faculty_Development/Forms/Past_Symposium_Materials/Fink_full_set_diagrams.pdf)

Dee Fink soovib FIDeLity tagasiside saamiseks järgmist 7 sammu (Fink 2003/1) :

- kasutage õpilaste arengu soodustamiseks õpilaste enesehindamist, küsige õpilastelt, millist tagasisidet nemad sooviksid anda;
- julgustage õpilaste ja õpetaja dialoogi õppimise teemal, kasutage 1-minutilist tagasiside meetodit, paluge õpilastel endil valida tagasiside meetodeid jne;
- seletage õpilastele oma nõudmisi, informeerige, millised on õppe-eesmärgid ja õpiväljundid, missugune on oodatav vastus, kuidas õppida õppima jne;

- vähendage erinevusi soovitud ja tegelike õpitulemuste vahel, lubage töid ümber teha ja vajadusel parandada;
- andke õpilastele võimalikult ruttu kõrgetasemelist tagasisidet nende õppimise kohta, nõudmiste täitmise kohta, andke soovitusi õppimise parendamiseks, ärge tooge välja ainult õpilaste tugevus ja nõrkusi;
- julgustage õpilasi, motiveerige, olge positiivne ja andke õpilastele enesekindlust, toetage nende positiivset enesehinnangut; andke õpilastele esialgu kergemaid ülesandeid koos tagasisidega, seejärel andke hindelisi ja raskemaid ülesandeid; pange hindeid pärast tagasiside alusel paranduste tegemist;
- aidake kujundada õppimist, paluge õpilastel analüüsida, milles on neil raskusi, kasutage anonüümset 1-minuti tagasisidet raskuste ja arusaamatute teemade määramiseks;
- kasutage juhendavat (*coachivat*) tagasisidet.

Tagasiside küsimine on õpetajale soovituslik meetod õppetegevuse analüüsiks ja selle parendamiseks. Ärge võtke seda kui igapäevast kohustust! Seda võib läbi viia nii üks või kaks korda semestris kui ka kord-kaks nädalas. Ärge valige sellist õpitulemuste tagasiside meetodit, mida Teie ise läbi teinud ei ole, kontrollige kindlasti eelnevalt eeldatavat ajakulu. Tagasisidet on võimalik anda ja õpilastelt küsida ka CATME ja Bitly keskkonna vabavara abil.

Õpilastele tuleks tagasiside küsimisel kindlasti selgitada, et õpilaste tagasiside õpetajale ei ole mitte ainult õpetaja toetava õpetamise ja õppeaine hindamine, vaid alati ka hinnangu andmine oma enda panusele tunnis/õppeaines.

Õpetamine on nagu näitlemine – pidevad proovid viivad eduka etenduseni! Andke õpilastele alati tagasisidet nende hetketeadmiste ja saavutatud tulemuste kohta, aga ka soovitusi edasise õppimise suunamiseks. Õpilased osalevad õpitulemuste tagasiside andmises meeleldi, kui nad mõistavad, et aitavad ise sellega kaasa oma õppimise efektiivsuse parendamisele.

9.3 Õpitulemuste hindamine

„Ma olen oma õpilastelt õppinud, et kuigi olen hea õpetaja, olen ma siiski palju parem õpilane ja mul on olnud õnn õppida oma õpilastelt väga palju väärtuslikku. Nad õpetasid mulle, et neile on oluline õppimine ja õpetamine, aga mitte üliranged testid.“ Erin Gruwell

Käesolevas peatükis käsitletakse lähemalt ühte inseneripedagoogika strateegiat – hindamist, õpitulemuste logi ja eksamite, kontrolltööde, testide koostamist ning läbiviimist ning tutvume erinevate hindamismeetoditega. Hindamine on õppeprotsessi osa, milles langetatakse sobival tõendusel põhinev otsus õppija kompetentsuste saavutamise kohta, tema suutlikkuse taseme kohta, oskuse kohta õpitut uutes tingimustes rakendada ja õppija arengu edasiseks toetamiseks (Melezinek 1999).

Neoliberaalne haridusfilosoofia seab hindamise õppeprotsessi olulisimaks osaks, kuid tänapäeva haridusteadlased suhtuvad siiski kriitiliselt hindamiskesksusse.

Euroopas on õppekavade aluseks olnud läbi aegade ainesisukeskus, mis on võimaldanud tänaseni rahvuslike õppekavade säilimise.

Ainesisule vastavalt valitakse sobivaim õpetamise metoodika ning seejärel materjali omandamise kontrollimiseks sobivad hindamismeetodid. STEM valdkonnas on õpetamisel esmase tähtsusega samuti ainesisu ja hindamisel kontrollitakse õpilaste sügavuti arusaamist õpitust ning oskust õpitut rakendada uutes olukordades, seega rakenduslikku teadmist.

Hindamise üldesmärgid on õpiväljundite saavutamise analüüs, hariduse kvaliteedi juhtimine, ainesisu omandamise tulemuste hindamise kompleksse lähenemise tagamine, õppurite individuaalsete saavutuste dünaamika hindamine ja analüüs, õppurite arengu toetamine.

Hindamisel tuleb arvesse võtta ainekursuse eripära, erinevaid õpikeskkondi, püstitatud õpiväljundeid-õppe-eesmärke, õpetamise mudeleid, meetodeid ja strateegiaid, ainesisu ja –valdkonda ning koostatud relevantseid hindamiskriteeriume.

9.3.1 Hindamise aspektid ja kriteeriumid

„Täna nõustume me faktiga, et õppimine on elukestev protsess, selleks et suudaksime käia ühte jalga kiirete muutustega. Kõige tähtsam ülesanne on aga siiski õpetada inimesi õppima.“ Peter F. Drucker

Hindamine (grading) on mõõtmine. Kui saapavabrikult soovitakse saada 100 paari saapaid kuus, siis hakatakse saama loendustulemust 100 ja 100 paari saapaid saadakse vaid juhul, kui ülelugeja teeb oma tööd täpselt. Kuna hindamise lõppeesmärk on tunnistuse (diplomi) väljastamine, võtab hindaja väga suure vastutuse, sealt ka sõda spikerdamisega, plagieerimisega, kontrolltöö kuulutamine õuduseks, mille eest tuleb õpilasi kaitsta, videovalve jne. Õppijal on oskused ja nende testimisel oskuste nivoo muutub, sõltumata sellest, millise sooritusega tegemist on (Kukk 2012).

Eristatakse kahte õpitulemuste hindamise aspekti (Melezinek 1999):

- *diagnostilist;*
- *prognostilist.*

Diagnostilisest aspektist on hindamise eesmärgiks anda võimalus õppijatele enesekontrolliks, nende stimuleerimiseks ja samas ka õppetöö juhtimiseks ja parendamiseks. Selleks tuleks hindamist võimalikult tihti läbi viia. Hindamine üks kord semestris ei ole diagnostilise aspekti jaoks piisav, sest üksikute mahajäämus muutub järelejõudmatuseks (Melezinek 1999).

Suutlikkuse mõõtmine. Diagnostilise hindamise puhul on oluline suutlikkuse taseme mõõtmine (logi), et lahendada erialaprobleeme. Oluline on arusaamine, teadmine, kuidas vastuseni jõuda, mitte alati õige vastuse teadmine. Varem oluline võistlusmonoment hindamises on taandumas ja nüüdseks on oluline hindamise abil registreerida õpilase kompetentsused, suutlikkus ja õpilaste arengut toetada. Ka osaline ainekursuse omandamine, õppimine peaks olema hinnatav, seeläbi on võimalik õpilasi motiveerida ja nende arengut toetada. Suutlikkuse taseme mõõtmine on oluline, et saada ülevaade õpilase oskustest, aga ka selleks, et õppeprotsessi paremini korraldada. Õpilase suutlikkust saab ilmetada erineval moel: suutlikkuste hetkepiilt (mitu taset), hinde prognoos, hinde saamise prognoos, oleku sõnadega esitamine (tagasiside), info personaliseerimisega (praegu on hea aeg selle õppimiseks jne) (Kukk 2012).

Võrgustikutöö – kaasaegse hariduse paradigma muutuse tulemusel on esikohal võrgustiku- ja meeskonnatöö mudel. Seetõttu võiks läbi viia enam rühmaeksameid, lubada teatud aja õpilastel omavahel arutada, küsida nõu, kasutada internetti jne, sest oluline on koostöö, mitte isolatsioon.

Tänapäeval peetakse liiga oluliseks individuaalset tööd, mis on olnud senise hindamispoliitika aluseks ja mingil määral ka spikerdamise ja plagieerimise põhjuseks. Oluline oleks, et iga õpilane panustaks vastavalt oma võimetele ühisel meeskonnatöös, ka eksamil. Eesmärgiks ei ole mitte alati õpilase individuaalne hindamine, vaid tema suutlikkuse protokollimine, logimine antud hetkel ja tema arengu toetamine. Mõned õpilased on teadlase tüüpi, teised juhid, mõned meeskonnatöö pooldajad, mõned mitte, kuid nad kõik on ühiskonnale vajalikud. Eesmärgiks on nende kõigi arengut väärtustada, toetada ja logida (Norman 2015).

Kaasaja inimene töötab keskkonnas, milleks on terve maailm ja vaevalt ta hakkab töötama kunagi oludes, kus see nii ei ole. Seega tema hindamine absurdses olukorras, kus ta on ilma jäetud infoallikatest ja sidevahenditest võiks toimuda ainult siis, kui õpitakse ellujäämiskursustel.

Prognostilisest aspektist on hindamise eesmärgiks õpilaste jaotamine teadmiste taseme alusel, valiku tegemine, soovitamine jne (näiteks vastuvõtukatsed).

Hinde valimine –õpilase suutlikkuse hindamisel on võimalik tema soorituste alusel pakkuda välja tema suutlikkuse tasemele vastavat hinnet – õpilane võtab pakutud hinde, kui on sellega rahul. Enamik tahab paremat, kui võimalik ja seetõttu püüab edasi õppida. Hinde valimine on suur motivaator õppimiseks (Kukk 2012).

Õppijale on hindamise puhul oluline, et (Melezinek 1999):

- hindamine annaks arendavat tagasisidet nende tugevuste, nõrkuste, raskuste ja vaeleusaamade kohta;
- hindamine aitaks vigadest ja raskustest õppida;
- hindamine annaks sõnumi õpetatava materjali olulisusest ja suurendaks õppeprotsessis aktiivse osalemise tõenäosust;
- hindamine motiveeriks õpilasi materjali sügavuti omandama;
- hindamine aitaks teha informeeritud ja pädevaid valikuid;
- hindamine aitaks ennast teiste õppijatega võrrelda.

Hindamismeetod iseloomustab õppe-eesmärkide saavutamise hindamist, nt suuline eksam, kirjalik eksam, projekt, laboritöö, kontrolltöö, test, analüüs, referaat, essee, õpimapp jms.

Hindamine esineb kahes vormis (Bloom 1971):

- *kvalitatiivne (evaluation)* – antakse õppija arengut iseloomustav sõnaline hinnang (tagasiside);
- *kvantitatiivne (assessment)* – akadeemilist jõudlust või muud saavutust iseloomustatakse hinde, punktide arvu või protsendiga.

Klassikalises pedagoogikas eristatakse nelja liiki hindamist: pidevhindamist, kokkuvõtvat, mitteeristavat ja enesehindamist. Kõigil on õppeprotsessis veidi erinev, kuid oluline roll. Siiani on koolides olnud põhirõhk peamiselt kokkuvõtväl hindamisel, kuid õppe-eesmärkide saavutamiseks on oluline, et ka pidevhindamise proportsioon kasvaks (Bloom 1971).

Pidevhindamine ehk protsessi hindamine toimub õppeprotsessi jooksul pidevalt ja iseloomustab õppija jõudlust õppeühiku jooksul, tema teadmiste ja oskuste kujunemist väiksemate sisuühikute lõikes (kursus,

õppeveerand, õppeaasta, moodul jne) (Bloom 1971). Jooksev hindamine toimub testide, laborite, kontrolltööde, mudelite, jooniste jm hindamisel semestri jooksul.

Kokkuvõttev hindamine (*summative assessment*) iseloomustab õppijate teadmiste ja oskuste uut, kvalitatiivset taset, kui õppetegevuse lõpptulemust klassi, kolliastme või muu pikema õppeperioodi lõpus, lubades õppijal liikuda ühest koolistmest või haridusastmelt teise (näiteks VÕTA, ECTS süsteem jt) (Bloom 1971). Kokkuvõttev hindamine sisaldub tavaliselt ainekursuste struktuuris - seda kasutatakse kontrolltööde, laboritööde, testide, tehniliste jooniste, skeemide, mudelite jpm hindamistulemuste kokkuvõtteks semestri lõpus, mille tulemusel lähevad need arvesse ainekursuse lõpphindesse.

Mitteeristava hindamise puhul rakendatakse kaheastmelist skaalat, millel sätestatakse tase, millele vastaval või mida ületaval õpiväljundite saavutamisel hinnatakse tulemus piisavaks sõnaga „arvestatud” ning millest madalamal tasemel tulemus hinnatakse ebapiisavaks sõnaga „mittearvestatud”.

Enesehindamise (*self-assessment*) puhul võrreldakse oma jõudlust standarditega (Bloom 1971).

Vastastikhindamise (*peer assessment*) puhul hinnatakse üksteise õpisooritusi vastastikku, tavaliselt õpetaja poolt etteantud hindamiskriteeriumi/maatriksi alusel.

Kujundava hindamise (*formative assessment*) algupära tuleneb õpetamise analüüsimisest ja uurimisest. Kujundava hindamise etapid on õppe-eesmärkide ja õpiväljundite püstitamine, hindamiskriteeriumide koostamine, ainesisule sobiva meetodikaga õppetöö läbiviimine, õpitulemuste analüüs, tagasisidet arvestav õpetamise kvaliteedi parendamine ja õppurite õppimise toetamine. Kujundavat hindamist kasutatakse projektide ja lõputööde juhendamisel ja tagasisidestamisel, aga ka praktiliste tööde juhendamisel ja harjutustundides, ülesannete lahendamise õpetamisel, toetava õpikeskkonna kujundamisel (füüsiline, sotsiaalne, e-keskkond, sh e-õppe materjalid, tunniplaani koostamisel jm), eneseanalüüsil, enesehindamisel, vastastikhindamisel, arenguevestlustes ja atesteerimisel, mentorluses, üliõpilaste ja kolleegide tagasisides, õppe-, aine- ja arengukavade koostamisel, õpetamise kvaliteedi hindamisel, õpetamise-õppimise parendamisel, üliõpilaste õppimise toetamisel jne (vt **sele 9.2 a**).

Kujundava hindamise eesmärgiks on hindamine kogu õppeprotsessi jooksul, teadmiste, oskuste, väärtuste ja saadud hinnete analüüs, vigade parandamine ja vigadest õppimine, tagasiside, õppurite motiveerimine, uute õpetamismeetodite ja –vormide rakendamine.

Kujundavat hindamist kasutatakse:

- projektide ja lõputööde juhendamisel ning tagasisidestamisel;
- praktiliste tööde juhendamisel ja harjutustundides;
- ülesannete lahendamise õpetamisel;
- toetava õpikeskkonna kujundamisel (füüsiline, sotsiaalne, e-keskkond, sh e-õppe materjalid, tunniplaani koostamisel jm);
- eneseanalüüsil, arenguevestlustes ja atesteerimisel;
- mentorluses;
- üliõpilaste ja kolleegide tagasisides;
- õppe-, aine- ja arengukavade koostamisel;
- õpetamise kvaliteedi hindamisel;

- õpetamise-õppimise parendamisel;
- üliõpilaste õppimise toetamisel jne, jne.

Kujundava hindamise metoodika: küsimuste-vastuste strateegia, aktiivõppe meetodid interaktiivses tunnis (vt ptk 8.5.3), rühmatööd ja arutelud, eneseanalüüs ja metakognitsioon.

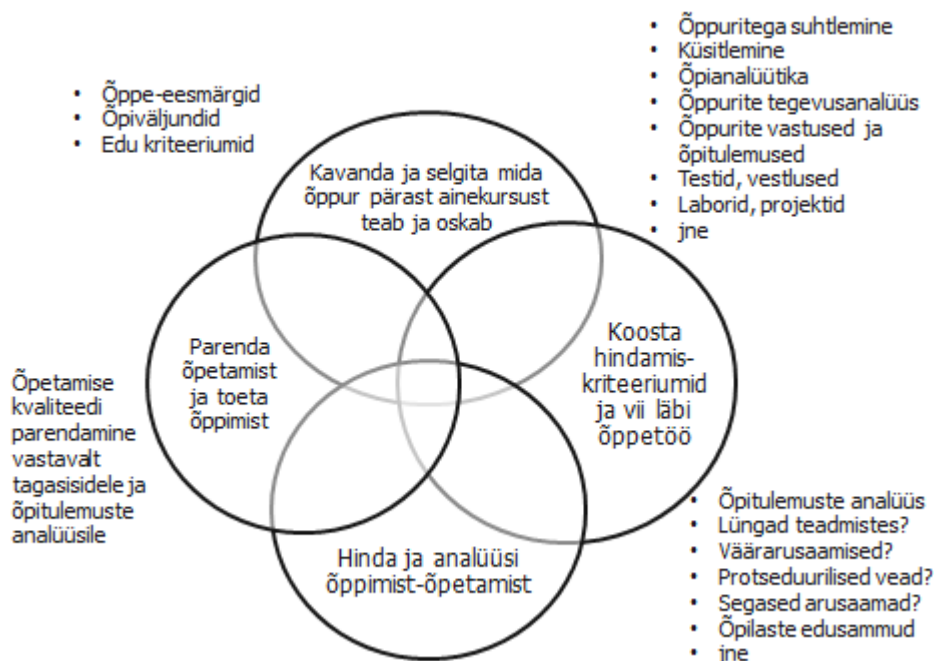
Kujundava hindamise karakteristikud on järgmised:

- kujundav hindamine võib olla nii hindeline kui ka sõnaline;
- on õppeprotsessi pidev osa;
- õppe-eesmärkide läbiarutamine ja tunnustamine õppurite poolt;
- aitab õppuritel mõista õppe-eesmärke ja nende olulisust;
- enesehindamine või vastastikhindamine;
- pidev tagasiside ja edasiste tegevuse kavandamine;
- annab õppuritele enesekindlust, et nad suudavad õppida;
- eneseanalüüs ja metakognitsioon;
- hinnatakse seda, mida on õpetatud ja õpitud;
- õppuritele tuntud hindamismeetodite kasutamine;
- tulemusi võrreldakse eelnevate tulemustega ja analüüsitakse.

Kujundava hindamise strateegiad:

- positiivse õpikeskkonna loomine;
- õppurite aktiveerimine, rühmatöö toetamine, vastastikhindamine ja enesehindamine;
- õppurite teavitamine, et nemad on oma õpingute organiseerijad ja vastutajad;
- määratleda õpiväljundid;
- hindekriteeriumide määratlemine;
- organiseerida õppurite aktiivset tegevust õpiväljundite saavutamiseks;
- tagasiside tulemuste kontrollimiseks;
- hindamissüsteemi loomine, õpisaavutuste kontrollimine ja analüüs.

Kriteeriumihindamise puhul tagab mingi kindla kriteeriumi täitmine või mittetäitmine positiivse või negatiivse hinde. Kuid kui hinne võib põhjustada ebameeldivust (tuska, viha, nuttu jne), tuleks sellest loobuda (vähemasti õppimise tarbeks) ja kasutada pigem tagasisidet. Soovitav ei ole ka järgmiste hinnangute andmine: kukkus läbi, ei sooritanud, ei tohi hinnet parandada, ei oma piisavalt teadmisi jne.



Sele 9.2 a – Kujundava hindamise põhimõtted (Bell, Penuel, Neill, Shaw 2016)

Hindamisel tuleks arvesse võtta ainekursuse eripära, erinevaid õpikeskkondi, püstitatud õpiväljundeid, õpetamise mudeleid, meetodeid ja strateegiaid, aga ka ainesisu ja -valdkonda, koostades relevantseid hindamiskriteeriume.

Hindamiskriteeriumid on õpiväljunditest oluliselt detailsemad kirjeldused, milliseid teadmisi, oskusi ja hoiakuid, mis tasemel, millise aja jooksul, mis tingimustel ja mahus jne peab üliõpilane konkreetse hindamisviisi kaudu näitama. Näiteks hindamise eelduseks on osavõtt loengutest, praktikumidest ja rühmatöödest või referaadi pikkus, kasutatud allikad, praktilise töö puhul aga kvaliteet või mõõdukus jne. Hindamine väljendub vahepealsete kirjalike ja praktiliste tööde hindekriteeriumipõhises ehk eristavas kvaliteedi- ja tasemehindamises ning õppeprotsessi lõpus teostatavas kokkuvõttes eristavas hindamises (hindamismudelile ehk -maatriksile vastavalt).

Hindamisel lähtutakse kahest kriteeriumist:

- **lävendikriteerium** – õppija on omandanud kõik peamised õppe-eesmärgid vähemalt miinimumtasemel;
- **hindekriteerium** – alustatakse lävendist, kui kõige madalamast positiivsest hindest ja liigutakse ülespoole, väljendades seda, kui kõrgelt on lävend ületatud ehk kui hästi on eesmärkidele vastavad õpiväljundid omandatud. Selguse mõttes tuleks iga hinde kriteeriumid võimalikult kvalitatiivselt õpilastele eelnevalt teada anda.

Hindamiskriteeriumide koostamisel tuleks lähtuda õppeainest kui tervikust, alustada lävendi määramisest ja seejärel määrata hindamiskriteeriumite kaal. Kindlasti tuleks arvestada õppeaine mahuga.

Hindamiskriteeriumid annavad aimu, millise tasemega vastused millisele hindele vastavad kehtivas hindamissüsteemis. **Hindamiskriteeriumid võivad sisaldada järgmisi elemente:**

- sisu – kursuse raames käsitletud ideed ja info ning nende olulisus;
- sügavus – argumentatsiooni keerukus, üksikasjalik, intellektuaalne teravus ja originaalsus;
- kirjutamisstiil – teksti loogika, arusaadavus, keeletase;
- vormistus – töö viimistletus ja struktuur;
- näidete kasutamine – tsitaatide asjakohasus, täpsus, üksikasjalikkus;
- lugemus – tõendid teemakohase kirjanduse lugemise kohta;
- originaalsus – iseseisva mõtlemise oskus või uudsetl kombineeritud mõtted;
- analüüs – algallikate, andmete ja informatsiooni tõlgendamine;
- tähtaegsus – tähtaegselt esitatud;
- jne.

Õppeprotsessi korralduseks on hindamise puhul oluline, et (Melezinek 1999):

- hindamist saab kasutada ainekursusele sisenemisel õpilaste eelteadmiste kindlaksmääramiseks;
- hindamine annaks õpetajale tagasisidet õppeprotsessi planeerimise ja õpetamise tulemuslikkusest ning sellest, kuidas õppijad on vajalikud kompetentsused omandanud;
- hindamine näitab, millised õpilased on valmis edasi liikuma;
- hindamine pakub üldist statistikat, mida saab muuhulgas kasutada sisehindamisel ja akrediteerimisel.

Mida hinnata? Soovitav on:

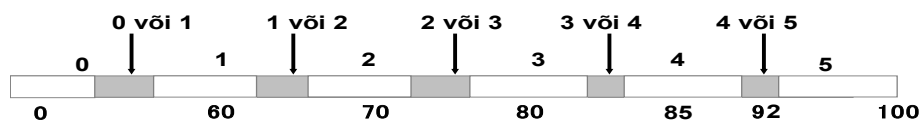
- hinnata mitte materjali äraõppimist, vaid sellest arusaamist;
- hinnata mitte spetsiifilist teadmist, vaid oskust seda õpitut rakendada;
- hinnata nii individuaalset kui ka rühma pingutust;
- hinnata nii jooksvalt kui ka kokkuvõtvalt.

Hindamisel on tavaliselt 7 põhieeldust (Angelo 1993):

- õppimise kvaliteet on otseses seoses õpetamise kvaliteediga;
- hindamismeetodi valikuks tuleb üheselt mõistetavalt sõnastada õppe-eesmärgid ja õpiväljundid ja valida neile vastavad hindamismeetodid;
- õppimise parendamiseks vajavad õpilased tagasisidet õpetajalt, samuti peavad nad õppima oma õppimisele ise hinnangut andma;
- hinnatakse seda, mida õpetatakse, testi küsimused –ülesanded põhinevad õpitul;
- hinded annavad aluse õpetamise muutmiseks-parendamiseks;
- õpilaste tagasiside on oluline hindamise parendamiseks.

Kuidas hinnata? Hindamine peaks motiveerima õpilast õppima, toetama süvitsi õppimist, eeldama õpilaselt pingutust, olema realistlik ja kooskõlas mooduli mahuga ning arvestama erinevate õpistiilide ja õpilaste pingutusega (vt **sele 9.2 b**):

- hindamiskriteeriumid peaksid olema selged ja läbipaistvad ka õpilastele;
- hindamine peaks motiveerima õppijat õppima;
- hindamine peaks toetama sügavuti arusaamisega õppimist;
- hindamine peaks olema õigesti ajastatud (oluline on pidev hindamine ja tagasiside);
- hindamine peaks eeldama õpilaselt pingutust, mis on realistlik ja kooskõlas aine mahuga (kui valdav osa õpilastest saab puuduliku hinde, peab õpetaja vaatama üle oma õpetamise kvaliteedi ja hindamiskriteeriumid);
- hindamine peaks andma võimaluse erinevate õpistiilidega õppijatele;
- hindamine suunab õppimist. Kui teadmised ja oskused on olulised, siis hinnake just neid;
- mida selgem on arusaam sellest, mida hinnatakse, seda suurem on võimalus, et ootused täituvad.
- hindamine peaks keskenduma sellele, kui hästi, mitte kui palju on õpiväljundeid omandatud;
- **õpetage seda, mida hiljem hindate ja vastupidi!**



- “halli tsooni” hinne sõltub õpilase pingutusest, osavõtust, aktiivsusest
- tutvustage reegleid esimeses tunnis, vajadusel esitage nõudmised kirjalikult

Felder(2011)

Sele 9.2 b – Võimalik hindamise skeem: hinded ja nn “hallid tsoonid” vastavalt saadud punktidele (Felder 2011)

Kuidas koostada hindamiskriteeriume? Hindamiskriteeriumeid koostades:

- alustage alati lävendist – tasemest, mille ületamisel on kursus sooritatud;
- määratlege sisuliste nõuete kõrval ka vormilised nõuded (töö pikkus, vormistus jne);
- mõelge erinevatele õpilastele;
- jätke ruumi suurepärasele ja etteplaneerimata sooritusele;
- arvestage õpilaste eelmiste vigadega (pidev areng);
- küsige tagasisidet kolleegidelt ja õpilastelt.

Mis on õpetlik hindamine? Õpetlik hindamine on (Fink 2010):

- tulevikku suunatud – õpilased saavad oma tööga tulevikus hakkama (elulised ülesanded);
- enesehindamine, eneseanalüüs;
- hindamiskriteeriumite ja -põhimõtete koostamine ning nende eelnev tutvustamine õpilastele;
- pidev tagasiside õpilastelt;
- pidev tagasiside õpetajalt;
- parimad näited, vigade analüüs, õppimine läbi eksimuste;
- kindlad ootused ja ootamatuste vältimine;
- aus – hinnake seda, mida olete õpetanud;
- võimaldab juurde õppida ja hinnet parandada;
- eeldab empaatiat ja heatahtlikkust.

Hindamise protsess. Hindamine on õppimise stimuleerimiseks, soodustamiseks ja diagnoosimiseks. Eesmärgiks on koostada paremaid küsimusi ja õppida vigadest. Õppimist hinnatakse läbi kirjalike tööde, esseede, esitluste, portfooliote jne. Hindamiskultuur on kooperatiivne, kollaboratiivne ja toetav. Õpetaja ja õpilane õpivad koos.

Hindamise aluseks on õpetaja autonoomia professionaalsus ja akadeemiline vabadus. Hindamine on alati õpetajakeskne ja subjektiivne. Keegi ei saa õpetajale ette kirjutada reegleid, mida ja kuidas peab ta hindama. Hindamise meetodi määrab ainesisu, õppe-eesmärk ja õppekeskkond. Õpetaja otsustab mida ja kuidas hinnata ja milliseid järeldusi hindamisest teha, kuidas edasi tegutseda, kuidas toetada õpilaste arengut.

9.3.2 Õpitulemuste hindamise viisid

“Sa õpetad seda, mida tead, kuid annad alati edasi ka seda, kes Sa oled.” Jack Frost

Hindamine (grading) diferentseerib õpiväljundite omandamist miinimumi ületaval tasemel. Hinne annab õpilasele tagasisidet tema saavutuste kohta õppetöös, lisaks annab hinne teistele infot õpilase saavutustest ja ennustab (siiski vaidlusttekitavalt!) ka mingil määral õpilase saavutusi tulevikus. Hinded on kas autasu või trahvilöökk. Autasuna määravad hinded tihti, kes saab kiituskirja, stipendiumi jne; trahvilöögina aga osutavad võimalikule väljalangemisele. Hinded aitavad õpilastel tajuda oma nõrku ja tugevaid külgi, osutavad vajadusele midagi põhjalikumalt omandada ja tõestavad teatud taseme saavutamist. Õpetaja saab omakorda ülevaate oma töö tulemuslikkusest – hindamine näitab kätte teemavaldkonnad, mida tuleks korrata, näitab õppemeetodi sobivust. Hinded peaksid olema objektiivsed ja võrreldavad.

Praktiliselt võib eristada kolme hindamise viisi:

- *subjektiivne hindamine* – adressaadile orienteeritud;
- *relatiivne hindamine* – normile orienteeritud;
- *absoluutne hindamine* – eesmärgile orienteeritud.

Subjektiivne hindamine. Subjektiivsena tähistame sellist hindamist, mille korral õpetaja hindab erinevate õpilaste samaväärseid tulemusi erinevalt. Selline hindamine tugineb enamasti faktoritel, mis on väljaspool tõestatavat õppija tulemust – hinded modifitseeritakse õpilase tubliduse, iseloomu, võimete, püüdlikkuse jne järgi. Sellise hindamise kavatsuseks on näiteks väikeste võimetega, aga suure tublidusega õpilase julgustamine, laiska aga sunnitakse halvema hinde abil tegutsema.

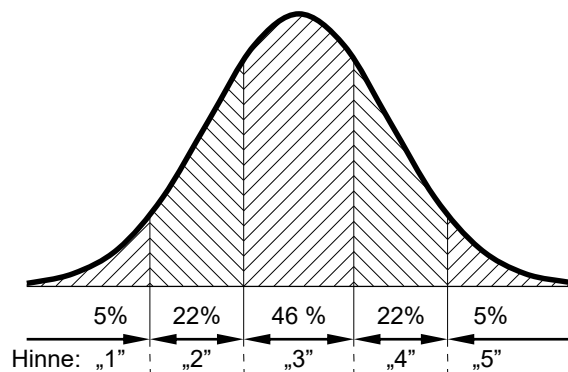
Õpetaja, kes tõstab hinnet faktorite tõttu, mis on väljaspool tõestatavat tulemust, teeb seda küll sooviga, et selline hindamine viib võib-olla tulevikus paremate tulemusteni, sattub aga tihti ise oma hinnangu spekulatsioonide meelevalda. Subjektiivse hindamisega õpetaja teenib aja jooksul oma õpilastelt terava kriitika ja sattub raskustesse. Nii õpilased kui ka üliõpilased ootavad õpetajalt objektiivset ja õiglast hindamist.

Siiski on teada ka motiveerivaid üksikjuhtumeid, kus õpetaja on kehvalt lahendatud kontrolltööd puhtekslikult hinnanud hea hindega, mille tagajärjel seni suhteliselt madala õpiedukusega õpilane hakkas innukalt ja hästi õppima.

Relatiivse hindamise puhul kasutab hindaja kriteeriumina ühe grupi tulemuste keskmist. See hindamismeetod on ilmselt tavapärases praktikas kõige tihedamini esinev. Ettekujutus tulemuste „loomupärasest” hindamisest on enimlevinud – oodatakse, et ainult väike osa õppureist suudab saavutada väga häid tulemusi, suurem osa saavutab keskpäraseid tulemusi ja väiksem osa esineb kehvasti. Eeldatakse, et tulemuste keskmisest lähtuval sümmeetrilisel tulemuste jaotusel on teataval määral seaduspärane iseloom ja praktiliselt lähtutakse Gauss’i normaaljaotusest, kusjuures keskmine tulemus korreleeritakse hinnete skaala keskmise hindega (vt **sele 9.3**).

Viiestmelise hinneteskaala juures tähendab see, et umbes:

- 46% grupi õpilastest saavad hinde „3”;
- 22% grupist saavad hinde „2”;
- 22% grupist saavad hinde „4”;
- 5% grupist saavad hinde „1”;
- 5% grupist saavad hinde „5”.



Sele 9.3 – Relatiivne tulemuste mõõtmine: siin lähtutakse tulemuste „loomupärase” jaotuse ettekujutusest – Gauss’i normaaljaotusest. Oodatakse, et umbes pooled õpilastest vastavad „keskmisele” hinnangule ja ainult väike osa saab häid või halbu tulemusi

Kui hindamise tulemused väljenduvad nii, et näiteks 80% tudengitest saavad hinde „1”, erineb tulemus oodatud normaaljaotusest. Tavaliselt muudetakse siis testülesandeid seni, kuni testi tulemus vastab jälle umbkaudselt normaaljaotusele, st välistatakse küsimused, millele kõik tudengid vastavad õigesti või millele keegi ei suuda vastata.

Esitatud normaaljaotuse orientatsioonil on hindamise puhul ka mõned varjuküljed:

- tulemustegrupp määrab tulemustenivoo; erinevatest gruppidest pärit hinnete võrdlemine on halb;

- vähemandekate tudengite tulemusmotivatsiooni vähendatakse: kui kõik grupi liikmed ennast rohkem pingutavad, jäävad vähemanded pidevalt jaotuse alumisse lõppu;
- soodustatakse suhtumist, et suurem osa õpilastest ei olegi üldse võimelised püüeldavaid õppe-eesmärke täielikult saavutama.

STEM valdkonnas ei ole soovitatav kasutada relatiivset hindamist. Gauss'i kõver võib küll hindamistulemuste alusel välja kujuneda, seda aga hindamisel aluseks võtta ei ole arukas. Selle meetodi kasutamisel eeldame juba enne hindamisprotseduuri läbiviimist, et osa õpilasi ei soorita niikuinii eksamit, sõltumata reaalistest tulemustest ja püstitatud õppe-eesmärkidest.

Absoluutne ehk eesmärgile orienteeritud hindamine toimub püstitatud õpiväljundite saavutamise arvestamise baasil – hea sobivus normaaljaotusega ei ole siin oluline. Oluline on vaid, kas kontrollülesanded mõõdavad võimalikult täpselt õpiväljundite saavutamist.

Edukriteeriumina püüeldakse väljundipõhisel hindamisel näiteks tihti niinimetatud 90/90- või 80/80-kriteeriumi poole, kus esimene arv näitab sihtrühma protsendimäära, teine omandatud teadmiste protsendimäära. Seega 90/90-kriteerium näitab vastavalt, et kursus on edukas, kui 90% sihtrühmast omandab 90% õpetatavast materjalist. *Lähtutakse eeldusest, et võimalikult kogu sihtrühm saab õppeainega hakkama.*

Moodustatakse teadmistegrupid: gruppi 100% rühmitatakse õpilased, kes saavutasid 100%-lised teadmised, gruppi 90% rühmitatakse õpilased, kes tõestasid teadmisi 90% ja rohkem (seega 90 kuni 100%) jne. 90/90-kriteerium defineerib endas ainult lõpptingimuse ja seda tuleb alati hinnata relatsioonis algtingimustega, st õpilaste eelteadmistega.

Õpiväljunditele orienteeritud tulemuste mõõtmise kriteeriumiks võetakse ühemõtteliste õppe-eesmärkide kogumi täitmisaste. Õpetajatel peab juba enne õppetöö algust olema täielik selgus konkreetsetest õppe-eesmärkidest, samuti peavad õpilastele olema eesmärgid teada õigeaegselt enne tulemuste kontrolli.

Wankat (Wankat 1993) pakub välja **Ameerika Ühendriikides ühe levinuma hindamisviisi**:

- **A** (väljapaistev) – omandatud kõik üld- ja detailsed eesmärgid;
- **A⁻** (suurepärane) – omandatud kõik üldeesmärgid ja enamus detailsetest eesmärkidest;
- **B⁺** (väga hea) – omandatud enamus üld- ja enamus detailsetest eesmärkidest;
- **B** (hea) – omandatud enamus üld- eesmärkidest ja paljud detailsed eesmärgid;
- **B⁻** (keskpärane) – omandatud enamus üld- ja mõned detailsed eesmärgid;
- **C** (rahuldav) – rahuldavad oskused;
- **D** (kesine) – õpilane ei ole ettevalmistatud edasiseks tööks antud materjaliga;
- **E** (ebapiisav) – mittesooritatud.

Sellise hindamismeetodi kasutamisel peab õpetaja otsustama, missugused õppe-eesmärgid on õpilane täitnud.

Alternatiivseks hindamisviisiks pakub Wankat (Wankat 1993) järgmist:

- arvutage parimate õpilaste keskmine punktisumma;
- parimate õpilaste keskmisest punktisummast poole vähem punkte saanud õpilane ei ole tööd sooritanud;
- vahemik parimate õpilaste keskmise punktisumma ja mittesooritanute punktisumma vahel tuleks jaotada omakorda A, B, C ja D vahemikeks;
- kontrollige kõrgeima ja madalaima hinde vahele jäävat vahemikku – seda võib vastavalt vajadusele kas suurendada või vähendada.

Tallinna Tehnikaülikoolis eristatakse üliõpilaste õpiväljundite saavutatuse taset alates 2010. aastast järgmise skaala alusel, mis on esitatud tabelis 9.1 (vastavalt Haridus- ja Teadusministri määrusele 27.20.2009, nr 71):

1) «A» («5») – «suurepärase» – silmapaistev ja eriti laiapõhjaline õppeaine õpiväljundite saavutamise tase, mida iseloomustab väga head taset ületav teadmiste ja oskuste vaba ning loov kasutamine;

2) «B» («4») – «väga hea» – väga heal tasemel õppeaine õpiväljundite saavutamine, mida iseloomustab teadmiste ja oskuste eesmärgipärane ja loov kasutamine. Spetsiifilisemate ja detailsemate teadmiste ja oskuste osas võivad ilmneda mittesisulised ja mittepõhimõttelised eksimused;

3) «C» («3») – «hea» – heal tasemel õppeaine õpiväljundite saavutamine, mida iseloomustab teadmiste ja oskuste eesmärgipärane kasutamine. Spetsiifilisemate ja detailsemate teadmiste ja oskuste osas avaldub ebakindlus ja ebatäpsus;

4) «D» («2») – «rahuldav» – piisaval tasemel õppeaine õpiväljundite saavutamine, mida iseloomustab teadmiste ja oskuste kasutamine tüüpolukordades, erandlikes olukordades

avalduvad puudujäägid ja ebakindlus;

5) «E» («1») – «kasin» – minimaalselt lubataval tasemel olulisemate õppeaine õpiväljundite saavutamine, mida iseloomustab teadmiste ja oskuste kasutamine tüüpolukordades piiratud viisidel, erandlikes olukordades avalduvad märgatavad puudujäägid ning ebakindlus;

6) «F» («0») – «puudulik» – õppija on omandanud teadmised ja oskused miinimumtasemest madalamal tasemel.

Tabel 9.1 – Põhilised hindamisprintsipid
Tallinna Tehnikaülikoolis

Hinne	Omandatud õpiväljundite tase
Suurepärase „5”	Silmapaistev ja eriti laiapõhjaline õppeaine õpiväljundite saavutamise tase
Väga hea „4”	Väga heal tasemel õppeaine õpiväljundite saavutamine
Hea „3”	Heal tasemel õppeaine õpiväljundite saavutamine
Rahuldav „2”	Piisaval tasemel õppeaine õpiväljundite saavutamine
Kasin „1”	Minimaalselt lubataval tasemel olulisemate õppeaine õpiväljundite saavutamine
Mittesooritatud „0”	Õppija on omandanud teadmised ja oskused miinimumtasemest madalamal tasemel

Komistuskivid hindamisel:

- normaaljaotuskõvera kasutamine sobimatutel tingimustel;
- võrdlev hindamine rõhutab võistluslikkust ja teistest parem olemist;
- hindamist käsitletakse vaid kvantitatiivsel tasemel;
- hindamisviisi ja eesmärkidele vastavad õpiväljundid ei sobi kokku;
- hindamine ei seostu õpetamisega.

Iseloomustamaks õppija üldist õpiedukust teatud perioodil kasutatakse kaalutud keskmist hinnet.

Perioodi (semestri, aasta, kogu õppeaja) kaalutud keskhinnet KKH arvutatakse suhtega

$$KKH = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \cdot AP_i)}{\sum_{i=1}^n (AP_i)},$$

kus H_i – perioodi jooksul eksamil või hindelist arvestusel saadud i -s hinne;

AP_i – H_i -ndale hindele vastava õppeaine maht ainepunktides;

n – perioodi lõpupäevaks saadud hinnete arv.

Pidades silmas eesmärki võib kaalutud keskhinde arvutamisel võtta arvesse:

- kõiki (ka korduvsooritustel samas õppeaines) saadud hindeid (alates „0” kuni „5”);
- ainult positiivsete soorituste hindeid (nt alates „1” kuni „5”);
- ainult õppeainete viimase lõpusoorituse hindeid;
- ainult kehtivate soorituste hindeid vm.

Lõppkokkuvõttes otsustab hindamismeetodi sobivuse üle siiski iga õpetaja ise.

9.3.3 Õpitulemuste hindamise meetodid

“Kui süütame õpilastes õpihimu, päästame me valla uskumatult võimsa jõu üle kogu maailma, sest me vajame tulevikus just selliseid inimesi, kes nihutavad piire, mitte neid, kes püüavad etteantud piirides tegutseda.” Tim Fargo

Hindamismeetodi valimisel tuleks lähtuda järgmistest kriteeriumidest:

- valitud hindamismeetod peab olema eesmärgipärane, st võimaldama õpiväljundeid hinnata;
- hindamismeetodid peavad võimaldama kõigi õpiväljundite hindamist;
- ühte õpiväljundit võib hinnata ka rohkem kui ühe hindamismeetodiga, siiski peaks vältima liiga paljude hindamismeetodite kasutamisest;
- oluline on teostatavus.

Näiteid hindamismeetoditest:

- kirjalik eksam;
- suuline eksam;
- essee;
- kontrolltöö või arvestustöö;
- referaat;
- esitlus;
- aruanne;
- juhtumianalüüs;
- uurimistöö;
- õpi- ehk arengumapp (portfoolio);
- valikvastustega test;
- projekt;
- probleemilahendus;
- jne.

Järgnevalt tutvustatakse eelpool loetletud meetoditest lähemalt õpimapi, eksami ja kontrolltöödega seonduvat.

9.3.3.1 Mappõpe ehk portfoolioõpe

„Portfoolio eest ei saada vaevatasu ilma magamata ööde, suure töö, higi ja vaevata ning pühapäevaste pikkade hommikute ohverdamiseta.“ Jeffrey Grundlach

Mappõpe kui hindamise meetod (*portfolio learning*) (Luik 2008). Mappõpe on enesejuhitud õpilasesekeskne protsess, kus õpilasel on võimalus analüüsida ennast ja välja tuua oma tugevaid külgi. Mappõpe võimaldab integreerida erinevaid õppeaineid, annab õpilastele vabaduse sooritada töid neile kõige sobival ajal, õpetab töid planeerima, ennast hindama ja oma tegevusi analüüsima. Õpetajad saavad mappõppes enam tagasisidet oma õpilastelt. Mappõpet on kasutatud üld- ja kõrghariduses juba mitmeid aastaid.

Mappõppe kolm põhiprintsiipi on *kogu, vali ja analüüsi* (Collect, Select (link/think) and Reflect/Analyse) ehk *vaata tagasi – analüüsi, vaata ettepoole – kavanda, vaata enda ümber – ühenda* (Look Backward – Reviewing, Reflecting, Look Forward – Projecting, and Look Around – Connecting).

Mappõpe õpetab:

- planeerimisoskust;
- hindamisoskust;
- valikute tegemist;
- oma tugevate külgede esitamiseoskust;
- analüüsivõimet;
- õpitava seostamist reaalse eluga;
- kirjutamisoskust.

Portfoolio (arengumapp, õpimapp). Õpilase kontekstis võib õpimappi (portfooliot) defineerida erinevalt (Luik 2008):

- õpimapp on keskendunud eesmärgipärane kollektsioon õpilase töödest, mis annab tunnistust õpilase õppeprogressist (nii formaalsest kui ka mitteformaalsest) ja saavutustest läbi õpiaja;
- õpimapp on eesmärgipärane kollektsioon õpilase töödest, mis näitab õpilase jõupingutusi, progressi ja saavutusi ühes või mitmes aines läbi õpiaja.

Portfoolio (õpimapp) aitab õppijal:

- jäädvustada oma teadmisi;
- analüüsida oma muutumisi ja arengut;
- püstitada endale eesmärgid ja kavandada nende saavutamist;
- teadvustada endale oma võimeid ja oskusi;
- paremini mõista oma õpistiili ja analüüsida oma õpioskusi;
- annab õppijale võimaluse teha valikuid (mida ja miks valida õpimappi);
- luua seoseid vana ja uue vahel;
- kujundada enesehinnangut;
- avada oma isikupära.
- jälgida õppijate arengut;
- saada mitmekülgset materjali õppijate hindamiseks;
- jälgida oma õpetamise mõjusust;
- individualiseerida õppetööd.

Elektrooniline õpimapp (e-õpimapp, e-portfoolio) on omavahel hüperlinkidega seotud dokumentide kogum (näiteks enesehinnanguks – rääkides oma parimast tööst, saab sellele kohe viidata), kus dokumentides on kasutatud erinevaid meediaelemente (Luik 2008).

Elektroonilise õpimapi eelised:

- võtab vähem ruumi ja seda saab paremini säilitada;
- odavam;
- saab muuta ja täiendada;
- saab kohandada vastavalt vajadustele (koolis hindamiseks, uude kooli sisseastumiseks, töö saamiseks);
- saab lisada erinevaid meediaelemente (heli, video);
- saab lisada hüperlinke;
- laiem lugejaskond (samal ajal võimalik avada tutvumiseks vaid valitud lugejaskonnale).

Mappõppe korraldus. Õppeveerandi (poolaasta, semestri, tsükli jne) esimesel tunnil saavad õpilased tööde nimekirja, koos neile esitatavate nõuetega, mis peavad olema õpimapis veerandi (poolaasta, tsükli

jne) lõppedes. Õpilastel on võimalik sooritada töid nende poolt valitud ajagraafiku järgi. Õpimappi võib õpilane panna ka valiku tunnitöödest (näiteks enda valikul parimad tööd). Õpimappi võib panna töid ühest või mitmest aineksest kokku. Veerandi (poolaasta, tsükli jne) lõppedes, kirjutab õpilane eneseanalüüsi (mida on ta selles ajavahemikus õppinud, kuidas on tööd õnnestunud, miks pole kõik läinud plaanide kohaselt, mida annaks paremini teha jne). Lisaks kirjutab õpilane ka tagasiside õpetajale: millised teemad jäid õppimisel arusaamatuks, millised teemad meeldisid kõige enam jne. Õpilase eneseanalüüs ja tagasiside sõltub õpilase vanusest (nooremad õpilased vajavad õpetaja poolt etteantud konkreetseid küsimusi).

Portfoolio on laialt kasutatav täiskasvanute koolituses, kus õppur seab ise endale õppe-eesmärgid, kavandab tegevused nende saavutamiseks, analüüsib ja hindab ise oma tegevust ning viib läbi eneseanalüüsi. Ka siin kehtib üks andragoogika põhimõtteid – kes otsustab ja kavandab, see ka vastutab tulemuste eest, seega võtab õppur eesmärgi seades ise ka vastutuse oma õppimise eest ning hindab ennast õppijana.

9.3.3.2 Eksamite ja kontrolltööde koostamine ning hindamine

„Ma ei luba teile, et see saab olema kerge, ma luban teile, et sellest saab tulevikus olema kasu.“ Art Williams

Eksam nõuab kogu materjali kordamist ja integreerimist. Ilma vahepealsete kontrolltöödeta on eksamil saadud tagasiside liiga hiline ja õpetaja ei saa enam midagi teha aitamaks õpilastel materjali paremini omandada. Õpetajal (eriti kõrgkoolis) on mitmeid võimalusi stressi vähendamiseks:

- kui hinded semestri jooksul on olnud head, võib julgustada õpilasi sellega, et eksam võib ainult nende lõplikku hinnet tõsta, soovitatav on seejärel teavitada õpilasi nende kokkuvõtvast hindest ja kuulutada eksam vabatahtlikuks – kes tahab oma hinnet tõsta, tulgu eksamile;
- korraldada kohustuslik eksam, kuid teatada õpilastele, et arvestatakse eelnevate kontrolltööde hindeid, mis võivad lõplikku hinnet tõsta. Seega panna kõrgem hinne neile, kes on hästi omandanud kogu materjali semestri jooksul ja tublisti tööd teinud; samas aga vähendada eksamistressi ja mitte karistada neid, kes semestri alguses ei õppinud piisavalt.

Võrgustikutöö (Norman 2015) – kaasaegse hariduse paradigma muutuse tulemusel on esikohal võrgustiku- ja meeskonnatöö mudel. Seetõttu võiks läbi viia enam rühmaeksameid, lubada teatud aja õpilastel omavahel arutada, küsida nõu, kasutada interneti jne, sest oluline on koostöö, mitte isolatsioon. Oluline oleks, et iga õpilane panustaks vastavalt oma võimetele ühises meeskonnatöös, ka eksamil. Eesmärgiks ei ole mitte alati õpilase individuaalne hindamine, vaid tema suutlikkuse logimine antud hetkel ja tema arengu toetamine. Mõned õpilased on teadlase tüüpi, teised juhid, mõned meeskonnatöö pooldajad, mõned mitte, kuid nad kõik on ühiskonnale vajalikud. Eesmärgiks on nende kõigi arengut väärtustada ja toetada.

Rühmaeksami võib läbi viia rühmatöid eeldavates õppeainetes. Rühmaeksam koosneb mitmest järjestikusest etapist:

- põhivara omandamist kontrolliv individuaalne kirjalik arvestustöö (~20 – 30 minutit);
- eksamipileti küsimustega individuaalne tutvumine (~10 – 15 minutit);

- rühmatöö, diskussioon (~40 minutit);
- individuaalne kirjalik töö, eksamipileti küsimustele vastamine, vastavalt õpetaja ja õpilaste kokkuleppele vastab iga õpilane kas ühele või kõigile eksamipileti küsimusele kirjalikult (~40 minutit);
- hindamisel võetakse aluseks individuaalse kirjaliku arvestustöö ja diskussioonile järgneva eksamipileti vastused, lisaks võib arvesse võtta ka semestri jooksul rühmatöös osalemist, kontrolltööde tulemusi vms.

Viige võimalusel läbi suulisi eksameid! See on küll tunduvalt aeganõudvam ja koormavam, kuid STEM valdkonnas on eelistatavam just suuline eksam – see võimaldab kasutada aktiivset lähenemist õpilase teadmiste hindamisel. Suuline eksam annab õpetajale parema ülevaate, kuidas õpilane mõistab ja tõlgendab põhikontseptsioone ja kas ta on saavutanud õppe-eesmärkidega püstitatud õpiväljundid. Tehnikaharidus peab andma õpilastele ka oskuse ratsionaalselt ja julgelt argumenteerida oma seisukohti fundamentaalsetele kontseptsioonidele tuginedes. Suuline eksam võimaldab hinnata õpilaste arengutaset üldiselt ja vähendab spikerdamist, sest õpetaja saab õpilase teadmisi kontrollida tunduvalt laiemalt, kui eksamiküsimuses kirjas. Suulise eksami korral on soovitatav anda eelnevalt ka eksamil läbitavate teemade loend või eksamiküsimused.

Kontrolltööde ja eksamite läbiviimisega kontrollitakse püstitatud õppe-eesmärkide ja õpiväljundite saavutamist. Missuguste Bloom'i taksonoomia või ülesannete lahendamise valdkonna õppe-eesmärkide põhikategooriate tasemel peavad koostatud ülesanded olema, otsustab õpetaja koostöös kooliga. Kontrolltööde ja eksamiküsimuste koostamisel võiks appi võtta **tabelis 2** esitatud maatriksi. Soovitatav oleks siiski jälgida, et kõik eksami- ja kontrolltööde küsimused ei langeks üksnes esimese kolme Bloom'i taksonoomia õppe-eesmärkide põhikategooria alla, sest neile küsimustele on kõige kergem vastata. Tuleks kontrollida, et eelneva õppetöö käigus oleksid eksami- ja kontrolltööde ülesanded ning küsimused eelnevalt läbi töötatud. Kui mingit teemat käsitletakse kursuse kahes erinevas osas, on mõttekas neid pärast mõlema osa läbitöötamist korraga kontrollida. Kontrolltööde küsimused koostage kohe pärast vastava materjali läbitöötamist tunnis.

Kas kontrolltöös või eksamil võib kasutada abimaterjale? Seda otsustab õpetaja. Abimaterjalide kasutamine vähendab üldjuhul stressi. Abimaterjalide vastu räägib aga asjaolu, et tihti kasutavad õpilased raamatuid vaid selleks, et leida sealt juba valmis vastuseid, selle asemel, et iseseisvalt mõelda – sel juhul on abimaterjal justkui kark jooksja toetamiseks. Abimaterjalide kasutamisel ei jäta õpilased meelde võrrandeid, mis neil igapäevatoos tulevikus kindlasti vaja läheb. Ülesannete lahendamisel võiks abivahendina kasutada käsiraamatuid, sest ka tegelikult elus kasutavad insenerid oma tööülesannete lahendamisel tihti käsiraamatuid. Mõnikord võiks näiteks jaotada õpilastele päev varem kätte võrranditelehe, kuid mitte lubada kontrolltöö ajal seda enam kasutada – õpilased peavad võrrandid endale eelnevalt selgeks tegema. Vahel võiks lubada õpilastel endil võtta kaasa üks isekoostatud võrrandileht – siin on eeliseks see, et õpilane peab eelnevalt materjali iseseisvalt läbi töötama, mõtlema ja otsustama, missuguseid võrrandeid valida – see omakorda soodustab materjali analüüsimist ja omandamist. Abimaterjale võiks siis lubada, kui õpilased neid ka kasutada oskavad.

Vältige triviaalseid ja trikiga küsimusi kontrolltööde ja eksamiülesannete koostamisel, sest need ei aita välja selgitada, kas õpitud materjal on omandatud või ei. Ülesanded peavad olema võimalikult õiglased, selged ja ühemõttelised. Kindluse mõttes võite mõnel kolleegil paluda Teie poolt koostatud ülesanded läbi lugeda. Näiteks ülesanne: „Matil oli 3 õuna, ta andis ühe ära. Arvuta Päikese mass“ ei ole üldse utoopiline ja haruldane. Tihti annavad õpetajad õpilastele lahendamiseks ülesandeid, millel on puudulikud

algandmed ja mida ei ole seetõttu võimalik lahendada. Sellised ülesanded kahandavad õpilaste huvi reaalainete vastu ja usaldust õpetaja vastu.

Lahendage alati kõik eksami ja kontrolltöö ülesanded eelneval ise läbi! Sel juhul saate veenduda, kas ikka kõik ülesande lahendamiseks vajalikud algandmed on antud ja kas ülesannet on üldse võimalik lahendada. **Ülesande lahendamisele kuluva aja määramisel on soovitatav aluseks võtta Teil endal lahendamiseks kulunud aeg ja see korrutada 4-ga.** Punktid, mida iga ülesanne annab, võiksid olla ülesande juures ära näidatud, siis saab õpilane ajapuuduses otsustada, millise ülesande ta järgmisena lahendab.

Arvestage, et isegi siis, kui Te palute pärast hinnetega tutvumist parandatud tööd kohe tagastada, jõuab ikkagi info ülesannete sisust koolis teiste õpilasteni. Koostage aeg-ajalt uusi eksami- ja kontrolltööde ülesandeid, sest Te soovite ju teada, kuidas on materjal omandatud, mitte aga kellel on parimad failikoopiad! **Vahetage iga kord teatud arv ülesandeid välja.** Vanadest eksami- ja kontrolltööde ülesannetest saab omakorda väga häid koduseid ülesandeid. Samuti on teatud aja tagant soovitatav lülitada koduseid ülesandeid kontrolltöösse – sellega saate kindlaks teha, kes on oma kodused ülesanded ise lahendanud ja kes teiste pealt maha kirjutanud – nii annate ka õpilastele selge signaali, et kodutööd tuleb siiski igaühel ise ära teha.

Enne kontrolltööde ja eksami läbiviimist:

- arutage eelnevalt ülesanded läbi, võimalusel lahendage näidisülesandeid;
- jälgige, et töö oleks õiglane, õpitule tuginev;
- jälgige, et toimuks püstitatud eesmärkide saavutamise ja õpitu uutes olukordades rakendamise kontroll;
- lubage abimaterjale vaid eelneval kokkuleppel, jagage välja oma abimaterjalid;
- vältige trikiga küsimusi;
- lahendage ise eelnevalt ülesanded läbi;
- vahetage ülesandeid välja;
- lisage töösse 10-15% ulatuses raskemaid ülesandeid tublimatele.

Eksamid, kontrolltööd ja testid peavad põhinema eelnevalt õpitud materjalil ja olema õiglaselt koostatud (ei tohiks sisaldada õppetöös eelnevalt läbimata teemasid ja lahendamata ülesandeid) ning ka õiglaselt hinnatud – sel juhul suurendavad nad õpilaste õpimotivatsiooni ja õpituga rahulolu. Õpetage oma õpilastele seda, mida kavatsete kontrolltöös või eksamil kontrollida ja vastupidi. Kontrolltöös ja eksamil ei ole õiglane kontrollida eelnevalt tunnis ja kodutöös praktiseerimata oskusi, seda just ülesannete lahendamise puhul. Ebaõiglaselt koostatud ja hinnatud eksam või kontrolltöö soodustab huvi langust eriti reaal- ja tehnikaainete vastu, käegälöömist, spikerdamist ja alandab õpimotivatsiooni.

Eestis on tihti õiglaste kontrolltööde ja eksamite (ka riigieksamite) asemel korraldatud tunduvalt raskemaid teadmiste kontrole, mis sarnanevad pigem aineolümpiaadidega, mille tõttu paljud õpilased on kaotanud usalduse ja motivatsiooni just reaalainete õppimiseks. Selline eksamite koostamine vähendab

sihiteadlikult huvi reaal- ja tehnikaainete vastu. Kinnistunud on kahetsusväärne seisukoht, et reaalainete riigieksamid on nii rasked, et nendega ei saada niikuinii hakkama.

Üllatusteta, ausa testi läbiviimiseks tuleks arvestada järgmiste soovitustega (Felder 2006):

- vaadake üle aine õpiväljundid ja koostage oma õpilastele õpijuhise Teie õppeaine edukaks läbimiseks;
- arutage eelnevalt töösse tulevad teemad ja ülesanded läbi, et õpilastel oleksid selged ootused;
- koostage test, arvestades Bloomi taksonoomia kõiki tasemeid, et töös oleks ka nn analüüsiküsimusi;
- lahendage ise testi ülesanded läbi ja koostage hindamise põhimõtted. Alles seejärel viige test läbi;
- piirake hinde muutmise võimalusi ilma järeltöö tegemiseta.

Arutage alati eelnevalt läbi kontrolltöösse tulevad ülesanded! Selgitage õpilastele, millise aineosa peale töö tuleb. Selgitage testi tüüp ja tooge näiteks töösse tulevate ülesannete põhitüübid. Arutage läbi kontrolltöö läbiviimise reeglid (abimaterjaliga, eraldi pingis istudes, ajalimiit jne).

Ei ole õiglane öelda õpilastele: „Siin on teile 597-leheküljeline õppematerjal, töö tuleb homme ja mõistatage ise ära, millise osa peale!” Kontrolltöös ja eksamil ei tohiks olla üllatusi. Õpetamine ei ole saladuslooriga kaetud müsteerium! (Felder 2002). Õpilane peab selgelt teadma ja mõistma, mida temalt oodatakse. See ei tähenda, et nõudmiste latti tuleks alla lasta, vastupidi - nõudmised tuleb üles ehitada vastavalt konkreetsetele õppe-eesmärkidele. Arusaadavalt ja ühemõtteliselt koostatud õppe-eesmärgid etendavad siin olulist osa (vt ptk 2). Koostage töö nii, et 10% kuni 15% ülesannetest oleksid keerukama sisuga ja aitaksid Teil hinnata kõrgeimate teadmistega ja andekamaid õpilasi ning lihtsustaks eristada õpilasi, kelle hindeks saab „4” või „5”.

Viige kontrolltöid läbi võimalikult sageli! Kui eelnevalt on sooritatud piisavalt erinevaid kontrolltöid, vähenevad pinged ja stress ning eksamil on tunduvalt lihtsam. Kui on veerandi või semestri jooksul õpilasi palju hinnatud, on ka õpetajal kergem lõplikku hinnet välja panna – sel juhul võib õpilastega kokkuleppel näiteks kõigil madalaima hinde hoopis arvestamata jätta, mis jällegi tõstab õpimotivatsiooni. Samuti võib mõned kontrolltööd kuulutada vabatahtlikuks ja neile, kes on töö väga heade tulemustega sooritanud, võiks anda boonuspunkte näiteks eksamil (vt jaotis 9.3.3 – Õpitulemuste hindamise meetodid).

Liiga sagedasel kontrolltööde ja testide korraldamisel on ka negatiivseid külgi: aeg, mis kulub kontrolltööde läbiviimiseks, vähendab uue materjali läbimiseks ettenähtud aega, samas nõuab see ka õpetajalt lisaaega tööde koostamiseks ja hindamiseks. Ülikoolides soovitatakse semestris viia läbi 5 kuni 7 kontrolltööd esimestel kursusel, 3–4 kontrolltööd keskastmel ja 2–3 tööd lõpukursustel. See arv on soovituslik ja tööde arvu otsustab siiski õpetaja koos kooliga.

Kontrolltöös tuleks õpilastel oma vastust ka põhjendada või ülesande käik tervikuna esitada. Kontrolltöös võivad lisaks küsimustele vastamisele ja ülesannete lahendamisele õpilased joonestada graafikuid nähtuste ja protsesside seoste ja sõltuvuste kohta, täiendada skeeme, joonestada tehniliste seadmete töö põhimõtet kirjeldavaid skeeme jne.

Andke õpilastele juhtnööre, kuidas õppida ja kontrolltööks valmistuda, koostage õpijuhise. Selleks on Richard Felder (Felder 1999) koostanud memo tehnikaerialade õpilastele, kuidas õppida, et mitte pettuda kontrolltöö tulemustes:

- püüdke mõista täielikult kogu õpitavat materjali;
- kui kodune ülesanne käis üle jõu, kontrollige tulemust kaaslastega ja paluge teistel seletada ülesande käiku, vajadusel küsige nõu õpetajalt;
- lahendage alati ise kõik kodused ülesanded;
- pöörduge kohe õpetaja poole, kui midagi jäi arusaamatuks, esitage julgelt küsimusi;
- vaadake enne kontrolltööd alati üle kogu töösse tulev materjal, vajadusel arutage see kaaslastega läbi või küsige nõu õpetajalt;
- pöörake tähelepanu ka algebrale – rumal „näpuviga” viib osakese hindest endaga kaasa;
- kui enne kontrolltööd või eksamit toimub konsultatsioon, osalege selles kindlasti ja paluge õpetajal seletada Teile veel selgusetuks jäänud probleeme;
- magage enne kontrolltööd või eksamit korralikult (kui olete kõik eelnevad soovitusel täitnud, õnnestub see Teil kindlasti!).

Tööde kontrollimine. Koostage eelnevalt tööde hindamise skaala (näiteks saadud punktidele vastav hinne). Õigem oleks kontrollida töid ülesannete kaupa: algul kõigis töödes esimese ülesande lahendust, seejärel teise ülesande lahendust jne – see tagab ühtlasema ja võrdsema hindamise. Lühiküsimustega töö puhul võib hinnata kogu tööd korraga. Märkige ära töö iga lehe servale õiged vastused ja nende eest saadud punktid. Vale vastus märgistage eraldi (selle võib näiteks alla tõmmata või ringiga ümbritseda). Lahenduste juurde võib ka kirjutada kommentaare (vältida tuleks näiteks kommentaari „vale vastus”, kuid positiivsed kommentaarid nagu „tubli”, „super”, „väga hea lahenduskäik” jne on vägagi motiveerivad).

Jälgige alati ülesannete lahenduskäiku. See, kes teeb viimases tehtes arvutusvea ja see, kes üldse ei oska ülesannet lahendada, ei vääri ühesugust hinnet. Niinimetatud *osade kaupa hindamise* korral otsustage juba eelnevalt, mis hinde kui suure osa õigesti lahendatud ülesande eest võib õpilane saada.

Kvalitatiivsete testide hindamisel (st ühte õiget vastust eeldav test, näiteks matemaatikas) võiks arvestada järgmistest soovistest (Stice 2000):

- õige meetod, vigadeta: 100%
- õige meetod, aritmeetilised vead: -10% vea kohta
- väiksemad teooriavead: -20%
- suuremad teooriavead: -30%
- olulised teooriavead: -50%
- mitu erinevat teooriaviga: -70%
- seletamatu/arusaamatu: -100%

Valikvastustega testide puhul on soovitatav arvestada järgnevaga (Felder 2011):

- varuge aega testi koostamiseks (raske koostada, lihtne hinnata);
- koostage osa küsimusi kõrgema taseme mõtlemiseks;
- lisage küsimustesse ka graafikuid, jooniseid, ülesandeid;
- test peaks olema kokkuvõtlik, lihtne ja arusaadav;
- suurem osa küsimustest koostage aine põhivara alusel;
- analüüsige testi aeg-ajalt ja tehke vajalikke muudatusi;
- paigutage valikvastused eri ridadele;
- jaotage õiged vastused valikute seas erinevalt;
- alati ei pea õige vastus olema just pikim;
- õiged valikuid võib olla ka mitu;
- vältige järgmisi valikuid: kõik eelnev, mitte ükski, alati, mitte kunagi;
- jätke ruumi, et õpilased võiksid seletusi vastuse juurde kirjutada.

Kvalitatiivsete testide puhul (näiteks esseed, teooriaküsimused jne) on soovitatav arvestada järgmisega (Felder 2011):

- arutage töösse tulevad teemad eelnevalt läbi;
- teavitage eelnevalt, kuidas kirjavead, grammatika, käekiri jms mõjutavad hinnet;
- koostage 1-2 küsimust ühe teema kohta;
- paluge kolleegil küsimused eelnevalt läbi lugeda, et kõik oleks arusaadav;
- arvestage, et kataksite küsimustega ka Bloom'i kõrgemaid kategooriaid;
- seletage eelnevalt hindepunkti väärtust, ajakasutust, vastuse pikkust jne;
- andke õpilasele 3 korda rohkem aega, kui Teil endal kuluks vastamiseks;
- visandage eelnevalt mudelvastus ja sellele vastavad punktid-hinded;
- ärge vaadake hindamisel ennekoike vastaja nime, vaid tema tööd;
- hinnake töid küsimuste kaupa;
- segage töid enne järgmise küsimuse hindamist;
- andke õpilastele kirjalik tagasiside või näidake nn mudelvastuseid.

Aruande hindamisel on soovitatav arvestada järgnevaga (Felder 2011):

- määrake kindlaks hindekriteeriumid või koostage hindamisjuhise;
- hinnake sisu, terviklikkust ja tulemuslikkust;
- võimalusel kontrollige kahekesi ja võrrelge tulemusi, et oleks suurem usaldusväärsus;
- paluge õpilastel endil hinnata mõnda halba näidisaruannet eelmisest aastast Teie hindamisjuhise järgi;

- paluge neil rühmatööna arutada hindamise põhimõtteid;
- analüüsige ühiselt nende ja Teie hindamist;
- korrake sama mõne hea näidisaruandega;
- kui te olete õpilased välja koolitanud, laske neil endil üksteise töid hinnata vastastikhindamisel.

Kodutööde koostamisel ja hindamisel võiks arvestada järgmiste soovitustega (Felder 2006):

- andke kodutöid vähemalt korra nädalas;
- andke iga olulise tehnika, teadmise ja oskuse omandamiseks kordusülesandeid;
- koostage enam nn drilli-ülesanded;
- osa ülesandeid olgu raskemad, mis vajavad analüüsi ja sünteesi;
- üks-kaks ülesannet olgu raskeimad parimate õpilaste arendamiseks;
- raskete ülesannete lahendamise eest andke lisapunkte;
- arvestage koduülesannete tegemist ainekursuse lõpphindeks;
- lubage teha kodutööd grupitööna;
- õpilased võivad üksteise kodutöid ise ka vastastikku kontrollida;
- lahendage ja esitage õiged vastused klassitahvlil;
- võtke vastu ka hilinenud kodutöid, kuid määrake hilinejale karistuspunktid;
- kui õpilased hakkavad vastutulelikkust kuritarvitama, tühistage kõik järeleandmised;
- kontrollige kodutöid, vastasel juhul neid ei tehta;
- andke kodutööde sooritamise kohta tagasisidet ja seletage kohe uuesti materjali, mida ei mõistatud.

Tagasiside õpilastele peaks olema võimalikult kiire. Korrektseks tagasisideks:

- jaotage parandatud tööd laiali ja arutage läbi – moodustage grupid, kus õpilased saaksid tööga seotud probleeme arutada ja teineteisele õiget lahenduskäiku seletada, vastake üleskerkinud küsimustele;
- õigete lahenduskäikude kinnistamiseks andke raskemad ülesanded uuesti koduseks lahendamiseks;
- andke raskeima ülesandega analoogne ülesanne lahendamiseks ka järgmises kontrolltöös;
- paluge õpilastel, kes ei ole omandanud materjali, tulla eraldi konsultatsioonile;
- paljudes koolides kirjutatakse lõplik punktide kogusumma lehe pöördele, pidades seda diskreetseks infoks. Eelnevalt võiks õpilastelt küsida, kas nad soovivad tulemuste kohta avatud või salastatud infot.

Andke alati võimalus punktiarvestuse parandamiseks. Kui õpilane nõuab uut punktiarvestust ja väidab, et tema tööd on valesti hinnatud, paluge tal kahe päeva jooksul eraldi lehele kirjutada tema soov

koos põhjapidavate loogiliste põhjendustega (mitte põhjendusega, et ta lihtsalt väärrib paremat hinnet!). Kui õpilane suudab loogiliselt tõestada, et ta kasutas teist lahendusviisi, tegi aga arvutusvea ja sai seetõttu vale vastuse, võib ta punktilisa saada. Enamasti ei suudeta seda aga tõestada.

Õpilaste vaenulikkus avaldub eriti pärast kontrolltööde kättesaamist. Andke vaenulikult häälestatud õpilasele aega „mahajahtumiseks” ja vestelge temaga hiljem rahulikult omavahel. Paluge õpilasel põhjendada oma rahulolematust.

Kui test oli raskem, kui Te plaanisite, arvestage järgmiste soovitusetega (Felder 2006):

- kõigi õpilaste hinde tõstmist ühe palli võrra;
- viktoriini/ajurünnak läbiviimine mõistmatu teema põhjal;
- teha uus test ja hinnata uuesti, võttes arvesse eelmise testi tulemusi;
- isegi kui Te hindate relatiivselt ja keskmine tulemus oli 35 punkti, siis oli see väga viletsalt koostatud test ja sel juhul peaks õpetaja „peeglisse vaatama”.

Õpilased puuduvad tihti kontrolltööde päevadel. Puudumise põhjused ja vabandused jaotuvad usutavuse skaalal erinevalt – alates sissemagamisest (mis on arvatavasti aus ülestunnistus), kuni haiguse (mis võib olla tõsi) või õnnetuseni (mis on kahtlane, eriti siis, kui see põhjus kipub korduma!). Kergeim viis puudumisega võitlemiseks ülikoolis on vastavalt eelnevale kokkuleppele õpilastega semestri madalaima hinde mittearvestamine – puudunud kontrolltöö hinne on „0” ja seega seda ei arvestata. Õpilasel, kes selle otsuse vastu protesti avaldab, on alati võimalus töö järele teha. Paljud õpetajad lubavad õpilasi järeltööle vaid arstitõendi esitamisel. Teised jälle korraldavad järeltöid teatud kindlal ajal paar korda semestris. Iga õpetaja otsustab ise, kuidas ta suhtub puudumistesse ja kuidas organiseerib järeltöid.

Olge alati varem kohal, kontrollige ruumi valgustust, paigutage õpilased saabumisel oma kohtadele. Võtke alati kaasa tööde lisakoopiaid, et ei peaks ruumist lahkuma, kui kohale tuleb oodatust rohkem õpilasi. Paluge kohe nimed tööle peale kirjutada. Seejärel paluge kõigil üle lugeda ülesannetelehed, et kindlaks teha, kas kõigil on tööst täisvariant. Jalutage ruumis ringi, et kustutada spikerdamissoovi – kergem on spikerdamist ära hoida, kui hiljem ebameeldivate tagajärgedega tegeleda. Õelge aeg-ajalt, kui palju aega on töö lõpetamiseni jäänud. Kui lõpetamiseni on jäänud 2 minutit, paluge töö lõpetada. Korjake tööd kokku ja lugege üle, seejärel kontrollige tööd nimekirja järgi – nii saate kohe teada, kui mõni õpilane ei andnud tööd ära või puudus – sellega väldite hilisemaid kaebusi, et olete kellegi töö ära kaotanud.

Phillip Wankat’i sõnul (Wankat 1993) tekitavad eksamid ja kontrolltööd alati suurt pinget, kuid õpilastele tasub ikka ja jälle meelde tuletada, et pinge ongi üks olulisimaid suurusid nii füüsikas kui ka insenerihariduses üldiselt.

9.4 Praktilisi soovitusi

„Eksimused on parimad õpetajad, need panevad meid õppima. Keegi ei õpi edust. Muidugi on soovitatav õppida teiste vigadest, aga kõige paremini õpime me siiski just oma vigadest, eriti, kui mõistame, mida tegime valesti ja mida tuleks järgmisel korral teha teisiti.“ Mohnish Pabrai



Hinded on suhtlusvahendiks õpetaja ja õpilase vahel. Õpilased peavad teadma, mille eest on vastavad hinded saadud. Kui õpilane kurdab ebaõiglase hinde üle, tuleb ta kindlasti tähelepanelikult ja huviga ära kuulata, kuid siiski ei ole arukas hinnet muutma hakata. Kui olete seda kas või korra teinud, hakkavad „džunglitrummid pörisema“, info liigub kulutulena ja rahulolematute järjekord Teie ruumi ukse taga kasvab plahvatuslikult.

Vahel pöörduv mõni õpilane Teie poole ahastavalt: „Õpetaja, ma olen nõus tegema ükskõik mida, peaasi, et saaksin positiivse hinde!“ Sel juhul tutvustage õpilasele tunniplaani ja soovitage tal selle alusel usinasti õppetööst osa võtta – ja kõik ta mured on kui käega pühitud!

Eksamid ja kontrolltööd peavad olema õiglaselt koostatud ja hinnatud ning põhinema õpitud materjalil. Vältige triviaalseid ja trikiga küsimusi! Tagage õpilastele katkematu iganädalane koormus – kas kodused ülesanded, kontrolltööd, tunnikontrollid või projektid. Küsige ja andke tagasisidet.

Õpetajat võib võrrelda sporditerminoloogias nii väravavahi kui ka treeneriga. Väravavahina püstitame me kõrgeid standardeid, kindlustamaks meie õpilaste kvalifikatsiooni ja professionaalsust; treenerina aga teeme omalt poolt kõik, mis võimalik, et õpilased püstitatud standarditele vastaksid. Eksamid on mõlema funktsiooni tuumaks. Koostades laiapõhjalisi, arusaadavaid, õiglaseid ja karme eksameid, täidame me väravavahi rolli. Andes endast parima, et oma õpilasi teadmiste kontrolliks ette valmistada ning nende tulemusi õiglaselt hinnata, täidame treeneri missiooni.

Analüüsige tagasisidestamist oma õppeaines. Kuidas annate ja küsite tagasisidet? Missugune meetod sobiks Teie õppeaine puhul?

Analüüsige oma õppeaine õpiväljundite hinnatavust. Valige õpiväljundite saavutamise kontrollimiseks sobivad hindamise meetodid.

Analüüsige oma õppeaines kodutööde ja testide hindamist. Kuidas saaksite oma hindamist parendada?

Kuidas hindate õpiväljundite saavutamist, loovust ja sügavuti õppimist?

Kuidas hindate üliõpilaste panust rühmatöös?

*Parimaks soovitusena õpetajale on enne lõplike hinnete väljapanemist minna tühja ruumi ja korrata omaette kõva häälega kolm korda: „**MA EI SAA OLLA KÕIGILE MEELEPÄRANE!**“*

10 ÕPPETEGEVUSE ETTEVALMISTAMINE JA ENESEANALÜÜS

„Õpetaja, kes väärtustab ja armastab õppimist, on võimeline aitama ka teistel õppida.“ Ruth Beechick.

Käesolev peatükk annab üldistatud ülevaate igapäevase õppetegevuse ettevalmistamisest. Esitatud soovitused moodustavad igapäevases praktikas kasutatava insenerpedagoogilise raammudeli, mida võib kohandada nii loengu või tunni ettevalmistamiseks kui ka erinevateks erijuhtudeks – näiteks konverentsiettekannete ja esitluste ettevalmistamiseks.

Esitluse, ettekande, kõne, loengu või õppetunni ettevalmistamisel on palju ühiseid aspekte. Iga ettekanne, kõne, õppetegevus ja igasugune suhtlemine üldse toimub suhtlemise mõjusüsteemis erinevate mõjusuuruste koosmõjul. Seetõttu peaks nii kogu õppeaasta õppetegevuse kui ka üksiku õppetunni või ettekande planeerimine ja ettevalmistamine lähtuma nendest mõjusuurustest (vt jaotis 2.6).

Eelnimetatud mõjusuurustega oleme tutvunud juba eelnevates peatükkides, oletame seetõttu, et olete juba formuleerinud oma tunni eesmärgid, selgusele jõudnud oma sihtrühmas (psühho- ja sotsiostruktuur) ning valinud ka oma ettekande esitluse toetamiseks sobivad tehnilised vahendid. Te olete juba alustanud põhimõttelisi kaalutlusi õppemeetodivaliku osas. Järgnevalt on esitatud tunni edasise ettevalmistamise ülejäänud praktilised sammud ja mõned soovitused tunni läbiviimiseks.

10.1 Esimene töönael

„Õppimine ei seisne ainult selles, et me saame teada, mida me peame tegema või oskame teha, vaid ka selles, et me saame teada, mida me võiksime teha ja mida me ei tohiks teha.“ Umberto Eco

Tihti on alustavatel õppejõududel mure, kuidas alustada oma õppetööga nii, et see oleks edukas. Enamik õpetajatest suudavad mõjusalt õpetama hakata alles pärast 5 aastat töökogemust, mõned kiiremini.

Enne õppeaine õpetamist on soovitatav tutvuda õppeinfosüsteemis nii Teie poolt õpetatava õppeaine ainekava kui ka õppekavaga, kuhu õppeaine kuulub. Tehke kindlaks, millised on õppeaine eesmärgid ja õpiväljundid ning eeldusained õppeaine läbimiseks. Koostage visioon, kuhu tahate oma õppeaine õpetamisega semestri lõpuks jõuda ja miks õpilased Teie õppeainet peaksid läbima. Vajadusel on võimalik teha muudatusi ka ainekavas.

Kehtestage ennast. Oluline on teha seda positiivsel ja heatahtlikul toonil. Kui alguses liiga sinisilmne olla, siis muutub tähelepanu ja korra hoidmine hiljem järjest raskemaks. Jääge professionaalseks ning ärge otsige odavat populaarsust.

Järgnevalt soovituslik kontrollnimekiri edukaks alguseks:

- tutvustage end ja rääkige õpilastele midagi endast;
- õppige selgeks õpilaste nimed;
- koostage õpilastele õpijuhise oma õppeaine läbimiseks;
- pange oma õpilased tunnis mõtlema, esitage mõtlemisküsimusi Bloomi taksonoomia kõrgematel tasemetel;
- kontrollige õpilaste eelteadmisi ja arvestage õpetamisel eelteadmistega;
- tutvustage oma õppeaine õpiväljundeid, hindamise põhimõtteid ja nõudmisi;

- olge entusiastlik, motiveerige õpilasi ja äratage huvi oma õppeaine vastu;
- andke visuaalne ülevaade (mõistekaart) oma õppeainest;
- varieerige erinevaid õppemeetodeid;
- viige läbi demonstratsioone ja paluge ennustada tulemusi;
- viige läbi ajurünnak õppeaine teemade rakendamisest reaalses elus;
- tooge välja seosed tegeliku elu ja teiste õppekava õppeainete vahel;
- jagage õpilaste välja lünklikud õppematerjalid;
- esitage erinevaid kõrgema taseme mõtlemist aktiveerivaid küsimusi;
- ärge küsitlege üksikuid õpilasi, vaid õpilasrühmi;
- viige läbi teadmiste kontrole;
- jälgige vanemaid kolleege;
- kasutage võimalusel aktiivõpet ja induktiivset õpetamist;
- valmistuge igaks tunniks;
- jälgige olukorda tunnis ja tehke vastavalt vajadusele muudatusi;
- tulge klassiruumi varem;
- kontrollige eelnevalt ruumikeskkonda ja kujundage see Teile sobivaks;
- ärge andke hinnangut valedele vastustele, laske õpilastel õppida oma vigadest;
- kontrollige, et Teie hääl kostuks ruumis kõikjale;
- kehtestage reeglid kohe esimeses tunnis;
- hoidke silmsidet ja suhelge õpilastega;
- rõhutage ja korrake olulist materjali;
- andke tunni alguses ülevaade ja paluge õpilastel teha tunni lõpus kokkuvõte;
- kasutage tahvli lisaks presentatsioonile;
- tehke pause;
- küsige ja andke pidevalt tagasisidet;
- tasakaalustage faktid ja teooria;
- rakendage õpitut praktikas - andke kodutöid;
- kasutage rohkelt näitvahendeid;
- väljenduge lihtsaltmõistetavalt;
- kohelge õpilasi austusega, looge positiivne õhkkond;
- kontrollige õpitu mõistmist;
- jätke tunni lõppu aega küsimusteks.

Kindlasti tuleb leida tasakaal õppetöö ja teadustöö vahel ja pühendada aega enesetäiendamiseks. Samas ei tasu õpetamisega üle pingutada – tihti soovivad alustavad õpetajad võimalikult rohkem uut materjali edastada, tegelikult tuleks uue materjali hulka optimeerida.

Veel soovitusi algajatele:

- teatage oma konsultatsiooniajad ja paluge õpilastel neist kinni pidada;
- vastake meilidele 1-2 korda päevas;
- õppige kiirel ajal inimesi oma ruumist viisakalt „välja saatma“: „Tore on Teiega rääkida, aga mul on veel hirmus palju teha, vabandust.“
- kohtuge kolleegidega nende kabinetis, nii saate oma ruumidest veidikenegi välja;
- koostage päevakava ja planeerige aega, pühenduge tähtsatele toimingutele;
- püstitage eesmärgid ja püüelge nende täitmise poole;
- pidage oma tegevuste logi: loenguteks valmistumine (maksimaalselt 2 tundi ettevalmistust 1 loengutunni kohta), kirjatööd jne, kuni päevaplaan enamvähem rutiiniks kujuneb;
- kui võimalik, töötage aeganõudvate tegevustega kodus või raamatukogus (teadusartiklid, raamatu kirjutamine jne);
- hoiduge perfektsionismist, ärge viimistlege tunni materjale või artikleid viimase hetkeni, kirju ja memosid aga ärge viimistlege üldse, kontrollige need vaid üle, et ei oleks kirjavigu;
- olge ettevaatlik arvutigraafikaga, see on aeganõudev tegevus;
- premeerige ennast ja võtke puhkust;

Asendamatus test. Õpetajate/õppejõudude hulgas on väga levinud läbipõlemise piiril töötamine. Kas haigena, kõrges palavikus peaks tööle minema või mitte? Sooritage asendamatus test. Selleks võtke klaas vett, pistke sõrm vette. Kui sõrme veest välja tõmbate ja vette jääb auk, siis olete asendamatu ja peate haigena tööle minema. Kui auku ei jää, võtke haigusleht ja saage terveks (Aabits 2014).

Kuidas planeerida aega? Oskus planeerida aega tähendab oskust koostada tegevuste ajakava vastavalt antud hetkel määratletud prioriteetidele (Martin, 1991). On kolm olulist reeglit, mis aitavad ajaga efektiivselt ümber käia:

- ärge võtke endale liiga palju kohustusi, teades juba ette, et Te ei suuda nendega toime tulla;
- defineerige oma eelistused;
- keskenduge tehtavale tegevusele ning ärge laske oma tähelepanu kõrvale juhtida.

Seadke endale eesmärgid, mida Te peate täitma kuu aja, poolaasta või aasta jooksul. Seejärel looge enda jaoks nädala kalender, kuhu märkige kõik nädala jooksul toimuvad tegevused: loengud, seminarid, aeg veebipõhiseks tegevuseks, söögiajad, aeg puhkamiseks, sportimiseks ja teleri vaatamiseks jne. Hoidke nädala kava kogu aeg käepärast ning vaadake see sageli üle. Vajadusel tehke kavas muudatusi.

Aega planeerides on kasulik teha iga päev nimekiri oma selle päeva kohustustest ja tegevustest, kusjuures nimekirja etteotsa märkige eelisjärjekorras teostamist vajavad tegevused. Pange kirja mitte ainult õppetööga seotud kohustused, vaid ka näiteks ostud ja telefonikõned. Oluline on paika panna tegevuste järjekord nii, et ajakadu oleks minimaalne.

Pidage silmas, et aeg on väärtuslik ja piiratud ressurss. Seepärast:

- ärge raisake aega kõrvalistele asjadele, vaid keskenduge antud hetke kõige tähtsamale tegevusele.
- ärge lükake edasi tähtsaid töid, kui need vajavad lahendamist kohe praegu.
- püüdke teostatavale tegevuse maksimaalselt kontsentreeruda.
- püüdke aega mõistlikult jagada: õppimine *versus* sõbrad, televisioon ja telefon.
- vältige emotsionaalseid segavaid faktoreid: tühimust, stressi, süütunnet tegematajätmistest pärast, viha ja pettumusi.

Õppige ütlema „ei“:

- võtke aega enne, kui nõustute mõne uue kohustusega;
- analüüsige, kas uued kohustused ühtivad Teie eesmärkidega;
- pidage oma tööalaste kohustuste logi ja viidake sellele, kui surutakse peale uusi lisakohustusi;
- kohtuge regulaarselt mentoriga ja analüüsige oma tegevust.

Harjutage kodus kõvahäälselt ja regulaarselt järgmisi lauseid, (võite need kinnitada oma vannitoa peeglile) (Felder 2011):

- „See tundub huvitav, aga kas ma saaksin Teile homme tagasi helistada? Ma vajan veidi aega otsustamiseks“;
- „Mul on väga kahju, aga mul on hetkel liiga palju kohustusi“;
- „Aitaksin hea meelega, aga mul kahjuks ei ole hetkel aega lisakohustuseks. Võib-olla saaksime lihtsalt paaril korral kokku ja vestleksime?“
- „See on tõepoolest väga huvitav ja austav ettepanek, aga ma kardan, et mina ei ole hetkel see kõige õigem inimene teid aitama. Kas olete mõelnud, et võiksite rääkida.....?“

Pidage meeles, et auhindu jagatakse võistluse lõpus, mitte alguses — õpilaste tänu ja austus tuleb alles mõne aja pärast. Aga pingutamine on seda väärt!

10.2 Esitluse ja ettekande ettevalmistamine

"Hea kõne on nagu naise seelik: piisavalt pikk, et teemat katta ja piisavalt lühike, et huvi tekitada" Winston Churchill

Eduka esinemise korral peaks esineja olema usutav, tema edastatav sõnum oluline ja arusaadav ning sõnum peaks jõudma ka kuulajani. Iga esinemine on dialoog.

Esinemise ettevalmistamisel arvestage järgmiste võtmekomponentidega:

- ettevalmistumise strateegia (vt sele 2.4 – Inseneripedagoogika mõjusa õpetamise psühhodidaktiline põhimudel);
- ettekande/tunni struktuur (vt jaotis 5.2 – Struktuuriteooria alused);
- stiil ja suhtlemisoskus (vt jaotis 4.9 – Suhtlemine tehnikaainete õpetamisel ja jaotis 4.10 – Tehnikaõpetaja isiksus);
- usutavus (vt jaotis 4.10.2 – Käitumine ja autoriteet).

Materjali kogumine. Igasuguse esitluse ja ettekande ettevalmistamine algab materjali kogumisega. Praktiliselt põhineb materjali kogumine kolmel allikal (vt jaotis 5 – Õpetatav materjal):

- *isiklikel teadmistel;*
- *olemasoleval (vastaval) kirjandusel;*
- *vestlustel kolleegidega.*

Soovitav on süstemaaliselt teha ettevalmistustöö käigus märkmeid, võimalusel üksikutele lehtedele, mida oleks võimalik järjestada ja jagada teema raskuspunktide järgi.

Esitluse ettevalmistamisel oleks soovitav silmas pida järgnevaid põhimõtteid:

- süsteemsus – teave tuleks esitada struktureeritult ning läbi mõelda, kuidas kuulajad saaksid sellest tuge uue info vastuvõtmisel;
- kontsentreeritus – keskendumine kõige olulisemale hõlbustamiseks mõistmist;
- ea- ja jõukohasus – kuulajate vanuse, eelteadmiste ja eelneva kogemuse arvestamine, info edastamine lineaarselt, st kergemalt raskemale, arvestades selgelmõistetavuse põhitõdesid;
- näitlikustamine – näidete, skeemide, illustreeriva pildimaterjali vms kasutamine arusaamise hõlbustamiseks, lisa- ja jaotmaterjalide jagamine;
- rakendamine – uue info rakendusvõimaluste tutvustamine;
- kordamine – olulise, ka keeruka info rõhutamine, kordamine ning ümbersõnastamine;
- kaasamine – kuulajate aktiivne kaasamine käsitletava probleemi arutellu (küsimuste esitamine, tagasiside), nende individuaalsuse arvestamine;
- aja kasutamine – intensiivse infoedastuse vahel puhkepauside tegemine, et kuulajad saaksid infot mõtestada.

Materjali struktureerimine. Niipea, kui esitatav materjal on koos, seda analüüsitakse. Soovitav on kõrvale jätta kõik mitteoluline ja eesmärgistatult kontsentreeruda vastava teema raskuspunktidele.

Analüüsi seoseid esitatava materjali erinevate osade vahel. Võite materjali struktuuri proovida ka visandada – koostage nn *struktuuripilt* (kujutage tähtsamaid küsimusi trükitähtedega, alamõtteid kirjatähtedega ja detaile veelgi väiksemalt). Osutage nooltega omavahelised seosed. Struktuuripildi alusel

on võimalik koostada ettekande põhjalik tekst. Pöörake tähelepanu ka materjali põhistruktuurile: *sissejuhatuse–põhiosa–kokkuvõte* (vt jaotis 5.3 – Õpetatava materjali struktuur).

Tehniliste teemade puhul sobib esitatavale materjalile ka *deskriptiivne struktuur*, mõningate teemade puhul on sobivamaks *dialektiline struktuur* (vt jaotis 5.3).

Oluline on *ettekande (teadusartikli) pealkiri* – määrake see kohe alguses, vähemalt esialgse tööpealkirjana, sellega piirate teemaulatuse ja esitatava materjali kogumine jääb kindlatesse raamidesse ning ei valgu laiali.

Esitluses peaks kindlasti sisalduma:

- enesetutvustus;
- sissejuhatav ülevaade esitluse pidepunktidest;
- “trummilöök”, hea nali või isiklik kogemus;
- reaalsed näited, osalejate kogemus;
- kordamine, pausid ja fookusseeritus;
- miniloengud ja aktiivne kaasamine;
- meeldejääv kokkuvõte;
- osalejate tänamine.

Materjali vormistamine. Pärast ettekande (tunni materjali) koostamist võiks koostada esitluse jaoks vahetu abi – *märksõnalehed*. Täieliku teksti koostamine ettekande puhul on otstarbekas vaid siis, kui see avaldatakse konverentsi vms trükitud materjalides. Ärge lugege esinemisel oma käsikirja maha! Märksõnalehtedel peaks teema olema nähtav nn „*punase joonena*” – kandke märksõnalehele planeeritud järjekorras kõik sisuliselt tähtsad punktid – *teesid*. Kui kaldute närveerima, kirjutage alguslaused ja lõpulaused välja, et ettekandetules mitte unustada mõjuvõimast algust ja lõppu. Märkige märksõnalehtedele kohad, kus kasutate tsitaate jne.

Mõningaid soovitusi märksõnalehtede kujundamiseks:

- kirjutage ainult lehe ühele poolele ja nummerdage lehed;
- kirjutage selgelt, piisavalt suurte tähtedega (mitte trükitähtedega, sest tekst on sel juhul raskemini loetav);
- eristage esitluse osad üksteisest erinevat värvi paberiga (näiteks sissejuhatuse rohelisel, põhiosa valgel ja kokkuvõtte kollasel paberil);
- joonige alla või tõstke värviliselt esile sisulised raskuspunktid;
- märgistage tehniliste vahendite kasutamise kohad (näiteks GRAFO, VIDEO, PowerPoint jne);
- märkige kindlasti andmed ajakasutuse kohta! Näiteks märkige lehe üles paremale nurka 5/20, mis tähendab, et leht on mõeldud 5-minutiliseks ettekandeks (koguettekande aeg 20 min);
- märkige üles ainult olulisim informatsioon märksõnade ja tuumiklausetega. Lehtede arv sõltub ettekande pikkusest – näiteks 30 minutilise ettekande jaoks piisaks 10 märksõnalehest.

Materjali esitamine. See, kuidas keegi oma märksõnalehti kasutab, sõltub tema kogemustest, vajadusest ja võimalustest. Mõned lektorid usuvad, et kindlaim viis on materjal pähe õppida, kuid see tehnika ei ole soovitatav, sest jätab koolilapseliku deklameerimise mulje.

Hea aluse esitluse edule annab *aeg-ajalt tekstile pilgu heitmine*, mis tagab kindluse mitte takerduda ja võimaldab kontakti kuulajatega. Selleks, et järke silmapilkselt üles leida, peaks konspekt olema kirjutatud piisavalt suurelt ja ülevaatlikult, tekst tuleks markeerida, alla joonida jne.

Kombineeritud tehnika puhul on tegemist mahalugemise ja vabalt kõnelemise ettevalmistatud vahetamisega. Sel puhul loetakse maha ainult need ettekande kohad, mis puudutavad täpseid formuleeringuid, definitsioone, tsitaate jne, ülejäänu aga esitatakse vabalt kõneledes.

Vaba kõne puhul kasutatakse ainult lühikava.

Lektor, kes oma esitluse käigus vaatab võimalikult palju oma kuulajaid ja võimalikult vähe ettekande materjale, saab kuulajatelt tunduvalt parema vastukaja kui see, kes loeb ettekande teksti sõna-sõnalt paberilt maha.

Ettekande/esitluse aluseks on teemaga seonduvad teadmised ja retoorika valdamine. Läbi tuleks mõelda rõhuasetused ja mõõta suulisele esinemisele kuluvat aega - see on tunduvalt pikem kui kirjalike materjalide ettelugemisele kuluv aeg. Tutvuge eelnevalt ruumiga, kus esinete ja tehniliste vahenditega ning veenduge, et need on töökorras.

Esmamulje ja esinemisoskus on väga tähtsad. Me saame palju ära teha selleks, et kohtumistel, vestlustel, esinemistel ja muudes suhtlussituatsioonides endast positiivsemat muljet jätta. Pidage meeles, et Teie esinemine algab sisenemisega loenguruumi, liikumisega kõnepulti jne. Seetõttu pöörake tähelepanu ka oma kõnnakule. Tutvuge eelnevalt ruumiga, valige endale välja nn mugavustsoon, kohad, kus tunnete end hästi esinemise ajal ja mille piires saate esinemise ajal ka ringi liikuda (vt jaotis 4.9.3 – Kõneta suhtlemine).

Tundke oma kuulajaskonda, arvestage nende huvid, ootuste ja eelteadmistega. Alustage üllatavalt ja väljakutsuvalt, intrigeerivalt, kasutades mõnd tsitaati, küsimust, vanasõna või nalja. Oma ettekande võtmekohti tasuks korrata ja nende juurde ka tagasi pöörduda. Pausid on olulised, sest need rõhutavad mõttekäigu olulisust, annavad kuulajatele võimaluse kaasa mõelda ja lektorile võimaluse mõelda, millest rääkida järgmisena ning analüüsida hetkeseisu. Kõne mõju sõltub sageli just sellest, kus ja kui pikki pause tehakse. Kiirustav kõneleja mõjub närviliselt, teda on raske jälgida ja selline esinemine ei ole veenev (vt jaotis 4.9.2 – Kõneline suhtlemine).

Ettekande ettevalmistamisel oleks otstarbekas **arvestada suhtlemise mõjujõudu suurendavate teguritega**, nagu näiteks elulisus, konkreetsus, selgeltmõistetavus, reaalsus, põnevus ja huumor, millele reeglina reageeritakse alati.

Kui kasutate slide, siis need ei peaks olema mitte kehva esineja kargud, vaid abivahend selge sõnumi edastamiseks. Arvestage järgmiste rusikareeglitega slaidide kasutamisel (vt ka jaotis 6.3.3 – Visuaalsed õppevahendid):

- igal slaidil olgu üks sõnum;
- pikk tekst slaidil on kasutu;
- ärge üritage kogu infot panna ühele slaidile.

Ei loe mitte see, mida ütlete, vaid see, kuidas Teist aru saadakse. Seetõttu on väga oluline jälgida eneseväljendust, kindlasti tuleks järgida selgeltmõistetavuse põhimõtteid. Lõpetage ettekanne meeldejäädvalt ja teemat kokkuvõtvalt (vt jaotis 4.9.4 – Selgeltmõistetavus).

Lektor peaks oskama ennast jälgida, analüüsida ja arendada. Esitluse puhul on suurimaks kuluks kuulajaskonna ajakulu, seetõttu aitab eneseanalüüs esinemisostkust lihvida ja kuulajate aega väärtustada (vt ka jaotis 4.9 - Suhtlemine tehnikaaainete õpetamisel).

Mark Twain on öelnud, et tal kulus ühe hea spontaanse ettekande ettevalmistamiseks vähemalt kolm nädalat. Säilitage rahu ja püüdke lihtsalt anda endast parim.

Esitluse või ettekande lõpus tänage alati oma kuulajaid. Lisaks slaidesitlustele, soovitage lisakirjandust ja -materjale sügavuti arusaamiseks. Ikka leidub keegi, kes soovib uurida teemat süvitsi.

10.3 Loengu või tunni ettevalmistamine ja analüüs

„Mõnel õpetajal on konspekt peas, mõnel pea konspektis”. Lembit Andresen

Mõnes koolis nõutakse õpetajalt tunnikavasid ja nende detailset kooskõlastamist tunnis toimuvaga. Kui valdate ainet täielikult, hakkab aga konspekt õpetajat segama ja takistab õpetaja loomingut ning uusi otsuseid. Mõned õpetajad aga koostavad alati oma tunni konspekte – millisel viisil, oleneb paljudest asjaoludest. Tegemist on täielikult isereguleeriva valdkonnaga.

Loeng või tund on õpetajatöö tähtsaim osa, mille kaudu õpetaja lahendab oma töö põhilised pedagoogilis-psühholoogilised eesmärgid – õpetuslikud, motivatsioonilised, väärtushinnangulised jne. Lähemalt on tunni analüüsil peatunud *Peep Leppik* (Leppik 2001). *Peep Leppik* on esitanud ka paarkümmend erineva aine tunni kava (Leppik 2008). Õpetaja tunnikava peaks lähtuma didaktika ja pedagoogilise psühholoogia põhitõdedest ja kui vaja, siis muudab õpetaja tunni käigus koostatud kava. Õpetajatöö on looming.

Neile, kes soovivad (või peavad) õppetundi täpselt planeerima, pakume ideid õpetamise planeerimiseks igapäevase õppetöö seisukohalt inseneripedagoogika vallast. Esitatavad soovitused kujututavad endast praktikale orienteeritud inseneripedagoogilist raammudelit, mis võiks moodustada õppetöö planeerimise aluse ja mida saaks igal konkreetset üksikjuhul kohandada antud ülesande ja situatsiooniga.

Õppeaine õpetamise üldplaneerimise alus. Õppeaine õpetamise raamkava koostamiseks tuleks lähtuda etteantud suundeesmärkidest ja õpetatavast materjalist. Põhjaliku analüüsi ja vastavate didaktika printsiipide alusel tuleks formuleerida üksikute teemade üldised eesmärgid ja nende esitamise ajaline järjestus. Arvestada tuleks siin kindlasti ka makrostruktuurilisi seoseid – oma õppeaine seoseid eelnevalt ja paralleelselt õpetatavate õppeainetega. Edasi tuleks arvestada psühhostruktuuri ja sotsiostruktuuri mõjutusi. Õppeaine ülesehituse visandamisel tuleks arvestada, missugused õppemeetodid aitaksid kõige paremini kaasa õppe-eesmärkide saavutamisele. Tunni läbiviimisel peaks õpetaja arvestama oma õpilaste psühholoogilisi ja bioloogilisi erisusi, nende elutingimusi jne.

Raamkava koostamisel tuleks arvestada järgnevaga:

- koostada üksikute teemade sisuprogramm – püstitada üldised eesmärgid, koostada vastava õpetatava materjali lühikirjeldus;
- määrata üksikute teemade läbitöötamise ajaline programm – koostada üldine ajakava kursuse kõikide teemade läbimiseks;
- töötada välja õpetamise metoodika, lisada tähtsamad metoodilised ja organisatoorsed märkused (abivahendid, õppemeetodid, seadmed, filmid jne);
- kontrollida õppemahu, -meetodite ja -aja vahekorda.

Vastava raamkava soovitatav ülesehitus on esitatud **selel 10.1**.

Üksiku tunni planeerimine. Ka siin tuleks arvestada kõigi faktoritega, mis mõjutavad õpetamist ja õppetegevust. Tavaliselt semestri või õppeaasta jooksul sihtrühma koosseis ei muutu, samuti jäävad muutumatuks ka sotsiokultuurilised mõjud. Piisab, kui psühho- ja sotsiostruktuuri üksikuid aspekte arvestada individuaalselt ja paindlikult.

Õppeaine õpetamise raamkava			
Õppeaine		Õppeaasta	
Õpperühm/klass		Nädalatunnid	
Teema nr	Üldeesmärgid ja õppematerjal	Algus – kuni	Märkused
1	Õpitav teema, ülesanded,	1.09 – 15.09	Motivatsioonifilm

Sele 10.1 – Õppeaine õpetamise raamkava ülesehitus

Õppetöö planeerimisel tuleks arvestada järgnevaga:

- **sissejuhatus, õppe-eesmärkide formuleerimine, ülevaade laiendatud ainekavast** – õppetunni eesmärgi formuleerimine lähtub eesmärgitasanditest, tähelepanu tuleks pöörata ka eesmärginivoole. Detailsemate eesmärkide määramisel tuleks lähtuda õpilaste oodatavast lõppkäitumisest (vt ptk 2). Kirjeldage eesmärgi seotust õpitegevusega ja selgitage õpilastele, kuidas tegevus aitab eesmärki saavutada – mida nad tunni lõpuks teavad, mõistavad, osakavad teha. Selged ootused toetavad süvaarusaamisega õppimist. Õppurid tulevad võib-olla teisest loengust ja seetõttu on oluline sissejuhatus, mis seab selged ootused ja annab võimaluse ühelt õppeainelt teisele ümber lülituda;
- **konsultatsiooniaegade kokku leppimine** – õppurid mõistavad, et soovite neid toetada ka väljaspool loenguid ja praktikume;
- **õppurite eelteadmiste kindlaks määramine** – küsimuste esitamine või eelteadmiste testi tegemine;
- **õpetatava materjali analüüs ja valik ning huvi äratamine** – eriti tuleks siin tähelepanu pöörata materjali struktuurile. Üksikandmed tuleks struktureerida, süstematiseerida, järjestada, sest isoleeritud faktid ununevad kiiresti (vt ptk 3), koostage teema sügavuti omandamiseks küsimused, ülesanded ja kodutööd;
- **informatsiooni edastamiseks vajalikud eeltingimused** – võimaldavad saavutada seatud õppe-eesmärke. Need on eelteadmised, mis peaksid õpilastel olema juba eelnevalt omandatud;
- **tehniliste õppevahendite valik** – valida tuleks uue materjali esitlust toetavad, tunnis kasutatavad tehnilised õppevahendid (vt ptk 6);
- **õppemeetodite valik ja kasutamise järjekord** – õppetöös tuleb täita kolm tähtsat funktsiooni (vt ptk 7):
 - *informatsiooni edastamine;*
 - *juhiste andmine edastatud informatsiooni edasiseks läbitöötamiseks;*
 - *tagasiside saamine informatsiooni läbitöötamise ja omandamise kohta.*
- **õppemeetodile ja õpiväljunditele vastavate hindamismeetodite valik ja tutvustus ;**

- **analüüs ja tagasiside** – pöörduge tagasi õppe-eesmärkide poole, analüüsige toimunud õppeprotsessi, missuguseid mõtlemisprotsesse kasutati (hüpoteeside esitamist, kategooriatesse jagamist, võrdlemist, vastandamist, analoogiat, jne), esitage küsimusi, mis tooksid välja metakognitiivsed protsessid, seletage, kuidas on võimalik uut infot paindlikult üle kanda uutesse situatsioonidesse, laske õpilastel tuua näiteid, kuidas õpitut teistes õppeainetes kasutada, kuidas õpitu seostub varemõpituga, kuidas seda õpiti, mil moel on mõtteviis muutunud, kuidas õpilaste arusaamine uue info valguses on muutunud, julgustage üldistama uute teadmiste kasutusvõimalusi jne;
- **lühilevaade järgmisest tunnist (ainult teemad)** .

Tunni analüüsimine on oluline iseenda ja kolleegide töö parandamiseks, Õpetaja töö hindamisel ei tohiks toetuda ainult formaalsetele näitajatele. Teisalt on taunitav ka olukord, kus ei ole õpetaja töö hindamiseks üldtunnustatud ja teadusele toetuvaid kriteeriume. Heas koolis valitsevad ühtsed pedagoogilised nõuded, vastastikune mõistmine ja professionaalsus. Viimaseeni jõutakse oma töö (eriti tunni) mõtestamise ja sisulise analüüsiga. Tunni analüüsil on põhitähtsusega tunni eesmärgid (laiemalt – õpetuse eesmärgid). Õpetaja tegevusel tunnis on õpetuslik-kasvatuslik eesmärk ainult siis, kui see on suunatud kindla õpetusliku (ka kasvatusliku) eesmärgi saavutamisele.

Vaimse tegevusega ainetunnis on esmatähtsad just kognitiivsed eesmärgid. Kognitiivse taksonoomia kategooriatega (näiteks Bloomi taksonoomia kategooria) võiks õpilast õpetamise käigus "harjutada". Soovitame (ka tunni analüüsis) lähtuda Bloomi või Täendusliku õppimise taksonoomia põhikategooriatest.

Kutseõppeasutustes ja tehnikaülikoolides on õppemeetodite rakendamisel ülekaalukalt täidetud vaid esimene funktsioon – koostatakse ja edastatakse arusaadav informatsioon. Informatsiooni pakkumisest aga üksi siiski ei piisa – määravaks on, et edastatud informatsioon töötatakse õpilaste poolt ka läbi. Selleks peavad olema koostatud probleemi- ja küsimuseasetused, mida toetavad juhised informatsiooni edasiseks läbitöötamiseks. Vajalik on ka pidev tagasiside informatsiooni läbitöötamise kvaliteedi ja kvantiteedi kohta. Õppija vajab tagasisidet enesekontrolliks, et teada oma teadmiste taset nõutava õpperesultaadi suhtes. Õpetaja vajab omakorda tagasisidet, et mõttekalt juhtida edasist õppetöö kulgu.

Tunni analüüs. Suure koormusega õpetaja ei saa töötada katse-eksituse-meetodil. Tema töö alus peab olema kindel vundament või skelett, kognitiivne psühholoogia ja inseneripedagoogika, millele õpetaja looming toetub (Leppik 2001).

Tunni planeerimisel võib abiks olla inseneripedagoogikas kasutatav tunni kavandamise ja analüüsi tabel, mis on vabalt koostatud näidiskavana esitatud **tabelis 10.1** ja tagab õpiväljundite saavutamise ning õppurite kaasamise. Tabelis on lühidalt järjestatud tunnis käsitletav materjal, kasutatavad tehnilised õppevahendid ja õppemeetodid. Tabelis on kasutatud järgmiseid lühendeid: I – informatsiooni esitamine; J – juhiste andmine informatsiooni edasiseks töötlemiseks ja rakendamiseks; S – tagasiside; P – õpetaja; T – õpilane; D-dokumendikaamera; PP – PowerPoint; V – videofilm; X – tahvel; Y – kodused ülesanded.

Tabel 10.1 – Tunni kavandamine ja analüüs

Tunni teema:
Tunni eesmärgid:
Tunni õpiväljundid:
Hindamine:
Tagasiside:

Jrk nr	Tegevus	Lühikirjeldus Õppe-eesmärkide täitmine	Õppemeetod	Vahendid	Aeg min	Üliõpilaste emotsioonid, eesmärk
1	I	Teema tutvustus, materjali struktuuri selgitamine, tunni kava esitus. Probleemi motiveeriv sissejuhatus (videofilm). Probleemi püstitus.	Interaktiivne loeng	P, X, V	15	Huvi tekitamine Eelnevalt õpitu kordamine
2	I, J	Õpilased esitavad omapoolse arusaama probleemi tähtsusest. Siin on vajalikud stiimulid ja õpetajapoolne motivatsioon ja nõuanded. Üks õpilastest kirjutab tähtsaima tahvile (1., 2. õppe-eesmärk).	Rühmatöö, diskussioon	P, J, X	15	Bloomi kategooria 4 Aktiivne tegevus Huvi äratamine
3	I, S	Õpetaja esitab uut materjali, tutvustab tähtsamaid teemaga seotud formuleeringuid, definitsioone, suurusi jne (3., 4. õppe-eesmärk), kasutatakse induktsoonimeetodit.	Interaktiivne loeng Induktiivne õpetamine	P, PP, D	15	Aktiivõpe Bloomi kategooriad 1-6 Tähelepanu äratamine
4	I, J, S	Õpetaja lahendab tahvil näidisülesande, õpilased lahendavad tahvil lisaülesandeid (5. õppe-eesmärk)	Woods'i meetod, Diskussioon	P, T, X, J	15	Bloomi kategooriad 3-6 Aktiivne tegevus
5	I	Õpetaja esitab uut materjali, 6. õppe-eesmärgi saavutamiseks kasutatakse deduktsoonimeetodit.	Interaktiivne loeng Deduktiivne õpetamine	P, PP	15	Bloomi kategooriad 1-4
6	I, S, J	Tunni materjali kordamine. Antakse kodused ülesanded. Tunni materjal tuleb kodus läbi töötada, järgmises tunnis kontrollitakse omandatud teadmisi.	Kokkuvõte	P, T, X, Y, PP	15	Aktiivne tegevus Bloomi kategooriad 1-6

Eeltoodud tabel on sobiv kasutamiseks ka tunnivaatluseks ettevalmistumisel. Psühhodidaktika uurimused on näidanud, et kui vaadeldav õppejõud kavandab ja analüüsib eelnevalt oma vaadeldavat tundi, siis mõjutab see ka tema edasist õpetamise kvaliteeti, sest ta hakkab süsteemselt analüüsima oma õpetamise mõjusust, õppurite kaasatust ja õppimise tulemuslikkust, mis omakorda toetab õppurite õppimist.

10.4 Eneseanalüüs ja metakognitsioon

„Selleks, et teisi õpetada, on tarvis rohkem mõistust, kui selleks, et ise õppida.“ Michel de Montaigne

Õpetaja/õppejõud analüüsib oma tegevust tavaliselt pidevalt:

- enne õpetamist;
- õpetamise ajal;
- pärast õpetamist.

Eneseanalüüs. Eneseanalüüsiks sobivad mitmed meetodid:

- eneseanalüüs portfoolios (portfoolio ülesehitus tugineb TTÜ-s [Akadeemilise karjääri korralduse määruses](#) toodud akadeemilise tegevuse portfoolio struktuurile (määruse Lisa 2);
- andragoogi, õpetaja, (või kutseõpetaja) kutsestandardi alusel (<http://www.kutsekoda.ee/et/kutseregister/kutsestandardid/otsing>);
- ESF programmi Primus raames koostatud Õppejõu pädevusmodeli enesehindamiselehe alusel (<http://primus.archimedes.ee/padevusmudel>, http://primus.archimedes.ee/sites/default/files/oppejoud/padevusmudel_2011_enesehindamine.pdf);
- TTÜ Akadeemilise karjääri korralduse Lisa 3 - Akadeemilise hindamise maatriksi alusel;
- TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse kodulehel oleva elektroonilise enesehindamise küsimustiku alusel, mis põhineb IGIP rahvusvahelisel STEM õppejõudude kompetentsusmodelil (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSffphzhN06l6mENZLwq3lgBq4yC3R-k9mt7ws4QWJdKMwXcKA/viewform>).

Portfoolio koostamine. Portfoolio on üks eneseanalüüsi ja -hindamise vorme, mis peaks olema nii kvalitatiivne kui ka kvantitatiivne ja annaks seeläbi võimaluse ka teistele hindajatele saada ülevaade õppejõu tegevusest ning sobivusest näiteks atesteerimisel või kandideerimisel. Soovituslik oleks lisada portfoolios esitatud väidetele tõendavaid materjale (tunnistusi, tagasiside analüüse, koostatud õppematerjale jne). Portfoolio maht on tavaliselt 10-15 lk ilma lisadeta. Portfoolio koostamisel oleks soovitatav järgmiste alapunktide all kirjeldada, mida, kuidas ja miks on õppejõud teinud ning millised on tulemused ja tulevikuplaanid (Taani Tehnoloogiaülikooli, Aalto, KTH ja Chalmersi Ülikooli dokumentide alusel):

- lühike enesetutvustus – kogemus õppejõuna töötamisel, teadustöö suund, pedagoogiline tegevus;
- haridus:
 - erialane haridus (kui see on välja toodud näiteks ETIS-es, viidake sellele ja esitage link);
 - pedagoogiline koolitus (läbitud kursused ja koolitused);
- õpetamise ja juhendamise kogemus – kirjutage lühikokkuvõtte oma kogemustest, esitage kogemus ja ülesanded ning kohustused, mida olete täitnud (läbiviidud ainekursused bakalaureuse-, magistri- ja doktoriõppes, lõputööde juhendamine, professionaalne areng jne) viimase 5 aasta jooksul;
- pedagoogiline tegevus, põhiseisukohad, analüüs, areng – see sektsioon on pedagoogilise portfoolio kõige olulisem osa. Esitage oma õpetamisfilosoofia, pedagoogilised põhiseisukohad, õpetamise ja õppimise põhimõtted, millele põhineb Teie õpetamine. Esitage oma pedagoogilise tegevuse analüüs, kuidas toetate oma õpilaste õppimist ja loote tingimused õppimiseks, millised on Teie tulevikuplaanid pedagoogilise enesearendamise vallas jne.
 - seletage, mida olete teinud, kuidas olete töötanud ja miks olete valinud just need põhimõtted, mis on seni olnud edukas ja mis vajaks veel muutmist, millised on Teie pedagoogilise tegevuse tulemused ja kuidas olete toetanud oma õppurite õppimist ning arengut;
 - analüüsige, kuidas Teie pedagoogiline tegevus põhineb parimatel praktikatel ja teoreetilistel põhiseisukohtadel, õpiteooriatel ning pedagoogilistel uuringutel;
 - kirjeldage oma tulevikuvisiioone, vaateid ja eesmärgi enesearendamiseks ning täiendusõppeks;

selleks valige:

- (i) 1-2 ainekursust, mida õpetate ja analüüsige, kuidas neid õpetate, kuidas olete nende ainekursuste õpetamist kavandanud, rakendanud, hinnanud, analüüsinud, tagasisidestanud ja arendanud;
- (ii) 1-2 juhendamist, et analüüsida ennast juhendajana;
- (iii) 1-2 muu kõrgharidusega seonduva probleemi või tegevusvaldkonna analüüs (tegevus dekaanina, instituudi direktorina, programmijuhina, projektijuhina jne);

tõendusmaterjalidena lisatakse ainekursuse kirjeldus, õppekava, loengukava, koostatud laboritööd, eksamiülesanded, kontrolltööd, testid, probleemülesanded jms väljatöötatud materjalid.

- õppematerjalide koostamine – kirjeldage, analüüsige ja esitage koostatud õppematerjalid, laboritööd, tooge välja sihtrühm ja Teie osalus, analüüsige materjalide väljatöötamisel didaktika põhiküsimusi mida, miks, kuidas, millal, kui palju, kellele, kes? Analüüsige hindamist ja tagasisidet;
- juhtimine – analüüsige oma tegevust haridusvaldkonna juhtimisel näiteks programmi-, õppekava juhina, instituudi, projekti, meeskonna jms juhina. Tooge välja oma tegevused ja ülesanded ning tulemused ja edasised plaanid;
- akadeemiline meisterlikkus – oma õpetamise uurimine ja analüüs eesmärgiga pidevalt parendada oma õpetamist ja õpilaste õppimist ning parimate praktikate jagamist kolleegidega nii kodus kui ka välismaal ja konverentsidel. Kirjeldage oma rahvusvahelist tegevust ja kontakte nii kodumaiste kui ka välismaa kolleegidega, osalemist konverentsidel ja konverentside korraldamist, tooge välja avaldatud teadusartiklid.
- pedagoogiline tegevus ja teadmiste jagamine väljaspool ülikooli – ühiskonna teenimine, tegevus väljaspool ülikooli tegutsevates kogukondades, teadus- ja arvamusefestivalidel, populaarteaduslikud publikatsioonid jne.
- muu pedagoogiline kvalifikatsioon – kirjeldage muud pedagoogilist kvalifikatsiooni, autasusid, õppereise, mobiilsust, mentorlust, pedagoogilistes võrgustikes osalemist, koostööd haridusvaldkonnas jne;
- lisad – esitage lisad, millele olete viidanud oma portfoolios, kõigile esitatud lisadele tuleb portfoolios viidata.

Eneseanalüüsi võib läbi viia näiteks järgmise mudeli alusel:

- eesmärkide konkretiseerimine ja analüüs;
- õpilaste lühike psühholoogiline iseloomustus ja analüüs;
- ainesisu valiku põhjendus;
- õppeprotsessi vormi valiku põhjendamine;
- kasutatavate tehniliste õppevahendite ja keskkondade valiku põhjendamine;
- kasutatavate õppemeetodite, õpetamisviiside ja –võtete valiku põhjendamine;
- õppetunni struktuuri valiku põhjendamine;
- hindamismeetodite valiku põhjendamine;
- parimate praktikate ja kolleegide kogemustega arvestamine;
- positiivsed saavutused ja negatiivsed tähelepanekud;

- oma ainetunni analüüs ja vaatluse tagasiside;
- õppeprotsessi korrigeerimine vastavale tagasisidele.

Eneseanalüüs pedagoogikas keskendub süsteemi „õpetaja – õppur“ peegeldamisele. See ilmneb õpetaja võimes panna end õpilase olukorda, teda mõista ja analüüsida õppetööd tema vaatevinklist. Eneseanalüüs võimaldab õppuril ja õppejõul analüüsida ja hinnata oma tegevusi ja mõtteid, aga ka edasisi tegevusi kavandada, valida õppimise ja õpetamisesobivamaid strateegiaid jne.

Eneseanalüüsi tasandid (Mezirow 2002):

- *reflektiivne tegevus* – teadlikkuse väljendus endast, mõtetest, tegevustest, hoiakutest, konkreetsest sotsiaalses kontekstis;
- *afektiivne reflektiivsus* – tunnete, emotsioonide verbaliseerimine, seostamine, põhjendamine;
- *diskriminantne reflektiivsus* – mõtteviisi, tegevuste, valikute efektiivsuse määratlemine, põhjendamine praktikates;
- *kontseptuaalne reflektiivsus* – enese/teadlikkuse kritiseerimine, ümbermõtestamine;
- *psüühiline reflektiivsus* – inimeste/olukordi puudutavate hinnangute ja valikute subjektiivsuse teadvustamine ja põhjendamine;
- *hinnanguline reflektiivsus* – väärtushinnangute omistamine oma valikutele;
- *teoreetiline reflektiivsus* – kriitiline ja põhjendatud teadlikkus, et isiklik kogemus on millekski ebapiisav.

Didaktika toetab eneseanalüüsi, pakkudes erinevaid analüüsimeetodeid: kriitiline mõtlemine, portfoolio, juhtumianalüüs, projektõpe, didaktika töötoad, õppetegevuse vaatlus, diskussioon, debatt, uurimusõpe, jm.

Eneseanalüüsi, mõtlemist oma mõtlemisest, mis toetab arusaamist, teadmiste konstrueerimist, reaalse tegevuse juhtimist ja hindamist, nimetatakse metakognitsiooniks.

Metakognitsioon ehk „oma mõtlemisest mõtlemine ja tegevuse monitooring“ on õpetamisel väga oluline, kuna tähendab eesmärgipärase tegevuse (õppimine ja õpetamine) kontekstis seda, et õpilane/õpetaja teadvustab endale, *mis eesmärgil* ta töötab, analüüsib seejärel kuhu ta *praegune* töö teda viib ja oskab nende kahe erinevuse puhul välja tuua edasiseks *parema* viisi või suuna. **Metakognitsioon tähendab võimet monitoorida, hinnata ja võrrelda oma tegevuse hetkeseisu, eesmärke (tulevikuseisu) ja oma käesoleva liikumise suunda**, sest ainult neid kolme selgelt teades on võimalik korrigeerida oma tegevuse tõhusust, mille eesmärgiks on viia kooskõlla kaks esimest (eesmärgid ja hetkeseis).

Metakognitsiooni faasid on kavandamine (eesmärgistamine), monitoorimine (rakendamine ja analüüs) ja hindamine (strateegiate mõjususe, edasine tegevus).

Metakognitsiooni peaks läbi viima nii õpetaja kui ka õpilane, sest õpetamine-õppimine on kahepoolne, koostööine tegevus ja selle protsessi parendamise ees kannavad kohustust mõlemad osapooled. Metakognitsioon aitab õppuritel saada iseseisvateks ja ennastjuhtivateks õppijateks.

Metakognitsioon annab oskusi, et:

- hinnata seda, mida õppur teab ja mida veel ei tea;
- püstitada edasisi ülesanded ja kavandada nende täitmise võimalused;
- realiseerida kavandatud plaanid, valida sobiv õppematerjal, seostada see eesmärkidega;
- reguleerida individuaalset õpiprotsessi ja õppetegevusi ning kontrollida protsessi edukust;
- analüüsida ja mõtestada saavutatud tulemusi vastavalt püstitatud eesmärkidele;
- määratleda edasisi tegevusi enesearendamiseks.

Eneseanalüüsi olemust ja vajalikust on teaduslikult seletanud juba Piaget' ja Vögotsky.

Õpetaja eneseanalüüsi pärast õpetamist, jaotab Adolf Melezinek 3 etappi (Melezinek 1999):

- esmane eneseanalüüs (kuidas mul täna läks, millised on minu esmamuljed?), järgneda võiks mentoriga vestlemine;
- õppetegevuse konstruktiivne analüüs, tagasivaade, (mis läks hästi, mida oleks võinud teha teisiti, miks?), võimalusel mentoriga vestlemine;
- vajadusel muudatuste tegemine järgmiseks korraks (mida teha järgmisel korral teisiti, mida parendada?).

Scharmeri eneseanalüüsi mudel. Otto Scharmer (2009) pakub eneseanalüüsiks välja U-mudeli:

Ettevalmistus: leia endale piisavalt aega ja mugav koht, kus Sind ei segata.

Päeviku täitmine: loe järgmisi küsimusi ja vasta ausalt (ära võta igale küsimusel liialt pikalt aega, ülemõtlemine ei ole hetkel kasulik!):

- **väljakutsed:** vaata ennast kõrvaltvaataja pilgu läbi. Millised on 3–4 hetkel kõige olulisemat väljakutset Sinu tööelus?
- **mina ise:** kirjuta üles 3–4 tähtsat fakti enda kohta. Millised on Sinu suurimad saavutused või pädevused, mida oled senise elu jooksul arendanud (nt hariduse omandamine, hea kuulamisoskus, laiapõhjalised teadmised vms)?
- **eneseareng:** nimeta 3–4 kõige tähtsat soovi, valdkonda, huviala, millele sooviksid edaspidi rohkem tegeleda.
- **frustratsioon:** mis Sinu praeguses töös/elukorralduses Sind kõige rohkem häirib/ärritab?
- **energia:** nimeta enda jaoks olulisemad energiaallikad. Mis Sulle meeldib?
- **kogukond:** kes moodustavad Sinu kogukonna ning millised on nende suurimad soovid seoses Sinu tulevikuga?
- **üldvaade:** vaata ennast eemalt. Mida teed? Kuidas see, mida teed, eemalt paistab? Mida üritad teha selles eluetapis oma tööelus?
- **täiskäigul edasi:** kujutle, et oled oma elu viimases etapis ning vaata tagasi oma eluteele tervikuna. Mida tahaksid sellel momendil näha? Millise jalajälje oled jätnud? Mida tahad, et inimesed Sinust mäletaksid?
- **tagasi tulevikku:** vaata sellest tulevikuolukorrast tagasi hetkesituatsioonidele, nagu selles situatsioonis oleks keegi teine. Ürita teda sellest tulevikuperspektiivist vaadates aidata. Millist nõu talle annaksid? Kirjuta nõuanded üles.
- **kristalliseeri:** tule tagasi oma praegusesse olukorda ning täpsusta, mida soovid saavutada. Milline on sinu järgmise 3–5 aasta visioon ning kavatsused? Millised on mõned peamised ja olulised märksõnad, mida soovid saavutada oma tööalases ja sotsiaalses sfääris? Kirjelda võimalikult detailselt.
- **lase lahti:** millest peaksid lahti laskma, et oma visiooni teoks teha? Millised „vanad asjad“ (käitumisviisid, mõttemustrid jms) tuleks unustada?
- **seemned:** mis Sinu praeguses elus võiks olla Sinu tuleviku seemneks? Millal Sinu tulevik algab?
- **inimesed:** millised inimesed saavad Sinu tulevikuvisiooni realiseerumisele kaasa aidata? Kuidas?

- *tegevused*: kui Sinu tulevikuvision oleks projekt, mille projektjuhiks Sind just valiti, siis millised oleksid järgmised praktilised sammud, mida peaksid astuma?

ALACT eneseanalüüsi mudel (Fred Korthagen 1985):

- tegevus, kogemine, probleemsituatsioon;
- tagasivaade tegevusele;
- teadlikkus olulistest aspektidest, tuumomadustest ja piirangutest;
- alternatiivsete tegevusmodelite loomine, tuumteadmiste aktualiseerimine;
- katsetamine uute tegevuste ja käitumistega.

Eneseanalüüsi kontsentriiline mudel (Vasalos 2005):

- missioon;
- identiteet;
- tõekspidamised;
- pädevus, oskused;
- käitumine;
- keskkond.

Eneseanalüüs D. Berliner'i õpetaja kompetentsusastmete arenguteooria alusel:

- noviitsi ehk uustulnuka tase;
- edasijõudnud algaja tase;
- kompetentse õpetaja tase;
- vilunud õpetaja tase;
- ekspertõpetaja tase.

Gibbsi refleksiooniring (Gibbs 1981):

- kirjeldus: mis toimus?
- tunded: mida mõtlesid ja tundsid selles olukorras?
- hindamine: mis on selles kogemuses head ja mis halba?
- analüüs: mis oli selle situatsiooni mõte?
- järeldus: mida veel saab/oleks saanud teha?
- tegevusplaan: kuidas see juhtub jälle, mida siis teen?

"SIBULA" mudel on üks mitmetest võimalustest eneseanalüüsiks õpetaja professionaalse arengu vaatevinklist:

- *keskkond* – Millega ma kohtusin? Millega end sidusin? See tasand viitab kõigele sellele, mida õpetaja kohtab väljaspool iseennast (nt õppekava, koolikultuur jne);
- *käitumine* – Mida ma teen? Refleksioonis keskendutakse nii efektiivsetele kui ka ebaefektiivsetele käitumismudelitele;
- *pädevus, oskused* – Milles olen pädev, hea?
- *tõekspidamised, uskumused* – Mida ma usun?
- *identiteet* – Kes ma olen (oma tööga seoses)?
- *missioon* – Mis mind inspireerib? Mis on minu üldisem olemus? Mis annab tähenduse ja olulisuse meie tööle ja elule?

Kõige tulemuslikum on siiski olnud mentroluse eneseanalüüsi mudel, kus pärast kogemuste saamist toimub suuline eneseanalüüs mentoriga ja seejärel kirjalik eneseanalüüs portfoolios.

Ideid eneseanalüüsiks on võimalik leida ka lingilt www.mindtools.com. Eneseanalüüsiks tuleks valida sobivaim eneseanalüüsimudel.

Õpetaja töö analüüsi ja metakognitsiooni eesmärgiks on õpetamise kvaliteedi ja õpilaste arengu toetamise parendamine. Kõigi õppetöö puuduste ja ebaõnnestumiste põhjusi tuleks ennekõike otsida iseendast ja vajadusel teha oma õpetamises muudatusi. See, kui enamus õpilastest uuest materjalist aru ei saa, tuleneb õpetaja tegevusest ja läbi tuleks mõelda, mida tuleks teha teisiti. STEM valdkonna õpetajatele soovitatakse sel juhul seista peegli ees ja analüüsida oma tegevust.

10.5 Õppetegevuse vaatlus ja kolleegide tagasiside

„Arukas inimene kohaneb maailmaga. Arutu püüab visalt kohandada maailma iseendale sobivaks. Seetõttu on progress alati sõltunud just arututest inimestest.“ George Bernhard Shaw

Õppetöö vaatluse eesmärgiks on õppekvaliteedi tõstmine, õppejõu professionaalse arengu toetamine, kollegiaalne õppimine, parimate praktikate jagamine, õppimise toetamine ja õppeainete sidususe ning interdistsiplinaarsuse suurendamine.

Õppejõu õpimudel elukestvaks õppeks (Dee Fink 2014):

- valmistuge igaks tunniks;
- investeerige 35-40 tundi aastas pedagoogilisele enesearendamisele;
- arutlege kolleegidega didaktika teemadel;
- külastage üksteise õppetööd ja osalege õppetegevuse vaatluses, et kolleegidelt õppida;
- analüüsige õpetamist, õppimist ja õppurite tagasisidet;
- täiendage oma portfooliot ja õpetamisfilosoofiat;
- osalege konverentsidel ja lugege teadusartikleid;
- osalege mentorluses/coachingus, et ennast arendada.

Õppejõu õppimise eeltingimused vaatluse käigus on järgmised:

- juhtkonna tugi (Bell, Cooper 2013);
- refleksiooni toetamine, sh sobiva keskkonna loomine (Gosling 2002, Donnelly 2007);
- konsultandi (didaktiku kaasamine) (Gosling 2002, Bell, Cooper 2013);
- hinnanguvaba tagasiside (Shortland 2004, Byrne, Brown, Challen 2010);
- selged ja kokkulepitud eesmärgid (Hammesley-Fletcher, Orsmond 2004).

Kollegiaalse tagasiside mudelile tugineva õppetegevuse vaatluse alustalaks on kvaliteetse õpetamise väärtustamine ülikoolis ja ühised arusaamad heast õpetamisest ning õppimisest.

Kollegiaalse tagasiside või vastastiku vaatluse mudelid (Gosling 2002):

- **Hindamise mudel (Evaluation Model).** Kogenud õppejõud või juhtkonna esindaja vaatleb vähemkogenud õppejõudu (loeng, seminar vms), eesmärgiga anda hinnang vaadeldava õppejõu õpetamisoskustele. Hinnangut arvestatakse õppejõu kohale kandideerimisel, atesteerimisel või töötasu määramisel. Koostatakse hinnanguline kokkuvõte. Info on konfidentsiaalne. Kasu saab organisatsioon. Mudel toimib edukalt, kui vastastikused vaatlused on osa ülikooli juhtimisprotsessist. Riskiks on koostöö puudumine, võõrandumine ja opositsioon.
- **Professionaalse arengu mudel (Development Model).** Vaatlejaks on õppejõudude õpetamisoskusi arendavad spetsialistid (eksperdid) või õpetamiskonsultandid (didaktikud).

Eesmärgiks on õppejõu õpetamisoskuste arendamine või õppejõu õpetamisoskustele hinnangu andmine. Vaadeldakse nii õppetööd kui ka muud (ainekava, õppematerjalid, hindamissüsteem jne). Tehakse kokkuvõtte ja koostatakse arenguplaan. Vaatlejate valiku aluseks on nende asjatundlikkus ja vastav ettevalmistus. Kogutud info on konfidentsiaalne. Kasu saab vaadeldav õppejõud. Ohuks võib olla see, et protsessi ei võeta omaks.

- *Kolleegide vastastikuse vaatluse mudel (Peer Review Model).* Võrdse staatusega kolleegid vaatlevad üksteise õppetööd, soovitav oleks kaasata ka didaktikuid. Eesmärgiks on õppejõudude kaasamine õpetamisteemalistesse aruteludesse, oma õpetamise järjepidev analüüs ja arendamine. Tekkivad õpetamisteemalised diskussioonid ja vahetatakse kogemusi – õpetamine muutub teadlikumaks ja hakatakse kasutama mitmekesisemaid õppemeetodeid. Vaadeldakse nii õppetööd kui ka muud sellega seonduvat (ainekava, õppematerjalid, e-tugi, hindamissüsteem jne). Vaatleja ja vaadeldava suhe põhineb võrdsusel. Kogutud info on konfidentsiaalne või jagatakse kokkuleppel praktikakogukonnas. Vaatlusesse võivad olla kaasatud kõik õppejõud, kes seda soovivad. Vaatluse põhjal arutletakse õpetamise üle, antakse vastastikku tagasisidet. Hoidutakse hinnangutest ja kolleegide „dotseerivast õpetamisest“ ja kolleegi õpetamise üle otsuse langetamisest. Mudel toimib vaid siis, kui organisatsioonis väärtustatakse õpetamist. Kasu saavad vaatlusesse kaasatud õppejõud. Risk – kui protsess on liiga pingevaba, võib kaasneda liigne enesega rahulolu, konservatiivsus, vähene fokuseeritus ja arengu peatumine.

Kolleegide tagasiside. Kolleegide tagasiside andmiseks külastatakse vaatluse eesmärgil kolleegi loengu vm ainetundi, tunni analüüsil kasutatakse analüüsilehti.

Vaatluse struktuur . Vaatluse struktuur koosneb järgmistest etappidest:

- *eelkohtumine* – enne vaatlust toimub vaatlejate määratlemine ja ettevalmistus, samuti toimub vaadeldava õppejõu eneserefleksioon. Lepitakse kokku külastatav õppetund, koht ja aeg. Vaadeldav õppejõud tutvustab vaadeldava tunni eesmärke, õpiväljundeid ja tegevuskava. Ühiselt määratletakse vaatluse fookus – õppeprotsessi aspektid, millele keskendutakse. Kõike ei ole võimalik ühe vaatluse raames vaadelda. Arvesse tuleb võtta vaadeldava õppejõu soove, millele ta soovib vaatluse käigus tähelepanu pöörata. Koostatakse vaatluse eesmärk, vaatlusprotsessi korraldus ja vaatlusjärgse tagasisidestamise ning arutelu põhimõtted, sh analüüsi aspektid (abivahend; vaatluse vorm jm- vaatluse eesmärki ei määra vaatlejad üksi;
- *vaatluse protsess* – vaatlejad tutvustavad end õppuritele ja seletavad vaatluse eesmärki – parendada õppekvaliteeti. Vaatlejad istuvad tavaliselt õpperuumi tagaosas, ei sega tundi ega avalda arvamust. Vaatluse abivahendiks on koostöiselt valitud ja koostatud vaatlusleht, läbi võib viia ka loengu/ainetunni videoanalüüsi. Vaatlejaid on reeglina vähemalt 2 ja soovitav on kaasata ka didaktikaekspert;
- *vaadeldava õppejõu eneseanalüüs* - pärast ainetundi viib õppejõud läbi eneseanalüüsi/metakognitsiooni (Kuidas mul läks? Millised on esmamuljed? Mis oli kõige parem? jne. Vt ptk 10.4 – Eneseanalüüs ja metakognitsioon).
- *vaatlejate (kolleegide) tagasiside* – kolleegid annavad vaatluslehtede alusel *coachivat* tagasisidet ja toovad välja, mida nad õppisid oma kolleegi ainetundi külastades (vt ptk 9.2 – Tagasiside);
- *arutelu*, mis tugineb kokkulepitud kriteeriumidele;
- *kokkuvõtte-järeldused* - vaadeldav õppejõud teeb tagasisidest kokkuvõtte;

- **vaadeldava õppejõu eneseanalüüs** - mida võiks teha teisiti, mida jätkata endistviisi, kas võtta vaatlejate mõtteid arvesse või mitte jne (Vt ptk 10.4 – Eneseanalüüs ja metakognitsioon).

Vaadeldavaks tunniks ettevalmistumine. Vaatluseks valmistumisel on soovitatav vaadeldaval õppejõul süsteemselt kavandada ja eelnevalt analüüsida oma vaadeldavat tundi Inseneripedagoogika psühhodidaktilise põhimudeli alusel (**vt sele 2.4**). **Tabelis 10.1** toodud analüüsitabel on sobiv kasutamiseks tunnivaatluseks ettevalmistumisel. Psühhodidaktika uurimused on näidanud, et kui vaadeldav õppejõud kavandab ja analüüsib eelnevalt oma vaadeldavat tundi, siis mõjutab see ka tema edasist õpetamise kvaliteeti, sest ta hakkab süsteemselt analüüsima oma õpetamise mõjusust, õppurite kaasatust ja õppimise tulemuslikkust, mis omakorda toetab õppurite õppimist.

Vaatluse abivahendiks on vaatlusleht, mis aitab vaatlejal keskenduda kokkulepitule, on vaadeldava eneserefleksiooni aluseks, täidetakse vaatluse käigus vaatleja poolt ja on analüüsi ning vaatlusjärgse arutelu aluseks. Vaatlusleht koostatakse igal konkreetset juhul eraldi, arvestades vaatluse eesmärki ja fookust ning see kooskõlastatakse vaadeldavaga, võttes arvesse tema vajadusi ja huvisid. Vaadeldav analüüsib oma tegevust pärast vaatlust sama vaatluslehe alusel.

Vaatlejad tegutsevad vaatluse käigus sõltumatult. Enne vaatlust võib vajadusel kokku leppida omavahelise tööjaotuse. Vaatlejad teevad märkmeid vaatluslehele, millel kajastatakse vaadeldava protsessi käigus asetleidvaid sündmusi (vaadeldava õppejõu ja õppurite käitumist). Vaatlejad juhinduvad oma tegevuses Vaatleja meelespeas kirjeldatud vaatlemise heast tavast.

Vaatlejana keskenduge järgmisele:

- Millest nähtub, et õppimine leiab aset?
- Kas õppurid on protsessi kaasatud?
- Mida õppurid teevad?
- Milliseid küsimusi õppurid esitavad?
- Ära kaota fookust, keskendu kokku lepitud kriteeriumidele;
- Säilita objektiivsus, märka ka positiivset;
- Välti protsessi sekkumist;
- Leia võimalusi kolleegilt õppida.

Võimalike õppeprotsessi aspektide näiteid vaatlemiseks:

- õpetamise mudelid (otsene, kaudne, Gagné mudeli, mõtlemisõpetuslik jne);
- õppemeetodid (sobivus ainesisu, didaktilistel mudelitel tuginevate õppe-eesmärkide ja –väljunditega, õppurite aktiveerimine ja kaasatus, õpetamise strateegiad ja tehnilised vahendid);
- õppematerjalid (aja- ja teemakohasus, kättesaadavus, arusaadavus, õppimist toetav funktsioon);
- suhtumine õppuritesse ja õppurite erisustega arvestamine (toetus, heatahtlikkus, tähelepanelikkus jne);
- õppetunni läbiviimine, juhtimine, ajakasutus;
- küsitlemise tehnika (avatud, kõrgemal tasemel mõtlemisküsimused);
- atesteerimisjuhendist tulenevad nõuded;
- õppurite tagasisidest tulenevad aspektid;
- muud, sh vaadeldava õppejõu soovist tulenevad aspektid;

Vaatleja meelespea: Sa ei ole kohtunik ega ka vaadeldavast õppejõust targem, Sa oled toetaja. Sa oled küllaline. Sul ei ole mingit õigust näidata üleolekut ega esineda ülemuse või kontrollijana. Tutvusta ennast ja uuri õpetamise konteksti (õppetase, kohustuslik või valikaine, rühma suurus, saadaolevad ressursid, kasutatavad õppevormid, sh e-õppe, kontaktõppe, loengute-praktikumide ja iseseisva töö vahekord, õppe-eesmärgid jne). Vaatlus eeldab vastastikust austust ja ei sobi kokku teadliku konkurentsiga, kus

soovitakse ennast vaadeldava valguses paremana näidata. Lubamatu on tutvustada end näiteks sõnadega: "Tulin Sinu tundi vaatlema, et näha, mida Sinu õpetamise juures paremaks muuta saaks". Sina ei ole ei otsustaja ega muutja. Soovi korral muudab oma tegevust vaadeldav õppejõud ise.

Arutelu käigus vaatlejate poolt tehtud ettepanekud on soovituslikud, vaadeldav õppejõud otsustab, kas võtta neid arvesse edaspidises õppetöös või mitte, kas need ettepanekud sobivad valdkonna ja antud õppurite õpetamiseks või mitte.

Nõuded vaatlejale (Groccia, Buskist 2014):

- vaatlejaid peab olema vähemalt 2, et vältida vaatlustulemuste kallutatust või subjektiivsust;
- usaldusväärsus – pole seotud ei võimu ega juhtkonnaga;
- pedagoogiline, ah didaktiline kompetentsus – omab teadmisi ja kogemusi õpetamisel, on osalenud vastavatel koolitustel (soovitatav kaasata ka didaktikuid);
- vaatlemis- ja märkamisoskus – oskab märgata ja kirjeldada õppejõu ja õppurite käitumist;
- hea kuulaja;
- head sotsiaalsed oskused;
- vaadelda tuleks nii õppejõu kui ka õppurite tegevust;
- oskus anda konstruktiivset coachivat tagasisidet;
- empaatia ja positiivsus.

Vaatlus eeldab alati vaadeldava õppejõu eneseanalüüsi (vt ptk 10.4 – Eneseanalüüs ja metakognitsioon).

Täidetud vaatlusleht on konfidentsiaalne ja jääb ainult vaadeldava õppejõu käsutusse.

Vaatlusele järgneva arutelu põhimõtted:

- Arutelu toimub nädala jooksul pärast vaatlust;
- Osa võtavad kõik vaatlejad ja vaadeldav õppejõud. Teisi kõrvalisi isikuid arutelusse ei kaasata;
- **Esimesena analüüsib vaadeldav õppejõud ise oma õpetamist ja toob välja tugevad ning nõrgad küljed;**
- Analüüsitakse vaatlemisel tehtud tähelepanekuid lähtudes vaatluslehtedel kajastuvast;
- Diskussiooni eesmärgiks on kõrnutada vaatleja ja vaadeldava tähelepanekuid, analüüsida tegevusi ja nende vahetuid ning prognoositavaid mõjusid ning teha vastastikku kooskõlastatud järeldusi;
- Tagasisidestamise eesmärgiks on vastastikuse toetuse jagamine professionaalsel enesearendamisel;
- Arutelu käigus vaatleja poolt tehtud ettepanekud on soovituslikud, vaadeldav õppejõud otsustab, kas võtta neid arvesse edaspidises õppetöös või mitte, kas need ettepanekud sobivad valdkonna ja antud õppurite õpetamiseks või mitte.

Kolleegide tagasiside (vt ka ptk 9.2 – Tagasiside):

- on analüütiline protsess, mille käigus tutvutakse kolleegi õppetegevusega, mille järel antakse juhendavat tagasisidet (hinnanguid andmata) õppeprotsessi kui terviku kohta (vt jaotis 9.2), eesmärgiga toetada õpetamise kvaliteedi parendamist ja üliõpilaste arengut;
- on rakendatav erinevatel eesmärkidel: vastastikused õppetöö vaatlused, õppe- ja ainekava arutelu ning analüüs, õppematerjalide ja metoodika analüüs, õppetöö videoanalüüs ning arutelu, e-kursuse analüüs ja arutelu, didaktikaseminarid jne;

- eeldab ülikoolis väärtustatud õpetamisoskuste-alast eneseanalüüsi ja -arendamist, kõrgkoolididaktika konsultant-eksperdi kaasamist, koostöist analüüsi ning *coachivat* tagasisidet didaktikaseminaril (hinnanguid andmata);
- on eneseflektsiooni ja enesearengut toetav, lisaks toetavad kolleegide tagasisidet kõrgharidus- ja erialakonverentsidel osalemine, kaasaegse eriala- ning pedagoogilise kirjandusega tutvumine ja mentorlus.

Õppuritelt tagasiside küsimisel tuleks arvesse võtta tõsiasja, et neil ei ole pädevust hinnata õpetaja pedagoogilist – didaktilist tegevust õpetamise seisukohast, seetõttu tuleks õppuritelt tagasisidet küsida õppimise seisukohast, st kas õpetamine toetab nende õppimist.

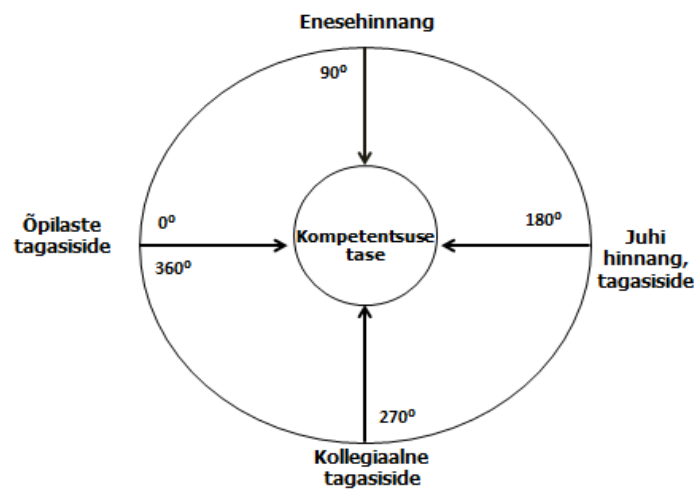
Dee Fink (2014) soovib kolleegide tagasisidele lisaks nii mentorlust kui ka coachingut, et (tsitaat) „Näha ennast kellegi teise pilgu läbi“, saades tagasisidet nii oma õpilastelt, kolleegidelt kui ka didaktikaekspertidelt (analüüsides ainetundide läbiviimist, õppematerjale jm).

360° tagasiside puhul on tegemist erinevatest allikatest saadud seotud informatsiooniga, mida antakse õpetajale viisil, et ta saab adekvaatset tagasisidet oma käitumismalli, sellega seoses ka oma tegevuse parendamiseks konkreetsetes valdkondades (vt sele 10.1). Erinevaist allikaist saadud mudeli info põhjal tekib terviklik pilt, mis välistab ühe osapoole subjektiivsuse. Meetodi teeb väärtuslikuks just mitmest allikast saadud tagasiside (Lepsinger 2004). Tegemist on arendusvahendiga, mille abil on võimalik anda terviklik hinnang õpetaja kompetentsusele, oskustele ja käitumisele. 360 kraadi mõiste tuleneb sellest, et õpetaja ümber moodustub just nagu täisring talle tagasisidet andnud inimestest. Need on reeglina tema ülemus (näiteks struktuuriüksuse juht), kolleegid ja õpilased, millele lisandub õpetaja eneseanalüüs. Tagasiside andmiseks täidavad kõik hindajad sarnase küsimustiku. Enamasti on küsimuste aluseks kompetentsusmudel.

360 kraadi mõiste tuleneb sellest, et õpetaja ümber moodustub just nagu täisring talle tagasisidet andnud inimestest. Need on reeglina tema ülemus (näiteks struktuuriüksuse juht), kolleegid ja õpilased, millele lisandub õpetaja eneseanalüüs. Tagasiside andmiseks täidavad kõik hindajad sarnase küsimustiku. Enamasti on küsimuste aluseks kompetentsusmudel.

Nõustamine – vestlus, mille eesmärgiks on aidata üle saada probleemist või oskamatusesest.

Juhendamine – oskuste, võimete ja teadmiste arendamise protsess, et tõsta tööalast professionaalsust ja efektiivsust. Juhendaja on tagasisidestaja, õpetaja, nõustaja, hindaja, õpi- ja töökeskkonna kujundaja.



Lepsinger 2004

Sele 10.1 - 360° tagasiside (Lepsinger 2004)

Supervisioon on tööga seotud olukordade nõustamine, mis võib olla nii individuaalne, grupiviisiline kui ka tervet organisatsiooni hõlmav muudatuste juhtimine. Sisuks võib olla üksikisiku, meeskonna või organisatsiooni professionaalse käitumise eesmärgistamine, süstemaatiline analüüs, tagasisidestamine ja väärtustamine. Supervisiooni võtmemõiste on eneseanalüüs, metakognitsioon.

Kovisioon on samasisulist tööd tegevate inimeste regulaarne kohtumine, kus üksteise kogemuste ja teadmiste koondamisel leitakse lahendusi oma tööalastele olukordadele. See on sügav õppimise protsess, kus samad inimesed kohtuvad kokkulepitud ajaperioodi jooksul, et ühiselt õppida, saada toetust ja leida oma tööalastele väljakutsetele uusi lahendusi eelnevalt kokkulepitud metoodika alusel. Kovisiooni abil on võimalik süsteemselt keerulistele olukordadele lahendusi otsida ning õppimine toimub läbi selle, et osalejad töötavad läbi isiklikud kogemused ja selle pinnalt analüüsivad lahendatavat situatsiooni ning töötavad välja võimalikud lahendusstrateegiad.

Coaching on tulemustele suunatud juhendamisvestlus. Coaching on protsess, mis on suunatud potentsiaali avastamisele, motivatsiooni turgutamisele, tegutsemissuuna leidmisele, püstitatud eesmärkide elluviimisele. Üks laiemalt levinud coachingu mudelid on GROW mudel. Mudeli väljatöötamisele on olulise panuse andnud Graham Alexander ja Sir John Whitmore. GROW mudelit rakendatakse sageli eesmärkide saavutamiseks ning probleemide lahendamiseks, aga üha laialdasemalt ka muude teemadega tegelemisel. GROW on akronüüm sõnadest Goal (Eesmärk) – eesmärgi seadmine, Reality (Reaalsus) – hetkeolukorra ja ressursside kaardistamine, Options (Võimalused) – eesmärgi saavutamise võimaluste väljaselgitamine, Way Forward/Wrap Up (Tegevusplaan) – tegevusplaani koostamine (kes teeb mida, mis ajaks, kellega koos jne).

4-D Coachingu eneseanalüüsimudel (Discovery- Dream- Design- Destiny):

- leia see, mis Sul täna on hästi;
- idealiseeri, unista, mis võiks olla veelgi paremini;
- leia võimalused oma unistuste saavutamiseks;
- liigu selle poole, mis on reaalselt saavutatav.

Robert Dilts'i loogiliste tasandite mudel eneseanalüüsiks. Mudelit võib rakendada nii alt üles kui ka ülevalt alla, vajadusel suunda muutes (**sele 10.2**) .



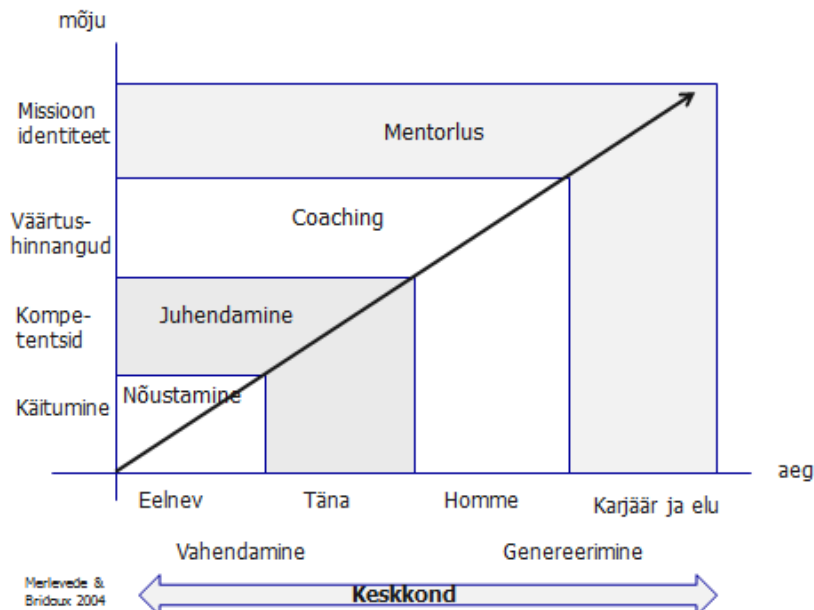
Sele 10.2 – Robert Dilts'i loogiliste tasandite mudel (SkillsYouNeed 2014)

Mentorlus on töö käigus õppimise toetamine. Mentorlus on professionaalse pikaajaline suhe, kus kogenum töötaja (mentor) jagab vabatahtlikult oma kogemusi ja teadmisi vähemkogenud kolleegiga (mentee), kes soovib mentorsuhte tulemusel areneda. Mentorlus hariduses on tegevus, mille eesmärgiks on parandada õpetamise kvaliteeti õppejõudude nõustamise ja toetamise kaudu. Mentor analüüsib mentee tegevusi ja esitab küsimusi hinnanguid andmata (vt täiendavalt TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskkuses välja töötatud juhendmaterjali „Mentorlus hariduses“ 2017).

Mentorluse üldine eneseanalüüsimudel:

- milline õpetaja ma olen?
- milline on minu õpetamisfilosoofia?
- millised on minu õpilased ja nende õpistiilid?
- kas kasutan sobivaid kaasajastatud õppemeetodeid?
- kas ma tunnen piisavalt ainesisu, mida õpetan?
- miks ma õpetan just nii, nagu ma praegu õpetan?
- kuidas mõjub minu õpetamine õpilastele?
- milline on õpilaste vastukaja ja tagasiside?
- kuidas anda paremini edasi teoreetilisi teadmisi ja praktilisi oskusi?
- kuidas oma teadmisi kaasajastada?
- kas ma suhtlen piisavalt kolleegidega?
- milliseid järeldusi teen oma õpetamisest?
- kuidas saaksin oma õpetamist paremaks muuta?
- millised on tulevikuplaanid, et parendada oma tegevust ja toetada õpilasi?
- kuidas end edasi täiendada, mida juurde õppida?
- kuidas mõistan, et uued omandatud teadmised on minu õpetamist parendanud?

Selel 10.3 on esitatud nõustamise, juhendamise, coachingu ja mentorluse seosed kollegiaalses tagasisides, millest nähtub, et coaching toetab väärtushinnanguid ja on suunatud lähitulevikule, mentorlus aga kaugemale, karjäärile tervikuna toetades missiooni ja identiteeti (Merlevede & Bridoux 2004).



Sele 10.3 – Kollegiaalse tagasiside alused (Merlevede & Bridoux 2004)

Eneseanalüüs mentorluse 5-sammu mudeli alusel. Pedagoogilist tegevust on võimalik analüüsida ka näiteks mentorluse 5-sammu mudeli alusel, vastates järgmistele küsimustele:

- Kuidas mul läks? Mis juhtus?
- Kuidas seda seletada võiks? Mis võis olla selle põhjuseks?
- Mida on öelnud selle kohta teised autorid, millised on teised seisukohad? Uuri kirjandust.
- Milles tegelikult küsimus olla võiks? Milles asi seisneb? Selgita, analüüsi.
- Kuidas toimida edasi? Mida teha? Mida muuta? Millele järgmisel korral tähelepanu pöörata?

Kas mentorlus on coaching? Tihti samastatakse mentorlust coachinguga. Coaching on töösoorituse parendamine, lühemaajaline ja kindlamapiiriline protsess, mis keskendub kitsamale praktilisele probleemile või eesmärgile. Mentorsuhe on pikaajalisem. Mentor küsib, miks ja kuhu Sa ujuda soovid. Julgustab sind kiiremini ja kaugemale ujuma või hoogu maha võtma, innustab Sind uusi stiile katsetama, jagab oma kogemusi ujumisel. Coach õpetab ujuma, näitab ette ja toetab sind ujuma õppimisel. Sisuliselt on coaching mentorluse üks aspekt, mentorlus võib sisaldada coachingut või teiselt poolt on coaching üks mentori oskustest (Ruul, 2012).

10.6 Praktilisi soovitusi

„Liiga sageli kingime me oma õpilastele lõikelilli, selle asemel peaksime neile õpetama seda, kuidas rajada iluaeda ja selle eest ka hoolt kanda.“ John W. Gardner



Lähtuge õppetegevuse ettevalmistamisel inseneripedagoogika psühhodidaktilisest põhimudelist. Arvestage esitluse ettevalmistamiseks antud õppematerjalis antud soovitustega.

Lähtuge tunni või esitluse ettevalmistamisel antud peatükis antud soovituste ja kontrollnimekirjaga. Viige regulaarselt läbi eneseanalüüsi. Osalege kolleegide tagasisides ja mentorluses.

Struktureerige õppematerjal. Koostage oma õppeainele raamkava ja planeerige oma tunnid üksikasjalikult. Pidage meeles, et kui Teil ei ole tund planeeritud, siis planeerivad selle õpilased Teie eest kohapeal.

Ärge unustage, et esmamulje ja esinemisoskus on väga olulised. Teie esinemine või ainetund algab Teie sisenemisega ruumi.

Planeerige oma aega ja õppige ütlema „ei“.

Koostage oma õpetamisportfoolio.

Valige sobiv eneseanalüüsi meetod.

Leidke endale sobiv mentor kogenuma kolleegi näol. Osalege kollegiaalse tagasiside seminaridel.

11 ÕPPIMA ÕPETAMINE JA ÕPPIMA ÕPPIMINE

„Õppimine on õpitav“ Bill Lucas

Õppima õppimine on XXI sajandi tähtsaim oskus, millest peaks saama meie kiiresti muutuvas maailmas õppekava üks olulisim osa. Iga kooli ja kõrgkooli eesmärgiks peaks olema kindlustada õpilasi teadmistega nende õpioskustest, et nad oleksid kooli lõpetamise järel valmis elukestvaks õppeks.

Me õpime kogu elu – olgu see siis teadvustatud või teadvustamata tegevus, selle tulemusena kogunevad teadmised-oskused, kujunevad hoiakud ja väärtused, muutuvad meie käitumisviisid ning suhtumised ja areneb meie isiksus. Õppimise käigus õpitakse ka tundma oma tugevaid ja nõrku külgi. Õppimise käigus pöörame tihti enam tähelepanu õppesisule (mida omandame) kui õppimisoskustele (kuidas õppida), kuid tänapäeva muutunud õppurite puhul on oluline rakendada just õppimiskeskse õpetamise põhimõtteid – õpetada neid õppima, vastutust võtma ja pingutama

Viimastel aastatel on läbi viidud väga huvitavaid haridusuuringuid, mis on seotud strateegiate arendamisega, mis parandaksid mõtlemise ja õppimise efektiivsust ning aitaksid paremini mõista intelligentsuse ning kognitiivse neuroteaduse olemust. Kompuutertomograafia kasutuselevõtt on võimaldanud teadlastel ajus toimuvaid bioloogilisi protsesse jälgida, kui õpilased lahendavad probleeme, tegutsevad ja mõtlevad loovalt ning jätavad õpitut meelde. Nii suudetakse paremini mõista, millistel tingimustel võivad õpilased saavutada efektiivsemaid tulemusi ja milliseid õpistiile kasutada.

Õppimise üks olulisemaid aspekte on, et õpilased hakkaksid mõistma, kui tähtis on omandatud võtteid ja oskusi uutesse olukordadesse üle kanda. Teadmine oma headest võimetest on kasutu, kui seda ei osata rakendada õppeainete tõhusamaks omandamiseks.

Õppimine on üks keerulisemaid nähtusi, mida mõistetakse ja millest räägitakse erinevalt. On kujunenud paradoksaalne situatsioon, kus õppimisest räägitakse meetodite kontekstis, justkui unustades, et õpetamise aluseks on süsteemne ja kompleksne lähenemine. Kõrghariduse ja ülikooli uurija, Londoni ülikooli emeritiiprofessor Barnett rõhutab, et ülikooli toimimist ühiskonnas on oluline väärtustada mitte ainult uurimise, vaid ka ülikoolis õppimise väärtustamise kaudu, millega laienevad nii teaduspõhise õpetamise olulisus, õpetamispraktikate variatiivsus kui ka üliõpilase roll õppiija, uurija, avastaja, vastutaja, oma teadmiste ja loomepotentsiaali konstrueerija ning aktiivse enesearengu subjektina, rohkem tuleks pöörata tähelepanu nii üliõpilaste õpikogemustele ja õpioskustele kui ka õppimiskultuurile (Barnett 2014).

Tänapäeva kaasaegses hariduses eeldatakse, et juba üldhariduskooli õpilased seavad iseseisvalt õpieesmäärke ja kavandavad nende saavutamise võimalusi, hindavad ja reguleerivad iseseisvalt oma tegevusi eesmärkide saavutamiseks, gümnasistid aga organiseerivad iseseisvalt ja motiveeritult oma teadvustatud tegevusi eesmärkide püstitaisest tulemuste hindamiseni, valides seejuures iseseisvalt ka kriteeriume võrdlusmomendiks, hindamiseks ja klassifitseerimiseks. Õppeprotsessi resultaatiks on kompetentside (üldistatud tegevused) ja kompetentsuste (isiksuse arengu uued tasemed) omandamine. Liigutakse teadmiste kogumiselt mõtlemise arendamisele. Siin ühinevad pedagoogika ja psühholoogia toetamaks eneseanalüüsi, suunates mõtlemist kriitilist analüüsi toetama.

Inimene on integreeritud tervik. Filosoofid on väitnud, et tõeline õppimine toimub läbi raskuste ja vastuolude ületamise. Õppimine on tõsine kahepoolne töö. Töötades kujunevad tahtelised omadused, distsipliinitunne, väärtushinnangud jne. Neid ei saa kujundada sõnade abil (verbaalselt), vaid läbi keeruliste protsesside, mida õpilane üle (läbi) elab (Leppik 2016).

Käesolev peatükk püüab toetada õpilasi õppima õppimisel, tutvustada ülesandeid ja tegevusi, kuidas õpitut igapäevaellu üle kanda ning üldistusi teha. Seejuures on alati oluline jätta aega kokkuvõtete tegemiseks ja tagasisideks. Sel juhul võime rääkida juba õppimisest märksa keerukamal tasandil ja suudame muuta õppija ise vastutavaks oma õppimise eest. Samas püüame anda ideid ka õpetajatele, kuidas oleks parem õpetada oma õpilasi õppima.

11.1 Õpioskused

“Ma usun, et iseseisev õppimine ja enesearendamine on üks ja ainus hariduse vorm” Isaac Asimov

Õpioskuste kujundamisel on oluline osa metakognitsioonivõimel (Krull 2001). Kui õpilane suudab teadvustada oma tegevuse eesmärgi, seda planeerida ja selle tõhusust jälgida, on tal olemas kõik eeldused tulemuslikuks õppimiseks.

Uurimused on välja toonud õpioskuste kujundamise 3 taset (Krull 2001):

- *kognitiivne* – konkreetse ülesande lahendamiseks vajaliku oskuse arendamine, mida kasutatakse õppimisel, et hõlbustada teadmiste ja oskuste omandamist (näiteks allajoonimine, resümeerimine, märkmete tegemine jne);
- *metakognitiivne* – arendada õppimiseks tehtavate pingutuste planeerimise, teostamise ja jälgimise oskusi ning tingimuslikku teadmist, millal, kus, miks ja kuidas kasutada konkreetseid võtteid ning strateegiaid;
- *afektiivne* – õppimiseks vajalike emotsionaalsete seisundite, positiivsete hoiakute, motivatsiooni ja enesekontseptsiooni kujundamine, eneseefektiivsuse ootus, mis on õppimisel otsustava tähtsusega.

Õpioskused on oskused:

- teadmisi omandada (lisada, suurendada);
- teadmisi seostada (organiseerida), struktureerida ja kasutada;
- teadmisi ja nendevahelisi seoseid teadvustada ning vajadusel ka ümberstruktureerida;
- metatasandioskused – oskus jälgida ja olla teadlik sellest, mida ning kuidas õpitakse, samuti oskus tekitada ja säilitada õpimotivatsiooni.

Õpioskusi võib liigitada ka õpilase teadvuses toimuva informatsiooni töötlemise ja seda mõjutavate faktorite järgi (Krull 2001:367), mille alusel õppimisoskuste põhiliigid on:

- *kordamis- ehk meeldejätmisoskus* – võime reprodutseerida püsivalt säilitatavat infot lühimälus. Õpitava suulise ja kirjaliku materjali aktiivne kordamine või keskendumine selle põhimomentidele (võtmesõnade kordamine, materjali ümberkirjutamine, detailne konspekteerimine, olulise allajoonimine, mnemotehniliste võtete kasutamine jne);
- *seostamis- ehk arendusoskus* – luua uue ja juba õpitu seosed (ümber sõnastada edastatud info, resümeerida, leida analoogiaid, teha märkmeid viisil, mis üritab edastatud laiendada või kommenteerida, vastata küsimustele, anda seletusi, kuidas uus materjal seostub teadaolevaga jne);
- *organiseerimisoskus* – aitab õppimisel integreerida uut infot juba olemasolevate teadmiste ja oskustega, kusjuures lisanduvale teadmisele antakse uus struktuur, olemasolevaid ja uusi

teadmisi integreerides. Selleks jaotatakse need osadeks ning selgitatakse välja komponentidevahelised seosed (teksti põhijoonte välja toomine uues kontekstis, mõistete struktuuri uuel viisil nägemine probleemülesande lahendamisel, seoste struktuuri kujundamine diagrammide ja joonistena oma ideede seletamiseks jne). Siin on palju ühist õpitu üldistamise ja ülekandeoskuste arendamisega.

- *monitooringuoskus* – õppija suutlikkus arendada õppimisel oma metakognitiivset teadvust, st teadvustada kogu õpitegevust, järgida tegevuskava tõhusust ja korrigeerida seda vastavalt õppetöö tulemustele. Seetõttu tuleks enne õppetöö algust arutada õppimise eesmärkide ja lähenemisviisi otstarbekuse üle, hinnata nende saavutamise tõenäosust, analüüsida õpitavast arusaamist ja kasutatud strateegiate tõhusust, vajadusel neid muutes. Õpilane peaks jälgima oma tegevust eesmärkide püstitamisel, eesmärgi saavutamise viisi kavandamisel, kavandatu realiseerimisel ja valitud strateegia korrigeerimisel. See on aluseks iseseisva õppimisoskuse kujunemisel.
- *emotsionaalse kohanemise oskus* – õpioskused, mida on vaja motivatsiooni alalhoidmiseks, tähelepanu koondamiseks, keskendumiseks, sooritushirmust üle saamiseks ja aja mõistlikuks kasutamiseks. Siia kuuluvad ka soodsate õpitingimuste loomine. Oluline on ka oskus oma õppimist ise motiveerida (enesepremeerimine). Õpilased, kes ei oska seada endale mõõdukaid eesmärgi ega koge nende saavutamise kaasnevat pinget, ei tule toime ka positiivse töömeeleolu loomisega. Ülemäärane ärevus ja mure õpitulemuste kontrollimise pärast takistavad süvendada õpitavasse, mis omakorda viib mehaanilise meeldejätamiseni.

Esimesed kolm liiki kuuluvad kognitiivsete õpioskuste kujundamise alla ja kaks viimast vastavalt metakognitiivsete ja afektiivsete õpioskuste kujundamise alla. **Tabelis 11.1** on esitatud õpioskuste kujundamise valdkondade ja üldiste õpioskuste seosed (Krull 2001:368).

Tabel 11.1 - Õpioskuste kujundamise valdkondade ja üldiste õpioskuste seosed

Õpioskuste kujundamise valdkonnad	Üldised õppimisoskused				
	Kordamine	Seostamine	Organiseerimine	Monitooring	Emotsionaalne kohanemine
Kognitiivne	X	X	X		
Metakognitiivne				X	
Afektiivne					X

Õppimine on tahteline tegevus. Tahe on inimese teadlik ja sihipärane raskuste ületamisega seotud tegevuse reguleerimine.

Tahtelise tegevuse etapid (Pedastsaar 2006):

- õpieesmärgi püstitamine;
- õppimise motiveerimine (motiivide valik);
- otsuse langetamine;
- takistuste ületamine (aeg, kaaslaste suhtumine, väsimus, tüdimus jne);
- õpitegevuse planeerimine (enesekasvatus);

- otsuse täideviimine.

Enesekasvatus on teadlik ja sihikindel töö enesetäiendamisel.

Enesetunnetuse aluseks on adekvaatne minapilt (Pedastsaar 2006):

- enesevaatlus;
- eneseanalüüs;
- enesehinnang;
- enesekriitika.

Enesekontroll:

- tulemuste kontroll;
- õppimisvõtete kontroll;
- edasijõudmist pidurdavate põhjuste ülevaatamine.

Leinbocki õpioskuste liigitus (Pedastsaar 2006). Õpioskused liigitatakse järgmiselt:

- *alusõpioskused (baasoskused)* – lugemis-, kirjutamis-, kõnelemis-, kuulamis- arvutamise-, mõõtmis-, vaatlusoskus. Ka õpiku, sõnastiku, arvuti kasutamise oskus, probleemide lahendamise oskus, info hankimise oskus jne;
- *tunnetuslikud õpioskused* – tunnetuse tahtelise juhtimise oskused (tähelepanu, mälu, mõtlemise ja fantaasia aktiveerimise oskused, keskendumisoskused jne.);
- *organisatsioonilised õpioskused* – õppimise ja puhkamise režiim, erinevate õpitegevuste sobiv järjestamine ja jaotamine, õppimise planeerimine, õppimishügieen, infokartoteekide ja konspektide koostamine jne;
- *sotsiaalsed õpioskused* – oskus teisi kuulata, oskus lülituda mõttevahetusse, oskus kaaslasti ergutada, soleerijaid pidurdada, koostööd teha jne;

Kuidas me saame ennast arendada ja õppima õppida? Probleemide lahendamise võime ja õppimisvõime on arendatavad. Teadmiste omandamise võime (mälu) on vähesel määral arendatav. Tuleks meeles pidada, et mõtlemise arendamine algab 12. eluaastast, kus mõtlemise arendamise olulisteks teguriteks on võrdlemine, analüüs, süntees, üldistamine, hinnangu andmine. Tehes tööd, inimene mõtleb ja siin aitavad kaasa tahtejõud, sihikindlus, loominguilisus, koostöö jne. Iga tegevuse juures mõtleme me alati, näiteks ka maa kaevamise puhul arutleme, millist labidat võtta, kuidas ja kui sügavalt kaevata jne. Ja oluline mõtlemise arendamise juures on tegutseda reaalses maailmas eluliste probleemide lahendamisega (näit. kuusk torkab – kohustuslik seos loodusega, mitte ainult arvutiga, sest arvutis kuusk reeglina ei torka).

Õppimise puhul toimub ajus neuronite vahel sidemete loomine, sidemed tekkivad ainult kordumise (kordamise) tulemusena. **Millegi omandamiseks tuleks omandatavat korrata.** Siin on oluline meenutada Võgotski lauset: „Areng kulgeb läbi protsesside.“ Õppimises ja arengus on oluline ka jälgendamine. Oluline koht õppimisel on ka aja- ja enesejuhtimisel.

Uue materjali omandamine (salvestamine) sõltub:

- kordamisest;

- materjali organiseeritusest (korrastatusest);
- salvestuse operatsioonidest (kodeerimisest);
- mõistmisest, õpitavast arusaamisest (asjatundlikkusest);
- õppimise ülekandest (oskusest kasutada kord äraõpitut teises olukorras).

Kodeerimine on teatud võtete ja skeemide kasutamine meeldejätmisel (protsess ise on tavaliselt teadvustamata). Kodeerimine võib toimuda erineva sügavusega. Mida sügavam on töötlus, seda püsivam, rikkam ja eristatavam on selle tagajärjel tekkiv mälujälg ja seega äratundmine.

Sügavam kodeerimine (püsivama mälujälje tekitamine) toimub:

- õppijat ennast puudutavate tunnuste abil;
- kui õppija ise genereerib seoseid;
- kodeeritakse meeldiva või ebameeldiva seose abil (mitte neutraalse);
- dualistlik kodeerimine (verbaalne & visuaalne).

Õpistrateegiad. Slavin (2009) eristab järgmisi üldisi õpistrateegiaid:

- kordamine ja harjutamine (*rehearsal*);
- uue ja olemasoleva vahel seoste loomine (*elaboration strategies*);
- teadmiste organiseerimine (*organisational strategies*);
- õppimise jälgimine (*comprehension monitoring strategies*);
- afektiivsed strateegiad (motivatsioon, ärevuse allasurumine, tähelepanu kontsentreerimine jne);
- metatunnetus (see haarab teadlikku õppimist, sobivate õpistrateegiatega valikut, oma õppimise protsessi ja selle tulemuse jälgimist, vajadusel vigade parandamist), mille arendamine peaks olema õppimise eesmärgiks;
- õppimise tulemuste ülekanne ehk kasutatavus, rakendatavus tõsielulistes situatsioonides.

Oskus õppida. Õppima õppimisel on olulised järgmised eeldused ja komponendid (Kadajas 2005):

- **Õpimotivatsioon** – seesmiselt on motiveeritud see õppimine, mida sooritatakse pikaajaliste eesmärkide ja eelistuste tõttu, väliselt on õppimine motiveeritud siis, kui peetakse silmas õppijast väljastpoolt tulevat kinnitust. Tähtsal kohal on sisemise ja välise motivatsiooni kooskõla ja tasakaal. Õpimotivatsiooni kujunemine oleneb õppijast, õpetajast, õppekeskkonnast, õppevahenditest jne. Olulisel kohal on õpilase eneseefektiivsuse ootused – kuidas ta hindab oma edu šansse sooritamisel. Eneseefektiivsus on veendumus, et seatud eesmärgid on saavutatavad. Õppima õppimisel on vajalik sisemine motivatsioon: õppijal on vajadus ja huvi sihikindlalt õppida. Täpsustuvad eesmärgid, milleni tahetakse jõuda, need tekitavad suhtumisel õppimisse positiivse hoiaku. Hästimotiveeritud õppija suudab end käsile võtta ja end õppima sundida ka siis, kui raskused ette tulevad. Oluline on see, kuidas õpilane oma võimeid hindab ja õppimist väärtustab. Sisemine motivatsioon kujuneb siis, kui õppija teadvustab vastuolu oma teadmiste-oskuste ja probleemi lahendamiseks vajalike nõudmiste vahel. Tekkib küsimus, miks või milleta ei saada enam hakkama? Mida olulisem on vastuolu, seda enam otsitakse võimalusi sellest üle saamiseks. Siin tuleks õpetajal luua õpisisuatsioon, mis aitaks leida võimalusi probleemide lahendamiseks ja pakuks aktiivseid tegevusi (vt jaotis 4.5 Motivatsioon).

- **Õpioskused ja –strateegiad** – Õpioskused ja strateegiad on õppimise otsesed vahendid. Õpioskused on konkreetsete eesmärkidega oskused, mida õpilane peab edukaks õppimiseks omandama. Õpioskused on baasoskused (lugemis-, kirjutamis-, kõnelemis-, kuulamis-, arvutamis-, vaatlusoskus, oskus kasutada mõõtmist, sõnastikku, arvutit jne), tunnetusliku (kognitiivsete protsessidega seotud) ja organisatsioonilised ning sotsiaalsed oskused. Õpistrateegiad on kaugemate eesmärkide täitmiseks omandatud teadvustatud ja paindlikud tegevuskavad, mis tuginevad õpioskustele ja kasutatavad õpitegevuse juhtimiseks (eesmärkide seadmine, keskendumine, tegevusplaani koostamine, kontrollimine, hindamine teadmiste ja oskuste omandamise protseduurid) (vt [Õpioskuste kujundamine](#)).
- **Metakognitsioon** – õppija jälgib end õppijana, teadlikkus oma teadmistoimingust, oskus selle abil juhtida ja kontrollida oma kognitiivset tegevust (teadmised iseendast, teadmised õpitavast, ülesandest, teadmised strateegiatest, mis võimaldavad tegevust reguleerida). Et edukalt oma õpiprotsessi juhtida, peaks õppija oma tegevust analüüsima.
- **Õpiharjumused** – omandatud tegevusviisid, mille sooritamine on muutunud vajaduseks ja mis sunnivad teatud viisil tegutsema. Õpiharjumuste abil toimub õppimine ilma pingutusteta, teadvustamata korratakse igal õppimisel ühtesid ja samu toiminguid. Õpiharjumused võivad olla kasulikud ja kahjulikud ning seega kas soodustavad või pidurdavad õppimist. Kasulikud õpiharjumused tuginevad õpistrateegiatel. Õpioskused ja õpiharjumused on tihedalt omavahel seotud – kui ei ole oskusi, ei kujune ka harjumusi.
- **Positiivne enesehinnang** – enesehinnang toimib reguleeriva faktorina õppimises. Kõrgenenud enesehinnanguga võib endale võtta üle jõu käivaid ülesandeid. Enesehinnang sõltub sellest, millisena õppija end näeb, missuguseks peab ta oma potentsiaali. Positiivne enesehinnang rõhutab õppija eneseteadvust, oskust end õigesti analüüsida ja hinnata, eesmärgi püstitada, mis omakorda arendab enesejuhtimist ja iseseisvust.
- **Õpistiil** – iga inimene õpib temale ainuomase viisil, selle kaudu väljendub isiksus õppeprotsessis – kuidas ta liigendab ja korrastab teavet, kuidas jätab meelde, mäletab, lahendab probleeme, milliseid õpistrateegiaid valitakse, kuidas motiveeritakse õppimist, kuidas lahendatakse erialaülesandeid. Õpistiilil arvatakse olema geneetiline päritolu. Pole head ega halba õpistiili, me lihtsalt õpime erinevalt (vt jaotis 4.4 Õpistiilid);
- **Eneseanalüüs** – õppija käsitus iseendast õppijana, õpiprotsessi analüüs, tugevate ja nõrkade joonte analüüs, õpitegevuse jälgimine. Oma tegevuse hindamine, jälgimine, korrigeerimine. Õpiprotsessis muutuvad õppija teadmised iseendast, õppimisest jms ja koos sellega muutub ka enesekäsitus;
- **Iseseisvus** – võime tegutseda enese arendamisel ilma „tagantütsitamiseta“ ja langetada seatud eesmärkide saavutamiseks toetavaid, läbikaalutud otsuseid;
- **Eesmärgikindlus** – selge ettekujutus sellest, mida tuleb saavutada, truuks jäämine eesmärkidele kalduvuseta neid muuta, kohendada, mugendada, madaldada, lihtsustada jne (vt jaotis 11.4 – Enese- ja ajajuhtimine).
- **Järjekindlus ja visadus** – võime säilitada kõrget õpimotivatsiooni, valmisolek taluda raskusi ja ajutisi tagasilööke, eesmärgi silmist kaotamata ja endale hinnaalandust tegemata.

Vilunud õppijal, kellel on olemas kõik eelnimetatud komponendid, on eeldusi kujuneda **ennastjuhtivaks õppijaks** (*self-directed learner*). Eelduseks on siin **turvalise õppekeskkonna olemasolu**, kus õppima õppimine oleks võimalik ja vajalik, kus võib vabalt esitada ja põhjendada oma arvamusi ning õppida läbi eksimuste.

Eneseanalüüsiks on soovitatav analüüsida järgmist (vt jaotis 10.4 – Eneseanalüüs) :

- Millised on minu kognitiivsed eeldused: tähelepanu, taju, mälu, mõtlemise iseärasused?

- Milline ma olen isiksusena (vaimsed, üld-, erivõimed, loovus, õpivõime? Miks ma õpin?
- Milline on minu õpimotivatsioon?
- Millised on minu õpiharjumused?
- Millised on mu õpioskused, -strateegiad, kas, kuidas ja kus suudan neid kasutada?
- Milline on minu õpistiil, kas olen võimeline oma õpistiili iseärasusi õppimisel maksimaalselt ära kasutama?
- Millised on minu tugevad ja nõrgad küljed? Millised on minu isiksusejooned, mida hindan ja millele peaksin õppimisel tuginema? Milliseid raskusi mul õppimisel esineb?
- Kas ja millised on minu nõrgad küljed, mida peaksin arendama?
- Mida pean oma õppimise juures kõige olulisemaks?
- Mis teeb mind heaks õppijaks? Mille alusel arvan, et oskan õppida?

PEPS Skeem (*Productivity Environmental Preference Survey*) enesehindamiseks, õppimisviisi tundmaõppimiseks ja nende alusel endale sobiva õpikeskkonna kujundamiseks (Pedastsaar 2006).

PEPS skeemi enesehindamise põhimõtted on järgmised:

- väike või suur õpihuvi – kui kõrge on õppija motivatsioon;
- motivatsiooni kese – kas õppijale toimivad tõhusamalt välised (kiitus, karistus) või seesmised (enesearendamissoov, auahnus) stiimulid;
- visa või püsimatu – kas õppijas on sitkust ja jonni alustatu lõpule viia või kaldub ta oma töid ja ettevõtmisi pooleli jätma;
- kõrge või madal vastutustunne – kuivõrd õppija tunneb vastutust saadud ülesannete ja antud lubaduste täitmise pärast;
- iseseisvuse määr – kas õppija eelistab tegutseda saadud juhiste ja korralduste järgi või leida endale sobivad tööviisid iseseisvalt;
- üksi või koos teistega – kas inimene eelistab õppida üksi, sobiva kaaslasega kahekesi või grupis;
- vaheldustarve ja rutiini taluvus – kas õppija soovib saada vaimsel tööl erinevaid, vaheldust pakkuvaid ülesandeid või lepi rutiinse ja üksluisega;
- suunava juhtimise ootus – kuivõrd õppija ootab õpetajalt enese otsest suunamist ja kontrollimist;
- millised meeled on õppides ülekaalus – kas õppijale on omasem info visuaalne vastuvõtt, teiste kuulamise kaudu õppimine või taktiline (millegi käsitlemine, kompamine) või kineetiline õppimisviis - õppimine liikumise, katsetamise ja vahetu kogemuse kaudu (vt ka jaotis 4.4. – Õpistiilid);
- virgeoleku aeg – kas õppija on lõokese (ergas hommikuti) või öökulli (parim õpivõime hilistel tundidel) tüüpi;
- söömis- ja joomistarve – kas inimene soovib õppides midagi näksida ja juua;
- liikumisvajadus – kas eelistatakse õppida ühel kohal istudes või kohta vahetades või hoopis ringi liikudes;
- vaikuse vajadus – kas õppija eelistab vaikuses, muusika saatel või inimkõnest ja olmehäältest melu taustal;
- keskendumisvõime – kas õppijal on kerge või raske ühele probleemile pikemaks ajaks keskenduda;

- valguse vajadus – kas eelistatakse töötada eredalt või sumedalt valgustatud või poolhäämaras ruumis;
- temperatuur – kas eelistatakse õppida soojas või jahedas;
- muud iseärasused – enda jälgimisel võib avastada ootamatuid asju.

Üks paremaid vahendeid oma õppimise analüüsiks on **õpipäeviku pidamine**, kuhu märgitakse selle kõrval mida õpitakse, ka see, miks ja kuidas seda tehakse. See toetab enesehindamist, aitab tegemisi analüüsida, õpitavat paremini omandada ja annab ülevaate õppimise edenemisest ning õpimotivatsioonist. Oluline oleks õppija mõtete ülestähendamine nädalas 10-15 minuti jooksul.

Edukatel õppijatel ei ole mitte ainult palju teadmisi, vaid nad teavad ka, kuidas õppida. Fisher (2004) on välja toonud 10 strateegiat, mis on õppima õpetamisel kõige efektiivsemad ja mida saab rakendada igas õppetegevuses:

- **Mõtlemine ja õppimine.** Õppimist saab kõige edukamalt arendada mõtlemisoskuste strateegia abil, mis seab eesmärgiks, kuidas õppida – õppuritele tuleks igas õppeprotsessis anda aega mõtlemiseks. Aktiivsed õpituatsioonid avardavad kõrgema taseme mõtlemisprotsesse. Siin on olulised ka õpilaste erinevad õpistiilid (vt jaotised 4.4 - Õpistiilid; 8.5.1 - Kriitilise ja loova mõtlemise arendamine). Kuidas keegi õppida eelistab, kuidas suudab kindlaks teha ja elimineerida õppimist takistavaid tegureid (*isiklikke* – väsimus, nälg, igavus, haigus, jne; *õpikeskkonnale omaseid* – müra, töövahendite puudumine, häirivad kõrvalseisvad isikud jne; *õpitavas aines* – liiga raske ülesanne, liiga pikk, polegi õppida antud, ei ole huvi jne). Üks on selge – õppiv õpilane on mõtleval õpilane. Edukaks õppimiseks on tarvis õppurit suunata kõrgemate mõtlemistasandite suunas, mida iseloomustab nn metakognitiivne kontroll. Mõtlemist võib vaadelda kui info töötlemise võimet, mille osadeks on sisend, väljund ja kontroll. Kõrgemaid mõtlemistasandeid saab arendada kontrolli rakendamise kaudu (**vt tabel 11.2**) (Fisher 2004)
- **Küsimuste esitamine.** Edukatele õppijatele on omane küsimuste esitamine nii endale kui ka teistele. Teadmiste aldis õppekeskkond genereerib küsimusi ja julgustab õpilasi küsimusi esitama (vt jaotis 8.8 - Küsimuste ja vastuste tehnika õppemeetodite rakendamisel).

Tabel 11.2 – Intelligentsus kui informatsiooni töötlemise võime

Intelligentsus = sisend + väljund + kontroll			
Intelligentsus	Sisend	Väljund	Kontroll
Informatsiooni töötlemise võime	Näiteks uue teadmise saamine uuest materjalist või uue kogemuse kaudu	Näiteks mõtlemine, tegutsemine, ideede töötlemine, uurimine ja probleemide lahendamine	Näiteks planeerimine, oma tegevuse hindamine ja sellele tähenduse andmine
	↓	↓	↓
	Teadmiste omandamine	+ teostus, mida me nendega teeme	+ metakognitsioon (läbimõtlemine, analüüs)

- **Planeerimine.** Uurimused kinnitavad, et edu ükskõik millisel alal on seotud suurema ajakuluga planeerimisstaadiumis (vt jaotis 8.5.7 - Probleemõpe). Õppurid peaksid mõistma planeerimise ja planeerimisoskuste väärtust ning arendama eeldusi järgimaks süsteemi „*planeeri – tee – kontrolli – hinda/muuda*“. Siin on oluline nii enesejuhtimisega õppimine kui ka ajajuhtimise oskus. Õppima õppimine tähendab ka ettemõtlemisioskuse õppimist. Planeerimisoskus on üks olulisimaid alustalasid ka probleemilahendamisel. Õpetades õpilasi, kuidas planeerida, õpetame neid mõtlema, mida oleks vaja teha, et olla kõige paremini ette valmistunud edukaks õppimiseks. Planeerimist peetakse üheks olulisemaks kognitiivseks strateegiaks, see aitab igasuguse infoga tegeleda organiseeritult ja süstemaatiliselt. Planeerimist võib vaadata aju kõrgemate funktsioonide tähtsaima tööriistana (Fisher 2004). Planeerimine omakorda jaguneb (vt jaotis 11.4 – Enese- ja ajajuhtimine):

- *teadvustamata planeerimine* – ülesanne sooritatakse ilma, et ollakse teadlikud plaanist või vajadusest selle järele. Probleemi lahendamine seisneb tegemises. Teatud tegevused (jalgrattaga sõitmine) ei eeldagi teadlikku planeerimist. Oluline on see, et probleemülesannete lahendamisel ei saa loota vedamisele või juhusele – sa kas saad hakkama või mitte;
- *spetsiifiline planeerimine* – teadlik pingutus, mida tehakse teatud spetsiifilise ülesande tarbeks. Teatakse eesmärki, osatakse selgitada mõnda sammu, mis on eesmärgi saavutamiseks vajalikud (essee kavandi tegemine, mudeli planeerimine). Tegemist on süstemaatilise püüdega jõuda eesmärgini, aga võib juhtuda, et ei olda teadlikud teistest strateegiatest või probleemi lahendamise võimalustest. Võib tekkida probleem ja plaan ei toimi, kui planeerimine on olnud liiga spetsiifiline, et osata midagi edasi teha.
- *strateegiline planeerimine* – kavatsuslik planeeriv tegevus, võimalike takistuste kaalumine, paindlik strateegiate kasutamine. Probleemi lahendusele saab läheneda mitmeti, paindlik planeerimine võimaldab tegevuste järjestuses teha põhjustatud muudatusi. Arvestatakse „Mis juhtuks kui...“ tingimustega ja mõeldakse alternatiividele, juhuks kui asjaolud peaksid muutuma. Parimadki plaanid võivad viltu minna. Üks põhjuseid on selles, et planeerimisprotsessi elemendid peaksid olema metakognitiivse kontrolli all.

Metakognitiivne kontroll on üks eduka mõtlemise ja õppimise tunnuseid. Hea metakognitiivse kontrolliga õpilased kontrollivad oma mõtlemist, mõtlevad ette ja peavad silmas võimalikke tagajärgi. Nad on teadlikud erinevatest mõtlemise strateegiatest, nagu näiteks keskendumisvajadus ja oskavad neid edukalt kasutada. Nad mõtlevad oma mõtlemise üle ja teavad, mida proovida siis, kui jäädakse kimpu.

Metakognitsioonil on järgmised elemendid:

- *planeerimine* – eesmärkide, tegevuste ja nende järgnevuste planeerimine, takistuste ja võimalike probleemide kindlakstegemine, protsessi tundmine, tulemuse ennustamine;
- *monitooring* – eesmärkide, tegevuste järgnevuse, võimalike takistuste ja eksimuste silmaspidamine. Teadmine, mida teha, kui midagi läheb valesti või plaanid ei õnnestu. Teadmine, millal saavutatakse püstitatud eesmärk;
- *tähelepanu köitmine* – materjalidesse süvenemine, eelnevalt õpitu meenutamine ja uue materjaliga võrdlemine ning selle hindamine;
- *info kodeerimine* – uue ja olemasoleva materjali seostamine;

- *kordamine* – uue info kasutamine, kordamine ning korrastamine;
- *tagasiside andmine* – strateegiate edukuse ja eesmärgi saavutamisel tehtud edusammude hindamine, protsessi käigus tehtud eksimuste ja vigade ning kogu protsessi hindamine, analüüs, järelduste tegemine, testimine ja tagasiside.

Planeerimise õpetamine. Parim on kasutada näiteid igapäevaelust, tutvuda plaanide näidistega, planeerimisstrateegiatega, panna õpilasi ise nädala-, õppimis-, puhkuse-, eluplaane tegema. Samuti sobivad disaini- ja teostuse planeerimine, uuringute ja eksperimentide plaanid, probleemide lahendamise ja meetodite toimimisviiside plaanid (vt Roosimölder 2004).

- **Arutelu.** Õpilased vajavad mõtetest ja õppimisest rääkimist. Head õpetajad julgustavad õpilasi arutelu käigus oma seisukohti väljendama, võimaldades aktiivõppe meetodeid rakendades aega iseseisvaks mõtlemiseks, aruteluks kaaslastega ja seeläbi muutub õpperühm uurivaks koosluseks. Arutelu tuleks keskenduda nii üldistele printsiipidele kui ka konkreetsetele näidetele, võimaldades nii sissevaadet osadesse (analüüs) ja ülevaadet tervikust (süntees) kui ka hinnangu andmist. Jälgida tuleks diskussioonireegleid, kuulamisoskust, tõepärasust, avatust. Rääkimine ja mõtlemine on tihedalt seotud. Rääkimise kaudu toimiva õppimise aspektideks on iseendaga läbirääkimine, dialoog teistega ja rühmadiskussioon.
- **Kognitiivne kaardistamine.** Kontseptsioonide, mõistete kaardistamine aitab mõtlemist liigendada, muutes verbaalse info mälu piltideks. Kaardistamine aitab analüüsida, süstematiseerida seda, mida teatakse ja luua uusi arusaamise mudeleid. Teaduslikud kontseptsioonid (mõisted) vajavad teistelt saadud selgitusi (õppimine) ja teistele antud selgitusi (suhtlemine, kaaslaste õpetamine). Näidete kasutamine aitab teadmisi kinnistada, näidetega selgitused on induktiivse järeldamise aluseks. Eesmärgiks on mõista, mida me teame, aidata planeerida ja anda hinnangut. Kognitiivne kaardistamine on suureks abiks mälu, arusaamise ja kontseptuaalse mõtlemise arendamisele. Kontseptsioonid on organiseerivad ideed, mis aitavad meil maailma mõtestada. Info graafilise organiseerimise võtted ja teised kaardistamise strateegiad (mõistekaardid, sõnakaardid jne) aitavad esitada mõtteid visuaalsel kujul, leida seoseid ja seostada uut infot vanaga. Võimaldab nii grupitööd kui ka koostöös toimuvat õppimist (vt jaotis 8.5.5 – Mõistekaart, ideekaart ja raport).
- **Divergentne, loov mõtlemine.** Õppeprotsess peaks võimaldama oma mõtteid väljendada, kuid jätma ruumi ka individuaalsetele erinevustele. Divergentne mõtlemine tähendab õppimises valikute pakkumist, individuaalse vastutuse julgustamist ning loova, uuest vaatenurgast lähenemise toetamist. Divergentne ehk lahknev mõtlemine võimaldab probleemidele paljude lahenduste leidmist. Divergentne mõtlejat on võrdsustatud loojaga, kes genereerib ideid, otsib pidevalt uusi seoseid, on avatud uuele. Samas konvergentne ehk koonduv mõtlemine eeldab probleemile ühe ja ainuõige lahenduse leidmist. Loov mõtlemine aitab õppimist omaks võtta. Igasugune rutiinivaba õppimine eeldab loovust. Üks loovuse põhilisi tunnuseid on võime otsida ja analüüsida alternatiive. Mõtlemist soodustavad instrumendid: kaalu kõiki tegureid; sea esmatähtsad prioriteedid; pluss-miinus-huvitav; tagajärjed ja neile järgnev; sihid-eesmärgid-taotlused; võimalused-alternatiivid-valikud; võimalikud teised vaatenurgad (vt jaotis 8.5.1 – Kriitilise ja loova mõtlemise arendamine).
- **Koostöös toimuv õppimine.** Õppimine koos kaaslaste või rühmaga annab võimalusi nii teistelt õppimiseks kui ka teistele õpetamiseks. Aktiivõpe, paarisõpe, rühmatöö, meeskonnapõhine õpe (vt jaotis 8.3.2 – Rühmatöö ja meeskonnapõhine õpe). Toimub kogemuste mõtestamine koos teistega.
- **Juhendamine.** Õppides, kuidas õppida, vajavad õpilased tuge ja sellist õpetamist, mis sisaldaks kognitiivset juhendamist. Juhendamine aitab luua kognitiivseid tunnetuslikke struktuure, mis muudavad õpetamise õppimiseks. Oluline on luua tingimused õppimiseks – optimaalse raskuse

pakkumine. Siin on keskne roll järgmisel: tähelepanu fookuseerimine ja kinnistamine, kokkuvõtte tegemine, seletamine, vastastikune õpetamine, positiivne tagasiside, selgitamine, kindel struktuur, lihtsalt mõistetav ja mitmekesine sõnastus, sujuv esitus, õpetaja eeskuju mõtlemisel. Juhendamine viitab seega mitmetele strateegiatele. Eesmärgiks on luua eesmärgipärased tingimused õpipoisistaatuseks – optimaalse raskuse pakkumine, eesmärgipärased kontekstid ja tugi (keskendumisel ja õpitu kohta küsimuste esitamisel, vastastikusel õpetamisel jne). Juhendamise edukus ei sõltu ainult ühest meetodist, pigem erinevatest lähenemistest, mis vastavad õpilaste erinevatele õpistiilidele. Juhendaja eesmärgiks on iseseisvad õppijad, kes on võimelised juhendama nii ennast kui ka teisi.

➤ **Ülevaate andmine.** Õpilased vajavad aega, et saada ülevaade sellest, mida on tehtud, hinnata seda, mida on õpitud, selekteerida enda jaoks välja oluline ja seada eesmärged edaspidiseks. Õpilased vajavad positiivset tagasisidet, mida antakse ausalt ja teenitult. Tagasiside aitab edaspidi edu saavutada. Siin on oluline omaenda kompetentsuse või õppimise efektiivsuse tunnetamine, suhtumine – ma saan hakkama. Oluline on eneseanalüüs, enesehinnang, oma teadmiste hindamine. Üheks teguriks, mis mõjutab edu saavutamist õppimisel on enesehinnang.

- *Enesehinnang* on sisemine teadmine, et oleme tublid, teised tunnustavad meid ja me peame ka ise ennast väärtuslikuks. See on eneseaustus, enda väärtuse tundmine, teadmine, kes me oleme ja mida suudame. Enesehinnangut mõjutavad kinnitus positiivsete omaduste kohta teistelt (õpetajalt, lähedastelt, kaasõpilastelt jne) ja usk endasse, mis põhineb enda kompetentsuse ja edu kogemusel. Siiski on vaja lisaks seostada enesehinnangut ja eneseteadvust, et tekitada „meisterlikkusele orienteeritus“ (*mastery orientation*).
- *Meisterlikkusele orienteeritus* tähendab omaenda kompetentsuse või efektiivsuse tunnetamist. Meisterlikkusele või abitusele orienteeritus ei ole seotud intelligentsusega, see on isiksuse omapära, viis, kuidas keegi ennast näeb ja võime tõhusalt hakkama saada (**vt tabel 11.3**) (Fisher 2004). Kõik inividid jäävad meisterlikkuse ja abituse vahepeale. Ei piisa, kui meil on enesekindlust, oma eesmärkide edukaks järgimiseks vajame me ka objektiivset hinnangut oma nõrkade ja tugevate külgede kohta. Teiseks elemendiks on arvamus, et intelligentsus on arendatav – pingutus soodustab edasijõudmist õppimises.
- *Enesehinnangu ja meisterlikkusele orienteerituse tõusule aitavad kaasa isiksusekeskne õppimine* (isiklike huvide, mõtete sidumine õppimisega, isikliku vastutuse õhutamine, oma õppeprotsessi juhtimine, õpitu olulisuse mõistmine tulevases elus), **ülevaate saavutamise** (kindlaks tegemine, milles on saavutatud edu, kuidas on võimalik saavutada tulemuste parenemist, tunnustamise ja vestluste kaudu, ülevaate omamine oma arengust, pingutustest, sihtidest – õpi- ja arenguvestlused), **enesehindamine** (enesejuhtimine kontrolli suurendamiseks oma õppimise protsessi üle, ergutab mõtlema oma mõtlemise ja õppimise üle, kas mul on võimalusi oma õpistrateegiate ja saavutuste hindamiseks?)

Ülevaate andmine on ideaalne vahend iseseisval õppimisel kasutatavate tähtsate metakognitiivsete funktsioonide arendamiseks:

- *sisemine tähendus* – arusaam õppimise eesmärgist, teatakse õpitegevuse põhjusi, väärtust, tähtsust;
- *enesejuhtimine* – arendatakse vajadust mõelda oma tööst ja seda planeerida, julgustatakse enesekontrolli ja isiklikku vastutust õppimises;

- *kompetentsuse tunnetamine* – tuntakse ennast õppimise protsessis kindlalt, teatakse, mida osatakse teha ja millal on abi vaja;
- *väljakutsete tundmine* – ollakse eneseteadlikud, teatakse, kuidas reageerida väljakutsetele ja raskustele;
- *suhtlemine* – arendatakse suhtlemisoskust ja võimet väljendada oma mõtteid arutelu, kirjutamise ja loomingu kaudu;
- *sihtide seadmine* – seatakse isiklikud sihid ja eesmärgid, mille suunas püüelda, omatakse kõrgeid, kuid realistlikke ootusi;
- *teadlikkus enese muutumisest* – teadmine, et suudate muutuda, õppimise kohta tagasiside saamine ja saavutuste kindlaksmääramine.

Enesekindluse saavutamine:

- kontrolltööks ja eksamiks tuleb alati valmistuda;
- kujunda positiivne mõtlemine – ma olen seda õppinud, saan hakkama, olen tubli, see avab mul uusi võimalusi...;
- sa ei ole superman – keskendu eesmärgile, kasuta aega ratsionaalselt;
- söö ja puhka, võta vitamiine, hoolitse oma tervise eest;
- korrasta suhteid – väldi konflikte, vajad lähedaste tuge.

Aidates õpilastel saada ülevaadet nende õppimise efektiivsusest, võime suurendada nende enesekindlust ja nende teadmisi nii iseenda kui õppeprotsessi kohta. Õpetajal tuleks leida viise, kuidas tõsta õpilaste enesehinnangut ja sisendada neile, et nad on ise oma õpiprotsessi suunajad. Seda on võimalik saavutada isikustatud õppimise, saavutuste tunnustamise, õppimiseks edasiste sihtide seadmise ja enesehindamisoskuste arendamise kaudu. Enesehindamise oskus tõstab õpilaste eneseteadlikkuse taset ja võimaldab neil arendada metakognitiivseid oskusi, mida vajatakse iseseisval õppimisel ja oma õppimise juhtimisel.

Tabel 11.3 – Meisterlikkusele orienteeritus ja õpitud abitus

Meisterlikkusele orienteeritus	Õpitud abitus
Soov proovida lahendada raskeid ülesandeid	Soovimatus vastu võtta väljakutseid
Näeb probleeme väljakutsetena	Näeb probleeme võimete kontrollimisena
Tunnistab ebaõnnestumist ilma vabandusteta	Leiab ebaõnnestumistele kiiresti vabandusi
On probleemide lahendamisele lähenemises paindlik, proovib erinevaid viise	Jäiga lähenemisega, annab kiiresti alla
Õppides motiveerib end ise	Ootab õppimisele heakskiitu, motiveerimist
Tahab saavutada õppimisel seatud eesmäärke	Tahab hea välja paista
Omab positiivset ettekujutust oma kompetentsusest	Omab endast negatiivset ettekujutust
Näeb õppimist positiivsena	Näeb õppimist negatiivsena

- **Õppekeskkonna loomine.** Õppimist tuleb toetada, nii koolikeskkonnas, kodus kui ka ühiskonnas laiemalt. Organisatsioonikultuur, planeerimise kvaliteet, keskendumine põhilistele funktsioonidele, arengu planeerimine, õppeasutuse vaimsus, tulemuslik õppimine ja õpetamine, kompetentne juhtimine – need kõik omavad siin määravat tähtsust. Kõik õpilased on vahel haavatavad ja võivad asuda kaitseseisundisse. Aeg, mis on kulutatud kuuluvustunde ja usalduse tekitamiseks rühmas, on targalt kulutatud aeg. Emotsionaalse häirituse või sotsiaalse lõhestatuse korral ei ole õppimine kerge. Kui emotsionaalseid vajadusi ignoreeritakse, kaldub õpilase energia ülesande sooritamisel kõrvale. Suutes probleemide lahendamisel ja õpilaste toetamisel ära kasutada rühma koostöövaimu, lisandub õppimisse uut energiat (vt jaotis 2.9 – Õppimist toetava õppekeskkonna loomine).

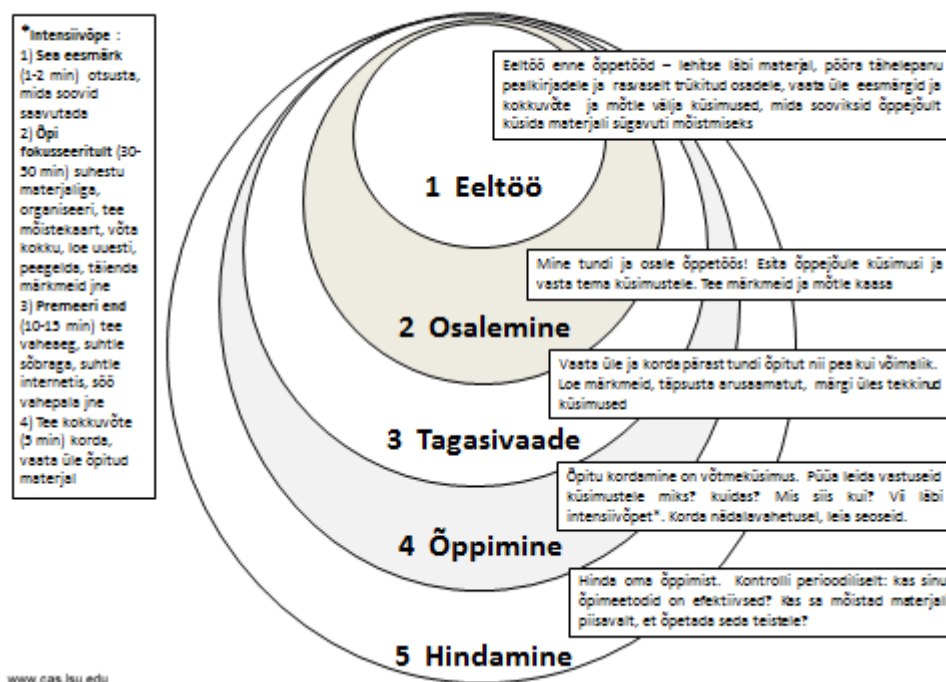
- **Õpikoosluse ja õppekeskkonna loomine.** Kokkukuuluvustunnet iseloomustavad identiteet, toetus, kogukond – omadused, mille abil on võimalik luua hea õppekeskkond. Käitumisreegliteks on siin hoolikas kuulamine, üleolekutunde puudumine, õigus osalemisest loobuda ja soovi korral vaikida, konfidentsiaalsus. Igasuguse rühma või õppekeskkonna puhul peaks olema tagatud *võimalus enda esitlemiseks* (võimalus kirjeldada oma huve ja kogemusi), *võimalus enda väljendamiseks* (lootused, ootused rühmaga veedetud aja suhtes, paika panna rühma tegevuskava), *võimalus tunnustuseks* (kinnitamaks, et teda on kuulatud ja kuuldu on heaks kiidetud). Tugev õpikooslus tagab stabiilse ja toetava raamistiku, milles julgustatakse mõtlema, küsimusi esitama, diskuteerima, oma mõtteid kaardistama, divergentsed olema ja koostööd tegema, juhendamisele reageerima ning oma tegevuse ja edasijõudmise kohta ülevaadet saama.
- **Positiivne õhustik tuleneb:**
 - *lojaalsusest* – ühtekuuluvustunde kasvatamine, kõigi õpirühma kuuluvate indiviidide lojaalsuse ülesnäitamine ja veendunud, et rühm on mõtlemis- ja õppimisvõimeline;
 - *usaldusest* – liikmete kaasamine otsuste tegemisse, igale oma vastutuse andmine ühise õpitulemini jõudmiseks;
 - *toetusest* – õppimisel abi ja julgustuse pakkumine, arengule ja õppimisel pühendumine;
 - *dünaamikast* – eesmärkide järgimisel energilisuse ja entusiasmi ülesnäitamine ning moraali ülalhoidmine, kui tuleb silmitsi seista õpiraskustega;
 - *ootusest* – eesmärkide seadmine, väljendades selgelt, mida oodatakse ja milliseid õpitulemusi soovitakse;
 - *suhtlemisest* – informatsiooni jagamine edu ja ebaedu kohta, omavaheline teadmiste jagamine.

Dee Fink'i STEM valdkonna õpioskuste mudel (Fink 2012, 2012/1) (vt sele 11.1). Mudeli alusel tuleks sügavuti arusaamisega õppimiseks õpioskuste omandamise *esimese sammuna* teha enne ainetundi eeltööd – tutvuda käsitletavate teemadega, tutvuda kirjandusega, lehitseda läbi vastavad peatükid õpikust või õppematerjalist, pöörata tähelepanu rasvaselt trükitud tekstile, tutvuda küsimustega peatükkide lõpus ja mõelda välja küsimused õppejõule. Mudeli *teise sammuna* tuleks osaleda õppetöös, sest STEM valdkonna õppeainete õppimine nõuab tunduvalt suuremat pingutust kui humanitaarainete õppimine ja seetõttu on oluline osaleda ainetundides, konspekteerida, esitada küsimusi, osaleda rühmatöodes, et kõigest aru saada ja mitte maha jääda. Mudeli *kolmas samm* eeldab loengusõpitu kordamist ja seda

võimalikult kohe pärast tundi, lugedes konspekti ja tuletades meelde olulist. Mudeli *neljas samm* on iseseisev õppimine, mis on STEM valdkonna õppeainete õppimise võti. Sellel etapil tuleks leida vastused küsimustele miks? kuidas? mis siis kui?

Neljandal sammul tuleks iseseisvalt läbi viia 3-5 lühikest intensiivset õpisessiooni päevas järgneva kava alusel:

- sea endale eesmärgid (1 -2 minutit);
- õpi fookusseeritult (30-50 min järjest), tee mõistekaarte, kirjalikke kokkuvõtteid, skeeme, loe materjali, korda loetut ja analüüsi ning päeva lõpus korda kõike õpitut);
- tee vaheaegu (10 – 15 min), premeeri ennast hea töö eest, helista sõbrale, mängi mõni arvutimäng, surfa internetis, söö mõni vahepala, kuula muusikat, puhka jne;
- korda (5 min) seda, mida just õppisid. Nädalavahetustel tuleks korrata nädala jooksul õpitut, et luua seoseid ja kinnistada õpitut.



Sele 11.1 – STEM valdkonna õpioskuste mudel (Fink 2012)

Mudeli *viies samm* on oma õppimise hindamine ja analüüs, kus tuleks perioodiliselt kontrollida, kas kasutatavad õppimise meetodid on mõjusad, kas ma mõistan uut materjali sellel tasemel, et võiksin seda õpetada teistele jne.

11.2 Mõtlemisioskuste arendamine ja mälu treenimine

„Kõik koolitunnid on mõtlemistunnid.“ Gilbert Ryle

Inimene ja tema arukas tegevus toetub kolmele sambale – TAJU, MÄLU ja MÕTLEMINE – just nii on võtnud kokku uuringud maailmas meie kaasmaalane Endel Tulving. Need kolm psüühilist protsessi on tihedas ja dialektilises seoses – arengu eri aegadel erineva tähtsusega. Selleks, et omandada MÕISTEID,

peaks õpilane olema ümbritseva maailmaga VAHETUS ja AKTIIVSES kontaktis. Mõistetele tugineb mõtlemine. Mõtlemine vajab aga eelkõige mälu (Leppik 2016).

Meedia levitab juba aastaid müüti – mis te õpite (õpetate) seal koolis neid **faktiteadmisi**, pange õpilased mõtlema. Unustatakse aga lihtne tõsiasi - kellel fakte ja mõisteid mälus ei ole, on targutaja, mitte mõtleja! Oluline on siin omandamise põhireegel – postpertseptiivsed (tajujärgsed) protsessid lühimälu perioodil (vt jaotis 4.1 – Mis on õppimine? Ja jaotis 5 – Õpetatav materjal STEM valdkonnas).

Nutitelefonist leiab küll fakte, kuid see ei tee meid veel mõtlejaks. Mõtlemine on keeruline psüühiline protsess, milles osaleb pea kogu aju ja seal olev materjal (ka põlatud faktiteadmised!). Seosed on vastastikused – mõtlev inimene tajub (kasvõi valivalt) ümbritsevat maailma teisiti, ta salvestab püsimalus hoopis keerukamaid ja tähtsamaid asju jne. Teisalt – kui ununevad teadmised, jääb järele haridus (eriti mõtlemisvõime). Seepärast ei õpitagi koolis ainult seda mis elus võiks (!?) otseteed vaja minna (Leppik 2016).

Mõtlemine toimub keele abil. Kasutades sõnalis-loogilisi struktuure võime mõtlemisoperatsioonide abil suhelda teiste inimestega, avaldada omi seisukohti, neid kaitsta, vaielda ja püüda mõista teisi inimesi. Selles protsessis on eriti tähtis keele semantika (mõistelisus). Haritud inimese sõnavara algab umbes kolmeteist tuhandest sõnast – et saada aru erinevatest tekstidest. Sõnavara ja kõne puudused tulevad vähesest rääkimisest lastega (alates sünnist) ja vähesest lugemisest (eriti koolis) (Leppik 2016).

Arvutis (eriti liikuvaid) pilte-ikoone vaadata on kindlasti huvitav, kuid see ei arenda kõnet-sõnavara, mis omakorda kajastub mõtlemise tasemes. Samas – kui ollakse harjunud argielus eelkõige lihtsa TAJUMISEGA (nagu loomad), siis on väga raske pikemat abstraktset semantilist teksti lugeda (see tundub lausa igavana), rääkimata loetu sisu mõistmisest. See on laienenud tänaseks õpilaste nn erivajadusena, kuhu nüüd hüütakse meeleheitlikult logopeede appi. Logopeedid ei suuda siin suurt aidata, sest tegemist on nn tekitatud arenguhäiretega (vastav nn kriitiline periood on möödas) (Leppik 2016).

Langenud tähelepanu- ja keskendumisvõime. Ashmawy (2016) andmetel on õpilaste tähelepanuvõime viimase 15 aasta jooksul vähenenud 33% ja keskendumisvõime on langenud 8-12 sekundile. Konspekterimine ja märkmete tegemine (nii paberil kui ka arvutis) suurendas keskendumisvõimet 71% juhtudel. 69% õpilastest sai STEM valdkonnas uuest materjalist paremini aru jälgides õpetaja mõttekäiku tahvil (võrreldes PowerPoint esitlusega). Ashmawy (2016) väitel on reaalne animatsioon (elus õppejõud tahvli ees) mõjusam kui PowerPoint ja arvutianimatsioon ning seda just STEM valdkonna õpetamisel, kus on reeglina keerulisem materjal.

Kuidas kiirendada õpilaste kognitiivset arengut, parendades nende mõtlemis- ja õppimisvõimet? Sellise lähenemise aluseks ja põhjenduseks on (Fisher 2005):

- programmid, mille eesmärgiks on õpetada õpilastele mõtlemisoskusi;
- uusimad uurimused intelligentsusest;
- probleemid passiivsete teadmistega (inertsete teadmiste õpetamine, mis ei stimuleeri efektiivset mõtlemist ja õppimist);
- püüd ühendada erinevaid õppevaldkondi, eesmärgiga anda oskusi, mis väljuksid koolitöö ja õpiku raamidest ja jõuaksid reaalsete elusituatsioonideni).

Mõtlemine on oskus, mis on aluseks õppimisele tervikuna ja kõikide oskuste arendamisele. Mõtlemise ja emotsioonide ühendamine on õppimise ja intelligentsuse arengus peamine mõjutegur. Kaasajal pööratakse tähelepanu sellele, kuidas tõsta õpilaste intelligentsust mõtlemise õpetamise kaudu.

Õppida mõtlemist, tähendab õppida neid struktuure ja protsesse, mille kaudu me kogeme ja mõtestame maailma. Meie teadmised mõtlemisest tulenevad täna suuremas osas just filosoofiast ja psühholoogiast (filosoofia rõhutab kriitilist mõtlemist arutluse, väitluse ja loogika abil, psühholoogia uurib mõtlemisprotsesse ja rõhutab loova mõtlemise olulisust ning emotsionaalsust, meditsiin on meile lisaks andnud palju uusi teadmisi aju füsioloogiast, ajutegevusest). Mõtlemine hõlmab seega nii mõistuse kriitilist kui ka loovat poolt. Mõtlemine leiab aset sotsiaalses kontekstis, seda mõjutavad kultuur ja keskkond. Mõtlemine on aktiivne protsess.

Tänapäeval ei piirduta enam teadmiste hindamise ja vananenud IQ testidega, vadi püütakse aru saada, miks ja kuidas midagi tehakse, õpitakse ja omandatakse, kuidas probleeme lahendatakse. Oluline ei ole alati mitte vastuse täpsus, vaid vastuse otsimisega kaasnevad arutluskäigud.

Mõtlemise õpetamisel on soovitatav arvestada järgmiste Piaget', Bruneri ja Vögotski ideedega (Fisher 2005):

- millised on põhjused, miks õpilane arutleb ühel või teisel viisil;
- mõtlemine on aktiivne tegevus, mitte passiivne teadmiste omandamise protsess;
- arengupotentsiaali kasutamiseks on oluline põhimõistete omandamine;
- mõtlemine areneb läbi sotsiaalse kogemuse, eriti suhtlemisel kaaslase ja õpetajaga, vastavalt hariduslasele, sotsiaalsele, perekondlikule ja kultuurilisele keskkonnale;
- õpetajad toetavad õpilasi „kognitiivsete tellingutega“;
- inim mõtlemise unikaalne faktor on metakognitsioon – võime mõelda oma mõtlemisest.

Mõtlemise edukus sõltub intelligentsuse aluseks oleva kolme protsessi ja komponendi tulemuslikkusest (Fisher 2005):

- *sisend* – uute teadmiste omandamine – nägemine, kuulmine, füüsiline/meeleline kogemus;
- *väljund* – strateegiad teadmiste kasutamiseks ja ülesannete lahendamiseks (mõtete käivitamine, mida teeme) – mäletamine, ideede genereerimine, probleemide lahendamine, mõtisklemine,
- *täidesaatev kontroll mõtlemise üle* – kõrgema taseme protsessid – metakognitsioon ja otsuste tegemine – mälu kontroll, planeerimine, otsuste tegemine, hinnangu andmine.

Kõiki ülalnimetatud protsesse ja komponente on võimalik treenida ja arendada (vt jaotis 4.4.1 – Õpistiilide mudelid STEM valdkonnas, Howard Gardneri õpistiilide mudel ja jaotis 8.5.1 – Kriitilise ja loova mõtlemise arendamine).

Oma mõtete avardamiseks ja sisukamaks muutmiseks on olemas mitmesuguseid võtteid ja võimalusi (Fisher 2005):

- divergentne mõtlemine – pakub palju erinevaid vastuseid;
- viivitav otsustamine – enne mõtlemist, siis otsustada, kaob ärevus eksimisvõimaluste ees. Otsustamine ei piira fantaasiat, tulemuslik on nii individuaalne kui ka rühmatööna läbiviidud ajurünnak;
- mõttetgevuse avardamine – võimaldab kvantiteedil tekitada uut kvaliteeti („Parim viis jõuda hea ideeni on omada palju ideid“ - Linus Pauling), õpilased vajavad õpetaja tuge ja juhendamist;

- anda piisavalt aega – mõtete küpsemine, mitte-midagi-tegemise-etapp, vajalik aeg õige tulemuseni jõudmiseks, jätke probleem mõneks ajaks „seisma“, et siis jälle värske pilguga probleemile läheneda;
- mängulisus – ideedega mängimine, uutes situatsioonides proovimine, edasiarendus, joonistamine, näitlikustamine.

Mõtlemisoskuste arendamisel on soovitatav kasutada probleemilahenduse meetodites pakutavaid samme (vt jaotis 3.3.7, jaotis 8.5.7 ja jaotis 8.7.4).

Mõtlemise voolavus tähendab kergust, millega me kasutame salvestatud infot siis, kui vaja. Mida rohkem genereeritakse mõtteid mängulises ja sundimatus olukorras, seda sujuvamalt osatakse tulevikus leida lahendusi elulistele probleemidele (Fisher 2005).

Mõned mõtlemise voolavust stimuleerivad ülesanded (Fisher 2005):

- nimeta esemeid, mis võiksid olla väikesed, kollased, ümmargused, läbipaistvad jne;
- nimeta sõnu, mis on sarnased või riimuvad;
- nimeta lauseid, mille sõnad algavad ühe kindla tähega;
- koosta lause kasutades etteantud tähti või akronüüme;
- koosta oma nime akrostihhon – otsi oma nime initsiaalidega algavaid Sind iseloomustavaid omadussõnu (või värvuste, koha- ja lillanimetusi jne);
- mängige sõnamänge – näiteks linnademäng – järgmine nimetab linna nime, mis algab eelnimetatud linna viimase tähega jne.

Sõnamängud arendavad mõtlemist ja sõnaosavust.

Mõtlemise paindlikkus on võime ületada vaimseid takistusi, muuta oma lähenemist probleemile. Paljud nuputamisülesanded nõuavad mõttetegevuse paindlikkust (näiteks ühenda punktid paberil pliiatsit tõstmata, moodusta 6 tikust 4 kolmnurka jne).

Mõtlemise originaalsus ehk uudsus väljendub tavatus või ootamatus reaktsioonis. Seda võimet testivad küsimused, mis püüavad leida tavalistele esemetele tavatuid kasutusvõimalusi (Fisher 2005):

- kui mitmel erineval moel saaks tekki kasutada?
- kui mitmel erineval moel saaks kasutada tellist, kirjaklambrit, tikutopsi jne?
- kui mitut erinevat asja saaks panna tikutopsi?
- mida lisaksid ühele igapäevasele esemele, näiteks kohvitassile, selle täiustamiseks (klassikaline tootearenduse loovülesanne)?
- projekteerige tulevikumaja;
- milline on meie kodune elu 160 aasta pärast?

Täiendamine. Lihtsa skeemi, mudeli, idee, toote täiendamine. Täiendada saab nii individuaalselt kui ka rühmatööna. Mida rohkem näevad õpilased asju uuel mõtestatud viisil, seda tõenäolisemalt rakendavad nad sellist lähenemist ka õpi- ja elusituatsioonides. Alex Osborne on koostanud ideid genereeriva küsimustiku, mida saab kasutada mõtlemisel, teemaarendusel, kirjeldamisel jne (Fisher 2005):

- tõsta ümber – mis veel selle asemel? Kes veel tema asemel? Teine koht, aeg, materjal vms? Teistsugune lähenemine?
- kombineeri – liida, ühenda teistega? Kombineeri eesmärgi? Kombineeri ideid?
- analüüsi – mis on veel samasugune? Milliseid mõtteid see tekitab? Kas seda saaks kohandada eesmärgile?
- muuda – suurenda, vähenda, mitmekordista? Mida muuta, mida lisada? Muutke vormi, värvi, kuju, materjali, liikumist? Millised oleks teised võimalused?
- muud võimalused - uued kasutusviisid? Teised kasutusviisid, kui ideid muuta?
- eemalda – mida eemaldada? Mida vahele jätta, elimineerida? Kas osaliselt või täielikult?
- reorganiseeri – katseta erinevate mustrite, plaanide, materjalide, skeemidega? Keerata ümber, teistpidi, tagurpidi? Katsetada vastupidisega?

Edward de Bono on esitanud **ideede genereerimise strateegiad CoRT Thinking Programme**. Ta nimetab oma strateegiaid tähelepanu juhtimise vahenditeks. Üheks vahendiks siin on pluss-miinus-huvitav meetodi kasutamine (vt jaotis 8.5.3):

- kaalutle – otsuse tegemisel arvesta erinevate asjaoludega, plusside ja miinuste hindamisel arvestage kõiki võimalikke tegureid;
- tagajärjed – tegevust kavandades mõtle tagajärgedele. Arutle küsimuse üle "mis siis kui"?
- sihid ja taotlused – meie tegevusel on alati eesmärk, reastage mõjutegurid tähtsuse järjekorras, analüüsige eesmärgitasemeid, (vt jaotis 3.3);
- prioriteedid – otsustage, milline on tähtsaim, sobivam ajurünnaku tulemusel välja käidud idee, Mis on kõige olulisem? Mis teeb ühe idee huvitavaks? Mida teha järgmisena?
- alternatiivsed valikud – otsuse kaalumisel võib selguda, et sellel on ootamatult palju alternatiive. Milline neist on parim?
- teised vaatenurgad – me läheneme probleemide lahendamisele individuaalsest, teistest erinevast vaatenurgast, millised oleksid teised vaatenurgad, millised on neist parimad?

Pildid. Piltide ja skeemide uurimisel saame teritada tähelepanu, koondada mõttetegevust, teha valikuid, süüvida probleemi. Saame kirjeldada pildil esitatud sündmust, leida erinevusi sarnastel pildidel, leida pildil toimuva sündmuse põhjused ja tagajärjed, mõelda pildile allkiri, mõelda välja küsimusi pildi kohta, kujutada ette, mis võiks olla pildist väljaspool, kirjeldada oma sõnadega pildil kujutatut kaaslasele, kes peaksid ära arvama, kelle või millega on tegu, võib kirjeldada pilti ja paluda kaaslasel selle alusel ise analoogse pildi joonistada jne.

Jutud ja luuletused. Jutud pakuvad divergentsele mõtlemisele rikkalikku inspiratsiooni. Iga lugu nõuab kaasamõtlemist, paljud valmid ja naljandid on loodud just mõtlemise avardamiseks. Iga loo juures saab esitada mõtlemisküsimusi (vt ka jaotis 8.5.11 – Narratiivõpe).

Ajurünnak. Ajurünnakus saab igaüks jagada oma ideede pagasit, ületada tuleks hirm ideede kritiseerimise ees, ajurünnaku ajal ideid ei kritiseerita ja seetõttu peaks olema valmis teiste ideid edasi arendama (vt jaotis 8.5.3). Kasutada saab ka mõistekaarte.

Joonistamine. Joonistuste, eskiiside, piltmõistatuste, kavandite, skeemide abil saab oma ideid paremini selgitada. De Bono uuringud on tõestanud, et ideede visuaalsel kujutamisel tekkivad omakorda uued

ideed ja täiendused (Fisher 2005). Kavandatu teostamise käigus õpitakse, kuidas leida kompromiss ideaalse kujutluse ja tegelikkuses saavutatava vahel, võttes arvesse aega, raha, materjale, võimalusi ja tehnilist teostatavust.

Naljad, mõistatused. Nali on loomingulise mõtlemise vorm, mis virgutab kujutlusvõimet ja loob kujutluspilte. Mõistatused, keerdküsimused ja konksuga küsimused arendavad divergentset mõtlemist ja kriitilist meelt. Naljade ja mõistatuste edasirääkimine treenib mälu. Siin on rõhk kiirel mõtlemisel ja verbaalsel võimekusel ning loomingulisel suhtumisel, aidates luua seoseid faktide, ideede ja kogemuste vahel.

Analoogiameetod. Analoogia toimib asendamatu mudelina, mille abil on võimalik teaduslikest süsteemidest lihtsamalt aru saada. Võrreldes näiteks aatomimudelit päikesesüsteemiga, saavad õpilased aatomi ehitusest paremini aru. Analoogia abil seoste loomist nimetatakse sünektikaks (kreeka keeles *synektiko* – kokkusobitamine), mille abil saavutatakse uutmoodi lähenemine ideedele, esemetele, jms.

Mõistelised seosed ja loominguline mõtlemine. Inimene on loominguline, kui tema kujutlusvõime on aktiivne. Siin on abiks mõtlemisküsimused, näiteks: kuidas oleks olnud võimalik õnnetus ära hoida? Milleks veel saaks kasutada antud seadet? Millist materjali tuleks kasutada niiskes ja sooja keskkonnas korrosiooni vältimiseks? Kuidas kasutada ämblikuvõrgumustrit millegi uue ja ebatavalise toote puhul? Kui vastuseks on vask, siis millised võiksid olla küsimused? Mis juhtuks, kui ei oleks jõgesid, metalle, vett jne? Mida teeksite, et mitte ära eksida rabas? Kuidas viia üle jõe rebane, kana ja viljakott nii, et kõik terveks jääks, seda tingimusel, et paati mahub vaid neist üks? Kui oleksite Robinson Crusoe, siis mida teeksite, et jääda ellu üksikul saarel tänapäeval? Mis oleksid tänapäeva 7 maailmaimet? jne.

Me ei loo ainult sõnade ja jooniste, piltidega, vaid ka liikumise ja puudutuste abil. Füüsiline intelligentsus väljendub liigutustes ja žestides (pantomiim, teiste jäljendamine, miimika), kinesteetiline intelligentsus aga puudutustes, mis aitab tajuda reaalsust, samas ei saa me puudutada kõike enda ümber (vikerkaart, päikesekiiri, peegeldust vees jne), seetõttu saab end arendada nn „kätega mõeldes“ (savi voolides, käsitööd tehes, joonistades, muusikainstrumenti mängides jne), mis arendab meie peenmotoorikat ja seeläbi arendab ajutegevust ning mõtlemist ja kujundab loominguliselt meie kontrolli füüsilise maailma üle. Visuaalset intelligentsust arendavad nn kujundimängud (näiteks iidne hiina Tangram, pusled, lego jne).

Igasugune loominguline tegevus probleemilahenduses nõuab kriitilist mõtlemist, oluline ei ole mitte ainult uute, vaid ka vajalike ja parimate lahendite leidmine.

Positiivsed kogemused. Probleemilahendamise õppimisel on oluline see, et erinevate probleemülesannete lahendamine annab oskusi ja kogemusi tulevikus analoogsete ülesannete lahendamisel. Aju hakkab otsima võimalikke lahendusteid, lahendi leidmisel vallanduvad ajus rahulolu tekitavad heaoluhormoonid, sh oksüdootsiin, dopamiin, endofiin jt. Edu motiveerib edu, negatiivsed kogemused aga pärsivad huvi probleemide lahendamise vastu – siin on oluline osa ka õpetaja ning kaaslase suhtumisel: vastuse või lahendi naeruvääristamine, ideede mahalaikmine jne on mõtlemise ja õppimise juures pidurdava jõuga. Õpetaja ülesanne on luua positiivne õhkkond ja õppimist toetav õppekeskkond.

Õppima õppimisel vajavad õpilased juhendamist, eriti just uurimuslike tööde koostamisel. Nii võib anda tööülesandeid, mis selgitavad ka mõtlemistasandeid, näiteks võiks koostada sedeleid erinevate mõtlemistasandite kirjeldamiseks ja kasutamiseks, järgnevalt näide ilmameemalise uurimistöö puhul (Fisher 2005):

- mäletama – vajalikud andmed ja teave – ilma definitsioon (mis on ilm?), mõisted, mis kirjeldavad ilma (vihm, torm, paduvihm, udu, rahe, tuul jne), terminid defineerimiseks (külmumine, õhurõhk, ilmaennustus jne), varustus ja vahendid (termomeeter, ilmakaardid jne);
- aru saama – küsimused, millele tuleks leida vastus – miks tuleks ilma tunda, miks vajatakse ilmateadet, kust saab leida infot, kas ilmateated on täpsed, kuidas saab ilma ennustada?
- rakendama – lahendamist vajavad probleemid – kas tänane ilmateade on õige, kas oskan ise ilmakaarti koostada, kas ja kuidas saame mõõta sademete hulka, kas ja kuidas saame mõõta temperatuuri, rõhku, õhuniiskust, kas ja kuidas saame võrrelda ilma erinevates maades ja erinevatel kontinentidel?
- analüüsima – uurimist vajavad mõisted – kuidas ilm meid mõjutab, ilmastikustatistika ja aruanded, rahvatarkused (punane taevaskas jne), ilm ja turvalisus (väik, jäätunud teed, tormid ja tornaadod jne), temperatuur, õhurõhk, vee olekud;
- hindama – õpitule tagasi vaatamine – mida ilma kohta teada said, milline on hea ja halb ilm, mida on head halva ilma juures, milline on ilm maailma erinevais paigus, millest sa ilma puhul veel aru ei saa?
- looma – oskuste arendamine – koosta ise ilmaennustus, koosta uudis üleujutusest või loodusõnnetusest, orkaanist vms, koosta ilmakaart jne.

Puudulike õppimis- või õpetamisharjumuste tagajärg on mälu ülekoormatus, millega omakorda kaasneb suutmatus midagi mälu talletada. Lühimälu maht on piiratud. Näiteks küsimustele „Mis on Su telefoninumber, postiindeks või auto number?“, võib vastus tulle koheselt üksnes teetõttu, et vastused on kodeeritud. (vt jaotis 4.8 – Mäletamine ja unustamine, jaotis 4.2.7 – Informatsioonipsühholoogiline õpiteooria ja jaotis 4.1 – Mis on õppimine?)

Õpitu meeldejätmisele aitab kaasa (Fisher 2005):

- **õpitu kordamine lühimälu perioodil** (vt jaotis 4.1 – Mis on õppimine?);
- **täheenduse mõistmine, aru saamine ning õpitust aru saamine konteksti kaudu** (seostudes juba tuntuga) – nii kindlustatakse meeldejäetavate ühikute mõistmine ja kontekstuaalne avamine;
- **korraldamine** – meelde jäetakse infot, mis on visuaalselt, verbaalselt või sümbolite abil mustriteks struktureeritud (korrutustabel, mälutehnika, luuletused, rühmitatud hulgad (keemiliste elementide perioodilisuse süsteem) jne. Õpilased vajavad õppimisel seoseid, mille alusel saaks vajaliku meelde jätta. Neile tuleks õpetada, kuidas rühmitada suured infohulgad väiksemateks, (samm-sammulise lähenemisega), aga mitte rohkem kui kolmeks või viieks. Mäluseoseid saab tugevdada riim (näiteks liide –ki liidetakse eesti keeles neile sõnadele, mis lõppevad tähtedega g,b,d – k,p,t – s ja h – f ja š).
- **Kordamine** – mida ei kasutata, see ununeb. Kordamine tugevdab mäluprotsesse. Seda, mis valmistab õppimisel raskusi, tuleks korrata. Korratakse ka seda infot, mida juba teatakse. Aktiivse meenutamise käigus püütakse näiteks õpitut meenutada ilma seda vaatamata (nagu võõrkeelsete sõnade kirjutamine õppimine: vaata sõna – kata see kinni – kirjuta – kontrolli, ümberjutustamine jne). Õppimisel tuleks kasutada ka materjali läbitöötamise strateegiat vaheldumisi puhkusega, et õpitu jõuaks kinnistuda.

On mitmeid lõbusaid võimalusi, kuidas mälu treenida (Fisher 2005):

- **Kimi mäng** (R. Kiplingu raamatust „Kim“) – õpilane saab vaid hetkeks vaadata lauale asetatud esemeid, siis kaetakse need kinni või viiakse laud ära ja õpilane peab kirjeldama, mis oli laual ja kuidas nad olid üksteise suhtes asetatud. Ka võib laual esemeid ümber paigutada ja seejärel küsida, mis on nüüd teisiti. Harjutust võib alustada vähemate esemetega ja minna edasi keerukamate kombinatsioonidega.
- **Mälu** – Kimi mängu versioon, mis sobib suuremale mängijate rühmale. Koostage nimekiri 10 lihtsast sõnast ja nummerdage need. Lugege see koos numbritega ette. Nüüd öelge üks number 1-10 mängija, kes ütleb numbrile õige vastava sõna, saab punkti. Tehke pärast mõne sõnaga harjutamist muudatus ja lugege nimekiri ette juhuslikus järjekorras. Mängija, kes ütleb sõnad esialgselt õiges järjekorras, saab punkti.
- **Pakkimine** – õpilasele või rühmale antakse eelnevalt pakitud kohver, milles on erinevad esemed. Ülesandeks on kohver lahti pakkida ja seejärel täpselt samuti uuesti pakkida kui enne.
- **Kohver** – Mängijad lähevad „kohvriga reisile“ Iga mängija paneb „verbaalselt“ kohvrissi mingi asja, mis talle meeldib (öeldes näiteks „mina panen kohvrissi tennisereketi“). Järgmine mängija kordab seda ja paneb omalt poolt midagi juurde (näiteks „mina panin kohvrissi tennisereketi ja raamatu“). Iga mängija nimetab esemeid täpselt sellises järjekorras, nagu need kohvrissi pandi ja lisab oma eseme. Kes midagi unustab, langeb mängust välja.
- **Tähestik-kohver** – on eelmise mängu variatsioon, kus iga eseme nimetus peab algama tähestiku järgmise tähega. Raskem mäng on pakkida oma tähestik-kohver mingiks konkreetseks sündmuseks, asjad peavad olema sobivad ja kohvrissi pakitavad).
- **Pelmanism** – mälutreenimissüsteem, mille üheks näiteks on mäng, mida mängitakse mängukaartide või piltkaartidega. Pange need lauale piltidega ülespoole, nii, et kõik saaksid neid näha ja keerakse siis ümber. Kõigepealt kirjeldab mängija mingit kaarti ja siis valib ühe laualt, kui see langeb tema kirjeldusega kokku, saab ta selle kaardi endale. Võidab see, kel on kõige rohkem kaarte. Tänapäeval on ka näiteks analoogseid laua- ja arvutimänge, kus on kaardipakk, milles igast kaardist või pildist on 2 ühesugust, mida võib hetkeks silmitseda ja seejärel pööratakse need ümber ning mängijail tuleb hakata kaarte paarikaupa üles otsima. Kes leiab kõige rohkem paare, on võitja.
- **Telefonimäng** - mängul on mitu versiooni. Esimese puhul ütleb esimene mängija teisele ühe lause, mida kõik järgmised peavad teistele sosinal edasi ütlema. Viimane ütleb lause kõva häälega välja ja nii selgub, kuidas jutt muutus. Teise versiooni puhul räägitakse pikem jutt ühele mängijale nii, et teised on ruumist väljas ja seda ei kuule, mille järel hakatakse mängijaid ükshaaval järjest ruumi kutsuma ja iga tulija kuuleb eelmiselt juttu kuulnud mängijalt sama jutu. Kasutada võib ka muusikaga kõrvaklappe, et teised mängijad samas ruumis olles juttu ei kuuleks. Viimane mängija räägib jutu kõval häälel kõigile ja sellest ilmneb, kui tähelepanelikult on juttu kuulnud kõik eelmised mängijad.
- **Luuletuste päheõppimine ja proosatekstide ümberjutustamine** arendavad ja parandavad väga efektiivselt mälu, mistõttu need tegevused on ka kooliprogrammis.
- **Kujutluspiltide loomine** – õpitut on võimalik meelde jätta luues kujutluspilte ja neid mõttes erinevatesse kohtadesse paigutades. Näiteks Galtoni jalutuskäik (Galton's Walk) – Galton soovitas teha jalutuskäik mööda tuttavat rada ja tuletada meelde, mida tee peal näha võib (siin

rakendatakse visuaalset intelligentsust). Mnemotehnika (mäluvõte) on verbaalne kujutluspilt, mis on mälule suureks toeks.

- **Märkmete tegemine** – pange õpilased visandama, kirjutama, postreid joonistama, kritseldama, nii väheneb koormus lühiajalisele mälule.

Inimese keeleoskus ei tulene lihtsalt sellest, et ta teab palju sõnu, vaid et ta oskab neid erinevates kombinatsioonides kasutada. Sama lugu on vilumusega tehnikavaldkonnas. Vilunud maletaja ei oska lihtsalt teha parimaid käike, vaid tal on ligipääs mälus talletatud tohutu suurele hulgale positsiooni-, variatsiooni- ja konfiguratsioonimudelitele. Vilunud ülesannete ja probleemide lahendamisel on aga mälus talletunud üle 50 000 erineva lahendusmudeli.

Mälu puhul ei tasu õppimisprotsessis jääda lootma juhuslikule juurdekasvule. Mälu on vaja pidevalt korrastada, kasutada ja treenida.

11.3 Tulemuslik õppimine

„Õppimine on õitsengu ehe ja läbikukkumiste pelgupaik“ Aristoteles

Tulemuslik õppimine tugineb järgmistel kriteeriumidel:

- süvaarusaamisega õppimine ja õpioskused;
- suhtlemisoskused;
- õpilaste ootused;
- konstruktiivne joondus ja mõistmine, kuidas õpivad edukad õppurid;
- edu ja mõistmine, kuidas õppida edukamalt;
- vastutuse võtmine oma õppimise eest;
- juhtimisoskused, enesejuhtimine.

Õpilastelt eeldatakse järgmisi oskusi:

- aja planeerimine;
- pingutusega õppimine;
- mõtestatud tegevus, analüüs ja kriitiline mõtlemine;
- tagasiside;
- sisemine motivatsioon, enesekindlus, pühendumus (ma saan hakkama);
- praktiline tegevus, õpitu rakendamine ja innovatsioon;
- eneseanalüüs.

R.D. Naefi faktorid, mis mõjutavad omandamist (Leppik 2014):

- *õpitava materjali liik* (luuletused, proosatekstid, struktureeritud materjal jne) – tooge välja üldised seaduspärasused, tooge juba esimese tunnis välja uue aine struktuur ja ülevaade põhiprobleemidest;

- *sobiv õppimismeetod* – seaduspärasuste leidmine, assotsiatiivne õppimine, seoste otsimine, piltlik ettekujutus jne);
- *õpiperioodide õige jaotus* – jaotatud õppimisel on seda suuremad eeldused, mida mahukam on materjal. Nii näiteks on uusi sõnu kasulik õppida 5-kaupa. Püsimälusse jõuab see info, mis on saanud pikemat aega olla lühimälus;
- *materjali liigendatus* – näiteks analüüsimeetodi SQ3R kasutamisega (vt käesolev jaotis);
- *meeleorganite osa omandamisel* – nägemus- ja kuulmismälu, 1. ja 2. signaalsüsteem, motivatsioon jne.

Õpilaste erinevate õpivajadustega arvestamiseks on tarvis (Burnett 2002):

- luua toetav õppekeskkond ja positiivne õhkkond;
- tagada erinevate õpivajadustega õpilastele vastav motivatsioon ja keskendumine – selleks kasutatakse erinevatele õpistiilidele kohaseid õpetamisvõtteid, mitmekesistatakse teemasid ja nende esitlust;
- luua kõigile võrdsed võimalused õppimiseks, varieerides õpetamist;
- püstitada õppe-eesmärgid (õpetajale) ja neile vastavad õpiväljundid (õpilasele), sealhulgas aidata õpilastel saavutada eneseväärikus ja usk oma õpivõimetusse;
- arendada mõtlemisoskust ja teadmist, kuidas seda kanda üle kõikidesse õppeainetesse - pöörduda tagasi õppe-eesmärkide poole, analüüsida toimunud õppeprotsessi, missuguseid mõtlemisprotsesse kasutati (hüpoteeside esitamist, kategooriatesse jagamist, võrdlemist, vastandamist, analoogiat, jne), esitada küsimusi, mis tooksid välja metakognitiivsed protsessid, seletada, kuidas on võimalik uut infot paindlikult üle kanda uutesse situatsioonidesse, lasta õpilastel tuua näiteid, kuidas õpitut teistes õppeainetes kasutada, kuidas õpitu seostub varemõpituga, kuidas seda õpiti, mil moel on mõtteviis muutunud, kuidas õpilaste arusaamine uue info valguses on muutunud, julgustada üldistama uute teadmiste kasutusvõimalusi jne.

Tulemusliku õppimise alusteks on:

- **mõtlemine**, positiivse hoiaku kujundamine õppimisse ja usk oma edusse – siin on oluline motivatsioon.
- **positiivse tulevikunägemuse loomine** ja muutuste kavandamise võime arendamine;
- **valmisolek uuteks väljakutseteks**;
- **positiivse mõtteviisi loomine ja hoidmine** õppimises ettetulevate raskuste ületamiseks;
- **positiivsete enesesisenduste kasutamine** sihikindlate eesmärkide püstitamiseks ja saavutamiseks;
- **eeskujude seadmine** – seada eeskujuks inimesi, kes on saavutanud edu valdkondades, milles õpilane soovib ennast arendada ja muuta;
- **mõistmine, et emotsionaalse intelligentsuse abil muutume õppijana edukamaks** ja efektiivsemaks ning mõistame paremini teiste vajadusi;

- **hinnangute andmine, mõtiskluste ja arutelude algatamine** leidmaks võimalusi omandatud teadmiste ülekandmist igapäevaellu;
- **mõistmine, et erinevad õppemeetodid võivad eeldada erinevaid kognitiivseid strateegiaid.** Mõista, et keskkond, uue info ja oskuste õpetamine mõjutab õpitulemusi;
- **teadmiste omandamine uusimatest ajualastest uurimustest** ja õppida kasutama ajule kõige loomulikumat õpistiili;
- **lisateadmiste saamine õppijale sobivast õpistiilist**, oskus õppimisel ära tunda ja kasutada erinevaid andelaade;
- **erinevate strateegiate arendamine meelepidamise parendamiseks** ja meisterlikkuse ilmutamine saadud teadmiste ellurakendamisel;
- **hinnangu andmine ja ülevaate tegemine**, mis motiveerivad mõtlema, arutlema, erinevatesse olukordadesse üle kanda kõike omandatud;
- **järjel püsimine** – maha jäämisel (haiguse või muu puudumise tõttu) koheselt järgi õppimine;
- **aja planeerimine** – meil kõigil on ööpäevas ainult 24 tundi, siin tulevad appi ajakavad, päevikud, ajaplaneerijad, järjekorrad ja prioriteetide seadmine.

Sageli ei ole õpilase halvad õpitulemused tingitud mitte tema vähestest võimetest, vaid pigem oskamatuses õppida. Kuidas saaks õppija ise oma õppimist efektiivsemaks muuta?

On olemas kindlad soovitusel, kuidas on võimalik paremini õppida (Kadajas 2005):

- **Teadvusta oma kognitiivsed vajadused** (mul on seda vaja teada, osata jne)
- **Tee endale selgeks, miks üks või teine asi (õppeaine) ei meeldi;** ebameeldiva õppeaine õppimist alusta meeldival moel, kuula muusikat, vaata filmi vms;
- **Ära alusta kohe kõige raskemast ülesandest (pädevuse puudumise tõttu);** lisa motivatsiooni järk-järgult, alusta neist ülesannetest, millega arvad end toime tulevat;
- **Kanna hoolt, et häirivad keskkonnamõjud oleksid kõrvaldatud** (müra, sumbunud õhk, puuduvad vahendid), et kõik õppimiseks vajalik oleks käepärast;
- **Loo realistlik arusaam oma sooritusastemest** – mida suudad teha, kuidas seda teeksid
- **Kui jõuad koolist koju, siis võta aega puhkamiseks.** Peale pikka koolipäeva on hea teha midagi õppimisele vahelduseks. Igati sobilikud on sportimine, jalutamine, einestamine, kodused toimetused, huvialad jne. Mõtle välja, mis on sinu jaoks hea vaheldus õppetööle.
- **Koosta endale kindel õppimise päevakava.** Päevakava aitab sul koduülesandeid paremini planeerida. Märgi sinna aeg, mil oled koolis, aga samuti õppimine kodus. Võib-olla on sul üks kindel päev, mil sa töötad raamatukogus. Parim on, kui saad õppimisele planeerida iga päev ühe ja sama aja, siis harjud päevarütmiga ja õpitu jääb paremini meelde.
- **Loo õppimiseks sobiv keskkond.**
- **Kujunda välja oma stiil koduste koolitööde tegemiseks.** Võid alustada raskema ainega ja järgmisena tegeleda kergemaga, tee esialgu ära kirjatööd ja jäta lugemine hilisemaks. Nii on

õppimine vaheldusrikkam ja sa ei väsi ära. Kui järgmisel päeval on kontrolltöö, siis tegele eelkõige selle ainega. Ole järjekindel ja ära jäta igavaid asju õppimata.

- **Tee kindlasti puhkepause!** Puhkepausid on vajalikud selleks, et õpitu meelde jääks ja kinnistuks. Pausi pikkus sõltub sinust, aga jälgi, et see liiga pikaks ei veniks. Näiteks võid teha peale 45-minutilise õppimise 10-15-minutilise puhkepausi. Sobib ka nii, et iga erineva õppeaine järel on väike paus. Kindel puhkeaeg aitab sind nii psüühiliselt kui ka füüsiliselt paremas vormis hoida.
- **Premeeri ennast, kui oled õpingutega õigeks ajaks valmis saanud.** Näiteks referaadi, kursusetöö või essee tähtajaks esitanud. Luba endale sellisel puhul midagi head. Iseenda premeerimine mõjub emotsionaalselt ergutavalt ja annab energiat järgnevateks õpinguteks.
- **Ole tähelepanelik.** Hoia vaim avatud uutele faktidele. Jäta meelde ka neid arvamusi või fakte, millega sa ise ei nõustu. Sisenda endale, et õpitav on huvitav. Uudishimu on see, mis meeles ärkvel hoiab! Püüa alati õpitust aru saada, vajadusel küsi abi õpetajalt või kaaslastelt.
- **Suuliste ainete puhul loe tekst läbi, seejärel süvene ja siis korda. Pööra tähelepanu ka õpiku teksti lõpus olevatele küsimustele.** Enne, kui hakkad õppima, kirjuta üles see, mida tahad leida. Seega, kui on olemas probleem, siis leiad hõlpsasti faktid, mis seonduvad sellega.
- **Mõttele läbi põhilised mõtted, mida õpik või raamat pakub, püüa need meelde jätta.** Vajadusel tee märkmeid. Päheõppimisvõime kasvab, kui jätad loetu meelde. Mõne aja möödudes märkad rõõmuga, et sulle jäävad faktid ja muu õpikust loetu palju kiiremini meelde.
- **Püüa suurendada oma lugemiskiirust.** Enamik inimesi võib suurendada oma lugemiskiirust ilma, et lugemistäpsus kahaneks. Alusta lihtsamate tekstidega, näiteks ajakirjade lugemisega. Pea meeles midagi kindlat, mida lugedes otsid. Püüa näha lauseid ja fraase korraga. Keskendu mõttele, mitte iga sõna sisemisele hääldamisele. Harjuta lugemist piiratud aja jooksul, märkides üles lehtede arvu. Kui mingi probleem segab lugemist, siis kirjuta see paberile ja püüa see lahendada kas kohe või hiljem.
- **Korrasta fakte.** Millised on olulised teadmised, millised vähem tähtsad? Kas ühes aines õpitut saab kasutada ka mõne teise aine tunnis? Mõttele, milline näide/fakt tuleks tingimata meelde jätta?
- **Tõsta oma keskendumisvõimet.** Tööta pingsalt. Ära lase uitmõtetel oma tööd segada. Too oma mõtted õppimise juurde tagasi. Õppides peab sul silme ees olema kindel eesmärk. Näiteks lahendada kolm matemaatika ülesannet, lugeda ja konspekteerida kuus lehekülge ajalooõpikust jne. Määra aeg, millal töö peab olema lõpetatud.
- **Uuri õpetajatelt, mida on oluline just nende ainet õppides silmas pidada.** Õpetajad on oma aine head tundjad ja seepärast võivad nad anda olulisi näpunäiteid, mis kergendavad õpitavas aines orienteerumist ja meeldejätmist.
- **Mõttele, kas sa saaksid oma õppimistingimusi parandada.** Tööta kohas, kus sind kõige vähem segatakse. Kui kodus ei ole võimalik õppida, siis mine raamatukokku. Õpi seda võimalust kasutama. Sealt võid enda jaoks leida palju kasulikku (info, arvuti kasutamine, huvitav kirjandus). Kas valgustus on piisav? Pimedas õppimine rikub silmi ja sa kulutad liigselt aega. Püüa raamatud,

vihikud, pliiatsid ja joonlauad paigutada nii, et saad need kätte kohalt tõusmata. Ka ülearused paberid laual ei tule õppimisele kasuks.

- **Arenda endas harjumust kohe “härjal sarvist haarata”.** Ära oota inspiratsiooni. Täna võib-olla seda ei tulegi ja sul jääb midagi olulist tegemata.
- **Kehtesta endale varasemad tähtajad.**
- **Konspekteeri ja tee märkmeid loengus, nii jääb õpitu paremini meelde.**
- **Tööta koos teistega ja palu vajadusel abi.**

Positiivsed enesesisendused. Eesmärkide sõnastamine positiivsete enesesisendustena ja nende kirjapanek mõjutab tugevasti meie mõtteid ja motivatsiooni. Me hakkame ennast nägema uues valguses ja hakkame kiiresti ning otsusekindlalt tegutsema, et seda kujutluspilti teoks teha. See põhineb geštaltpsühholoogia põhimõtetel. Enamikku uusaasta lubadusi tabab juba esimesel nädalal läbikukkumine, sest need on unistuslikku laadi – ma teen koduseid töid õigeaegselt, ma tahan kaalust alla võtta 10 kilo jne. Selleks, et tajuda geštaldi põhimõtteid, püüdke ette kujutada järgmist situatsiooni: Te olete kodus ja helistab ema või isa ning küsib: “Kas sa pesid nõud ära ja koristasid toa ära?” kuigi kõik on tegemata, et olla hea tütar/poeg, vastate ikka jaatavalt, lisate veel juurdegi, et keetsite teed, puhastasite vaibad ja poleerisite laua. Ja oletegi supi sees! Ebakõla tõttu olete pinges, sest tegelikult see nii ei ole. Hakkate kiiresti tegutsema, et kõike lubatud täita (Burnett 2002).

Tihti ütlevad õpilased, et kodutöö on tehtud, aga see jäi koju lauale. Tegelikult on aga reeglina selline, et tööga ei ole veel alustatudki. Imelikul kombel annab tegemata jäänud ülesande kirjeldus tehtu pähe jõudu selle tegemiseks. Kuidas saaks seda võimsat geštaltpsühholoogia strateegiat kasutada, et endast kasvatada sihi- ja enesekindlat õppurit ning kujundada oma motivatsiooni?

Selleks tuleb kirja panna oma suurimad unistused ja eesmärgid ning sõnastada need positiivsete enesesisendustena.

Positiivne enesesisendus koosneb kolmes olulisest osast ja on alati sõnastatud mina-vormis, kirjutatud olevikus ning on positiivne saavutus (Burnett 2002):

- **1 etapp** – probleem – ma ei saa kunagi oma koduseid töid õigeks ajaks tehtud. Kuidas te ennast seetõttu tunnete? Ma olen närviline ja õnnetu.
- **2. etapp** – lahendus – mis siis, kui probleemi ei oleks? Ja kuidas te nüüd ennast tunnete? Ma teen oma ülesanded alati õigeks ajaks ära ja olen uhke, rahul ja õnnelik;
- **3. etapp** – positiivne enesesisendus – ma olen väga uhke ja rahul, et teen oma kodused tööd alati õigeks ajaks ära.

Edasi peaks püstitama eesmärgid positiivse enesesisenduse ellu viimiseks. Tuleks mõelda väikestele vahe-eesmärkidele positiivse enesesisenduse teostamisel, mis oleksid üksikasjalikud, mõõdetavad, saavutatavad, ajaliselt piiratud. Kui kujutate positiivset enesesisendust selgelt ette, hakkate otsima mooduseid selle realiseerimiseks – enesesisenduse elluviimiseks.

Enne raske ülesande kallale asumist püüdke laulda või ümiseda teid inspireerivat laulu, ka sõnadeta meloodial on sama mõju (mõelge mõne filmi tunnusmeloodiale, lemmiklaulule jne) ja valige see oma edu tunnusmeloodiaks.

Meil on mineviku suurkujudelt palju õppida. Lugege Teie erialal edu saavutanud inimeste elulugusid, ka nemad on olnud edukad, sest on omakorda järginud oma iidolite, edukamate inimeste eeskujut. Vestelge inimestega, kes on läbinud Teie eriala, teinud samu eksameid jne. Miski ei ole võimatu!

Ankurdamise meetod põhineb neurolingvistilisel programmeerimisel (Burnett 2002):

- Mõttele imelisele lemmikhetkele – suru põial ja nimetissõrm kokku;
- Mõttele inimesele, keda kõige rohkem armastad – suru põial ja keskmine sõrm kokku;
- Mõttele kohale, kus oled õnnelik, rahul ja kaitstud – suru põial ja sõrmusesõrm kokku;
- Korda uuesti kolme esimest mõtet, kujutle vaimusilmas kõike meeldivat;
- Mõttele eelseisvale katsumusele – suru põial ja väike sõrm kokku, näe vaimusilmas end edukalt ülesannet lõpetamas.

Kuidas parendada loetud õppematerjalidest arusaamist? Lugemise eesmärk on seostada loetavat materjali olemasolevate teadmistega antud teema kohta. Kui Te ei tea teemast mitte midagi, siis on loetut väga raske meelde jätta. Kui teema on Teile tuttav ja huvipakkuv, siis on olemas raamistik loetust arusaamiseks ja uue info meeldejätmiseks.

Lugemine nõuab motivatsiooni, kontsentreerumist sellele tegevusele ning häid õpioskusi. Alljärgnevalt on toodud mõningad **soovitused, kuidas loetust paremini aru saada**:

- Laiendage oma silmaringi, lugedes ajalehti, ajakirju ning raamatuid. Püüdke kursis olla maailma sündmustega.
- Enne lugemaasumist viige end kurssi õppematerjalide struktuuriga.
- Tehke kindlaks, millist põhjenduse tüüpi autor kasutab: põhjus/tagajärg, hüpotees, mudeli loomine, süsteemne mõtlemine, eeldamine või järeldamine.
- Püüdke ennustada, milliseid ideesid ja küsimusi õppematerjalide järgmistel lehekülgedel käsitletakse. Kui Teie ennustused lähevad täppi, tugevdab see Teie arusaamist loetud materjalist.
- Pöörake tähelepanu sellele, mis viisil on materjal järjestatud/organiseeritud: kronoloogiliselt, loogiliselt, funktsionaalselt, ruumiliselt või hierarhiliselt.
- Tundke loetu vastu huvi. Vaadake materjal üle, esitage küsimusi, arutage erinevaid vaatepunkte kaasõppuritega. Mida suurem on Teie huvi, seda paremini Te loetust aru saate.
- Pöörake tähelepanu pealkirjadele, märksõnadele ning illustratsioonidele.
- Ühest korrast lugemisest ei piisa. Lugege olulisi kohti uuesti ning tehke kokkuvõtteid.
- Arendage süsteemset lugemise tehnikat (vt allpool) ning kasutage seda.
- Jälgige pidevalt lugemise efektiivsust ning seda, et tähelepanu ja kontsentratsioon ei hajuks. Kui Te loetu ideest aru ei saa, korrake lugemist.
- Vajadusel lugege häälega: mõisted jäävad paremini meelde, kui Te nad kasvõi sosinal välja ütlete.

Kuidas kirjutada esseesid ja referaate? Koolituses kasutatakse väga tihti kirjalikke ülesandeid, esseesid ja referaate, et hinnata Teie õpitulemusi. Teisest küljest on kirjutamine ka vahend õppimiseks,

aitamaks saavutada sügavamad ja täpsemad mõtlemist ning arusaamist. Seetõttu on oluline oma kirjutamisoskuse arendamine.

Hea essee tunnused (Lindberg, 1994):

- Sisu vastab pealkirjale ja käsitleb pealkirjas esitatud ainevaldkonnaga liituvaid olulisi asju.
- Essee näitab, et kirjutaja tunneb ainet, millest ta kirjutab.
- Sisaldab väiteid ja seisukohti.
- On objektiivne ja analüütiline, s.t kirjutaja püüab vaadelda asju erinevatelt seisukohtadelt ja ühtlasi põhjendab neid.
- Selgelt sõnastatud, sobivalt üles ehitatud, sisutihe ja huvitav.
- Loetelu kasutatakse vaid teksti liigendamiseks, mitte aga seletustes ja sissejuhatuses.
- Ei kopeeri õpikus olevaid lauseid.
- Lõpeb kokkuvõttega, kuidas järeldusteni on jõutud.

Millist kirjutamise tehnikat peaks kasutama, et tagada hea tulemus? Alljärgnevalt tutvustatakse 5-etapilist kirjutamise protsessi:

- Valige teema ja pealkiri.
- Koguge informatsiooni.
- Visandage põhipunktid ja toetavad ideed.
- Kirjutage selgelt, sisutihedalt ja huvitavalt.
- Korrigeerige ja täiendage kirjutatut.

Kirjutise selguse tagamiseks (vt jaotis 4.9.4 - Selgeltmõistetavus):

- arvestage sellega, kes on lugejad;
- enne kirjutama asumist tehke visand;
- kasutage lihtsaid sõnu ning lühikesi lauseid;
- kasutage ühte ajavormi;
- looge kirjutise sobiv hierarhiline ülesehitus;
- ühes lõigus käsitlege vaid üht mõtet;
- minge sujuvalt üle ühelt lõigult/mõttelt/ideelt teisele;
- tõestage oma arvamusi konkreetsete näidete ja asjakohaste üksikasjadega.

Sisutiheduse ja huvitavuse tagamiseks:

- kirjutage vaid seda, mida nõuab teema;
- ärge kasutage liigseid sõnu ja fraase;
- olge ise huvitatud sellest, mida Te kirjutate;
- lisage üksikasjalikke detaile ja konkreetseid näiteid;

- kasutage omanäolist ja korrektset keelt;
- vältige passiivi kasutamist;
- vältige nõrkade tegusõnade kasutamist: N. *peatükis selgitatakse*, mitte *peatükk sisaldab selgitusi*.

Essee ja referaadi kirjutamisel on sageli probleemiks see, et ei osata alustada ning kirja panna seda, mida tahetakse öelda. Sellisel juhul on vajalik kulutada rohkem aega kirjutise kavandamisele. Vajadusel muutke kirjutise ülesehitust. Kui kirjutis kipub tulema liiga üldsõnaline, lisage põhipunktide toetamiseks näiteid, arvamusi ja üksikasju. Sõnade kordumise vältimiseks kasutage sünonüüme ja metafoore. Oluline on, et Te loete kirjutatu mitu korda üle ning teete vajadusel parandusi ja täiendusi. Laske oma kirjutis ka kellelgi teisel üle vaadata.

Kuidas paremini keskenduda? Mõttele, mis on sinu jaoks kõige tähtsam, miks sa just seda õpid/loed/teed. Leia alati midagi kasulikku sellest, mida teed, et tekiks huvi tegemise vastu. Kuna inimene ei suuda oma tähelepanu jagada, püüa alati teha ainult üht asja korraga. Õppimisel keskenduge 80% küsimusele „miks?“ ja 20% küsimusele „kuidas?“. Kui teate, miks Te midagi teete, kuhu tahate jõuda ja mida saavutada, saavutate sel moel eesmärgi juba iseenesest.

Seostamine Olete kindlasti märganud, et kui kuulete mõnd uut sõna või väljendit, hakkate automaatselt mõtlema, mis Teil sellega seostub. Või kui keegi püüab kirjeldada mingit sündmust, püüate seda endale ette kujutada. Või kui õpite mõnes aines mõnd uut teemat, püüate seda kokku viia juba õpituga. See on aju oskus ja võime – seostada õpitavat juba õpituga. Kuigi psühholoogid on tuvastanud, et me mäletame pärast kooli kõigest umbes viis protsenti sellest, mida kunagi õppinud oleme, ei tähenda see, et õppima ei peaks. Kui suudate luua õpitavas isiklikke, emotsionaalseid seoseid, õnnestub meeldejätmise oluliselt paremini ja asjad püsivad ka väga hästi meeles.

Kuidas paremini seostada? Kõik, mis on ebatavaline, teistsugune, väga huvitav või äärmuslik, jääb paremini meelde – seepärast keskenduge hoolikamalt sellele, mis on tavaline ja igav. Me suudame seoseid luua ainult tänu oma kujutlusvõimele, ärge häbenege oma fantaasiat – teised seda niikuinii ei näe, aga see aitab huvitavamaid seoseid luua. Harjutage end pidevalt seoseid tekitama – meie suurim häda on selles, et me ei viitsi seoseid luua, aga siis ei ole suurt lootustki, et vajalik meelde jääks. Mõtlemine on üks äärmiselt keeruline ja väsitav tegevus, aga tõestage endale vastupidist – läbimõttlemata info ununeb kergesti.

Mnemotehnikad. Et koolitarkus kergemini ja paremini meelde jääks, on mitmeid meetodeid, mida õpetajad oma õpilastele õpetada saaksid. Järgnevalt neist veidi lähemalt. *Lisainfot mnemotehnikate kohta leiame soovi korral Endel Tulvingu raamatust „Mälu“.*

Meeldejätmise meetod ehk silmitse, süvene, meenuta, korda. Tegutse järgnevalt:

- kõigepealt silmitse õppetükki, saa sellest ülevaade (vaata kõiki lehekülgi, pealkirju, jooniseid);
- seejärel süvene õppetükki, loe see keskendunult läbi. Tee märkmeid. Püüa kõigest aru saada. Mida ei taipa, seda küsi kaaslastelt või õpetajalt;
- meenuta, millest juttu oli. Loe nüüd osade kaupa ja iga osa järel tuleta peast meelde, millest seal räägiti, milliseid andmeid esitati, mida väideti. Nii saab selgeks see, mis ei jäänud hästi meelde ja mille pead veel kord üle vaatama;

- kõige lõpuks korda kogu õppetükki, mitte aga kohe peale lugemist, vaid hiljem, õhtul või enne kooliminekut. Kasuta kordamisel pealkirju ja märkusi ning ülestähendusi, mida oled materjali kohta teinud.

Analüüsi meetod ehk **SQ3R** lugemismeetod **Survey** (vaatlus), **Question** (küsimused), **Read** (lugemine), **Recite** (vastamine, ette kandmine) ja **Review** (ülevaatamine), mille töötas välja ameeriklane Francis Robinson ja pakkus seda meetodit eelkõige üliõpilastele. See meetod on sobilik nii raamatust kui ka arvutiekraanilt lugemise puhul. SQ3R meetodi järgi lugemine võtab rohkem aega kui lihtsalt lugemine, kuid annab ka palju paremaid tulemusi.

Eelmisest veidi täpsem ja põhjalikum õppimise süsteem, mida saab rakendada nii terve raamatu või konspekti kui ka iseseisva peatüki omandamisel:

- *süsteemi esimene aste on vaatlus* (orienteerumine, üldine tutvumine), mis koosneb õpitavaga tutvumisest ja põgusast lugemisest ehk lehitsemisest. Tutvutakse eessõna, sisukorra jms ning loetakse diagonaalis ehk siis suvaliselt huvitavamaid teese, ideid jm. Lugege peatüki sissejuhatust, lõikude pealkirju, kokkuvõtet peatüki lõpus, vaadake põgusalt jooniseid ning pöörake tähelepanu võtmesõnadele. Tajuge, mis on selles peatükis kõige tähtsam. Seejärel planeerige, kui palju aega Teil lugemiseks kulub, k.a. ka vaheajad;
- *teiseks astmeks on küsimuste esitamine* – sageli on õpikutes peatüki lõpus antud kordamisküsimused, mida on kasulik hoopis kõigepealt läbi lugeda. Püüdke juba enne lugemist neile vastata, mida teate ilma lugematagi. Esitage endale loetu kohta küsimusi ja vastake neile: milline on antud peatüki põhiidee? kuidas on see seotud ülejäänud peatükiga, kogu raamatuga, maailmaga, minuga? Ülejäänud küsimused võivad olla ideede võrdlemise, vastandamise ja hindamise, samuti edasiste ideede ennustamise ning probleemilahenduse strateegia arendamise kohta;
- *kolmas aste on lugemine* – õppematerjali uurimine lehekülg lehekülje järel: hoolikas, arusaamisega lugemine, kindla eesmärgiga loetu ka meeles pidada. Tingimata tuleks uurida läbi kõik tabelid, joonised, pildid. Sirvige või lugege peatükki aktiivselt. Otsige vastuseid oma küsimustele. Tehke märkmeid, mõistekaart vms, et luua oma struktuur. Õpitav tekst nõuab lugejalt tööd;
- *neljas aste on meenutamine, loetu ülesütlemine, vastamine* - vastake kordamisküsimustele uuesti, sellega kaasneb kogu sisu kordamine. Raamatusse või arvutiekraanile vaatamata formuleerige valjult vastused oma küsimustele. Tehke märkmeid mälu järgi, kohe pärast peatüki lugemist. See on vajalik selleks, et parandada oma mälu ning arendada sõnastamise oskust;
- *viiendaks astmeks on ülevaate tegemine, kogu materjali veelkordne kordamine, mis toimub kohe pärast lugemise lõpetamist* - kasulik on veel kord tervikule tagasi vaadata, lasta mõte linnulennult materjalilt üle libiseda. Parim aeg selleks on esmalt kohe pärast õppimist ja teistkordselt enne vastamist, kontrolltööd või eksamit. Vaadake veelkord üle peatüki põhipunktid. Tehke lisamärkmeid ning kokkuvõtte peatükist. 24 tunni pärast vaadake üle loetu kohta tehtud märkmed.

Tänapäeval kasutatakse ka SQ4R meetodit, mis on eelneva edasiarendamine ühe astme võrra (Reflect) analüüsi lisamisega.

Hea on, kui loetu või kuuldu üle saaks kellegagi (kaaslaste, sõprade või õpetajaga) mõtteid vahetada ja arutada. Kirjutage võtmesõnad kleebitavatele märkmepaberitele ja kinnitage need kohtadesse, kus neid päeva jooksul kindlasti näete: külmkapi, arvuti, peegli või teleka külge.

LTKK - strateegia (Bloom'i strateegia):

- loe teksti pealkiri ja alapealkirjad, ennusta pealkirjade põhjal, millest tekstis räägitakse;
- loe teksti ja tõmba olulisematele kohtadele joon alla (või kirjuta olulised mõtted üles);
- kirjuta üles lugemisel tekkinud küsimused ja mõtted;
- joonista olulisi mõtteid ja nendevahelisi suhteid kujutav mõistekaart (mõtteskeem).

Pärast süvenemist tekstidesse tutvustavad õpilased oma teksti sisu kaaslastele mõtteskeemi alusel (tekstid võivad olla sarnased või ka erinevad)

ARMS - strateegia (Anticipate, Read, Map, Summarize). Strateegia aitab ühendada teksti teadmisi oma kogemustega või varemloetuga:

- lugege teksti pealkiri;
- kirjutage 5 -7 mõtet (mõistet), millest teie arvates võiks tekstis juttu olla;
- võrrelge ja täiendage loendeid vastastikku (näiteks paaristöös);
- joonistage tähtsamatest oletustest kaart (mõisteskeem);
- silmitsege teksti, pange tähele alapealkirju, vaadake pilte ja skeeme;
- tutvuge tekstiga, tehke selle kohta märkmeid (tõmmake olulistele osadele joon alla, kirjutage servale märksõnu-tugisõnu);
- koondage teksti kesksed mõisted lipikutele;
- korrastage lipikud mõistete järgi;
- joonistage sisu kohta mõistekaart (mõisteskeem);
- kirjutage mõisteskeemi põhjal kokkuvõte;
- võrrelge teksti mõistekaarti oletustekaardiga. Millised on ühtelangevused, missugused erinevused, mida uut õppisite tekstist?

Raamatu läbitöötamise valem ehk **OKÜLVÜ** - meetod (E. Koemets): Orienteerumine - Küsimuste esitamine - Lugemine - Vastamine (ülesütlemine) - Ülevaate tegemine.

Mnemotehnikad ehk materjali organiseerimine taju hetkel:

- seadke endale õppimise juures selge eesmärk, mille poole soovite püüelda, pange see kirja;
- eristage oluline ebaolulisest: valige mällu jätmiseks välja olulisim, ülejäänu laske ununeda;
- korrake loetut kuuldavalt kõnes;
- kasutage meeldejätmiseks erinevaid meeleorganeid – nägemist, kuulmist jne, aga ka läbikirjutamist, teistele jutustamist, omandatu rakendamist;
- jagage õpitav materjal osadeks ning õppige seda osade kaupa;

- joonistage tugipunktide (märksõnade) skeem või plokk skeem paberile;
- korrake infot selle operatiivmällu viimiseks 20 sekundi jooksul;
- õpitu püsivmällu viimiseks korrake seda vahetult 10 minuti jooksul ning seejärel järgmisel hommikul;
- tükeldage või rühmitage info (nt pikka pangaarvet või telefoninumbrit püüdke meelde jätta osade kaupa);
- moodustage akronüüme (nt loetelu puhul sõnade esitähtedest). Kasutada võib ka laiendatud akronüüme (lause iga sõna algustäht). Vikerkaare värvide järjekorda – punane, oranž, kollane, roheline, sinine, tumesinine, lilla – aitaks meeles pidada näiteks lause „Punkar ostis kirjule rotile soolast täistera leiba”. Näiteks, kolm ensüümi meie organismis, mis muudavad tärklisi ja glükogeeni suhkruteks, on amülaas, tripaas ja lipaas. Neid aitab meelde jätta lause: „Ameeriklane triikis lipsu”;
- avastage mingi „naljakas seaduspärasus”, märgake omandatavas materjalis midagi naljakat või groteskset. Kui on raske tähtsaid fakte meelde tuletada, siis vaadake need raamatust järele ning seostage oma kujutluses haaravate piltidega. Mida kummalisem kujutus, seda paremini jääb info meelde;
- siduge sõnad riimidesse (miinusmärk sulu ees muudab märgi sulu sees);
- looge assotsiatsioonide ahelik (näiteks: jää–vesi–veeaur ...);
- kasutage mälulaegaste süsteemi, paigutage faktid mõttes eri ruumi, eri sahtlitesse;
- meenutage olulist asja sellele omases kohas;
- kasutage õpitud mõisteid võimalikult ruttu ja tihti, rakendage teooria praktikasse;
- materjali võib organiseerida ka assotsiatiivselt: naabruse, sarnasuse või vastandlikkuse alusel;
- moodustage antud mõistetest palju lauseid;
- tooge näiteid;
- tõmmake paralleele;
- esitage küsimusi;
- õpetage kedagi teist.

Assotsiatsioonide tekitamine – näiteks kuufaaside meelde jätmine, nn Matroška reegel: Ma elan Eestis Jõgeva maakonnas Põltsamaa linnas Nurme tänavas (Matroška koma ei salli). Ka numbrite (arvude) õppimisel saab luua kõige erinevamaid seoseid. Ise loodud seosed püsivad meeles!

Tõhusa õpivõime "äratamise" 10 nippi (Hansen 2011 <http://oppioskused.edicypages.com/et>):

- Otsusta, et hakkad õppima.
- Loo enesele soodne õpikeskkond.
- Näe õpitavas kohustuse asemel võimalust oma võimete ja isiksuse väljaarendamiseks.
- Asenda negatiivsed sisendused kasulikega. Lähene õppimisele loovalt ja sihikindlalt.

- Keerulist ainet õppides jaga õpitav väiksemateks loogilisteks osadeks. Mõtesta õpitu lahti, kasuta metafoore.
- Tee lühikesi lõõgastavaid ja meeli värskendavaid pause
- Omanda kiirlugemise võtted ja kasuta mälutehnikaid.
- Lõpeta õppimist takistavate ettekäänete ja vabanduste kasutamine. Pole olemas läbikukkumisi, on vaid tagasiside ja saadud elutarkus.
- Kasuta märksõnu, konspekteerides põhitermineid, fakte, telgideid.
- Järgi eeskujusid ja õpetlikke juhtumeid.

7 sammu enesearendamise teel (Märja et al 2003):

- Analüüsi oma võimeid ja eeldusi, milline on Sinu loomumane suundumus, kas oled alim tegelema esemetega või suhtlema inimestega? Millises suunas meeldiks Sulle ennast arendada, millega tulevikus tegeleda?
- Analüüsi keskkonda: kas Sinu meelistegevusaladel on võimalusi rakendada? Kuidas? Millal?
- Vali kindel siht, mille suunas hakkad liikuma. Sea eesmärgid sihile jõudmiseks.
- Analüüsi, mida oleks vaja juurde õppida, pane kirja vajalikud kompetentsused.
- Uuri kuidas ja kus saaks vajalikke kompetentsusi omandada.
- Võta sihikule esimene eesmärk ja hakka tegutsema.

Oskust õppida iseloomustavad õppija iseseisvus, sisemine õpimotivatsioon, metakognitsioon, positiivne enesehinnang, käsitus iseendast õppijana ehk õpiminapilt, hulk õpioskusi ja õpistrateegiaid, oma õpistiili tundmine, positiivsed õpiharjumused jne. Ennastjuhtivaks õppijaks saadakse teadliku tegevuse tulemusena.

Õpiportfoolio koostamine (Schwartz 2010):

- õpifilosoofia koostamine – miks, kuidas, milleks ja mida ma õpin? Analüüsitakse oma õppimist, õpistiili, õpiprotsessi, õppimise olulisust ja väärtust.
- senised õpisaavutused – mida olen siiani saavutanud, kokkuvõtted, näited, resümeed, autasud, kursuste kirjeldused, mobiilsus jne.
- tõendusmaterjal õppimise kohta – milliseid õpiväljundeid pean saavutama, milliseid ülesandeid pean täitma, millist tööd tegema, projektide tähtajad, esseed, logid, ettekanded laboritööd jne;
- oma õppimise hindamine – kuidas ennast õppijana hindan, õppejõudude tagasiside, õpisaavutused, testide tulemused, projektide kaitsmise tulemused, teadusartiklid, jne;
- õppimise olulisus – mida on õppimine minu elus muutnud, õpitu praktiline rakendus, omandatud juhtimisoskused, eetiline ja moraalne areng, hovid, vabatahtlik töö, afektiivne hinnang jne
- edasised õpieesmärgid – millised plaanid on mul edasisel õppimisel? Tagasiside analüüs, enesearendamise plaanid, õpitu seostamine ja rakendamine, karjääri väljavaated jne;

- lisad – kuidas integreerida tõendusmaterjal analüüsi ja enesehinnanguga õpiportfoolios, kuidas seda tõestada?

Väga palju väärtuslikke ideid, kuidas kõrgkoolis paremini õppida on toodud McMillan, Weyers'i raamatus "Õppimine kõrgkoolis. Tudengi käsiraamat" (2011).

11.4 Enese- ja ajajuhtimine

"Õppimine on teada saamine, mida Sa juba tead. Tegemine on selle demonstreerimine, mida Sa juba tead. Õpetamine on teistele meelde tuletamine, et nad teavad sama hästi kui Sina. Me kõik oleme õpilased ja õpetajad." Richard Bach

Kuidas planeerida aega? Oskus planeerida aega tähendab oskust koostada tegevuste ajakava vastavalt antud hetkel määratletud prioriteetidele (Martin, 1991 <http://www.marin.cc.ca.us/~don/Study/Hcontents.html>). On kolm olulist reeglit, mis aitavad ajaga efektiivselt ümber käia:

- ärge võtke endale liiga palju kohustusi, teades juba ette, et Te ei suuda nendega toime tulla;
- defineerige oma eelistused;
- keskenduge tehtavale tegevusele ning ärge laske oma tähelepanu kõrvale juhtida.

Seadke endale eesmärgid, mida Te peate täitma kuu aja, poolaasta või aasta jooksul. Seejärel looge enda jaoks nädala kalender, kuhu märkige kõik nädala jooksul toimuvad tegevused: loengud, seminarid, aeg veebipõhiseks tegevuseks, söögiajad, aeg puhkamiseks, sportimiseks ja teleri vaatamiseks jne. Hoidke nädala kava kogu aeg käepärast ning vaadake see sageli üle. Vajadusel tehke kavas muudatusi.

Aega planeerides on kasulik teha iga päev nimekirja oma selle päeva kohustustest ja tegevustest, kusjuures nimekirja etteotsa märkige eelisjärjekorras teostamist vajavad tegevused. Pange kirja mitte ainult õppetööga seotud kohustused, vaid ka näiteks ostud ja telefonikõned. Oluline on paika panna tegevuste järjekord nii, et ajakadu oleks minimaalne.

Pidage silmas, et aeg on väärtuslik ja piiratud ressurss:

- ärge raisake aega kõrvalistele asjadele, vaid keskenduge antud hetke kõige tähtsamale tegevusele;
- ärge lükake edasi tähtsaid töid, kui need vajavad lahendamist kohe praegu;
- püüdke teostatavale tegevusele maksimaalselt kontsentreeruda;
- püüdke aega mõistlikult jagada: õppimine *versus* sõbrad, televisioon ja telefon;
- vältige emotsionaalseid segavaid faktoreid: tüdimust, stressi, süütunnet tegematajätmistest pärast, viha ja pettumusi.

Nii õpilasele kui ka õpetajale on oluline tunda enesejuhtimise põhimõtteid, et saavutada parimaid soovitud tulemusi. Enesejuhtimine (enesejuhtimine) on seotud mõtlemise, tunnete ja käitumisega ning on suunatud eesmärkide täitmisele (Zvacek 2013/1). Enesejuhtimisega õppimine hõlmab tegevusi endas

eduka eesmärgi saavutamiseks, õpiväljundite omandamiseks, aja planeerimiseks, sügavuti mõistmise monitooringuks.

Enesejuhtimisega õppimise eeldusteks on sobiv õpikeskkond, õppija eneseteadlikkus, õppija valmisolekud, õppimisoskused, kogemused, oskused õppimise juhtimiseks.

Autonoomsed õppijad (Goodhew 2010):

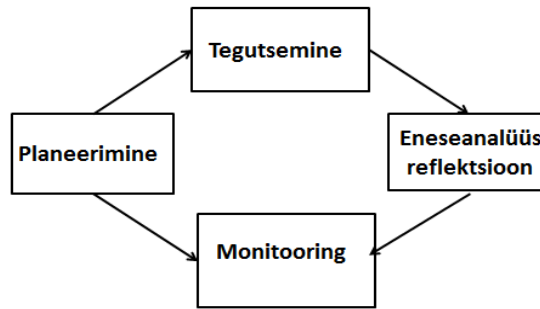
- on motiveeritud;
- on suutelised identifitseerima oma õpieesmärke (mida nad peaksid õppima), oma õpiprotsessi (kuidas õppida), kuidas hinnata oma õppimist ja kasutada õpitut;
- omavad isikupäraseid õpioskusi;
- oskavad oma õppimist organiseerida;
- oskavad informatsiooni töödelda.

Enesejuhtimise elementideks on (Zvacek 2013/1):

- *planeerimine* – eesmärgi püstitamine, strateegiate valik, takistusteks valmisolek, keskkonna ette valmistamine ja allikmaterjalide organiseerimine;
- *tegutsemine ja monitooring* – tegevuste reastamine tähtsuse järjekorras, õpiharjumuste kujundamine, strateegiate ja allikmaterjalide kasutamine, info monitooring, aja planeerimine, hinnangu andmine, pingutuste reguleerimine, vajadusel abi otsimine;
- *eneseanalüüs* – kõige sobiva ja positiivse tuvastamine efektiivseks tegutsemiseks, saavutuste arvesse võtmine, järgmise sammu planeerimine, edukate käitumismallide edasine kasutamine (vt **sele 11.2**).

Meil kõigil on ööpäevas vaid 24 tundi, seega tuleks enesejuhtimisega õppimisel ja töötamisel püstitada kaugemad, suuna eesmärgid ja lähieesmärgid, ning prioriteedid ja paika panna konkreetne tegevuste tsükkel.

Ajajuhtimisel on eelkõige oluline oluliste tegevuste, kohustuste meelespidamine (seetõttu oleks vajalik abimees päevik, märkmik, telefon vms), tegevuste planeerimisel võiks alati arvestada ka varuaega 15% (1 tunnile minimaalselt 10 minutit), paika panna prioriteedid, hinnates nende olulisust (skaalal 0...10) ja edasilükkamatust (skaalal 0...10) ning tõhusust/aktiivsust (kiire, edasilükkamatu vs tähtis). Soovitav on keskenduda neile tegevustele, mille olulisuse ja edasilükkamatuse summaarne hinne (skaalal 0....10) on >10 ja pühendada oma aeg olulistele tegevustele.



Sele 11.2 – Enesejuhtimise elemendid (Zvacek 2013/1)

Võta arvesse tähtaega ja tähtsust (mis kasu on töö tegemisest võrreldes kahjuga, kui see tegemata jääks). Tee tähtsad tööd ära ajal, kui oled kõige produktiivsem. Kasuta pause ja vaheaegu, hoia oma paberid korras, faile korrastatult arvutis. Pea alati plaani. Püstita kaugemad eesmärgid (suuna eesmärgid), vahe-eesmärgid (üldised eesmärgid), lähieesmärgid (detailsemad eesmärgid), prioriteedid (samatähtsad) ja tegevuse tsükkel.

Ajajuhtimise tasemed:

- meelepidamine (päevik, märkmik);
- planeerimine (planeeri alati igale tegevustele varuaega 15% - 1 tunnile 10 min);
- prioriteede määramine (kasuta päevikus erinevaid värve, hinda tähtsust ja edasilükkamatust skaalal 0....10);
- tõhusus ja aktiivsus (kiire/edasilükkamatu vs tähtis) (vt **tabel 11.4**) (Kepner 2013). Esmatähtsad ülesanded, mis tuleb teha on need, mille otsustusmudeli summa on üle kümne (>10).

Tabel 11.4 – Otsustusmudel probleemilahenduseks ja prioriteetide määramiseks (Kepner 2013)

Probleem	Olulisus	Edasilükkamatus	Summa
A	5	6	11
B	10	8	18
C	3	2	5
D	4	4	8
E	3	9	12

- järjekorrata tähtsuse ja tähtaegade põhjal Covey ajajuhtimise maatriksi abil Covey (1989) (vt **tabel 11.4**). Paiguta iga oma tegevus **tabeli 11.5** sobivasse lahtrisse, täida kõigepealt sektoris 1 olevad ülesanded, siis 2. või 3. sektoris olevad ülesanded ja viimasena 4. sektoris olevad ülesanded.

Stephen Covey (Covey 1989 <https://www.stephencovey.com/7habits/7habits-habit3.php>) soovib selleks, et olla efektiivne oma tegevuses, järgida järgmisi põhimõtteid:

- ole proaktiivne – võta vastutus oma elu ja tegevuse üle, ära süüdistada teisi. Kontrolli neid tegevusi ja olukordi, mis alluvad Sinu kontrollile – õppimine, tervis, pereprobleemid jne;
- alusta mõeldes tulemusele – analüüsi ja loo oma soovunelm (visioon) mentaalselt ja seejärel füüsiliselt. Tööta välja oma tegevuse filosoofia, sõnasta oma missioon.
- tee esmalt kõige tähtsamad asjad (*put first things first*) – enese ülekoormamine liigse tegevusega ei ole mõttekas, teha tuleb vaid olulisi ja vajalikke asju, mis on Sulle väärtuslikud - siin kohtuvad 1. ja 2. põhimõte (ole proaktiivne ja alusta mõeldes tulemusele).
- mõtle win-win põhimõttel – mõtle terviklikult ja ausalt, kooperatiivselt, arvestades oma tundeid ja väärtushinnanguid; tegutse küpselt, avalda oma tegelikku arvamust ja arvesta teiste arvamusega; tegutse nii, et ruumi oleks kõigile. Mõtle nii, et arvestaks mõlemat, mitte ainult üht või teist varianti (win-win).
- püüa ennekõike aru saada ja seejärel olla aru saadud (mõistetud), õpi suhtlema.
- loo sünergia – tee loovat koostööd, lahenda probleeme meeskonnas, õpi meeskonnatööd.
- hoia ennast – füüsiliselt, psüühiliselt, sotsiaalselt, emotsionaalselt, viibi looduses ja perega, täienda oma teadmisi, õpi elukestvalt.

Tabel 11.5 – Covey ajajuhtimise maatriks (Covey 1989)

1 Tähtis ja kiire	2 Tähtis, kuid mitte kiire
Juhi ja korralda Kriis ja pakilised probleemid Nõue ja vajadus Igapäevane "tule kustutamine" Püüa edasi delegeerida Koosolek, tähtaeg	Keskendu just sellele Strateegiad ja väärtused Võimalus ja planeerimine Kriitiline mõtlemine, loovus Suur pilt Teiste motiveerimine
3 Kiire, kuid mitte tähtis	4 Ei kiire ega ka tähtis
Püüa vältida Segav lisatöö Petlik illusioon Ei ole kiireloomuline Vähenda pühendumust E-mailid, kohtumised, projektid	Vähenda, limiteeri Aeganõudev ja tähtsusetu Jäta kõrvale, viska peast Vaid meelelahutus Sobib stressi vähendamiseks Kohvipausid, netis surfamine

Ajajuhtimise 10 reeglit (Covey 1989):

- kirjuta üles konkreetsete ajalised eesmärgid;
- iga päeva ABC prioriteedid, alusta alati A-prioriteetidega;
- varu aega iseendale, iga päev;

- ära kuluta aega asjatult rutiinile, kui tuleb lugeda läbi, siis loe;
- ütle vajadusel EI;
- alusta täpselt;
- pidurda, ära torma ega rapsi;
- hoidu edasilükkamisest, tee ebameeldivad asjad enne, jaga need osadeks ja premeeri ennast;
- ära ole kogu aeg kättesaadav, vaid kindlatel aegadel;
- loo tasakaal, varu aega lähedaste, suhtlemise, tervise, enesearendamise, kvaliteetaja jms jaoks.

Enesetõhusus väljendub järgmises:

- usus oma võimetesse;
- veendumuses, et mul on vajalikud oskused ja teadmised;
- kujuneb eesmärkide saavutamisega (eesmärgid peaksid olema konkreetsed, mõõduka raskusega ja saavutatavad lähitulevikus).

11.5 Probleemide lahendamine

„Ainukesed asjad, mida Sa õpid, on need, mida Sa taltsutad.“ Antoine de Saint-Exupéry

Kriitiline mõtlemine on üks tähtsamaid oskusi, mida kõrgkoolis arendatakse ja mille kasutamist tulevased tööandjad tööprobleemide lahendamisel ootavad. Kriitilist mõtlemist tuleb arendada harjutades. Uute probleemide lahendamisel on kasu ka süsteemsest mõtlemisest.

Bloomi (1959) uuringud näitasid, et õpilased kasutasid mõtlemisel just seda järjekorda, mis on esitatud Bloomi taksonoomias, need kognitiivse taksonoomia strateegiad ongi mõtlemise ja õppimise kuus sammu. Kui üldhariduskoolis puutuvad õpilased kokku enam mäletamise, aru saamise ja rakendamisega, siis kõrgkoolis pööratakse enam tähelepanu just taksonoomia kõrgematele astmetele: analüüsile, hinnangu andmisele ja loomisele. Sageli on need ootused tihedalt seotud ka hindamisjuhenditega. Mõelge ka probleemilahendamisel mõtlemise erinevatele tasanditele, kuidas neist võiks olla kasu konkreetse ülesande lahendamisele ja isiklikule tööstiilile.

Probleem on ülesanne, mis sisaldab teatud hulga etteantud eeldusi ja informatsiooni. Sellel on ka kontekst, kuigi kõik asjaolud, mis moodustavad antud konteksti ei pruugi olla kohe selged.

Probleemid koosnevad järgmistest elementidest (Fisher 2005):

- eeldused – ülesande lähtetingimised või kontekst;
- takistused – blokeering: eesmärgi saavutamise tee, protsess või moodused ei ole selged;
- eesmärgid – siht või soovitud lõpptulemus;
- pingutus – katsetused, tegevused või teadlikud pingutused, mis on vajalikud lahenduse leidmiseks.

Probleeme võib jaotada viide kategooriasse:

- reaalne probleem (kui peaksite ümbruskonna majadesse laiali jagama reklaamlehed, siis milline tee oleks lühim, kui alustate kodunt);
- realistlik probleem (vaadake kaardilt, millised oleksid võimalikud marsruudid);
- käegakatsutav probleem, näiteks visuaalne esitamine (joonistage kohalike teede võrk ja püüdke liikuda mööda valitud marsruute);
- kontekstuaalne probleem (andke teada, miks on tarvis reklaamlehti laiali kanda, kuhu neid on vaja viia, kuidas oleks seda kõige parem teha);
- abstraktne probleem (märkige lihtsustatud teedevõrgustikul ära võimalikud marsruudid, töötage välja liikumissuuna tähised jne).

Mis on probleemilahendamine? Lähtudes väga üldisest definitsioonist, võib probleemilahendamiseks nimetada igasugust eesmärgistatud mõtlemisoperatsioonide jada. See algab probleemsituatsiooni konstrueerimisest probleemilahendaja teadvuses ja seesama situatsioonikirjeldus juhib kogu järgnevat protsessi (Pedaste 2010).

Probleemi lahendamine (Fisher 2005):

- pakub väljakutset ja motivatsiooni;
- parandab jälgimise ja hüpoteeside loomise võimet;
- tõstatab küsimusi;
- tagab vahetu kogemuse ja on seotud kõikide õppimisvaldkondadega;
- arendab enesekindlust ja kompetentsust;
- on seotud teadmiste ja oskuste rakendamisega;
- hõlmab iseseisvat mõtlemist, grupitööd ja suhtlemisoskust;
- soodustab planeerimist ja edasimõtlemist;
- parandab hinnangu andmise oskusi;
- annab õppimisele mõtte ja eesmärgi;
- arendab uurimisoskusi;
- stimuleerib loomingulist ja kriitilist mõtlemist.

Suures osas tegeleb probleemide lahendamisega meie alateadvus. Me ei uuri ega analüüsi oma tegevust, me lihtsalt tegutseme. Me kõik õpime kõndima, rääkima, mõtlema ja probleeme lahendama. Paljusid asju õpime neile tähelepanu pööramata, märkamatu. Nii kujunevad sajad harjumused, millest on meil abi probleemide lahendamisel. Me saame hakkama. Kuid inimene suudaks palju enamat, kui omandaks oskusi teadlikult, kujundaks üldisi põhimõtteid, mida saaks ühelt probleemilt teisele üle kanda.

Probleemide lahendamiseks on vajalikud järgmised oskused ja strateegiad (Fisher 2005):

- probleemi mõistmine ja sõnastamine – Milles seisneb probleem? Arvesta kõiki tegureid, püüa saada olukorrast terviklik pilt, loe küsimus veelkord läbi;
- probleemi lahtiseletamine – Kuidas saaks seda selgitada? Mõtle mõnele sarnasele probleemile, kuidas tookord ülesande lahendasid? Kuidas see nüüd võiks abiks olla? Ulatuslik kogemustepagas on oluline, aga tuleb õppida looma ka seoseid. Õpetaja saab

õpilastele varasemaid kogemusi meelde tuletada. Analüüsige kordaminekuid liikudes lahendusest alguseni. George Polya järgi on teise samasuguse probleemi leidmine kõige tähtsam samm lahenduse suunas. Muutke probleem lihtsamaks, tegelege alguses vaid ühe probleemi osaga, lähenege samm-sammult. Näitlikustage probleemi;

- tegevusplaani koostamine – Mida me saaksime teha? Pange tegevusplaan kirja;
- otsuse tegemine – Milline on parim viis tegevusplaani täitmiseks?
- tegevusplaani elluviimine – Kuidas seda teha? Ülesandega tegelemine;
- probleemi lahenduskäigu kontrollimine.

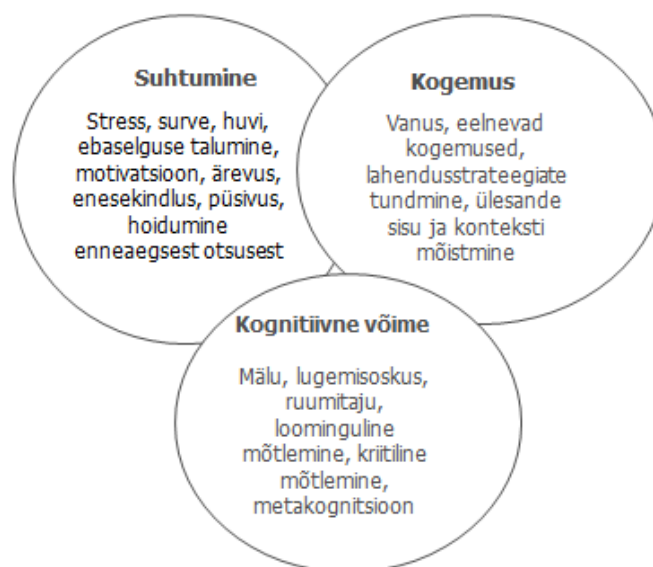
Probleemide lahendamisel soovitatakse õpilastele sageli järgnevat mudelit:

- langetage otsused esitatud faktide, leitud info, loogika alusel;
- põhjendage kõiki otsuseid õpitule tuginedes;
- tooge välja, millisele õpitud põhitõele tugined;
- tooge välja, milline info on asjakohane, mis liigne, mis puudub;
- otsustage, mida tuleks iseseisvalt juurde õppida, jaga rollid;
- kujundage lahenduse plokk skeem, too välja kitsaskohad;
- viige läbi ajurünnak;
- jagage ülesanded individuaalseks tööks, leppige kokkusaamiste ajad;
- koostage probleemilahenduse individuaalne osa;
- jagage kaaslastega iseseisvalt omandatud teadmisi;
- analüüsige koostatud individuaalseid ideid, sünteesige optimaalseid lahendeid;
- mida õppisite, mida arvestada edaspidi, milliseid vigu vältida?

Edu probleemide lahendamisel. Kui tegeleme ülesande või probleemi lahendamisega, mängivad kaasa kolme liiki mõjutegurid (Charles & Lester 1982, Fisher 2005) (vt **sele 11.3**):

- **suhtumine** – huvi, motivatsioon, kujutlusvõime, enesekindlus. Igasugune probleemi püstitamine nõuab kujutlusvõimet. Probleemidele allajäävate õpilaste arvates on probleemid tülikad, nii püütakse probleemidest kõrvale hoiduda, ei tunnista, et probleemid on elu normaalne osa. Kahtlemine ei tähenda otsustusvõimetust, see tähendab kognitiivset hoidumist hinnangu andmisest, valikuvõimaluste jätmist. Head probleemilahendajad usuvad oma võimetesse. Enesekindlus suurendab võimet probleeme lahendada. Seetõttu tuleks alustada lihtsamatest ülesannetest, et tõsta õpilaste enesekindlust ja julgustada võtma asju rahulikult ning sisendada julgust eksida. Õpilased vajavad ka turvalisust ja seda saavad nad ennekõike õpetajalt – see on ka põhjus, miks peame sisendama oma õpilastele julgust eksida ja oma eksimustest õppida. Õpilased vajavad toetust järgmises:
 - struktuur – planeerimine, abistamine, vahendid;
 - kord – hästitoimiv ja pingevaba keskkond;

- toetus – keegi, kes kuulab, kiidab heaks, annab nõu, julgustab.
- **kognitiivne võime** – teadmised, mälu, mõtlemisoskus, metakognitsioon. Teadmiste osa õpetamisel on tihti alahinnatud. Igasuguse probleemilahenduse aluseks on teadmised, isegi, kui need on saavutatud katse-eksituse meetodil. Probleemilahendus nõuab oskusteavet. Probleemilahenduses eristab asjatundjat vähem edukatest algajatest üks võtmetegur – ta teab rohkem. Ka kõige andekamal maletajal kulub 10 aastat, et saada suurmeistriks, kusjuures malemeistril on kasutada 50 000 fakti, strateegilist ja tehnilist võtet, see kehtib kõigis valdkondades, ka keeleõppes (Chase & Simon 1973). Probleemilahenduse võrdlev uurimus (Fisher 2005) tõi samuti esile teadmiste tähtsuse: edukamad teavad rohkem, teistele on külge jäänud hoiak *ma-kas-tean-seda-või-mitte* ja nad ei tea, kuidas uusi teadmisi genereerida. Seetõttu peaksid õpilased olema õppimises aktiivsed, et oma teadmisi kõige paremini ära kasutada. Ilma mäluta ei ole teadmisi. Tugev teadmistepagas kindlustab probleemidega toimetuleku, see aitab jõuda teadmiste juurde mälu kaudu. Mälu on oluline igasuguse mõttetegevuse puhul, mälu osaleb igal probleemilahenduse etapil, opereerides sellega, mida me mälust esile toome. Kui soovime, et õpitu kinnistuks püsivaks, peame õpilastele õpetama, kuidas struktureerida mõtteid ja kuidas töödelda struktureeritud kogemusi vastavalt oma arusaamisele. Tänu mälule suureneb nende probleemide hulk, millega me hakkama saame. Kõige paremini jäetakse meelde infot, mis (Fisher 2005):
 - on meile tähtis;
 - on isiklikult oluline;
 - on mõtestatud;
 - on seostatav millegagi, mida me juba teame;
 - on kohe rakendatav;
 - on hõlmatav;
 - kinnistub kordamise teel.
- **kogemus** – sisu, konteksti ja strateegia tundmine.



Charles & Lester (1982)

Sele 11.3 - Probleemilahenduse protsessi mõjutavad faktorid (Charles & Lester 1982)

Õpetaja hoiakud, mis aitavad õpilasi probleemilahenduses (Fisher 2005):

- tunnistage, et ka Teie ei tea kõike ja võite teha vigu;
- laske õpilastel ise otsustada;
- sekkuge vaid vajadusel;
- suunake õpilased koostööle, soodustage diskussiooni;
- andke piisavalt aega mõtlemiseks;
- kiitke õpilasi, kui nad julgevad riskida;
- arvestage võimalust, et erinevatel aegadel saadakse erinevatelt õpilastelt erinevaid tulemusi, suhtuge eksimisse positiivselt ja suunake õpilasi analüüsima tehtud vigu;
- kiitke ja motiveerige pingutusi.

Probleemide lahendamise lihtsamad variandid on näiteks nuputamisülesanded, anagrammide lahendamine, sõnamängud, mõistatused.

Milles täpselt seisneb probleem. Probleem tuleb õigesti määratleda ja sõnastamisel tuleb olla täpne. Lähenege probleemile süsteemselt. Võimalike lahenduste või vaatenurkade leidmiseks võiks alustada näiteks ajurünnakuga.

Üldjuhul toimub ajurünnak kolmes etapis (McMillan 2011):

- *avatud mõtlemine* – kaaluge küsimust mitmest vaatenurgast ja kirjutage üles kõik mõtted, mis tekkivad. Ärge hinnake sel hetkel tekkivaid mõtteid – kõik ideed on head. Mõtete korrastamiseks võib kasutada mõistekaarti.
- *korrastamine* – nüüd püüdke oma mõtteid korrastada, jagades neid kahte kategooriasse, rubriikidesse, rühmitades neid vastavalt sellele, kas nad toetavad mingit vaatenurka või on selle vastu. Selguse saavutamiseks võib koostada joonise või tabeli.
- *analüüs* – otsustage, kui olulised on korrastatud mõtted algse probleemi puhul. Jätke kõrvale triviaalsed või ebaolulised mõtted ning pange olulised tähtsuse järjekorda.

Ülesannete lahendamise puhul on olulisel kohal harjutamine (vt jaotis 8.2.3 – Harjutamine ja jaotis 8.7 - Ülesannete lahendamine). Soovitav on üksikasjalik, tehe–tehtelt lähenemine, mis ei pruugi olla just kiireim meetod, kuid vead lipsavad sisse just siis, kui jäetakse mõni etapp või ühendavad lihttehted vahele, ei suudeta seletada oma lahenduskäiku ja vigu otsida. Seetõttu on vigade otsimine osade kaupa lahendamisel lihtsam. Loe ülesanne hoolikalt läbi, analüüsi, millist tüüpi ülesandega on tegemist, tee vajadusel dimensioonianalüüs (füüsikaliste suuruste seoste leidmise meetod), kontrolli, et kõik vajalik info oleks olemas, otsusta, millistes ühikutes tulemus esitada. Kui ülesanne on keeruline, jaga see väiksemateks osadeks. Märki selgelt ära oma eeldused, teisenda soovitud ühikuteks järk-järgult ühe muutuja kaupa, kontrolli alati oma vastust.

Märki õppimise jooksul üles olulised valemid. Harjuta, harjuta, harjuta, sest harjutamine kinnistab oskusi!

Metakognitsioon. Metakognitiivne teadmine tegeleb küsimusega, kuidas me midagi teame ja millised tunnetusprotsessid mõtlemises osalevad. Inimene omandab ja kontrollib oma teadmisi ning mõtlemist metakognitiivsete oskuste abil. Tänu sellele suudame me mõelda iseendast kui mõtlejast, mõelda näiteks oma teadmistest ja mitteteadmistest, oma vaimsest võimekusest ja piiramatusest.

Metakognitsiooniga on seotud mitmed olulised küsimused (Fisher 2005):

- kuidas saada hakkama oma piiratuse ja ebatäiuslikkuse kiuste?
- kuidas aidata õpilastel üle saada inimlikust piiratusest?

Parimad ei ole need erialaspetsialistid, kel on suuremad teadmised, vaid need, kes teavad, kuidas oma teadmisi rakendada. Saavutades suurema kontrolli raskete intellektuaalsete ülesannete täitmise üle, õpivad õpilased õppima. Õpilased tuleks panna oma tegevust sõnastama, see arendab nende lingvistilist intelligentsust (selgitades teistele ja endale, mida nad teevad ja miks).

Metakognitiivse kontrolli mehhanismi aitavad omandada järgmised küsimused (Fisher 2005):

- kas ma olen selle hoolikalt läbi mõelnud? Peatu ja mõtle.
- kas mul on plaan koostatud?
- kas ma tean, mida teha? Loe juhtnöörid veelkord läbi, kontrolli ja kontrolli veelkord
- kas ma pean midagi veel teadma, enne kui alustan?
- mis on see, mida ma tean ja mida ma saan siin kasutada? Mis laadi probleemiga on tegemist, kas olen varem lahendanud analoogset probleemi?

Madala akadeemilise võimekusega õpilastel puuduvad tavaliselt metakognitiivsed oskused: tegevuse planeerimine, ettenägelikkus ja oskus tehtut kontrollida. Kontroll oma õppimise üle tähendab teadmist, miks ja kuidas õpitakse.

11.6 Praktilisi soovitusi

„Edu on kehv õpetaja, see meelitab andekaid inimesi arvama, et nad ei eksi kunagi.“ Bill Gates



Õpetage oma õpilasi õppima. Pakkuge tuge ja juhendage neid õpioskuste omandamisel.

Kasutage õpetamisel selliseid õpetamise strateegiaid, mis toetaksid õpistrateegiate omandamist: kordamist: kordamine ja harjutamine, uue ja olemasoleva teadmise vahel seoste loomine, teadmiste organiseerimine, õppimise jälgimine, afektiivsed strateegiad (motivatsioon, ärevuse allasurumine, tähelepanu kontsentreerimine jne) ja metatunnetus. Looge positiivne õppekeskkond, mis toetab ja motiveerib õppima õppimist.

Pange oma õpilased tunnis mõtlema, arendage nende mõtlemisoskusi. Toetage tulemuslikku õppimist. Toetage õpilasi erinevate mnemotehnikate rakendamisel. Õpetage neid enesejuhtimisega õppima. Parimaid õpioskusi omandatakse reaalseste probleemide lahendamisel probleem- ja interdistsiplinaarses õppes.

- Kuidas saaksite oma õpilasi paremini õppima õpetada?
- Mida võiksite oma õpetamises muuta?
- Kuidas saaksite kujundada oma õpilaste õpiharjumusi?
- Millised on Teie õpioskused ja -harjumused? Kuidas neid parendada?
- Mida võiksite oma õppimise ja õpetamise juures muuta?
- Mida tuleks Teil õpetajana juurde õppida?

12 INSENERIHARIDUSE TULEVIKUVISIOON

„Tegelik elu on avatud materjalidega eksam.“ Peter J Goodhew

Käesoleva peatüki eesmärgiks on vaadata tulevikku ja püstitada mõningaid küsimusi, nagu näiteks, kuhu poole liigub inseneriharidus, algamaks arutelu ja andmaks mõtteainet neile, kes on sidunud oma tuleviku inseneriharidusega. Selge on see, et ei antud käsiraamatu autor ega ka keegi teine oska täna kindlalt öelda, kuhu poole liigub inseneriharidus tulevikus, kuid võib-olla täituvad mõned visioonid, mis on esitatud allpool.

Kindlasti jäävad ka lähitulevikus meie probleemideks insenerihariduse rahastamine, üliõpilaste suur väljalangevus ja naiste vähesus insenerialadel (rahvusvahelised inseneriorganisatsioonid soovivad vastu võtta insenerialadele kuni 50% naisi – IGIP, IEEE, ASEE. SEFI).

Üha enam hakatakse ülikoolis tähelepanu pöörama õpetamise kvaliteedile ja õppimiskesksele õpetamisele. Didaktika vaatevinklist kasvab aktiivõppe sh probleem- ja interdistsiplinaarse õppe osakaal, ka pööratakse enam tähelepanu õppima õppimisele. Kätte on jõudmas pöördepunkt, kus õppejõud hakkavad üha enam arutlema õppimise ja õpetamise kvaliteedi üle, hakatakse aina enam oma õpetamist analüüsima ja oma akadeemilist meisterlikkust tõstma. Inseneriharidusele hakkavad üha enam mõju avaldama nn mittetraditsioonilised insenerivaldkonna õppeained nagu bioloogia, psühholoogia (inimfaktoriga seonduv) jpt.

Tulevikus kestab tööelu 50 – 60 aastat. Võimenduvad paljud tänased väljakutsed (globaalne soojenemine, rahvastiku arvu kiire kasv, energia- ja veeprobleemid, globaliseerumine, turvalisus, globaalne tervishoid sh pandeemiad, jpm). Teadmiste hulk ja informatsiooni kättesaadavus kasvab kõigile ning kõikjal. Tekkivad uued insenerivaldkonna õppeained. Ühiskonna funktsioneerimises omavad üha enam osatähtsust elukestev õpe, süsteemne mõtlemine, integratsioon ja inseneriharidus.

Tehnoloogia kiire areng. Täna on meie elus igati harjumuspärased esemed ja teenused, millest veel 50 aastat tagasi ei osatud unistadagi: laser, personaalarvuti, tahvelarvuti, nutitelefon, internet, kosmoselennud, pulsar, digifoto, fotokoopia, LED, LCD, geneetiliselt muundatud organismid, tabelarvutus, turvaskanner, tuumaenergia, euro, geenitehnoloogia jpm (Goodhew 2010). Keegi ei oska ennustada, missugune saab olema analoogne loetelu 50 aasta pärast ja seetõttu ei saa me ka täna kujundada kompleksset inseneriharidust, mis vastaks 50 aasta pärast kehtivatele vajadustele. Inseneriharidusele olulised rakendused muutuvad keskmiselt iga 10 aasta tagant.

Motivatsioon ja huvi. Täna ei ole paljud insenerihariduse üliõpilased õppimisest huvitatud, motiveeritud ega entusiastlikud. Me ei ole õpetanud oma üliõpilastele probleeme formuleerima, vaid oleme pakkunud neile erinevaid tehnilisi ja erialaseid valmislahendusi. Selline lähenemine pole ei väga kaasakiskuv ega ka motiveeriv ning see peegeldub tagasi ka meie õpilaste mõttemaailmas ja suhtumisest. Nad tahavad teada, millises peatükist antud materjal pärineb, kas selle peale tuleb töö ja millist valemit millal kasutama peaks. Nad tahavad kasutada kaasaegset tehnoloogiat ja arvutustehnikat.

Väljalangevus. Kui me soovime valmistada ette loomingulisi ja innovaatilisi insenere, kellel on palju huvitavaid ideid, on eelkirjeldatud õpetamine ja õppimine äärmiselt ebasobivad. Miks sellised andekad ja innovaatilised inimesed nagu Steve Jobs ja Bill Gates jpt katkestasid oma ülikooliõpingud? Miks ei ole paljud loomingulised inimesed huvitatud inseneriõpingutest ülikoolis? Kas ja mida peaksime muutma? Inseneriharidus ei ole täna ei eriti loomingulise ega ka innovaatilise renomeega. Füüsika, matemaatika ja erialateadus on keskse tähtsusega erialases kõrghariduses, olles siiski vaid ühed paljudest insenerile olulistest tööriistadest ja baasist. Insener peab valdama neid kõiki, kuid oluline on ka eluliste probleemide lahendamise oskus, seega õpitu praktiline rakendamine. Kindlasti on väljalangevuse üheks põhjuseks inseneerias ka Bologna protsessi raames õpingute jagamine 3+2 aastaseks õppeks. See põhjustab magistriõppes väljalangevust just nende õppurite seas, kes sama valdkonna bakalaureuse õppes magistriõppesse astusid, sest teistest valdkondadest tulnuile tuleb puuduvad teadmised lisaks anda, neil, kes õpinguid samas valdkonnas jätkavad, on kordamise tõttu igav ja õpimotivatsioon kaob.

Visioon. Insenerikunst peab algama visiooniga – kui puudub visioon, siis ei suudeta ka midagi olulist ega uut luua. Kas insenerivaldkond otsib täna üliõpilasi, kes on loovad või visionärid? Mida teha, et see nii oleks? See on üheks meie probleemiks, mis kindlasti ootab lahendust.

Ootused inseneridele. Inseneridelt oodatakse ennekõike seda, et nad suudaksid midagi uut leiutada, disainida, luua uusi tooteid, seadmeid, süsteeme ja teenuseid, olla multidistsiplinaarsed ja innovaatilised rajamaks uusi tööstusettevõtteid, erialasid, elukutseid jne. Samuti oodatakse neilt, et nad suudaksid olla globaalsel tasemel konkurentsivõimelised, ettevõtlikud ja tagada pidevat majanduskasvu. Inseneritöö nõuab lisaks erialateadmistele aga ka juhivõimeid, suhtlemisoskust, et mõista meeskonnaliikmete motiive ja emotsioone. Insenerid peavad oskama ennast vabalt ja lihtsalt mõistetavalt väljendada, olema veenvad ning töötama rahvusvahelistes meeskondades. Tuleviku insenerid peavad oskama näha nn suurt pilti, et näha seoseid erinevate võimalike probleemide vahel. Seetõttu peaks inseneride ettevalmistamine olema laiapõhjaline ja eluline.

Ülikoolis omandatakse baasteadmisi ja –oskusi, aga õpe peab jätkuma töökohal. Tihti arvatakse, et ülikoolide lõpetanud peavad kohe tööle asudes olema nn valmis, kogemustega insenerid. See arvamus on vale. Ka noored arstid töötavad juhendajaga koos ja õpivad tööd tehes. Sama kehtib ka inseneride puhul. Inseneriharidus põhineb ennekõike erialastel kogemustel. Näiteks Airbus võtab tööle ülikoolide parimaid lõpetajaid, kes 6 aasta jooksul erinevates allüksustes õpivad ja teevad vähemvastutusrikast tööd assistentidena enne, kui neid lubatakse täisväärtusliku insenerina tööle asuda. Seega lasub vastutus inseneride koolituses ka ettevõtetel, kes ülikoolist vajalike baasteadmiste ja –oskustega lõpetajaid elulistes töötingimustes edasi koolitama peaksid ja seda koostöös ülikoolidega, sest iga 3-5 aasta järel vajavad insenerid ka kaasajastatud täiendusõpet, et uute trendidega kursis olla. Kui inseneri teadmised on ainult internetis, ühe hiireklõpsu kaugusel, siis ei ole tegu mitte professionaalse inseneri, vaid diletandiga.

Tulevikus vajatakse insenere mitmest erinevast vaatenurgast lähtudes (Meijers 2013):

- *eriala alusel* – laiapõhjalise erialase haridusega insenere (elektriinsenerid, keemiainsenerid, ehitusinsenerid, mehhaanikainsenerid jne);
- *töö iseloomu alusel* - disainereid või teadureid;
- *orientatsiooni alusel* – spetsialiste või asjatundjaid mitmel alal laiemalt.

Traditsiooniline „etteõpetamine“ või „õigel ajal õpetamine“ või mõlemad? Ennekõike tuleks läbi mõelda, kuidas muuta inseneriharidust üldiselt, sh õppekavu, õppekorraldust jne. Kerkib üles küsimus, kumb on mõjusam ja mõttekam – kas nn traditsiooniline „etteõpetamine“ või „õigel ajal õpetamine“? „Õigel ajal õpetamine“ on induktiivne õpetamine ja toimub vastavalt õpilaste vajadusele probleemõppes, „etteõpetamine“ toimub vastavalt tulevikuvajaduste prognoosile, seda on lihtne korraldada, see on traditsiooniline, kuid ei ole eriti motiveeriv õpilastele. Tulevikus hakkab osa teooriaõppes toimuma internetipõhiselt ja „õigel ajal õpetamise“ põhimõttel kombineeritud õppes, praktiline õpe aga hakkab toimuma meeskonnapõhise õppe alusel probleemipõhises aktiivõppes, kontaktõppes, laboris. Populaarsust kogub interdistsiplinaarsus, integreeriv õpetamine, probleemi- ja projektipõhisus. Kontaktundides toetavad õppimist BYOD (*Bring Your Own Device* ehk võta kaasa oma nutiseade) tehnilised vahendid. Osatähtsust hakkavad kaotama suured loenguvoorudeks mõeldud auditooriumid ja arenema hakkavad meeskonnatöö probleemilahenduslaborid. Etteõpetamine ja õigel ajal õpetamine peaksid olema tasakaalus. Piltlikult öeldes, peaks STEM valdkonnas alles jääma nii digitaal- kui ka analoogõpetamine. STEM valdkonnas jääb e-õpe kontaktõpet toetama ja kontaktõpet ei kao kuhugi, sest meeskonnatöö on tunduvalt tulemuslikum kontaktõppes ning insenerivaldkonna üliõpilased peavad omandama erialaseid praktilisi töövõtteid laboris ja suhtlemisoskusi, mida e-õppes ei omandata.

Teooria ja praktika ühildamine. Rick Miller (2014) USA Olin College'ist toob tänase insenerihariduse analüüsimiseks analoogia muusikaharidusega. Oletame, et olete noor ja andekas viiulimängija ja soovite õppida konservatooriumis. Oletame, et konservatooriumis õpetatakse samamoodi, nagu täna tehnikaülikoolis: esimesel aastal õpitakse heliteooriat, helivibratsiooni ja viiulikeeleteooriat,

meloodiavorme, helisagedusi ja muusikainstrumentide füüsikalisi tööpõhimõtteid. Teisel aastal õpitakse muusikateooriat, harmooniat jpm. Kolmandal aastal õpitakse orkestratsiooni ja kui Te aasta teises pooles olete veel ikka vastu pidanud ja ülikooli jäänud ning ikka veel viitsite õppida, siis alles hakkate harjutama pärisviulil heliredeleid. Ja ongi kõik, sellega on õpingud läbi. Kui me tegelikult ka niimoodi muusikat õpetaksime, oleks meil väga vähe professionaalseid muusikuid. Nad jätkaks lihtsalt õpingud pooleli. Tõelised muusikud vajavad muusikat ja musitseerimist nagu õhku ja vett. Nad tahavad pidevalt tegelda muusikaga, et saada rohkem kogemusi ja omandada meisterlikkust ning seda ka praktiliselt, mitte ainult teoreetiliselt. Konservatooriumis toimuvad sooloesinemised iga semestri lõpus ja seda sõltumata üliõpilase meisterlikkuse tasemest – Sa seisad publiku ees ja esined, et saada kogemusi, areneda ja muutuda paremaks muusikuks (Miller 2014).

Ka inseneeria on kunst. Insenerikunst eeldab samuti esinemisoskust. Insenerivaldkonnas puudub samuti rutiin. Igal probleemil võib olla mitmeid erinevaid ja huvitavaid lahendusteid, mis omakorda eeldavad loovust, aga ka laiapõhjaliste erialateadmiste olemasolu. Ja ka inseneridel on oma publik ja fänniklubid. Me peaksime õppima muusikutelt ja alustama praktilise probleemilahendusega juba esimestel kursustel interdistsiplinaarsetes meeskondades, kus on nii algajaid kui ka neid, kel juba vajalikud baasteadmised omandatud ning õpivad vanematel kursustel.

Meeskonnatöö ja individuaalse töö tasakaal. Pöördume tagasi muusika ja inseneeria õpetamise võrdlemise juurde. Täna õpetame me insenerivaldkonnas reeglina üksikuid isoleeritud õppeaineid – üliõpilased lahendavad tavaliselt üksinda ülesandeid, teevad kodutöid ja eksameid. Kaasajal tundub see olevat juba liiga kunstlik ja steriilne. Muusikas õpetatakse lisaks soolole aga ka kokkumängu – ansambli mängu oskust, orkestris mängimise oskust, meeskonnatööd ja teiste kuulamist. Näiteks keelpillikvartett peab enne esinemist korduvalt kokkumängu harjutama ja mida enam nad harjutavad ning esinevad, seda enam õpivad nad tundma üksteise mängustiili ja tunnetust ning seda paremini kõlab kokku nende muusikainnovatsioon ja loomingulisus annavad võimalusi improvisatsiooniks. Ja muidugi oskavad džässmuusikud mängida heliredeleid ning lugeda nooti, just samuti peavad ka insenerid oskama matemaatikat ja füüsikat, see on iseenesest mõistetav eeldus ja insenerihariduse oluline vundament. Aga džässi mängimine aktiveerib erinevaid aju osasid, seda on võimalik õppida vaid ise läbi tehes, praktiliselt, meeskonnas. Ka insenerivaldkonna erialaaineid tuleks õpetada nii, et meie õppurite mõtletegevus lööks särema erinevad aju osad, nagu muusikutel "*jämmimisel*". Selleks peavad aga õpetajad ise õppima mõjusalt ja motiveerivalt õpetama ning inseneripedagoogika vajab järjepidevat kaasajastamist ja arendamist (Miller 2014). Täna veel ei õpetata STEM valdkonnas õpilasi mõtlema ja kollaboratiivset koostööd tegema, mis omakorda toetaks innovaatilisust, improvisatsiooni ja loovust, huvi ning motivatsiooni. Seega on oluline nii individuaalne kui ka rühmatöö, mis peaksid olema tasakaalus.

Tuleb olla ettevaatlik ja tähelepanelik multidistsiplinaarsuse ja integreerimisega, et ei oleks nendega liialdamist õppekavas. Oht on langeda selleni, et meie tulevased insenerid teavad kõike väga pinnapealselt, aga tegelikult ei saa nad millestki aru. Siin võiks üheks lahendiks olla näiteks, et bakalaureuseõpe oleks multidistsiplinaarne ja magistriõpingud keskenduksid enam mingile kindlale erialale sügavuti (Allen 2011). Samas annavad interdistsiplinaarne, lõimiv ja multidistsiplinaarne õpe võimaluse õppida nii edust kui ka oma vigadest, isetegemisest ja meeskonnatööst. Eksimine on inseneeria üks õppemeetodeid, mis aitab läbi oma vigade analüüsi sügavuti arusaamisega õppida. Õppimine on julgus eksida.

Mitte projektipõhine riskide maandamine, vaid uute väljakutsete vastuvõtmine ja kaasajastatud õpetamine-õppimine peaksid olema inseneriõppe alustaladeks.

Meetodikultus. Eestis tuleks vabaneda meetodikultusest – nii õppe- kui ka uurimismeetodite üliluslikuks seadmist. Vaid õpitava sisu teeb inimesest õppinud inimese. Räägitakse muutunud õpikäsitusest, selle asemel et rääkida õpitava sisust, mis aga tegelikult määrab meie tulevaste inseneride kompetentsused. Õppimine on müsteerium, väga individuaalne tegevus, mida ei saa nii lihtsalt seletada. Kui inimene saab õppida vabalt ja ise õpitut tõlgendada, ei saa temast pime reeglite järgija, vaid loov isiksus. Loov isiksus näeb igasuguses olukorras alati võimalusi (Autio 2016).

Võtmeküsimused. Seega on õppejõudude võtmeküsimuseks tulevikus – milliseid eesmärgi võiks tuleviku kõrgharidus endale püstitada? Milliseid võtmeküsimusi peaks arvestama õppekavaarenduses ja uute õppekavade koostamisel? Kui pikk peaks olema inseneriõpe?

Meie ülesandeks on välja töötada insenerivaldkonna uuendatud õppekavad ja õppeained, mis oleksid probleemi-, projekti- ja disainipõhised ning oleksid inseneripraktika aluseks järgnevale põlvkonnale. Mis võiks olla insenerihariduse eesmärgiks tulevikus? Millega tegelevad insenerid tulevikus? Mis on inseneridele tulevikus oluline? Spekuleerime veidi....:

- loov innovatsioon (uute asjade disainimine ja loomine);
- ettevõtlik aktiivsus (raha teenimine);
- teadusuuringud (teadmiste avardamine);
- töö inseneridena tulutoovas tööstuses (majanduse arendamine);
- töö mitte-insenerivaldkonnas (ühiskonna arendamine);
- õppima õppimine ja elukestev õpe (et mitte teistest maha jääda).

Kuidas jaotada inseneriõppeks ettenähtud aega, et tulevased insenerid omandaksid meisterlikkuse (Goodhew 2010):

- ekspertiis ja *knowhow* (...oskab midagi teha);
- teadmised (...omab süvateadmisi erialas, saab aru, leiab lahendusteid);
- hinnangu andmine (...on teadlik, analüüsib, omab ülevaadet);
- suhtlemisoskused (...oskab seletada, esineda);
- ühiskondlik teadlikkus (...teeb „õigeid asju“, mis vastavad ühiskonna ootustele).

Kuidas hinnata lõpetajate teadmisi? Mida hinnata õpingute lõppedes? Soovituslikult:

- oskust vestelda ja arutada eksperdiga tiptasemel oma teadusvaldkonnas (et demonstreerida süvaarusaamisega õppimise võimet);
- oskust leida arukas lahendus insenerivaldkonna avatud ja mittetäielike andmetega tõsielulisele probleemile (et demonstreerida inseneritaipu);
- oskust vabalt rääkida ja esineda, vastata insenerivaldkonna avatud küsimustele (et demonstreerida arusaamist ja suhtlemisoskust);
- oskust kiiresti leida vajalikku informatsiooni ja seda kiiresti ning täpselt kasutada (et demonstreerida omandatud teadmisi, kriitilist mõtlemist, kiiret reageerimist, dünaamilisust ja püsivust);
- oskust tegutseda meeskonnaliikme ja juhina (et demonstreerida tööalast võimekust).

21.sajandi insenerid. Me ei tea, mida tuleks õpilastele õpetada täna, et nad 21. sajandi kodanikena tulevikus hakkama saaksid. Küll aga võime juba täna keskenduda süvaarusaamisega õppimisele, toetavale õppekeskkonnale ja kontekstipõhisele õpetamisele, reaalsele õpituatsioonidele ja tegevuspõhisele õppimisele, interdistsiplinaarsele ning probleemõppele ja õppeainete integreerimisele jne, jne... Aga tähelepanu tuleb pöörata ka õppima õppimisele ja STEM kirjaoskusele, et õpilased õpiks elukestvalt ning saaksid piisavalt kogemusi ja julgust eluliste probleemide lahendamiseks ning oskaksid orienteeruda tohutusse informatsioonilises maailmas, leida vajalikku informatsiooni ja hinnata selle õigsust.

Kindlasti jäävad ülikoolid alles ka tulevikus. Sõna „ülikool“ (*university*) on tuletatud ladina keelest – *universitas magistrorum et scholarium*, mis tähendab õppejõudude, teadlaste ja üliõpilaste kogukonda. MIT on oma 2030. a visioonis kinnitanud, et MIT toimib kindlasti ka edaspidi ülikoolina, jäädes nn *campus*-ülikooliks, sõltumata sellest, kui ka teooriaõpinguid hakkab üha enam toetama, e-õpe. Ülikool jääb õppejõudude, teadurite ja üliõpilaste kogukonnaks, kus tehakse koostööd, töötatakse meeskonnas ja

õpitakse üksteiselt. Kontaktloengute osatähtsus väheneb, kuid vabaneva aja arvelt tugevneb probleemilahenduse meeskonnatöö, mentorlus, individuaalne ja rühma juhendamine ning teadurite-õppejõudude-üliõpilaste koostöö. IKT vahendid võimaldavad edastada teoreetilisi teadmisi suuremale hulgale üliõpilastest ja annavad õppejõududele enam aega üliõpilasi juhendada nii individuaalselt kui ka väiksemates rühmades ja nende õppimist toetada ning meeskonnatööd suunata (Allen 2011). Samas tuleks meeles pidada, et e-õppes on iseseisval õppimisel kõigil õppuritel erinev materjalist arusaamine ja loetava interpreteerimine.

Tagasi ülikooli „päris õppimise“ juurde. Viimasel ajal on hakanud MOOC-ide populaarsus STEM valdkonna õpetamisel vähenema. E-õpe jääb toetama STEM valdkonna kontaktõpet. Rahvusvaheliste inseneriorganisatsioonide hinnangul toimub STEM valdkonna õpetamisel raskuspunkti nihkumine taas tagasi ülikooli nn „päris“ õppimise juurde, millele aitavad kaasa akadeemiline meisterlikkus, õppimiskeskus, suhtlemisoskus, õppija arengu toetamine, kogukonna tekkimine nii õpetamisel kui ka õppimisel ja igakülgne koostöö.

Personaliseeritud õppimine. Tulevikus saab õppimine olema tunduvalt enam personaliseeritud. Koostama hakatakse paindlikke õpingukavasid just üliõpilaste vajaduse alusel nn „juurdelõikuse meetodil“, kus õppekava ei koosne enam kindlastest universaalsetest moodulitest, vaid disainplokkidest, mida üliõpilane koos nõustajatega koostab vastavalt oma lähteteadmistele ja vajadustele ning huvidele.

Didaktika põhiküsimus. Meil on väga palju mõtlemisainet, kuidas muuta inseneriharidust kaasaegsemaks. Me peaksime mõtlema, millised peaksid olema meie õpilaste üldised pädevused tulevikus, mida tuleks juba täna arendada, millele keskenduda. Me peaksime mõtlema, mida, miks ja kuidas me õpitulemuste saavutamisel toetame ja hindame. Me peaksime keskenduma didaktika põhiküsimustele – mõtlema, miks, mida, kui palju, millal, kellele ja kuidas õpetada....

Mis siis ikkagi tagab kvaliteetse insenerihariduse? Ainult teaduspõhine inseneriõpe. Kvaliteetne inseneriharidus algab tõsisest ja kvaliteetsest alusõppest ja sellele tuginevast erialaõppest. Viimane pole aga võimalik ilma korraliku baashariduseta matemaatikas, füüsikas ja informaatikas ehk alusõppeta, mis on inseneride töövahendiks tulevikus. Vaatamata paljudele eksperimentidele, mida maailma haridussüsteemides on katsetatud, pole veel keegi seni suutnud välja pakkuda midagi paremat kui tugeval alusõppel baseeruv inseneriharidus. Kindlasti ei saa alahinnata sotsiaalsete oskuse osatähtsust, aga inseneritöö ja loovus tuginevad ennekõike erialateadmistel ja kriitilisel mõtlemisel. Lisaks muidugi erialaspetsialistidest õppejõud, kes tunnevad oma valdkonda ja õppeainet vähemalt 5 korda paremini kui nende üliõpilased. Küll aga saab tihti takistuseks just Bologna leppe kohane 3+2 õpe, mis inseneriõppe killustab.

Euroinseneri kutsenõuetes on kirjas:

- inseneriteaduse ja oma tehnikavaldkonna põhimõtete põhjalik tundmine, mis tugineb matemaatika, füüsika ja informaatika meetodite valdamisel;
- võime luua ja kasutada teoreetilisi mudeleid, mis võimaldavad prognoosida füüsikalise maailma käitumist.

Puuduvat baasharidust hiljem omandada oleks raske kui mitte võimatu. Tuues siin paralleeli spordiga – kõigile on selge, et ilma korraliku üldfüüsilise ettevalmistuseta ei jõua kaugele. Umbes sama roll on ka alusõppel – arendada inseneri “mõtlemisaparaati”, arendades ka insenerlikku tehnilist ja kriitilist mõtlemisviisi, omandamaks inseneriprobleemide lahendamise üldist loogikat.

Inseneriharidus ei ole olnud ega jää staatiliseks. Ja kindlasti on STEM valdkonna õppeainete mõjusel õpetamisel õpetaja jaoks võrdselt tähtis nii kaasajastatud ainesisu tundmine kui ka selle õpetamiseks sobiva metoodika valdamine. Õpetamisoskus ei ole kaasasündinud anne, see on õpitav ja arendatav nagu iga teinegi oskus.

Insener omab magistriharidust. Bakalaureusekraad ei saa olla insenerihariduse lõplikuks eesmärgiks ega viidata sellele, kes on insener. Rahvusvaheliste inseneriorganisatsioonide kindel seisukoht on, et bakalaureuseõpe on inseneri eelõpe ja alles magistriõppes omandatakse insenerile vajalik

professionaalsuse tase, millele tuginedes osatakse nii oma erialavaldkonnaga seonduvat defineerida kui ka tõsielulisi multidistsiplinaarseid probleeme lahendada.

Mida muuta? Õpikeskkonnale ja õppesisule vastavalt tuleks muuta õpetamise metoodikat kaasajastatumaks. Muuta tuleks hindamismeetodeid, tagasisidet ja hindamise motive. Ainult kirjalikust eksamist enam ei piisa, kasutada tuleks ka suulist- ja meeskonnaeksamit. Õpingute lõpetamisel tuleks õppuritel tõestada oma oskusi interdistsiplinaarsetes meeskondades tõsieluliste praktiliste (rakenduslike) lõpuprojektide teostamisel. Kindlasti ei tuleks ületähtsustada IT osatähtsust õppimisel. IT ei ole kuldvõtmeke, vaid vahend ja kui see on abiks mõjusamal õpetamisel, siis on selle kasutamine vägagi põhjendatud, tähtsaim on aga arusaamisega õppimine. Ei tohiks mõtlematult kaasa minna nn „põialdamise ajastu“ ehk lihtsustatud maailmapildi kultiveerimisega. Inseneripedagoogika põhiküsimus „Mis siis kui...?“ peaks olema üheks keskseks tööriistaks, et õppurid õpiksid oma tegevuse võimalikke tulemusi ja järelmeid kriitiliselt läbi mõtlema.

Maailm on pidevas muutumises. Kindel on see, et mitte midagi kindlat ei ole - teaduse ja tehnika areng aine kiireneb, seega peame õppima muutusi juhtima. Me ei ole omandanud inseneriharidust, kui lõpetame tehnikaülikooli, vaid alles pärast tehnikaülikooli lõpetamist hakkame tegelikult kaasajastatud inseneriharidust omandama (Miller 2014). Veel mitte kaua aega tagasi õppisime koolifüüsikas, et aatomis on elektronid, prootonid ja neutronid.... nüüd enam eriti osakestest ei räägitagi, nüüd räägitakse füüsikas juba stringidest. Kui me ei täienda ennast ega õpi pidevalt juurde, ei saa meil olla edukat karjääri inseneridena, sest tehnikavaldkond areneb tohutult kiiresti. Loorberitele puhkama jäädes näeme vaid progressi punaseid tulesid eemaldumas. Samas ei saa muudatusi läbi viia ka liialt kiirustades. Ülikool ei ole kiirkaater, vaid tanker – selle kursi muutmiseks läheb aega ja pikaajaline ning kindel kurss tuleb eelnevalt kriitiliselt läbi mõelda, sest hariduse protsessid on pika vinnaga. Ka siin peaksime enne otsuste langetamist esitama endale inseneripedagoogika põhiküsimuse „Mis siis, kui...?“ - mis võiks juhtuda pärast langetatud otsuste ellu viimist ja kuidas tagada grupiprotsesside teaduspõhist arengut?

Haridus annab palju erinevaid võimalusi muutmaks maailma paremaks ja seetõttu peaksime ennast elukestvalt täiendama ning ühiskonnas julgelt kaasa rääkima. Inseneriharidus vajab kõneisikuid, et insener muutuks taas lugupeetud haritlaseks Eesti ühiskonnas.

„Haridus on meie pass tulevikku, sest homme päev kuulub neile, kes valmistuvad selleks juba täna.“
Malcolm X

13 KOKKUVÕTE INSENERIPEDAGOOGIKA PÕHITÕDEDEDEST



„Kui Sa ei vii oma unistusi täide, siis palkab keegi teine Sind oma unistusi täide viima.“ Dhirubhai Ambani

STEM valdkonna õppeainete oskuslik õpetamine – õppetöö läbiviimine, avalik esinemine, motiveeriv vestlus, esitlus jms, on ühe tegevuse erinevad vormid, tuginedes pedagoogika teadusharul – *inseneripedagoogikal*. Anname selles kokkuvõttes peatükis mõned inseneripedagoogika olulisemad nipid, mis aitavad ainetundi nauditavamaks kujundada.

Tänapäeval on kuulajad tugevalt mõjutatud televisioonist ja internetist, mis on muutunud meie igapäevaelu harjumuslikeks koostisosadeks. Kodulehekülgedel ja telesaadetes söödetakse meile hõbelusikaga „portsjoniteks pakitud“ informatsiooni lausa suutäite viisi – meie ülesandeks on see vaid alla neelata, iseseisva mõtlemise ja aktiivse tegevuseta – selle tulemusena on ka õpilastel õppimise suhtes välja kujunenud samalaadsed ootused. Nende ootuste põhjal peaks õpetaja auditooriumi ees esinema nagu parimas telešõus, mitte nagu XX sajandi loengul. Nimelt on meie tänapäeva noored harjunud igava saate puhul haarama teleripuldi järele ja otsima teist, huvitavamat kanalit – sama suhtumine kantakse üle ka igavale õppetööle – järgmisel korral igavasse loengusse lihtsalt enam ei minda. Seega peaksime enne tundi minekut selle läbiviimise üksikasjalikult läbi mõtlema. Selleks tuleks end kõigepealt positiivselt häälestada. *Õpetajad, kes on julged, entusiastlikud pealehakkajad ja ei tunne hirmu, saavutavad alati paremaid tulemusi kui need, kes kardavad katsetada midagi uut ja huvitavat ning jätkavad endiselt uinutavate loengutega.*

Eeldage õpilaste kaasatust ja osalust (kui Te seda ei eelda ega oota, siis Te seda ka ei saa). Seletage õpilastele, et ootate kõigi osalust, mida selleks omalt poolt teete ja milliseid meetodeid kasutate.

Enne esmakordset esinemist võõra publiku ees tutvustage end alati (esimesel loengul, tunnis, konverentsil jne), selleks võite näiteks ka visiitkaardina koostada esitlusele eelneva PowerPoint'i slaidi.

Tutvustage õpilasi õppeaine eesmärkide, õpiväljundite, hindamismeetodite, tegevusjuhise ja omapoolsete nõudmistega kohe esimeses tunnis.

Premeerige ja hinnake õppimist, mitte õpilast kui isiksust.

Soodustage õpilaste autonoomiat. Kasutage erinevaid õppemeetodeid. Mitmekesisus rikastab.

Rääkige oma õpilastega ja kuulake neid.

Õpetage õppimist väärivat materjali, õpetage seda, mida hiljem hindate ja hinnake seda, mida olete õpetanud.

Selgitage oma rolli. Näiteks: olen siin selleks, et aidata teil õppida ja õpitust sügavuti aru saada, mitte selleks, et öelda ette, kuidas peaksite eksamil küsimustele vastama.

Õpetage õpilased õppima. Aidake neil luua oma õpistrateegiad, toetage kriitilise mõtlemise arengut.

Kõige raskem ja närvesöövam on tunni alustamine – see sarnaneb spordivõistluste stardiga – õpilased peavad kontsentreerima kogu oma tähelepanu omavaheliselt suhtlemiselt ümber tunnis osalemisele ja õpitavast sügavuti arusaamisele. Kui tund jätkub paeluvalt, kasvab nii õpilaste huvi kui ka nende tähelepanu. Tähelepanu maksimum saabub umbes 15 minuti pärast, millele järgneb taas langus. **Alustage oma tundi nagu tippsportlane pärast stardipauku – kasutage esimest tähelepanu tõusulainet ära nii efektiivselt kui võimalik! Viige läbi interaktiivseid loenguid, kasutage videoloenguid e-õppes.**

Alustamisel arvestage nn „5 minuti reegluga“! Esimesed 5 minutit on Teie esimese tunni käivitamisel kõige olulisemateks. Esimese 5 minuti jooksul annab Teie kuulajaskond Teile kui lektorile hinnangu, Teid jälgitakse ja pannakse proovile. Te peate olema enesekindel ja kompetentne spetsialist oma erialas. Samas tuleb Teil tähelepanu pöörata oma õpilastele – anda mõista, et nad on aktiivsed osalejad, mitte passiivsed pealtvaatajad. Siin tuleks kasuks küsimuste-vastuste tehnika perfektne valdamine. **Te peate olema entusiastlik ja kaasahaarav. Teie esimene tund uute õpilastega olgu Teie lipulaevaks!**

Ainekursuse sissejuhatus peaks mõjuma nagu reklaam. Ainetunni alguses on kasulik meelde tuletada eelnevalt läbitut, mõisteid jne, juhul, kui neid algavas tunnis uuesti kasutatakse. Arvestage käesolevas käsiraamatus antud soovitusi motiveerivaks sissejuhatuseks. **Kui Te suudate kohe alguses kõita õpilaste tähelepanu ja äratada neis huvi, olete oma esinemist juba väga hästi alustanud. Julge pealehakkamine on ju pool võitu!**

Ainetunni alguses tooge välja selle eesmärk ja struktuur ehk kogupilt ning seejärel esitage materjal samm-sammult, loogiliselt järjestatult ja vastavalt õpilaste endi kogemustele ning eelteadmistele. **Ärge koormake oma kuulajaid üle liigse infoga! Kasutage aktiivõpet.**

Aktiveerige õpilaste eelteadmised ja integreerige teistes õppeinetes õpitu.

Õpetage nii, et õpilased saaksid sügavuti aru ja et õpitu jääks meelde.

Limiteerige ja kontsentreerige õpetatav materjal, struktureerige materjal ja õpetage vaid kõige olulisemat.

Määra oma õpilaste lähtetase. Võite lasta õpilastel üksteist vastastikku õpetada või läbida õpilastel vajadusel lisamooduleid või tasandusõpet.

Aidake õpilastel õppida ennast ise analüüsima ja hindama. Kasutage vastastikhindamist ja enesehindamist ning eneseanalüüsi.

Kasutage demokraatlikku õpetamise stiili. Tõstke õpilased oma intellektuaalsele tasemele, pidage õpilasi endaga võrdseks ja austage neid kui kolleege. Kui olete vahel oma õpilastes pettunud, ärge näidake seda välja,

Tehke eesmärgistatud pause – **Ärge tormake kohe ülepeakea la loengu lugemisse! Alustage lühikese pausiga, libistage pilk rahulikult üle publiku, laske tekkida põneval ootusel. Tehke alati lühike paus, kui olete lõpetanud olulise mõttekäigu.** Kasutage pausitehnikat ka siis, kui Teie õpilased on muutunud rahutuks või nende tähelepanu on hajunud. Õpetaja peaks ka uue materjali esitamisel tegema pause, et õpilased jõuaksid vastesitatud materjali läbi töötada ja märkmeid teha.

Kohe esimeses tunnis pange paika reeglid ja tutvustage õpilasi oma nõudmistega – teavitage õpilasi, et Te ei luba oma tunnis rääkida mobiiltelefoniga, kasutada kõrvaklappe, lugeda ajalehte, mängida kaarte, hilineda tundi või muul moel segada õppetööd ning põhjendage oma nõudmisi. Nii näiteks kõrvaklappidega õpilasel ei õnnestu isegi puhtjuhuslikult tunnis midagi õppida, sest ta lihtsalt ei kuule, mis toimub. Hilineja aga segab neid, kes õppida soovivad ning esitab tihti küsimusi juba tunni alguses läbitud

materjali kohta. Allumatud kutsuge korrale ja paluge hiljem eravestlusele ilmuda. *Õpilased peavad teadma oma tegevuse lubatud piire, olge selles järjekindel.*

Esimeses tunnis teavitage õpilasi, et nõuate tundidest osavõttu ja ei lepi põhjuseta puudumistega. STEM valdkonnas on tundidest osavõtt eriti oluline, et mitte õppetöös maha jääda. Õpilased peavad teadma, et loenguid, laboritöid ega seminare ekstra nende jaoks ei korrata. *Õpilased peavad mõistma, et STEM valdkonnas on tundidest osavõtt ja õppeedukus omavahel tihedas seoses, vastasel juhul võib mahajäämus muutuda järelejõudmatuseks ja „rong kaaslastega kaob silmapiiri taha“.*

Suhelge oma õpilastega! Enne tunni algust jalutage ruumis ringi ja vestelge õpilastega igapäevateemadel. See loob juba enne tunni algust positiivse atmosfääri ja „soojendab“ üles Teie kõnevoolu. Teie õpilased või kuulajad aga suhtuvad Teisse kui sõbralikku õpetajasse, kes hoolib ka oma õpilaste igapäevamuredest.

Motiveerige oma õpilasi! Kui õpilastel puudub huvi õpitava vastu, siis ei tule õppetööst midagi välja, enim motiveerib edu. Õpetamise tulemuslikkust ei peaks taandama ainult millegi omandamisele (mäletamise või oskamise tähenduses), vaid oluliseks on ka iseseisva õpihuvi kujunemine või õppima õppimine. Nagu ütles Plutarchos: „Õpetamine ei ole anuma täitmine, vaid tungla läitmine!“ Püüdke taastada heitunud ja passiivsete õpilaste usaldust. Meie õpetajatena saame õpilasi enim motiveerida rahuliku, toetava ja loova õpikeskkonna loomise ning huvitava õpetamisega, kasutades mitmekesiseid meetodeid.

Vähendage anonüümsust. Õppige selgeks oma õpilaste nimed ja aidake neil õppida selgeks üksteise nimed.

Püüdke kaasata ja aktiveerida kõiki õpilasi. Kaasake ka neid, kes on tavaliselt vaiksed ja tagasihoidlikud, kasutage sobivaid meetodeid. Samas, kui oleme suutnud kaasata ka 75% auditooriumist, oleme juba oma eesmärgi saavutanud.

Koostage õpilastele huvitavaid ülesandeid ja elulisi probleeme. Tehke kindlaks, millised teemad õpilasi huvitavad.

Jaotage suured õpperühmad väiksemateks õppegruppideks ja meeskondadeks.

Sobivate, mitmekesiste õppemeetodite valikul lähtuge suhtlemise mõjusüsteemist ja seda mõjutavatest faktoritest, st inseneripedagoogika psühhodidaktilisest põhimudelist:

- hinnake sihtrühma;
- püstitage õppe-eesmärgid;
- valige vastav õpetatav materjal;
- valige õpetamise eesmärgile vastavalt mõjusad tehnilised vahendid;
- eelnevale tuginedes valige sobivad õppemeetodid.

Kui sihtrühmal on vähesed eelteadmised ja õpetaja peab hulgaliselt uusi ainealaseid teadmisi edastama, on sobivam teemale orienteeritud materjali või ainestruktuuri ülesehitus.

Sihtrühma jaoks, kellel on laialdasemad eelteadmised, sobib pigem aspektile orienteeritud ainestruktuuri kasutamine, kuna sel juhul toimub õpetamine mitte ainult kirjeldamise, vaid ka võrdlemise teel, mis omakorda soodustab materjali sügavuti omandamist.

Õppematerjalis peaks olema tasakaalus konkreetne informatsioon (faktid, andmed, vaadeldavad nähtused, näited jne) **ja abstraktne üldistus** (põhimõtted, algtõed, teooriad, matemaatilised mudelid jne).

Induktiivset õpetamist kasutades vähendate õpilastes hirmu ja aukartust tehniliste õppeainete vastu ja suurendate nende reaalsustaju probleemilahenduses. Tulemuslikuks on STEM valdkonnas osutunud kõigepealt induktiivse ja seejärel deduktiivse õpetamise kasutamine uue materjali esitlemisel. Põhiprintsiipide esitamiseks kasutage induktiivset õpetamist.

Esitades uut materjali nii visuaalselt kui ka auditivselt, kindlustate enamike õpilaste materjalist arusaamise. Arvestage õpetamisel õpilaste erinevate õpistiilide ja individuaalsete erisustega.

Kasutage aktiivõpet ja probleemipõhist õpet. Toetage õpilaste loovust, enesekindlust ja julgust eksida. Õpetage neid oma eksimustest õppima.

Võimaluse korral rakendage alati õpitut praktikas, laboratoorsete tööde osatähtsus STEM valdkonnas on ülioluline. Kasutage võimalusel ka poolstruktureeritud ja struktureerimata laboratoorseid töid.

Küsi õpilastelt tagasisidet, see aitab Teil oma õppemeetodeid analüüsida, seda vajadusel muuta ja seeläbi ka õpilaste õppimist toetada. **Andke õpilastele tagasisidet nende õppimise kohta.**

Viige läbi õiglaseid eksameid ja kontrolltöid. Teatage eelnevalt, mille kohta töö tuleb. Töö- ja eksamiküsimuste koostamisel arvestage õppe-eesmärkide ja õpiväljunditega.

Kasutage võimalusel õppe-eesmärgile orienteeritud õpitulemuste hindamist, hinne annab õpilasele tagasisidet tema saavutuste kohta õppetöös.

Tutvustage õpilastele erinevaid õpistiile. Kui õpilased mõistavad, kuidas nad õpivad ja kuidas saaksid õppida veelgi efektiivsemalt, on see neile suureks abiks just oma õpistiili kohandamisel edu saavutamise eesmärgil. Arvestage ka globaalse õpistiiliga õppuritega.

Hoidke õpilastega silmsidet – ärge vaadake oma konspekti, sõrmeküüsi, aknast välja ega ka õpilastest „läbi“! Teie õpperühm ei koosne hallist massist, vaid üksikutest eredatest isikutest – arvestage igaühega eraldi – vaadake neile silma!

Kasutage vajadusel märksõnalehti (tugisõnu, fraase, definitsioone jne), mis võimaldavad praktiliselt vaba suhtlust, andes samaaegselt Teile enesekindlust. Märksõnalehtede kasutamisel ei katke õpetatava materjali „punane joon“. *Konspektist maha lugemine mõjub aga uinutavalt.*

Õppetöö käigus jälgige järgmisi indikaatoreid, mis peaksid juhtima Teie edasist tegevust :

- **Õpilaste esitatud küsimuste tüübid** (asjalikud küsimused viitavad sellele, et vähemalt mõni õpilane on Teid huviga jälginud; kontekstivälised küsimused viitavad aga sellele, et Te ei ole leidnud oma õpilastega vajalikku kontakti);
- **visuaalne tagasiside** (jälgige oma õpilasi – kui suurem osa neist näib väsinud ja närtsinud, mõned tukuvad, vaatavad tülpinult aknast välja või on Facebookis – siis on õige aeg õpilaste aktiivseks tegevuseks. Kasutage aktiivõpet, tehke pause, lisage nalju ja huvitavaid lugusid isiklikest kogemustest. Kui mõni õpilane tukub Teist olenemata põhjustel, peate ikkagi kõigi teiste tähelepanu köitma – see on Teie loeng ja Teie vastutus, Teie olete kapten laevas!

Arvestage, et õpilased on alati vähem tähelepanelikud kui Teie seda sooviksite. Seetõttu kasutage aktiivõpet, lisage näpuotsaga üllatusi ja huumorit ning suunake vahetevahel õpilaste tähelepanu õppetööst kõrvale. *Kaasaegne õpetaja peab olema kütkestav ja põnevalt kaasahaarav.*

Iga õpetaja teeb vigu. Kui see juhtub, olge siiras, avatud ja tunnistage oma viga, ärge hakake seda varjama ega vassima. *Teie õpilased hindavad kõrgelt ausust vigade tunnistamisel.* Parim viis vea parandamiseks on kasutada järgmisi samme:

- *seletage õpilastele täpselt, kus ja millest viga tekkis;*
- *parandage tekkinud viga – lahendage ülesanne uuesti, vms. Me kõik eksime – eksimine on inimlik! Teavitage õpilasi, et kus iganes Teie ka eksite, parandate oma vead alati ja ootate samasugust suhtumist ka oma õpilastelt. Kui hobune komistab neljal jalal, siis pole ime, et meiegi komistame. Oma vigadest tuleb osata ka õppida.*

Arvestage siiski, et liiga tihe eksimine vähendab õpilaste usaldust Teie vastu!

Pidage meeles, et õppetöö edukus sõltub ainult Teist – Teie olete selle „etenduse“ juht, seetõttu peate olema pigem juht- kui kaitsepositsioonil (kui keegi segab tundi, on Teie kohus teda koheselt korrale kutsuda!). Aktiivsed pausid, naljad ja vahepalad loovad positiivse atmosfääri. Väheste kogemuste korral mõelge kindlasti tunni käik laias laastus eelnevalt läbi. Õpetage õpilased õppima.

Toetage oma esitlust žestide ja miimikaga – žestid ja miimika peaksid Teie esitlust saatma ja olulist mõtestatult rõhutama. *Sobivad žestid ja miimika annavad Teie tunnile värvi juurde. Ärge ainult üle pingutage!* Kui žestid ja miimika ei ole kooskõlas Teie tegevuse ja kõnega, saavutate ebasoovitava mõju.

Rääkige dünaamiliselt – ärge rääkige liiga ühtlaselt ja monotoonset! Muutke oma hääle tugevust. Rõhutage olulist materjali vajadusel tugevama häälega.

Õpetajatöö olulisim osa on mõtlemise käivitamine tunnis! Kasutage eelnevalt läbimõeldult küsimuste ja vastuste tehnikat, et panna oma õpilasi mõtlema ja õpitut analüüsima. Toetage kriitilist mõtlemist.

Väljendage ennast alati lihtsaltmõistetavalt – Teie tund, ettekanne ja kirjalikud materjalid peaksid olema koostatud lihtsaltmõistetavalt. *Ka väga komplitseeritud mõisteid on alati võimalik seletada lihtsalt ja kõigile arusaadavalt:*

- *kasutage lihtsaid, igapäevaseid ja tihtikasutatavaid sõnu.* Kui kasutate uusi erialatermineid, seletage neid kohe;
- *kasutage lühikesi ja ülevaatlikke lauseid* – kõnekasutus peab olema eesmärgile suunatud ja piirduma vaid olulisimaga;
- *sõnastage oma laused konkreetset* – näitlik on alati arusaadavam kui abstraktne; Järgmises näites on esitatud nn *abstraktsuse astmestik*, kus iga järgnev aste on eelmisest konkreetsem:
 - Inimene läheb aeda.
 - Poiss läheb aeda.
 - Poiss läheb kiirel sammul aeda.
 - Viieaastane poiss läheb kiirel sammul aeda.
 - Viieaastane poiss läheb kiirel sammul kõrvalasuvasse aeda.
- *struktureerige õpetatav materjal* – tekstidel peaks olema nii hea sisemine kord (õige järjestatus) kui ka selge väline liigendatus (oluline peab olema hästi eraldatav);
- *ärge unustage stimuleerivaid ja motiveerivaid „lisandeid“.*

Mitte ainult tunni algus, vaid ka lõpp peaks moodustama kõrghetke. Tunni lõpus tehke alati kokkuvõtte läbitud materjalist, seda võivad teha ka õpilased ise. Struktureeritud kokkuvõtte aitab nii materjali mõista kui ka seda kergemini omandada. Jätke alati tunni lõpuks varueaga küsimustele vastamiseks.

Ka tunni lõpetamisel kehtib nn „5 minuti reegel“ – see, mida räägite viimase 5 minuti jooksul, jääb õpilastele kõige paremini meelde. *Pidage meeles tõsiasi, et õpetajatöö sarnaneb mõnes mõttes ka maalri omaga – kordamine – ehk siis alles teine või vajadusel isegi kolmas värvikiht muudab Teie töö tulemuse efektseks ja vastupidavaks!*

Olge optimistlik ja positiivne! Püüdke luua sõbralikku atmosfääri. Ärge jätke oma õpilastele mälestust õpetajast kui kibestunud pedagoogist! Ärge olge liiga autoritaarne, aga ärge laske ka õpilastel ohje haarata! Ärge mitte ainult hoidke ohje peos, vaid kasutage neid ka kindlalt ja eesmärgistatult õppetegevuse juhtimisel ja õpilaste juhendamisel.

Ärge laske kahuriga varblast! Häirimise puhul ärge kasutage liiga rangeid vahendeid – sageli aitab, kui vaatate segajale otsa või teete humoorika märkuse. Kui Te liiga karmilt reageerite, võivad õpilased isoleerida hoopis Teid, mitte segajat. Õpetaja peab olema hea näitleja, psühholoog, autoriteet ja loomulikult ka mõistev inimene. Mida mitmekülgsem ja karismaatilisem on õpetaja, seda suurem tõenäosus on tal toime tulla keerukate probleemide ja situatsioonidega.

Kes soovib õpetada, peab varuma ka kannatust. Olge enesekriitiline, aga mitte liiga kergesti solvuv. See, kes julgeb avalikult esineda, peaks suutma nii kriitikat taluda kui ka õigustatud kriitikast õppida! *Tsiteerides Karl Ader'i: „Ärge laske sellel mõõgal, mida Te enda vastu kasutate, iialgi nüriks muutuda!”*

Ärge pidage end kõikvõimsaks! Elu, sealhulgas kool ja õpilased, on erakordselt rikas ja mitmekesine. Arvestage sellega, et õpetaja, nagu rätsepki, teeb tööd tellija materjalist, kuid lähtudes positiivsest psühholoogiast on õpetaja võimuses arendada just õpilase tugevusi. Tähtis on see, et olete suutnud teha oma tööd professionaalselt – teha kõik, mis Teist sõltub, andes endast parima. *Tsiteerides Eesti hariduse üht markantsemat suurmeest Valdur Lulla't: „Kui nii õpetaja kui ka õpilane on mõlemad vähemalt normintellektiga, peaks nende ühistöös „kolm” ikka kokku tulema!”*

Olgu Teil empaatiat ja huumorimeelt. Need on õpetajatöös väga vajalikud, sel juhul peegeldub heatahtlikkus ja rõõmus meel tagasi ka Teie õpilaste silmist.

Traditsioonilise loengu asemel kasutage interaktiivset loengut, aktiivõpet ja erinevaid õppemeetodeid, varieerides erinevaid õppesisule sobivaid inseneripedagoogika strateegiaid, mudeleid ja meetodeid, andke õpilastele lisakirjandust, ja kodutöid, viige läbi ülesannete lahendamiseks harjutustunde, kasutage küsimuste-vastuste tehnikat, viige läbi laboritöid ning võimalusel valige lisaks üks Teie aines sobivaim kaudne, kogemuslik õppemeetod, näiteks probleemõppe läbiviimiseks.

Kui Teie õppeaine õpetamiseks sobib e-õpe, kombineeritud õpe või muud uuemad õppemeetodid, kasutage võimalusel ka neid.

Olge paindlik ja kujundage eelnevalt kavandatud ainetund vastavalt hetkesituatsioonile, tehes jooksvalt muudatusi vastavalt vajadusele, et toetada süvaarusaamisega õppimist. Õpetamine on looming ja didaktika tundmine aitab õpetajal jooksvalt teha informeeritud otsuseid.

Õppida on võimalik ka õpetamiseta ja vahel isegi vaatamata õpetamisele – kuid mõjusat õpetamist ilma sellega kaasneva eduka õppimiseta ei eksisteeri. Õpetamine, millega ei kaasne õppimist on lihtsalt tühipaljas aja raiskamine.

Edu ja särasilmseid õpilasi! Ärge unustage naeratamast!

“Hea õpetaja muudab ennast järk-järgult ebavajalikumaks.” Thomas Carruthers

VIITELOETELU

- 1 **Aabits 2014.** Õpetaja abilise esimesel õpetamise aastal. Noored Kooli.
http://www.nooredkooli.ee/koduleht/wp-content/uploads/2015/02/Aabits_2014.pdf (18.04.2016)
- 2 **Aarabi** Parham (2007). *The Art of Lecturing*, Cambridge University Press.
- 3 **ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc** <http://www.abet.org/>
- 4 **Albus** James S. (2010). A Model of Computation and Representation in the Brain, *Information Sciences* 180, 1519–1554, <http://www.james-albus.org/docs/ModelofComputation.pdf> (12.01.2014)
- 5 **Allen** S.M. (2011), MIT 2030: The Education Part, MIT Faculty Newsletter, 24 (2), November 2011.
- 6 **Alumran** J. I. A. (2008). Learning Styles in Relation to Gender, Field of Study and Academic Achievement. *Individual Differences Research*, 6 (4), pp. 303-3016.
- 7 **Angelo** Thomas A., Cross K. Patricia (1993). *Classroom Assessment Techniques, a Handbook for College Teachers*, John Wiley & Sons.
- 8 **Anderson**, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*: Complete edition, New York : Longman.
- 9 **Andrawis**, Madeleine (2009). Scholarship of Teaching and Learning. College of Engineering. ASEE Fall 2009.
- 10 **Anthony**, Glenda (1996). "Active Learning in a Constructivist Framework". *Educational Studies in Mathematics* Vol. 31, No. 4 (Dec., 1996), pp. 349-369
http://www.jstor.org/stable/3482969?seq=1#page_scan_tab_contents (15.01.2015)
- 11 **Ashmawy**, Alaa K. (2016) K-tab – Moving Beyond the E-Book and Interactive Textbook Paradigm. Proceedings of ICL/IGIP Conference. Springer
- 12 **Atkinson** J.W.(ed) (1974). *A Theory of Achievement Motivation*. New York: Krieger
- 13 **Autio** Tero (2016). Inimesest võib saada kontrollile allutatud õpimasin. Õpetajate Leht, 13.05.2016
<http://opleht.ee/33678-tero-autio-inimesest-voib-saada-kontrollile-allutatud-opimasin/> (16.06.2016)
- 14 **Barnett** Ronald (2013) Imagining the University
<https://www.timeshighereducation.com/books/imagining-the-university-by-ronald-barnett/2001135.article> (10.01.2016)
- 15 **Bellanca J.** (2009). *200+ Active Learning Strategies and Projects for Engaging Students' Multiple Intelligences*, Corwin Press, Sage Ltd
- 16 **Bell M.**, Cooper P. (2013). Peer observation of teaching in university departments: a framework for implementation, *International Journal for Academic Development*, 18:1, 60-73
- 17 **Bell P.**, Penuel B., Neill T., Shaw S., Van Horne K. (2016). Support Equitable 3D Instruction. Advancing Coherent and Equitable Systems of Science Education.
- 18 **Berger** Peter L., Luckmann Thomas (1966). *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*, Garden City, NY: Anchor Books
- 19 **Biggs J.**, Tang C (2008). *Õppimist väärtustav õpetamine ülikoolis*, TÜ kirjastus.

- 20 **Binkley**, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. and Rumble, M. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills*. In Griffin, P., McGaw, B. and Care, E. (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Dordrecht: Springer.
- 21 **Bloom** Benjamin S. et al. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Objectives. Handbook I: Cognitive Domain*, David McKay, New York.
- 22 **Bloom** B., Hastings J., Madaus G. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. McGraw-Hill.
- 23 **Borich** Gary D. (2007). *Effective Teaching Methods*, 6th ed., Pearson Merrill Prentice Hall.
- 24 **Boyer**, E.L. (1990). *Scholarship Reconsidered, Priorities of the Professoriate*, Carnegie.
- 25 **Bransford**, J., & Stein, B. (1984), *The IDEAL problem solver*, New York, Freeman.
- 26 **Brent**, R. & Felder, R.M.,(1992) [Writing assignments – Pathways to connections, clarity, creativity](#). *College Teaching*, 40(2), 43-47.
- 27 **Bruchmüller** Hans-Georg, Haug Albert (2001). *Labordidaktik für Hochschulen, Eine Einführung zum Praxisorientierten Projekt-Labor*, Leuchtturm-Verlag-LTV.
- 28 **Bullard L.**, Felder R.M., Raubenheimer D. (2008). [Effects of Active Learning on Student Performance and Retention](#). *Proceedings, Annual Conference of the American Society for Engineering Education*.
- 29 **Burden P. R.**, Byrd D. M., (2010). *Methods for Effective Teaching Meeting the Needs of All Students*, 5th edition, Pearson Education Inc.
- 30 **Burnett** Garry (2002) *Learning to Learn: Making Learning Work for All Students*. Crown House Publishing
- 31 **Buxton**, Laurie (1981). *Do You Panic about Maths?: Coping with Maths Anxiety*. Heinemann Educational Books.
- 32 **Byram** Reggie, Dube Hope (2008). *Planning for Success – Effective Teaching and Learning Methods*, Continuum International Publishing Group.
- 33 **Byrne J.**, Brown H., Challen D. (2010). Peer development as an alternative to peer observation: a tool to enhance professional development. *International Journal for Academic Development*, 15:3, 215-228.
- 34 **Cain** Susan (2013). *Quiet: The Power of Introverts in a World that Can't Stop Talking*. Random House.
- 35 **Charles** R., Lester F. (1982). *Teaching Problem Solving*. California: Dale Seymour Publications.
- 36 **Chase** W.G., Simon H.A (1973). Perception in Chess. *Cognitive Psychology* 4, pp 55-81; The mind's eye in chess. W.G. Chase (ed) *Visual Information Processing*. Academic Press.
- 37 **Coomes** M. D, DeBard R. (2011). *Serving the Millennial Generation: New Directions for Students Services*. John Wiley & Sons.

- 38 **Covey** S.R. (1989). [The 7 Habits of Highly Effective People](#). Free Press.
- 39 **Crawley** E., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D. (2007). *Rethinking Engineering Education. The CDIO Approach*. Springer.
- 40 **Dave** R. H. (1975). *Developing and Writing Behavioral Objectives*. (R. J. Armstrong, ed.). Tucson, Arizona: Educational Innovators Press.
- 41 **Davies** Clara (2008). Learning and Teaching in Laboratories. An Engineering Subject Teaching Guide. Higher education Academy. Engineering Subject Centre (Leeds & Liverpool).
- 42 **Davis**, Fred D., Bagozzi, Richard P-, Warshaw (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. – *Management Science*, No. 8, 982–1003.
- 43 **Dale** E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching*, 1969, NY: Dryden Press
- 44 **Darling- Hammond** Linda (2011). Quality of Teaching- What it is and How can it be Measured? <https://edpolicy.stanford.edu/sites/default/files/events/materials/ldhscopeteacher-effectiveness.pdf>
- 45 **Deci**, E. L. (2008). Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development and Health. *Canadian Psychology*, 49, 182-185.
- 46 **De Graaf** Erik, Kolmos A. (2003). Characteristics of Problem-Based Learning, *Intl. J. Engr. Education*, vol. 19, No 5, 657–662.
- 47 **Dienes**, Z. P. (1971). *Building up Mathematics*, 4th ed
- 48 **Domin** D.S.(1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76, 543-547.
- 49 **Donnelly R.** (2007). Perceived Impact of Peer Observation of Teaching in Higher Education. *International Journal of Learning and Teaching in Higher Education*, 19(2), 117-129.
- 50 **Dreyfus**, S.E., and Dreyfus, H.L., (1980), *A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition*
- 51 **Edström** K., Kutteneuler J. (2012). Workshop on CDIO and Design of Engineering Curricula. KTH Workshop materials.
- 52 **Eggen P. D.**, Kauchak D. P. (2006). *Strategies and Models for Teachers Teaching Content and Thinking Skills*, 5th edition, Pearson Education Inc.
- 53 **Eisen** Ferdinand (koostaja) (1996), *Johannes Käis. Kooli-raamat. Eesti mõttelugu 10*. Tartu, Ilmamaa.
- 54 **Elliott** Daniel C. (2005). *Teaching on Target – Models, Strategies and Methods that Work*, Corwin Press, A SAGE Publication Company.
- 55 **Entwistle** N. J. (1989). *Styles of Learning and Teaching: An Integrated Outline of Educational Psychology for Students, Teachers and Lecturers*. Routledge.
- 56 **Facione**, P. A. (1990). Critical thinking; A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction, research findings and recommendations, Fullerton ERIC Reports, ED315.423.

- 57 **Farrell** Stephanie (2015) Educational Innovations That Promote Student Engagement In Engineering. Proceedings of IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON2015, March 18-20, 2015.
- 58 **Felder** Richard M. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education, *Engineering Education*, 78 (7), 674–681.
- 59 **Felder** Richard M. (1996). Matters of Style, *ASEE Prism*, 6 (4), 18–23.
- 60 **Felder** Richard M. (1999). Memo to Students who have been Disappointed with their Test Grades, *Chemical Engineering Education*, 33 (2), 136–137 (1999).
- 61 **Felder** Richard M. (2000). The Future of Engineering Education. II Teaching Methods that Work, *Chemical Engineering Education*, 34 (1), 26–39.
- 62 **Felder** Richard M. (2002). Designing Tests to Maximize Learning, *Prof Issues in Engr. Education & Practice*, 128 (1), 1–3.
- 63 **Felder** R.M. & Brent R. (2003). "[Learning by Doing](#)." *Chem. Engr. Education*, 37(4), 282–283. . *The philosophy and strategies of active learning*.
- 64 **Felder** Richard M. (2005). Death by PowerPoint. *Chemical Engineering Education*, 39 (1), 28–29.
- 65 **Felder** Richard M., Brent Rebecca (2011). Effective Teaching: A Workshop at Tallinn University of Technology (printed materials), October 17-18, 2011.
- 66 **Felder** Richard M, **Brent** Rebecca (2005). Understanding Student Differences, *Journal of Engineering Education*, 94(1), pp.674-681.
- 67 **Felder** Richard M. (2005/2). Understanding Student Differences, *Journal of Engineering Education*, 94 (1), 57–72.
- 68 **Felder** Richard M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons and Research Bases, *J. Eng. Education*, 95 (2), 123–138.
- 69 **Felder** Richard M., Brent Rebecca (2016). Teaching and Learning STEM – A Practical Guide. Jossey-Bass, A Wiley Brand.
- 70 **Fink L.D** (2003). *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses*. San Francisco: Jossey-Bass.
- 71 **Fink**, D. (2003/1). [A Self-Directed Guide to Designing Course for Significant Learning](#). Dee Fink and Associates koduleht (26.03.2014)
- 72 **Fink L.D** (2010). [The Joy and Responsibility of Teaching Well](#) (11.12.2014).
- 73 **Fink L.D** (2012). *Getting Better as a Teacher*. Brigham Young University, Idaho
- 74 **Fink L.D.** (2012/1). *Designing Courses for Significant Learning*. BYU, Idaho
- 75 **Fink L.D.** (2007). *Team-Based Learning: What makes it distinctive? So important?* Team-Based Learning Conference. Vancouver, British Columbia, May 31 – June 1, 2007

- 76 **Fisher** Robert (2004). *Teaching Children to Learn*. Nelson Thornes Ltd, UK, 179 p.
- 77 **Fisher** Robert (2005). *Teaching Children to Think*. Nelson Thornes Ltd, UK, 255 p.
- 78 **Flückiger** Federico (2003). Engineering Education, Life-Long Learning and New Technologies. Information-Communication-Knowledge. Proceedings of 32. IGIP SYmposium in Karlsruhe.
- 79 **François** A., Lanthony A. (2015). European Platform for Innovation and Collaboration between Engineer Students. Erasmus + (WEEF 2015), Florence, Italy.
- 80 **Fuller** U., Johnson C. G., Ahoniemi T., Cukierman D., et.al (2007). Developing a Computer Science-specific Learning Taxonomy. <https://kar.kent.ac.uk/23997/1/TaxonomyFuller.pdf> (12.09.2015).
- 81 **Gagne** Robert (1973). *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*. Herman Schroedel Verlag, Hannover, Darmstadt, Dortmund, Berlin.
- 82 **Gagne** R (1985). *The Conditions of Learning* (4th ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- 83 **Gardner** H.E. (2006). *Multiple Intelligences: New Horizons in Theory and Practice*. Basic Books
- 84 **Girtz** Suzann (2013). *Education Millennials born between 1980 and 1994: the Chief Problems in Teaching this Age Group*. The Edwin Mellen press, Ltd.
- 85 **Glassick**, C.E., Huber, M.T., Maeroff, G.I. (1997). Scholarship Assessed: A Special Report on Faculty Evaluation. Presentation to Fifth AAHE Conference on Faculty Roles and Rewards, San Diego, California.
- 86 **Goodhew** P.J (2010). Teaching Engineering. The Higher Education Academy, UK Centre for Materials Education http://core.materials.ac.uk/repository/teaching-engineering/teaching_engineering_goodhew.pdf (12.06.2016).
- 87 **Goleman** D (2000). *Emotsionaalne intelligentsus*, Kirjastus Väike Vanker, 398 lk.
- 88 **Gosling** David (2002). Models of Peer Observation of Teaching. LTSN Generic Centre.
- 89 **Grayson** L (1993). The Making of an Engineer. An Illustrated History of Engineering Education in the United States and Canada. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- 90 **Grayson** L.P. (1977). *The Design of Engineering Curricula*, UNESCO Studies in Engineering Education, United Nations, Paris.
- 91 **Grayson** L. (1978). On a Methodology for Curriculum Design, *Engineering Education*, 69, (3), 285-295.
- 92 **Gupta** Madhu S.(1987). *Teaching Engineering*. IEEE Press, New York.
- 93 **Hake**, R. (1998), Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *Am. J. Phys.* 66: 64-74
- 94 **Hammesley-Fletcher** L., Orsmond P. (2004). Evaluating our peers: is peer observation a meaningful process? *Studies in Higher Education*, 29:4, 489-503
- 95 **Hansen**, Ele (2011). [Õpioskuste kujundamine](#) (26.06.2014).

- 96 **Harris M.** , Cullen R. (2010). *Leading the Learner Centered Campus*, Jossey Bass
- 97 **Harrow A.** (1972) *A Taxonomy of Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives*. New York: David McKay.
- 98 **Hecht E.** (2002). *Physics: Algebra/Trig, 3rd + Core Concepts in College Physics*, Version 2.0 CD-ROM with Workbook. Cengage Learning.
- 99 **Heinze C.D.** (1995). „*Ingenieurpädagogische Schulen in Europa*” In: Melezinek, A. (ed.) „Interdisziplinarität und Internationalität der Universität Klagenfurt – Die Klagenfurter Ingenieurpädagogische Schule”, Leuchtturm Verlag (LTV), Alsbach/Bergstraße.
- 100 **Heitmann Guenter** (December 2005). Challenges of Engineering Education and Curriculum Development in the Context of the Bologna Process, [*European Journal of Engineering Education*](#), Volume [30](#), Issue [4](#), 447 – 458.
- 101 **Hénard F.**, Roseveare D (2012). Fostering Quality Teaching in Higher Education: Policies and Practices. Institutional Management in Higher Education. Guide for Higher Education Institutions. <http://www.oecd.org/edu/imhe/QT%20policies%20and%20practices.pdf>
- 102 **Heywood John** (2005). *Engineering Education: Research and Development in Curriculum and Instruction*, John Wiley and Sons Ltd.
- 103 **Hmelo-Silver, C.E** (2004) Problem-based Learning What and How Do Students Learn? *Education Psychology Review*, Vol 16 , No 3, p 235-266, September 2004.
- 104 **Hobson A.J.**, Ashby P., Malderez A., Tomlinson P.D. (2008) Mentoring beginning teachers: What we know and what we don't. *Teaching and Teacher Education* 1-10.
- 105 **Honey, P.** & Mumford, A.. (1982). *Manual of Learning Styles* . London: P Honey
- 106 **Howe N**, Strauss W (1992). *Generations: The History of America's Future 1582 to 2069*, HarperCollins.
- 107 **Hutchings P.**, Shulman L. S. (1999). The Scholarship of Teaching New Elaborations and Developments. *Change*. Sept/Oct:11–5.
- 108 **Hutchings, P.**, Huber, M., & Ciccone, A. (2011). *The Scholarship of Teaching and Learning Reconsidered*. San Francisco: Jossey-Bass.
- 109 **Ilves, Liis** (2012). Katse kontrollida võrdlevalt individuaal- ja grupidöö tõhusust eksperimendi abil ii kooliastmes. Magistritöö, Tartu Ülikool.
- 110 **Jackson S.L.**, Krajcik J., Soloway E.(1999). *The Design of Guided Learner-Adaptable Scaffolding in Interactive Learning Environments*, University of Michigan.
- 111 **Jacob, E.** (1999). Cooperative Learning in Context : An Educational Innovation in Everyday Classrooms.State University: New York Press
- 112 **Jacobs, H.H.** (1989). Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- 113 **Johnson, D.W.**, Johnson, R.T., Smith, K.A., (1998). Active Learning: Cooperation in the college classroom (2nd ed.). Edina, MN, Interaction Book Co.

- 114 **Jonassen**, D. H. (2004), Learning to solve story problems, San Francisco, John Wiley & Sons.
- 115 **Jonassen**, D. H. (2003), Designing research-based instruction for story problems, Educational Psychology Review, 15, 267–296.
- 116 **Jonassen**, D. H. (2000), Toward a design theory of problem solving, Educational Technology Research and Development, 48, 63–85.
- 117 **Jonassen**, D. H. (1997), Instructional design model for well-structured and ill-structured problem solving learning outcomes, Education Technology Research and Development, 45 (1), 65–95.
- 118 **Kadajas** H.M (2005) Õppima õppimine ja õppima õpetamine: komponeneid ja võimalused. Metoodiline õppematerjal. TÜ kirjastus
- 119 **Kalman** Calvin S. (2008). *Successful Science and Engineering Teaching: Theoretical and Learning Perspectives*, Springer.
- 120 **Karm** Mari (2013). *Õppemeetodid kõrgkoolis*, SA Archimedes, programm Primus, Tartu.
- 121 **Keltikangas-Järvinen** Liisa, Mullola Sari (2016). *Maailma parim kool?* Koolibri.
- 122 **Kenny**, R.W., (1998). The Boyer Commission on Educating Undergraduates REINVENTING UNDERGRADUATE EDUCATION: A Blueprint for America's Research Universities: <http://www.sunysb.edu/boyerreport> (12.06.2016)
- 123 **Kenyon** T., Griffiths H., Mitchell J., Elton L., Flanagan M., Sacks L. (2002) "Supply and Demand in Engineering" in *Electronic and Electrical Engineering*, UCL, 23 May 2002.
- 124 **Kepner** C.H, Tregoe B.B. (2013) *The New Rational Manager for the New World*. A Systematic Approach for Problem Solving and Decision Making.
- 125 **King**, A.,(1993) From sage on the stage to guide on the side. College Teaching, 41 (1), 30-35
- 126 **Kipper** H., Rüütmann T. (2010). Strategies and Techniques of Questioning Effectuating Thinking and Deep Understanding in Teaching Engineering at Estonian Centre for Engineering Pedagogy. *Problems of Education in the 21st Century*. 19. 36-45.
- 127 **Knowles** M.,S. (1990). *The Adult Learner. A Neglected Species*. Fourth Edition. Houston:Gulf Publishing Company
- 128 **Koit, Katrin** (2014). Loodusainete õpetajate arusaamad interdistsiplinaarsest õpetamisest. Magistritöö, TÜ http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/41622/Koit_MA_2014.pdf (21.03.2016)
- 129 **Kolb** David A. (1985). *Learning Style Inventory*, McBer & Co., Boston.
- 130 **Komensky**, J.A. (1896 tõlge inglise keelde). Great Didactics. (Didactica Magna) <http://urweb.roehampton.ac.uk/digital-collection/froebel-archive/great-didactic/index.html> ja <https://archive.org/stream/cu31924031053709#page/n15> (25.08.2018)
- 131 **Kovalenko** Elena (2003) Metodika professionalnogo obutšeniija, Harkov, Štrih.
- 132 **Kranzberg**, Melvin (1986). Technology and History: „Kranzberg's Laws“. – *Journalism and Technological Change*. No. 1, 544–560.

- 133 **Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1973).** [*Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain.*](#) (28.09.2014) New York: David McKay Co., Inc.
- 134 **Kreber, C. (Ed) (2001)** *Scholarship revisited: Perspectives on the scholarship of teaching, New Directions for Teaching and Learning*, San Francisco: Jossey-Bass.
- 135 **Krull, E. (2001).** *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. Tartu, TÜ Kirjastus.
- 136 **Крутский А.Н. Гибельгауз О.С** Психодидактика Москва 2015
- 137 **Kukk Vello (2012)** [*Hindamine on mõõtmise*](#) (25.05.2015).
- 138 **Kundratova, M., Turek, I. (2001).** Chapters from Engineering Pedagogy. Educational Objectives (in Slovak). STU Bratislava.
- 139 **Kuosa, T. (2007).** [*Paradigms of Education and Learning*](#). (30.10.2014)
- 140 **Käis Johannes. (1928).** „Teel töökoolile” 5, Võru õpetajate seminari aastaraamat 1928, lk 131–132
- 141 **Laakso, M., Öystilä, S. (2015)** [*The Principles of Problem-based Learning and the Phases of the PBL Cycle*](#) (31.03.2015)
- 142 **Labudde, P., Heitzmann, A., Heiniger, P. & Widmer, I. (2005).** Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften.
- 143 **Lang Hellmut R., Evans David N. (2006).** *Models, Strategies and Methods for Effective Teaching*, Pearson Education Inc.
- 144 **Lencioni Patrick (2002).** *The Five Dysfunctions of a Team: A Leadership Fable*. Jossey-Bass. A Wiley Imprint.
- 145 **Leppik Peep (2001).** *Tunni analüüsimine on huvitav*, Tallinn.
- 146 **Leppik Peep (2008).** *Õpetajatöö psühholoogilisi probleeme, õpetamine kui looming*, Tartu Ülikooli Kirjastus.
- 147 **Leppik Peep (2014).** *Õpetajana kooliilmas ja ilmakoolis*. Eesti ülikoolide kirjastus.
- 148 **Lepsinger Richard, Lucia Anntoinette D. (2004).** “360 kraadi tagasiside kasutamise kunst ja teadus”. Tänapäev.
- 149 **Lewin, K. (1951)** *Field theory in social science; selected theoretical papers*. D. Cartwright (ed.). New York: Harper & Row.
- 150 **Lindberg, Julian, (1994).** *Õppima õppimine*.
- 151 **Lockhead, J., Whimbey, A.,** Teaching analytical reasoning through thinking aloud pair problem solving, in J.E. Stice (Ed.), Developing critical thinking and problem solving abilities: *New directions for teaching and learning*, No. 30, San Francisco, Jossey-Bass, 1987.
- 152 **Luik Piret (2008).** [*Mappõpe ja E-portfolio*](#), (19.11.2008).

- 153 **Läänemets** Urve (2013). *Didactica minima*, Kirjastus Juura.
- 154 **Läänemets** Urve (2015). Hilda Taba elutööraamat. Kogumikust: *Hilda Taba sotsialiseerumisest ja õppekavadest. Materjale õpetajale*. Jaan Tõnissoni instituut
- 155 **Maa**, James (2013). [Your Learning Curve](#). (20.01.2015)
- 156 **Marrandi** Triin (2005). [Õpistrateegiad. Sügav ja pinnapealne õppimine](#). (09.01.2014).
- 157 **Marzano** R. J., Pickering, D. J. & Pollock, J. E. (2005). *Classroom Instruction that works: Research-based Strategies for Increasing Student Achievement*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice-Hall.
- 158 **Martin**, Donald (1991). [How to Be a Successful Student](#). (26.06.2014)
- 159 **Mastromatteo** Juan Daniel Machin (2015) „The Mutual Shaping of Social Media, Learning Experiences, and Literacies“ doktoritöö 2015 TLÜ
- 160 **McKeachie** Wilbert J., Svinicki Marilla (2006). *McKeachie's Teaching Tips – Strategies, Research and Theory for College and University Teachers*, Houghton Mifflin Company.
- 161 **McKenny**, S. & Reeves, T. C. (2012). *Conducting Educational Design Research*. London: Routledge.
- 162 **McKinney**, K. (2006). Attitudinal and structural factors contributing to challenges in the work of the scholarship of teaching and learning. *New Directions for Institutional Research*, 129 (Summer), 37-50.
- 163 **McMillan K**, Weyers J (2011). Õppimine kõrgkoolis. Tudengi käsiraamat. SA Archimedes, Primus
- 164 **Meijers** Anthonie, den Brok Perry (2013). Engineers for the Future 2030. Where innovation starts. TU Eindhoven.
- 165 **Melezinek** Adolf (1996). [On the Didactic Quality of Instruction](#). *The IGIP Qualifications Profile – the European Engineering Educator – ING-PAED IGIP*, AECEF Newsletter 3/1996. Available from website (14.12.2006).
- 166 **Melezinek** Adolf (1999). *Ingenieurpädagogik – Praxis der Vermittlung technischen Wissens*, Springer-Verlag, Wien New York, 4th edition.
- 167 **Meredith** K.S., Steele J.L. (2011). *Classrooms of Wonder and Wisdom, reading Writing and Critical Thinking for the 21st Century*. Sage Company. Corwin Press.
- 168 **Merlevede** P.E, **Bridoux** D. (2004). *Mastering Mentoring and Coaching with Emotional Intelligence*. Crown House Publishing.
- 169 **Michaelsen** L.K, **Bauman Knight** A., **Fink** L. Dee (2004) *Team-Based Learning. A Transformative Use of Small Groups in College Teaching*. Greenwood Publishing Group.
- 170 **Mikk** Jaan, Asser Hiie (2008). [Probleemõpe kõrgkoolis](#), Maastrichti kogemus, (07.10. 2008).
- 171 **Miller** Rick, Euchner Jim (2014) The Future of Engineering Education <http://www.olin.edu/sites/default/files/rtm-interview-jan-feb-2014.pdf> (17.07.2016)

- 172 **Mintšenkov** E.E (2016). Loodusteaduslike õppeainete õpetamise praktiline didaktika. Lan. Moskva-St.Peterburg.
- 173 **Mõtsmees**, P. (2015). Töö ja lõbu käsikäes või kuidagi teisiti? Tartu Ülikool. https://www.ut.ee/sites/default/files/www_ut/taiendusope/too_ja_lobu_pille_motsmees.pdf (07.12.2015)
- 174 **Märja** T., Lõhmus M., Jõgi L. (2003) Andragoogika. Raamat õppimiseks ja õpetamiseks. Ilo
- 175 **Nainiš** L.A., Ljusev V.N. (2015). Inseneripedagoogika. Õppemetoodiline materjal. Kõrgharidus. INFRA-M. Moskva.
- 176 **Navarro**, J. Karlins, M. (2010). Kehakeelest: kehakeele kiirlugemise kursus endise FBI agendi sulest. Tallinn: Varrak
- 177 **Newton** D.,P. (2000). *Teaching for Understanding. What it is and how to do it*. RoutledgeFalmer.
- 178 **Niemierko**, B. (1990). Pomiar sprawdzajacy w dydaktyce. Teoria i zastosowania (in Polish). Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- 179 **Nilson** Linda B. (2003). *Teaching at its Best, a Research-Based Resource for College Instructors*, 2nd edition, Anker publishing Company, Inc., Bolton MA.
- 180 **Nitko**, A. J. (2001), Educational assessment of students (3rd ed), Upper Saddle River, New Jersey, Merrill.
- 181 **Norman** Don (2015). [In Defence of Cheating](#) (26.05.2015)
- 182 **Ohlsson** S. (2011). *Deep Learning: How the Mind Overrides Experience*. Cambridge: University Press
- 183 **Oreta**, Andres Winston C. (2015). "Engineering Educators Must Evolve. Evolution of an Engineering Educator" *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Publisher: American Society of Civil Engineers (ASCE)
- 184 **Orlich** Donald C., Harder Robert J., Callahan Richard C., Trevisan Michael S., Brown Abbie H. (2007). *Teaching Strategies – a Guide to Effective Instruction*, Houghton Mifflin Company.
- 185 **Paik** S. (2003). Ten Strategies that Improve Learning. *Educational Horizons*, 81(2), 83–85.
- 186 **Palm** M. (2011) [Soojendustegevuse funktsioonid täiskasvanukoolituses](#).
- 187 **P21** (2007). Partnership for 21st Century Learning. *Framework for 21st Century Learning*. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> (21.02.2014)
- 188 **Pease**, A. Pease, B. (2004). The Definitive Book of Body Language. Austraalia: Pease Internationa.
- 189 **Pedaste** Margus, Sarapuu Tago, Mäeots Mario (2008). [Uurimuslik õpe IKT abil](#), (08.10.2008).
- 190 **Pedaste** Margus, Sarapuu Tago (2010). Probleemülesannete tüübid ja lahendusstrateegiad. http://www.oppekava.ee/index.php/Probleem%C3%BClesannete_t%C3%BC%C3%BCbid_ja_lahendusstrateegiad (18.01.2015)

- 191 **Pedastsaar** Tiia. (2006) . Õppima õppimine
http://opetaja.edu.ee/kyllin/materjalid/varia/oppima_oppimine.pdf (12.02.2014)
- 192 **Pentland**, Alex (2012). The New Science of Building Great Teams. MIT/Harvard Business Review
<https://hbr.org/2012/04/the-new-science-of-building-great-teams> (30.01.2015).
- 193 **Petrina** Stephen (2007). *Advanced Teaching Methods for the Technology Classroom*, Information Science Publishing.
- 194 **Pickett**, P. (2012). [Who Is Generation C? Characteristics of Generation C. How Can You Categorize These Digital Natives?](#) About.com, (20.11.2014)
- 195 **Pilli** Einike (2007). *Hindamine kui sidusa õppekava võti*, Tartu Ülikool.
- 196 **Pilli** Einike (2010). *Väljundipõhine hindamine kõrgkoolis*, Primus, SA Archimedes.
- 197 **Pilli** E (2014). [Probleemipõhine õpe kõrgkoolis](#), TÜ, SA Archimedes (11.09.2015)
- 198 **Pine** Leaf, Seo, Y. (2015). A New Approach to Learning Science under STEM: Peer Project Learning. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, Vol. 28, NO. 3, pp. 18-28.
- 199 **Plants** H.L., Dean R.K., Sears J.T., Venable W.S. (1980). *A Taxonomy of Problem-Solving Activities and its Implications for Teaching*, in: Lubkin J.L (Ed) „The Teaching of Elementary Problem Solving in Engineering and Related Fields”, ASEE, Washington DC, 21–34.
- 200 **Poh** M. Z., Swenson M. C., Picard R. W. (2010). A Wearable Sensor for Unobtrusive, Long-Term Assessment of Electrodermal Activity. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 57, No. 5, May 2010, p 1243-1252.
- 201 **Pohl** M. (2000). [Learning to Think, Thinking to Learn: Models and Strategies to Develop a Classroom Culture of Thinking](#). Cheltenham, Vic.: Hawker Brownlow.
- 202 **Polya**, G. Conway, J.H. (1985) *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University press
- 203 **Prichodko** V.M., Polyakova T.J. (2015). IGIP – International Society of Engineering Pedagogy – Past, Present and Future, Moscow, Technopolygraphcentre.
- 204 **Prince** M.J. (2004). [“Does Active Learning Work? A Review of the Research.”](#) *J. Engr. Education*, 93(3), 223-231 . A summary of research evidence for the effectiveness of active learning.
- 205 **Prince** M, Felder R.M (2007). [The Many Faces of Inductive Teaching and Learning](#). Journal of College Science Teaching, Vol. 36, No. 5, March/April 2007
- 206 **Rannikmäe** Miia (2014). *Paradigmaatilised muutused loodusainete õpetamisel*. AS Archimedes
- 207 **Reedik** Vello (2015). Inseneriharidus pingevaba õppimiseta - kahtlane missioon. Inseneeria 29.05.2015, <https://www.ttu.ee/inseneriharidus-pingevaba-oppimiseta-kahtlane-missioon> (29.08.2018)
- 208 **Rich**, B. (1960), Schaum's principles and problems of elementary algebra, New York, Schaum's.
- 209 **Roosimölder** Lembit (2004) [Probleemilahendus](#). Abimaterjal üliõpilastele. (05.05.2013)

- 210 **Rosen** L.D. (2010). *Rewired. Understanding the iGeneration and the Way they Learn*. Palgrave MacMillan.
- 211 **Rountree**, Derek (1994). *Preparing materials for open, distance and flexible learning: An action guide for teachers and trainers*. London: Kogan-Page.
- 212 **Ruul**, Karin (2012). Õppejõudude mentorlus Eesti kõrgkoolides ja selle arenguvõimalused. Magistritöö, TÜ http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/28547/Ruul_Karin.pdf (12.01.2014)
- 213 **Ryan**, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54–67.
- 214 **Ryan**, R. M., & Deci, E. L. (2002). An Overview of Self-Determination Theory. In E. L. Deci, & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of Self-Determination Research* (pp. 3-33). Rochester, NY: University of Rochester Press
- 215 **Sakkool** Liisi (2015) Disainipõhine õpe: õpetajate hinnangud moodulite rakendumisele. Magistritöö TÜ, 2015.
- 216 **Salumaa** Tarmo, Talvik Mati (2003). *Ajakohastatud õppemeetodid*, Tallinn, Merlecons & Co OÜ.
- 217 **Salumaa** Tarmo, Talvik Mati, Saarniit Alvar (2006). *Aktiivõppe meetodid I ja II*, Tallinn, Merlecons & Co OÜ.
- 218 **Савенков** А. И (2012). *Психодидактика*. Национальный книжный центр, Москва, 2012. — 360 с.
- 219 **Scharmer** Otto (2009). *Theory U: Leading from the Future as it Emerges*. Berrett-Koehler Publishers
- 220 **Schutz** Victor (2002). 30 years of dedicated work in teaching technology. Ingenieur des 21 Jahrhunderts. Band 1. Referate des 31 Internationalen IGIP Symposiums. St-Petersburg
- 221 **Schwartz** Michelle (2010) Best Practices in Experiential Learning. <http://www.ryerson.ca/content/dam/lt/resources/handouts/ExperientialLearningReport.pdf> (19.01.2016)
- 222 **Sell**, Raivo (2013). *Mehhatroonika ja robotika õpituatsioonid*, ITT Grupp.
- 223 **Sell** Raivo, Leini Mikk, Ellermaa Rain (2015) AVR mikrokontrollerid ja praktiline robotika. Tallinn
- 224 **Sell**, R.; Seiler, S.; Rüütmann, T. (2015). Unified Remote and Virtual Lab Solutions for Engineering Education. In: M. T. Restivo, A. Cardoso and A. Mendes Lopes (Ed.). *Online Experimentation: Emerging Technologies and IoT* (383–400). Barcelona, Spain: International Frequency Sensor Association (IFSA) Publishing, S. L.
- 225 **Sheppard** Sheri D., Macatangay Kelly, Colby Anne, Sullivan William M. (2009). *Educating Engineers – Designing for the Future of the Field*, Jossey-Bass A Wiley Imprint.
- 226 **Shortland S.** (2004). Peer observation: a tool for staff development or compliance? *Journal of Further and Higher Education*, 28:2, 219-228.
- 227 **Shulman**, L. (1999). Taking Learning Seriously. *Change*. 31(4), pp. 5-7.

- 228 **Shulman** , L. (1999 A). What is learning and what does it look like when it doesn't go well. *Change* 31(4), 10-17.
- 229 **Siemens**, G. (2004) *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm> (12.03.2016).
- 230 **Simpson** E. J. (1972). *The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain*. Washington, DC: Gryphon House.
- 231 **Skemp**, R. R (1986) *The Psychology of Learning Mathematics*. 2nd Edition. London: Penguin Books
- 232 **Skinner** B. F. (1971). *Beyond Freedom and Dignity*, Hackett Publishing.
- 233 **Skinner** B.F. (1978). *Reflections on Behaviourism and Society*, Prentice-Hall.
- 234 **Slavin** R.E. (2009). *Educational Psychology. Theory and Practice*. 9th ed. Pearson education Ltd.
- 235 **Stice** J. E. (2001). A First Step Toward Improved Teaching. *Engineering Education* 66, 392-398.
- 236 **Stipek** D. (2002). *Motivation to Learn. Integrating Theory and Practice* (4th edition). Boston: Allyn and Bacon.
- 237 **Zvacek** S. M. (2013/1) Higher Order Thinking Skills. International Conference "Higher education - higher level learning?" Tallinn, 23.01-25.01.2013
- 238 **Zvacek** S. M. (2013/2) Concept Mapping. International Conference "Higher education - higher level learning?" Tallinn, 23.01-25.01.2013
- 239 **Žukov** V.A (2014). *Inseneripedagoogika. Kogemused, probleemid, ettepanekud*. Õppemetoodiline materjal. Aspirantuur INFRA-M, Moskva
- 240 **Taba**, Hilda (1932). *Dynamics of Education*, London
- 241 **Teppan**, Piret (2013). [Õpiteooriad](#) (28.01.2014)
- 242 **Thiyagu**, K. (2011). *Methods of Teaching Mathematics*. <http://thiyagumath.blogspot.com/2011/05/module-1-inductive-method.html> (18.02.2016)
- 243 **Tiigrihüppe e-õppekursus** (2012) [Mõistekaart õppetöös](#). (28.01.2013)
- 244 **Tileston** D. W., (2007). *What Every Teacher Should Know about Effective Teaching Strategies*, Hawker Brownlow Education.
- 245 **Tulving**, Endel (1972). Episodic and Semiantic Memory. Tulving, E., Donaldson W., (eds) *The Organisation of Memory*. New York. Academic Press.
- 246 **Uljens**, Michael (ed). (1997) [Didaktik - teori, reflektion och praktik](#). Studentlitteratur. Lund.
- 247 **Umborg** Jaak (2011) Laboratoorse õppetöö didaktika ja metoodika loengumaterjalid.
- 248 **Vannest** J., et al. (2009) [Comparison of fMRI Data from Passive Listening and Active-Response Story Processing Tasks in Children](#), 29(4),2009, 971–976. (02.11.2015)
- 249 **Vasser** Kristi (2009). [Õpilaste õpistiilide ja nende õpetajate õpetamisstiilide eelistused ning võrdlus 8.klasside näitel](#). Magistritöö, Tartu Ülikool, (10.04.2012).

- 250 **Vermunt**, J.D. & Vermetten, Y.J. (2004). Patterns in Student Learning: Relationships Between Learning Strategies, Conceptions of Learning, and Learning Orientations, *Educational Psychology Review* 16: 359.
- 251 **Vermunt** Jan (2013) Patterns in student learning at university. University of Cambridge, Faculty of Education.
http://www.su.se/polopoly_fs/1.127246.1362661019!/menu/standard/file/Keynote%20Jan%20Vermunt%2015feb2013%20Stockholm.pdf (12.09.2016)
- 252 **Vooglaid** Ülo (2018). *Sõna on jõud*. SE&JS kirjastus.
- 253 **Vygotsky**, L. S. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- 254 **Wankat** Phillip C., Oreovicz Frank S. (1993). *Teaching Engineering*, McGraw-Hill, Inc.
http://www.knovel.com/web/portal/basic_search/display? EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1287 (18.06.2012)
- 255 **Warber** B., Magnolfi J., Lindsay G. (2014). Workspaces That Move People. MIT/Harvard Business Review. <https://hbr.org/2014/10/workspaces-that-move-people> (16.06.2015)
- 256 **Willingham** Daniel, Daniel David (2012). Teaching to What Students Have in Common. *Educational Leadership*, vol 69, No 5, p 16-21. <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/feb12/vol69/num05/Teaching-to-What-Students-Have-in-Common.aspx> (15.04.2016)
- 257 **Young**, A.,(1999) Teaching writing across the curriculum (3rd ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River,

SOOVITUSLIK LISAKIRJANDUS

- 1 **Baillie** Caroline, Moore Ivan (2004). *Effective Learning and Teaching in Engineering*, RoutledgeFalmer, London&New York.
- 2 **Kreitzberg** Peeter (1987) *Õppe-kasvatustöö eesmärkide klassifitseerimise ja konkretiseerimise psühholoogilis-metoodilised lähtekohad*, Tallinn.
- 3 **Leppik** Peep (2006) *Õppimine on tõesti huvitav. Õpiprotsessi psühholoogilisest mõtestamisest*, TÜ Kirjastus.
- 4 **Leppik** Peep (2003) *Mõtlemine on huvitav*. REKK trükikoda.
- 5 **Leppik** Peep (2002) *Kutseõpetus on huvitav*. REKK trükikoda.
- 6 **Leppik** Peep (2001) *Tunni analüüsimine on huvitav*. REKK trükikoda.
- 7 **Leppik** Peep (2000) *Õpetajaks saamine on huvitav*. EKK trükikoda.
- 8 **Lever-Duffy** Judy, McDonald Jean B. (2008) *Teaching and Learning with Technology*, Pearson Education Inc.

- 9 **Macatangay** Kelly, Sheppard Sheri D. (2008) *Teaching and Learning Practices in Engineering Education*, John Wiley and Sons Ltd.
- 10 **Madhu** S. Gupta (1987) *Teaching Engineering: A Beginners Guide*, I.E.E.E.Press.
- 11 **Melezinek** Adolf (1998) *Inženernaja pedagogika. Praktika peredatši tehnišeskih znanij*, Moskva, MADI.
- 12 **Mikk**, Jaan (1991). *Didaktika küsimusi*, Tartu, 55 lk.
- 13 **Ostlund** Soren, Malmqvist Johan, Brodeur Doris (2007) *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*; Springer-Verlag New York Inc.
- 14 **Petrina** Stephen (2007) *Advanced Teaching Methods for the Technology Classroom*, Information Science Publishing.
- 15 **Psillos** Dimitris, Niedderer Hans (2002) *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, Kluwer Academic Publishers, Dordrech/Boston/London.
- 16 **Rajala** Sarah A., Spurlin Joni E., Lavell Jerome P. (2008) *Designing Better Engineering Education Through Assessment: A Practical Resource for Faculty and Department*, Stylus Publishing (VA).
- 17 **Simon** Herbert A., Ambrose Susan A., David Cliff I. (1994) *New Professor's Handbook: A Guide to Teaching and Research in Engineering and Science*, Anker Publishing Co.
- 18 **Slavin**, Robert E. (2009) *Educational Psychology Theory and Practice*, Pearson Education Ltd.
- 19 **Smith** Patritia L., Ragan Tillman J. (2005) *Instructional Design*, John Wiley & Sons.

SOOVITUSLIKUD LINGID

1. **USA Nebraska Ülikooli** õpetajakoolituse üliõpilaste näidisõpimapid ülikooli kodulehel (<http://www.unl.edu/gradstudies/current/teaching/portfolio>)

2. **Prof dr Richard M. Felderi:**

- koduleht ja artiklid <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/> :
- aktiivõppe videod <http://www.youtube.com/watch?v=1J1URbdisYE>

3. **TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse** koduleht www.ttu.ee/ipk

4. **Professor Mare Teichmanni 5 digiloengut** <http://www.pekonsult.ee/didaktika/>

5. **TTÜ-s doktorantidele välja töötatud 7 digitarkust** <http://www.tpi.ee/digitarkused/>

6. **Programm Primus toel valminud mikronäidistunnid**
<http://www.ttu.ee/tugistruktuur/haridustehnoloogiakeskus/valminud-tood/mikronaidistunnid-2/>

7 **Narratiivõppe videod** <http://www.ttu.ee/tugistruktuur/haridustehnoloogiakeskus/valminud-tood/narratiivoppe-klipid/>

8. **Aktiivõppemeetodid** <http://www.ttu.ee/tugistruktuur/haridustehnoloogiakeskus/sundmused-2/seminaride-sari-oppejoul-oppejoul/>

9. **Piret Teppan – Kaasaja õpiteooriate lähtepunktid**
<http://stud.sisekaitse.ee/Teppan/Opiteooriad/index.html>

10. **Lingid probleemõppe läbi viimiseks:**

- National Education Environmental Education Foundation <http://www.eeweek.org/>
- Greening STEM <http://eeweek.org/greening-stem-learning-center>
- Design Squad Nation
<http://pbskids.org/designsquad/parentseducators/resources/index.html?category=electricity>
- Middle School Math and Science <http://msms.ehe.osu.edu/tag/real-life-problems/>
- <http://www.middleweb.com>
- NASA STEM lesson <https://marsed.mars.asu.edu/stem-lesson-plans>
- National Geographic Education
http://education.nationalgeographic.com/education/search/?csrftoken=jHkW NfbNsBJpY9gcuCs9Rm88jZVOieS&token=STEM&searchSubmit.x=0&searchSubmit.y=0&page_num=1&per_page=10&sorting=0&tab=0&ar_a=1&audiences=1#page_num=1&sorting=0&per_page=10&tab=0&token=STEM
- STEMWorks <http://stem-works.com/activities>
- The Air Force Collaboratory <https://collaboratory.airforce.com/>
- <http://www.edutopia.org>
- <http://www.stemcollaborative.org/>
- www.teachengineering.org
- <http://scientix.eu>

11. Loovustehnika soovituslikud lingid:

- Loovuse tehnikad, tööriistad ja meetodid GoCreate <http://www.creatingminds.org/>
- Loovustehnikate andmebaas Mycoted http://www.mycoted.com/Category:Creativity_Techniques
- 100 veebitööriista loovuse käivitamiseks <http://onlinecollegedegree.org/2009/04/28/100-excellent-online-tools-to-feed-your-creativity/>
- Loova mõtlemise tehnikad <http://www.virtualsalt.com/crebook2.htm>
- Loovusealaste viidete andmebaas Creax <http://www.creax.com/>
- Abivahendid loovaks mõtlemiseks Innovationhouse <http://www.infinn.com/innovationhouse.html>

12. Dee Finki töötuba „The Joy and Responsibility of Teaching Well“

- osa <https://www.youtube.com/watch?v=8BsPEhsVWj0>
- osa <https://www.youtube.com/watch?v=fSUXD-sNxPk>
- osa https://www.youtube.com/watch?v=VAIV_Fc4-Uw
- osa <https://www.youtube.com/watch?v=vOEgAmEjNTk>
- osa <https://www.youtube.com/watch?v=cyDfJ6LgZUg>
- osa <https://www.youtube.com/watch?v=8jfXcA87xl8>

13. Dee Fink'i töötuba „Designing Integrative Learning into Your Courses“

- 1.osa <https://www.youtube.com/watch?v=6vb5ZzRTRX4>
- 2.osa https://www.youtube.com/watch?v=BtYI5Wu_6tY
- 3.osa https://www.youtube.com/watch?v=_AF3AfXr0Zk
- 4.osa <https://www.youtube.com/watch?v=AxFkNfFLJs>
- 5.osa <https://www.youtube.com/watch?v=wS-gF0Uz2yQ>
- 6.osa <https://www.youtube.com/watch?v=FgszFA7Cv1Y>
- 7.osa <https://www.youtube.com/watch?v=nFmSgKb3fkM>
- 8.osa <https://www.youtube.com/watch?v=5GCL6Th5feM>
- 9.osa <https://www.youtube.com/watch?v=WhX7VBKD2cY>
- 10.osa <https://www.youtube.com/watch?v=ltBZHu3vU4E>
- 11.osa <https://www.youtube.com/watch?v=JBdAywi4n2g>
- 12.osa <https://www.youtube.com/watch?v=0Hj5ixi9aHA>

14. Prof Eric Mazur'i loengud (Harvardi Ülikool):

- https://www.youtube.com/watch?v=wont2v_LZ1E
- <https://www.youtube.com/watch?v=dUJS48XQeXE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=CBzn9RAJG6Q>
- <https://www.youtube.com/watch?v=tn1DLFnbGOo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=8UJRNrdgyvE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=LxkFNCY07Ec>

- <https://www.youtube.com/watch?v=2JEUstTQG0M>

15. Kaasaegsete õppurite innovatiivne õpetamine:

- Discovery Education's Lesson Plan Library <http://school.discoveryeducation.com/lessonplans>
- Teachers Helping Teachers www.pacificnet.net/~mandel/index.html
- Teachers First www.teachersfirst.com/index.cfm
- Thinkfinity www.thinkfinity.org/lesson-plans
- The Digital Generation Project www.edutopia.org/digital-generation
- Horizon K12: www.horizon.nmc.org
- New Media Consortium: www.nmc.org
- Educause www.educause.edu/home
- Classroom 2.0 www.classroom20.com
- Education Arcade www.educationarcade.org
- GoKnow! www.GoKnow.com
- Net Tekker: www.nettekker.com
- McGraw-Hill Centre for Digital Innovation: www.mhcdi.com
- UCLA Centre for Digital Innovation www.cdi.ucla.edu

16 Hansen Ele (2001) Õpioskuste kujundamine <http://oppioskused.edicypages.com/et>

17 MIT Teaching and Learning Laboratory <http://tll.mit.edu/help/what-strategic-teaching>

18 Mõistekaardi koostamise vabavara <http://cmap.ihmc.us/download/> , www.xmind.net/features/

19 Õppima õppimine

- <http://www-1.ut.ee/e-yliskool/oppija/opioskused.php#anchor1034360>
- <https://tudengiveeb.ee/et/esileht/tulemuslik-korgharidus/15-oppimine/oppimine-korgkoolis/39-milline-oppija-ma-olen>
- <https://tudengiveeb.ee/et/esileht/tulemuslik-korgharidus>
- <http://oppioskused.edicypages.com/oppimine/oppima-oppimine>
- http://www.curriculum.ut.ee/sites/default/files/sh/opioskuste_arengu_tabel.pdf
- <http://www.maclester.edu/academics/geology/wirth/learning.pdf>
- <https://teaching.unsw.edu.au/how-do-my-learners-learn>
- <http://avastustee.ee/leht/aju/publ/6pp6petmulti1.pdf>
- http://setcom.ee/tanno/info/is/teave/ained/koo/koo_alu_tu_beljajev_oppimine_2005.pdf
- http://en.wikipedia.org/wiki/William_G._Perry#Perry.27s_scheme
<http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/perry.positions.html>
- <http://www.jmu.edu/geology/evolutionarysystems/protected/handouts/willperry2.pdf>
- http://www.metamath.com/multiple/multiple_choice.cgi
- <http://www2.le.ac.uk/departments/gradschool/training/eresources/teaching/theories/kolb>

20 Kuidas aju töötab <http://medicalxpress.com/news/2015-03-science-brain.html>

21 TÜ õpimapi koostamise juhendmaterjal

<http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/16318/index.html>

22 Pööratud klassiruum

- http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf
- <http://flippedinstitute.org>
- <http://www.flippedlearning.org>
- <http://flippedclassroom.org>
- <https://www.youtube.com/user/Learning4Mastery>
- <http://www.flippedphysics.net/>
- <https://sites.google.com/a/rsdeaf.org/moomath/>
- <https://sisu.ut.ee/auditoorium/avaleht-9>

23 Töölehed <http://www.worksheetworks.com/>

24 Insenerivaldkonna mõjusaks õpetamiseks:

www.heacademy.ac.uk

www.engsc.ac.uk

www.materials.ac.uk

<http://core.materials.ac.uk>

<http://www.engsc.ac.uk/oer>

www.masteringengineering.com/

<http://ocw.mit.edu/>

<http://www.drsoftware-home.com/>

<http://bridgecontest.usma.edu/>

<http://openlearn.open.ac.uk/>

<http://open.jorum.ac.uk>

<http://www.engineeringexamples.org>

<http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/elearninginnovation/racing.aspx>

<http://www.icbl.hw.ac.uk/reset/index.htm>

25 STEM õppeainete mõjusaks õpetamiseks:

- Keemia ja loodusteaduste õpetamine :
 - <http://www.csun.edu/science/chemistry/>
 - <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/listing?fcategory=all&filter=all&fAudience=AUD00000001&reference=teachers>
 - 100 + katset keemias <http://keemiavideod.ut.ee/>
 - http://www.spongelab.com/game_pages/bab.cfm
 - <http://www.keskkonnaharidus.ee/>

- <http://www.ut.ee/ial5/keytonature/est/index.html>
- <http://mudelid.5dvision.ee/>
- Martin Saare keemiatestid <http://web.zone.ee/keemiatestid/>
- <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/new>
- õppemudelid <http://tahvel.ee/%C3%95ppemudelid>
- Ökoloogilise jalajälje arvutamine <http://www.ut.ee/mobility/jalajalg/>
- Füüsika õpetamine :
 - <http://undsci.berkeley.edu/teaching/>
 - <http://www.fyysika.ee>
 - Elektrikatsete videod <http://www.syg.edu.ee/~peil/elektrikatsed/>
 - Füüsika loodusteaduslikud alused <http://www.syg.edu.ee/~peil/10 fla/>
 - Füüsikatestid <http://www.tek.tartu.ee/~iraida.jersova/testid.html>
 - How stuff works <http://www.howstuffworks.com/>
 - Java programmid füüsika õpetamiseks <http://www.walter-fendt.de/ph11e/index.html>
 - Kinemaatika <http://reaalia.edicypages.com/opik>
 - Kosmoloogia <http://opik.obs.ee/sisukord.html>
 - Mart Kuurme materjalid <http://www.real.edu.ee/index.php/oppetoeoe/oppematerjalid>
 - Motion mountain <http://motionmountain.net/estonian.html>
 - Probleemõppe ideid <http://www.sciencebuddies.org/>
 - füüsika õpik <http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0078458137/>
 - <http://www.physic.ut.ee/kfk/index.php?page=huvitavat>
 - Võnkumised ja lained <http://www.physic.ut.ee/~ly/xklass/opik.html>
- Matemaatika õpetamine:
 - http://ictedusrv.cumbria.ac.uk/math/pgdl/unit1/unit1/page_80.htm
 - http://www.cehd.umn.edu/ci/rationalnumberproject/88_9.html
 - <http://www.math.olympiaadid.ut.ee/html/index.php>
 - <http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Esileht>
 - <http://lepo.it.da.ut.ee/~riina/toolehed/index.html>
 - <http://web.zone.ee/math/>
- <http://www.hot.ee/ingridringi/>

Lingid avanesid 14.09.2018

Autori CV

Tiia Rüütmann

Haridus

2003-2007 Tšehhi Vabariik, Hradec Králové Ülikooli Pedagoogika teaduskond, Tehniliste erialade õpetamise kateeder, Doktoriope pedagoogikas, spetsialiseerumisega STEM valdkonna didaktikas ja inseneripedagoogikas. PhD (Eng.Educ).

2004 – Rahvusvahelise Inseneripedagoogika Ühingu [IGIP](#) insenerpedagoogide koolitus (20 EAP), Manno, Šveits. Rahvusvahelise Insenerpedagoogi ING.PAED IGIP kvalifikatsioon.

2002 - 2003 Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli ühine aastane tehnikavaldkonna õpetajakoolitus. Õpetaja kutse keemiatehnoloogia valdkonnas (keemiaõpetaja).

1987-1992 TTÜ keemiateaduskond, aspirantuur. Teadusmagister MSc (Eng).

1977-1982 Tallinna Polütehniline Instituut, Keemiateaduskond, keemiatööstuse protsesside ja keemiaküberneetika eriala. Keemiatehnoloogiainsener (Dipl.Eng), *cum laude*.

1966-1977 Tallinna 7. keskkool (Tallinna Inglise Kolledž) õpilane.



Teenistuskäik ja teadusorganisatsiooniline tegevus

- 2018 - IEEE Eesti Education Chapteri esimees
- 2016 - Hariduse Kutsenõukogu liige.
- 2015 – 2018 IEEE Eesti Education Chapteri aseesimees
- 2014 - IEEE ja SEFI liige.
- 2014 - IGIP Rahvusvahelise Seirekomitee president.
- 2013 - IEEE EDUCON juhtkomitee liige.
- 2011 - ... Põhja- ja Baltimaade kõrghariduse arendamise võrgustiku liige
- 2010 - Mentor ja mentorite koolitaja TTÜ-s.
- 2010 - IGIP Rahvusvahelise Täitevkomitee liige.
- 2009 - TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse juhataja, dotsent.
- 2004 - IGIP Eesti Seirekomitee peasekretär.
- 2002 - Rahvusvahelise Inseneripedagoogika Ühingu IGIP liige.
- 2002 - 2009 TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskuse juhataja asetäitja.
- 1982 – 2002 TTÜ keemiateaduskond, Keemiatööstuse protsesside ja aparaatide kateeder – vanemlaborant, insener, nooremteadur, teadur.

Peeter Suure nim Peterburi Polütehnilise Ülikooli ja Valgevene Riikliku Tehnikaülikooli külalisprofessor, Praha Tehnikaülikooli ning Slovakkia Tehnikaülikooli külalisprofessor, enam kui 50 teadusartikli autor.

Üksikasjalikuma CV leiab **ETIS-est** www.etis.ee

„Viivitamatult on vaja meie keskkoolide õppekavadesse sisse viia inseneriharidust tutvustavad tehnilised õppeained. Kes peaksid neid aineid õpetama? Mitte matemaatikud, mitte humanitaarainete õpetajad ega ka sotsiaalteadlased, vaid inseneridest tehnikaõpetajad. Ainult sel juhul saame me õpilastes tekitada huvi reaal- ja tehnikaainete vastu, sest insenerid oskavad õpetada huvitavalt, interdistsiplinaarselt, tuginedes reaalsele elule.“ Prof. Dr Heinrich Ursprung, Šveitsi endine riigisekretär, ETH Zürichi president ja kauaaegne professor.

Šveitsi riik on teinud suuri edusamme hariduse kvaliteedi tõstmises, STEM õppeainete lõimitud õpetamises ja insenerihariduse propageerimises just tänu prof Ursprungile. Loodame, et ka Eestis hakkab toetust koguma STEM valdkonna ning inseneeria olulisuse toetamine ja seda mitte ainult sõnades.....

Suur tänu kaasa mõtlemast!

Edu ja särasilmseid õpilasi! Ärge unustage neile naeratamast!



„Piirid kunsti ja inseneeria vahel eksisteerivad ainult meie ettekujutluses.“ Theo Jansen

„Ühe inimese maagia on teise inseneeria“ Robert A. Heinlein

„Meid on õpetatud ebaedu puhul süüdistama oma vanemaid, kooli, õpetajaid, kuid mitte mingi juhul iseennast. Tegelikult aga algab kõik meist endist – kui soovime paremaks muutuda, peame ennekõike muutma just iseennast.“ Katharine Hepburn

„Kui me õpetaksime muusikat nii, nagu õpetatakse täna insenerivaldkonnas, siis õpetaks me ainult teooriat ja üldse mitte praktilist musitseerimist. Kui õpitakse muusikat, siis hakatakse kohe õpingute alguses ka praktiliselt harjutama ja harjutatakse läbi kogu õpinguaja – insenerivaldkonnas tuleks teha sama.“ Charles Kettering