

**AEGRIDADE KOMPLEKS-
ANALÜÜS**

PROGNOOSIMINE

LOENGU TEEMAD

- Aegrea komponendid
- Kompleksanalüüs regressioonjoone abil
 - aditiivne mudel
 - multiplikatiivne mudel
- Eksponentsilumine trendi ja sesoonsusega

- Prognoosimise ajalugu
- Prognoosimise meetodid
- Prognoosimismeetodi valikukriteeriumid

AEGREA JAGAMINE KOMPONENTIDEKS

Võivad
puududa

- **Süsteemaatiliselt muutuvad komponendid**

- trend
- perioodiliselt muutuvad
 - sesoonsed (periood lühem kui aasta: kvartal, kuu, päev)
 - tsüklilised (periood pikem kui aasta)
Nt äritsüklid

Esineb
alati

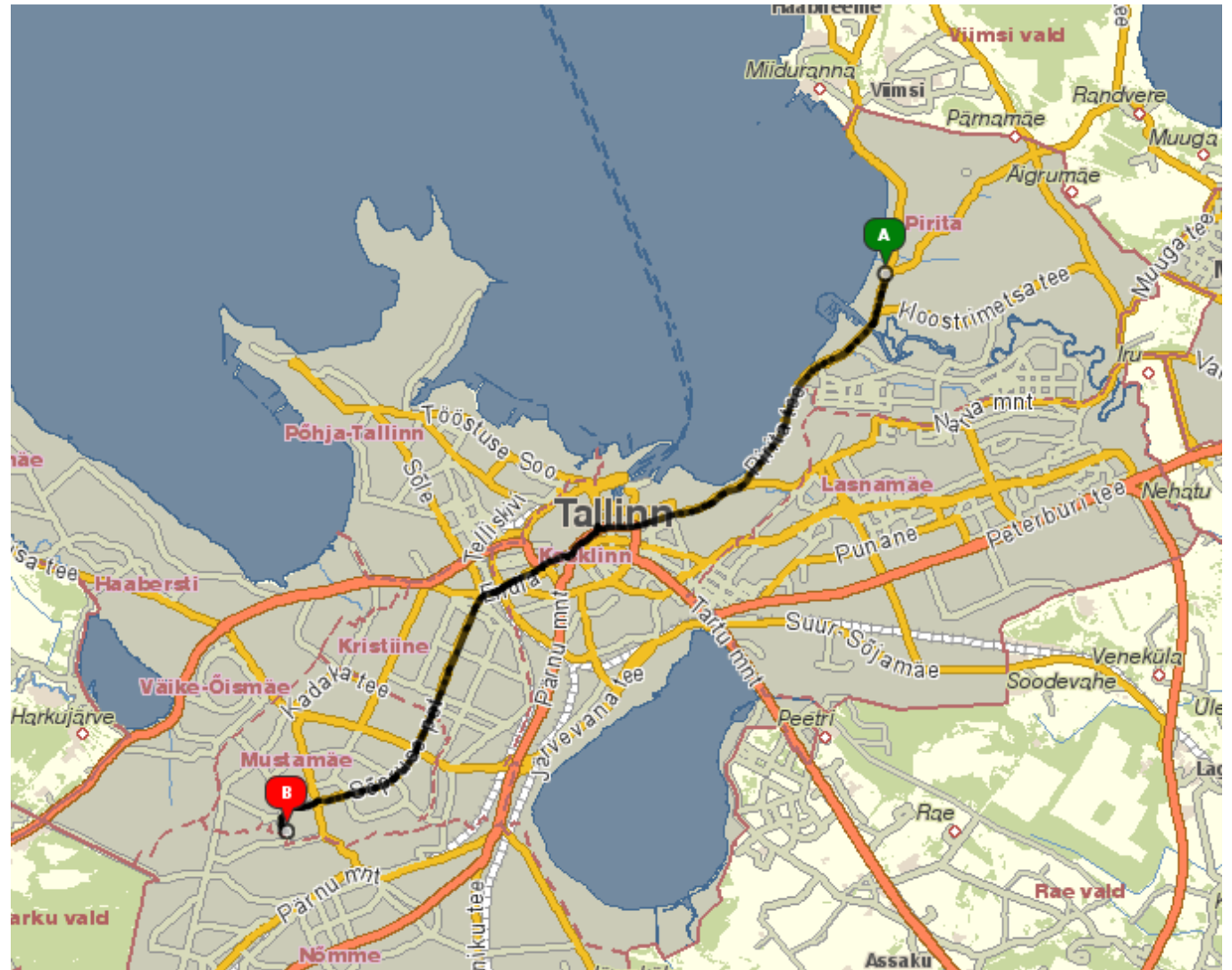
- **Juhuslik komponent**

Demo: aegrea komponendid

SÕIDUAEG AUTOGA LINNAS PUNKTIST A PUNKTI B

Sõiduaeg erinevatel

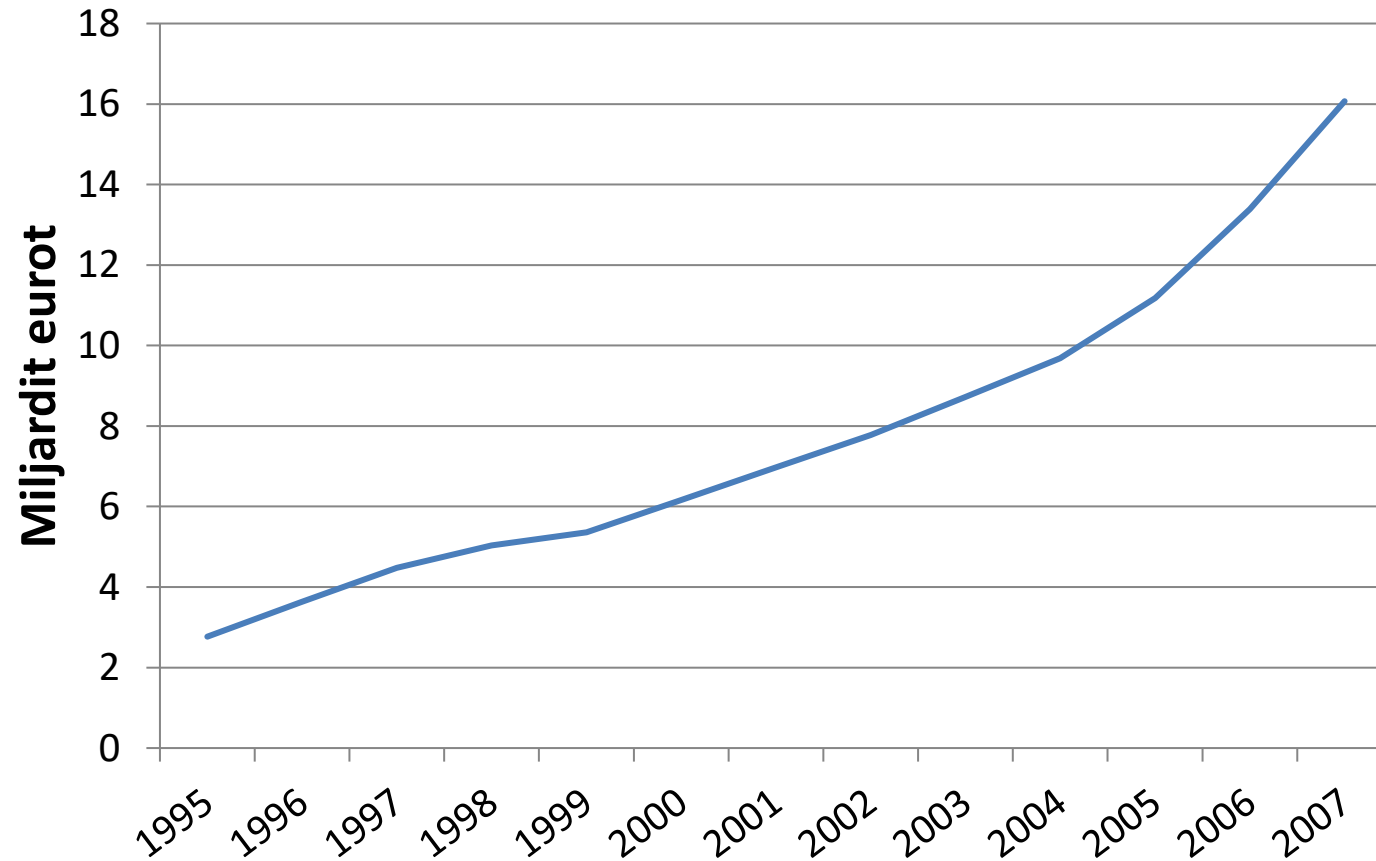
- kellaegadel,
 - päevadel,
 - aastatel.
-
- **Trend**
 - **Sesoonsus**
 - päevas
 - nädalas
 - aastas
 - **Tsüklilisus**
 - **Juhuslik komponent**



NÄIDE: EESTI SKP

Aastad 1995 – 2007.

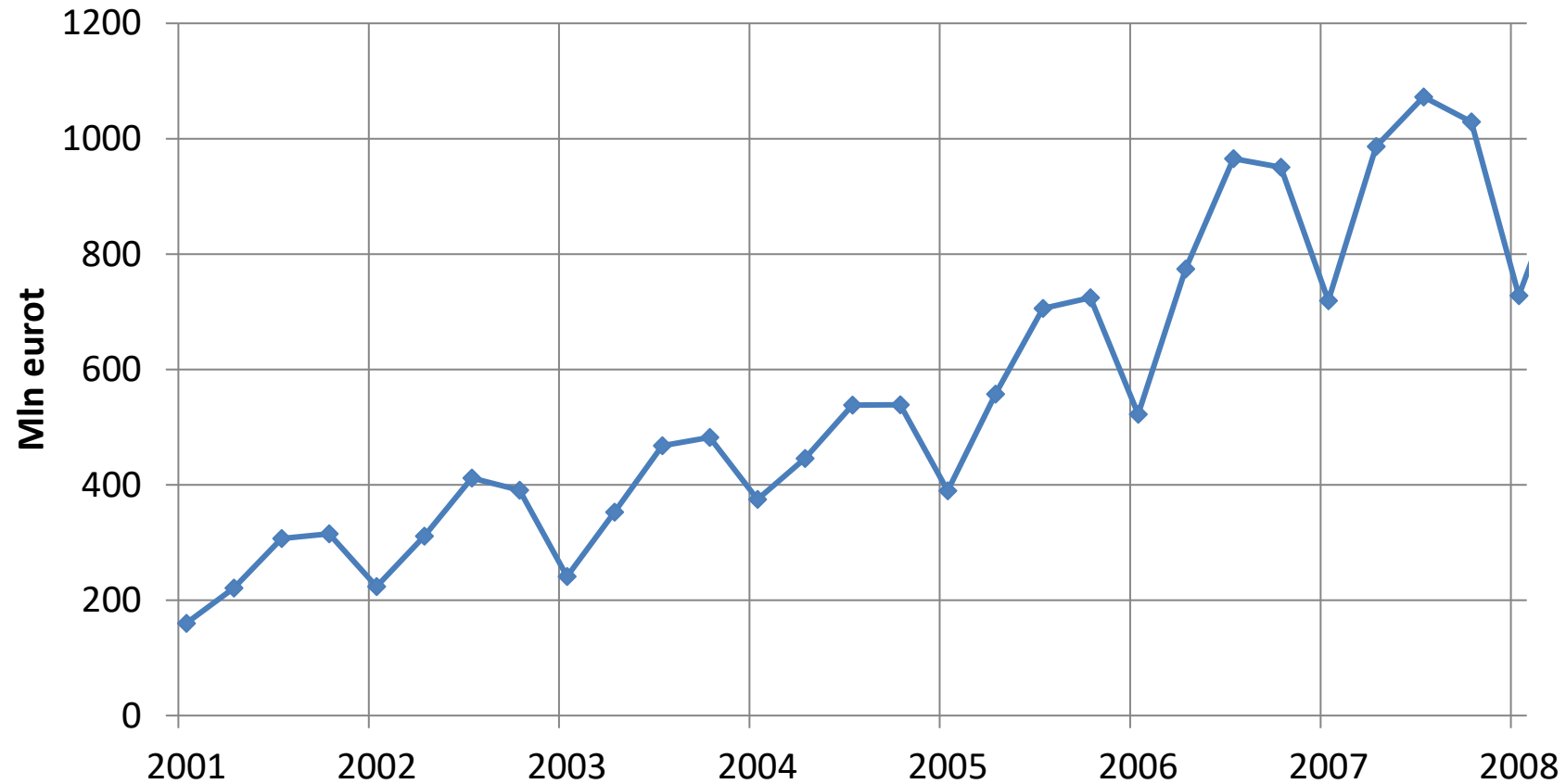
Esineb trend.



NÄIDE: EHITUSTÖÖD EESTIS

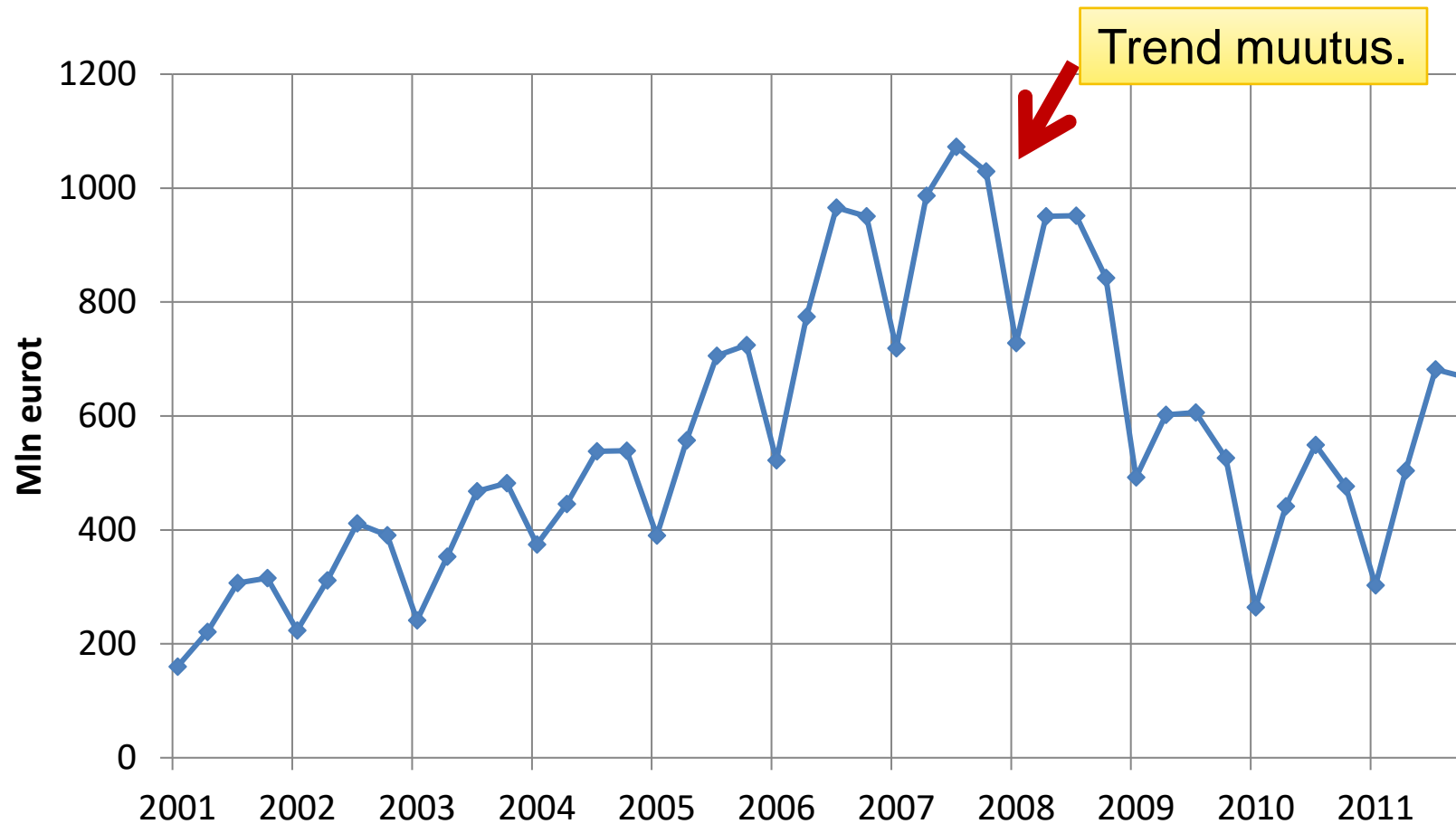
Kvartaalsed andmed 2001 – 2007.

Esineb trend ja sesoonsus.



NÄIDE: EHITUSTÖÖD EESTIS

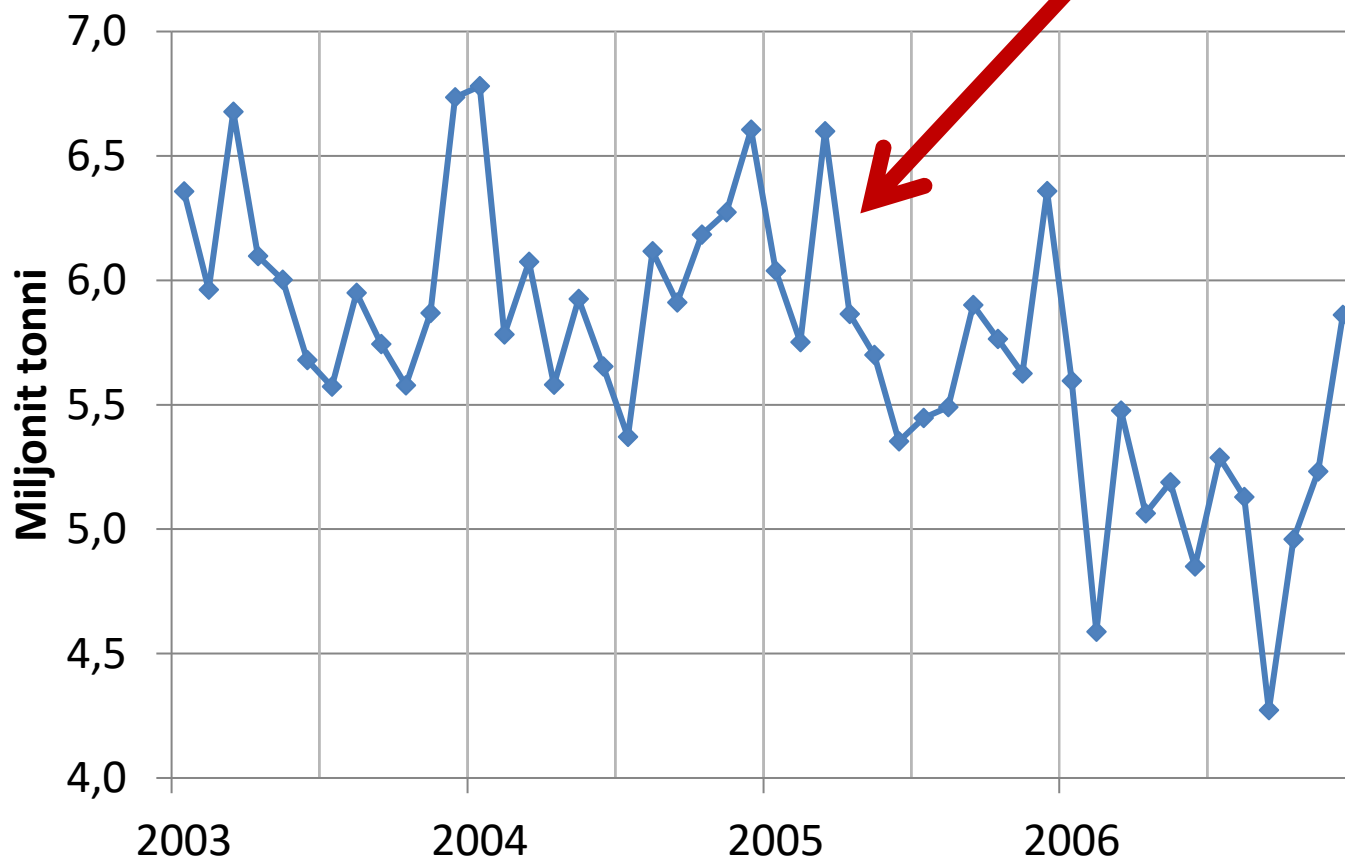
Kvartaalsed andmed 2001 – 2011.



NÄIDE: KAUBAVEED RAUDTEEL

Kuised andmed 2003 – 2007.

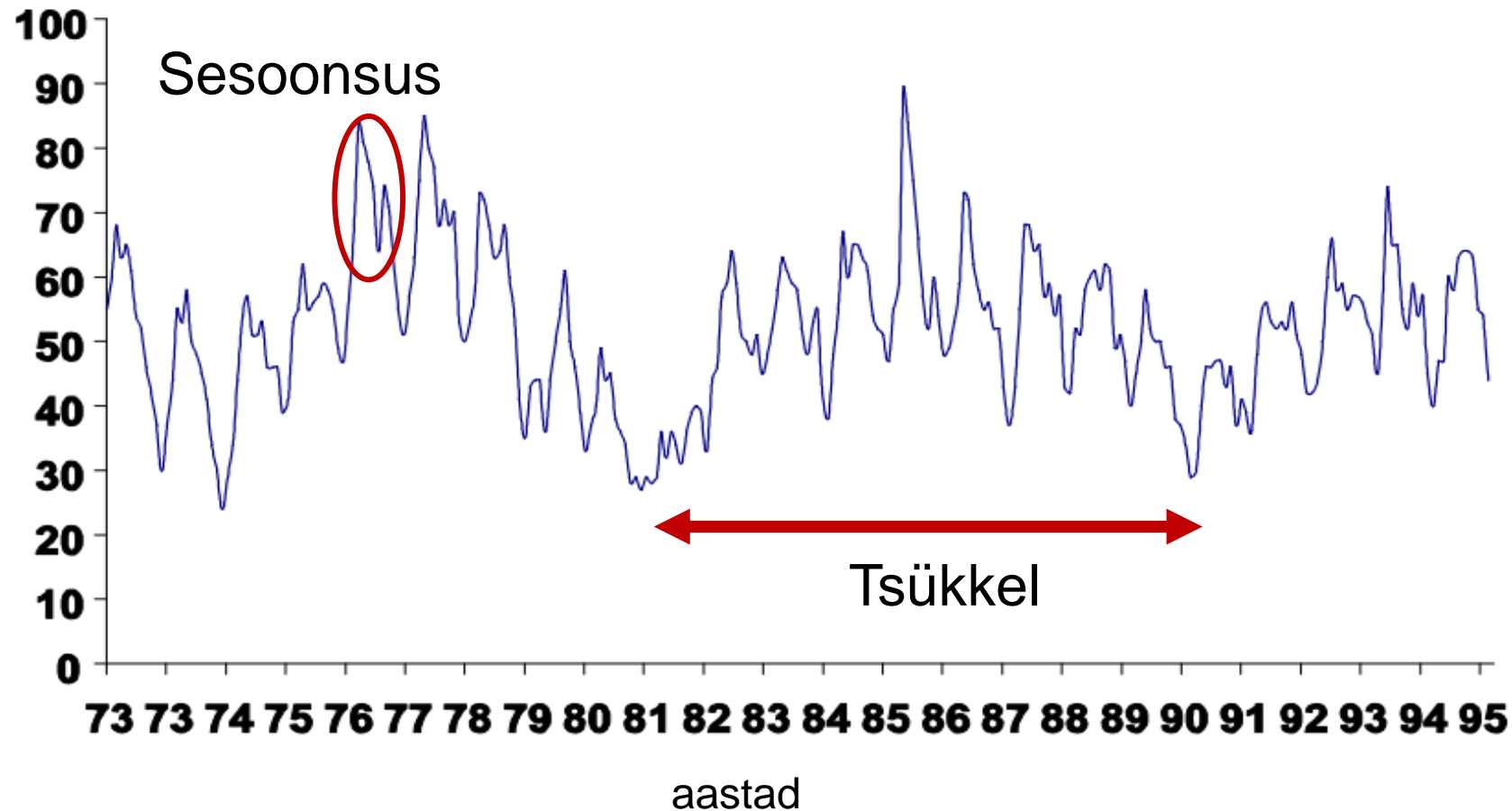
Esineb sesoonsus.
Alates aastast 2005 ka langustrend.



NÄIDE: ÜHEPERE ELAMUTE MÜÜK USA-S

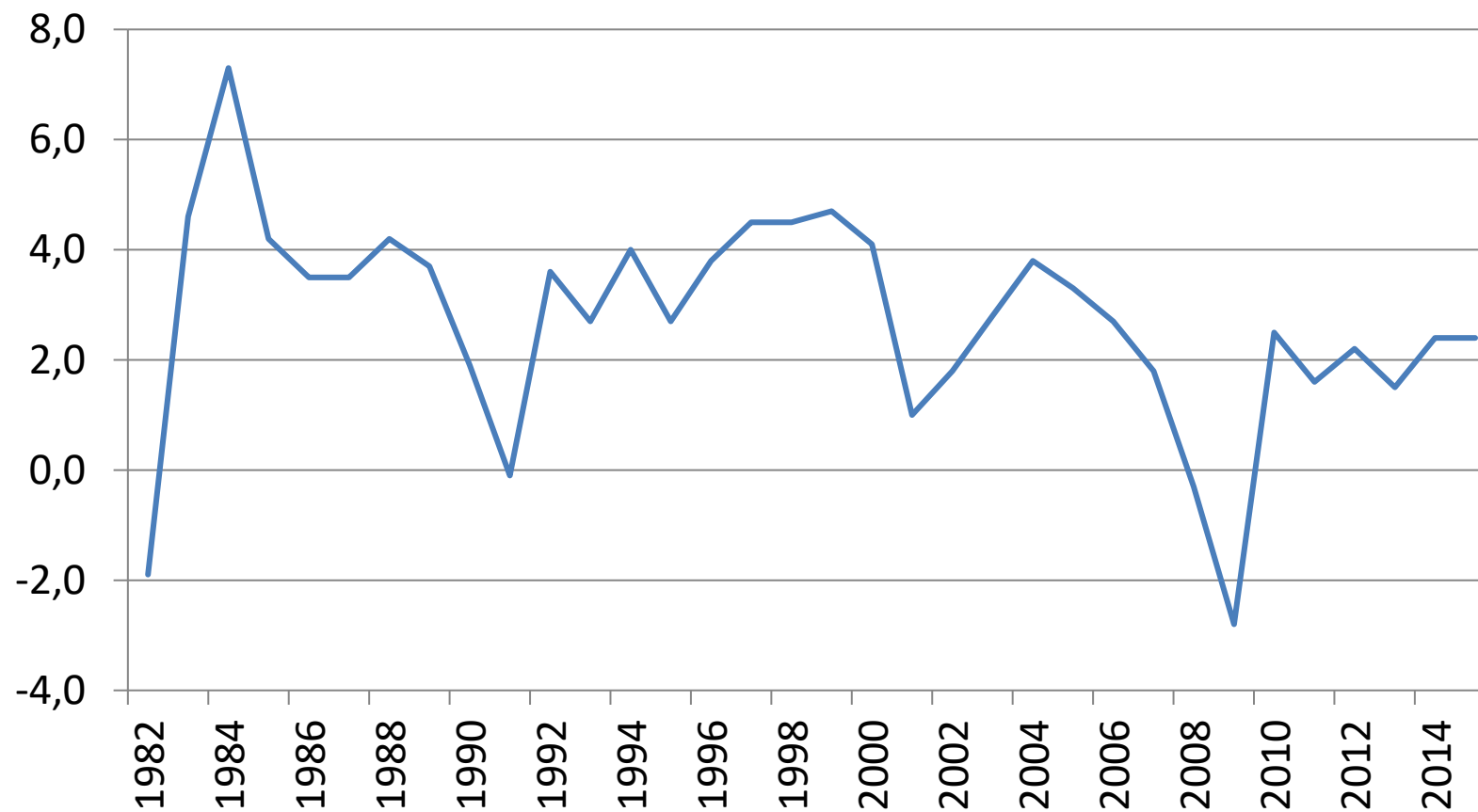
Kuised andmed 1973 – 1995.

Esineb sesoonne ja tsükliline komponent.



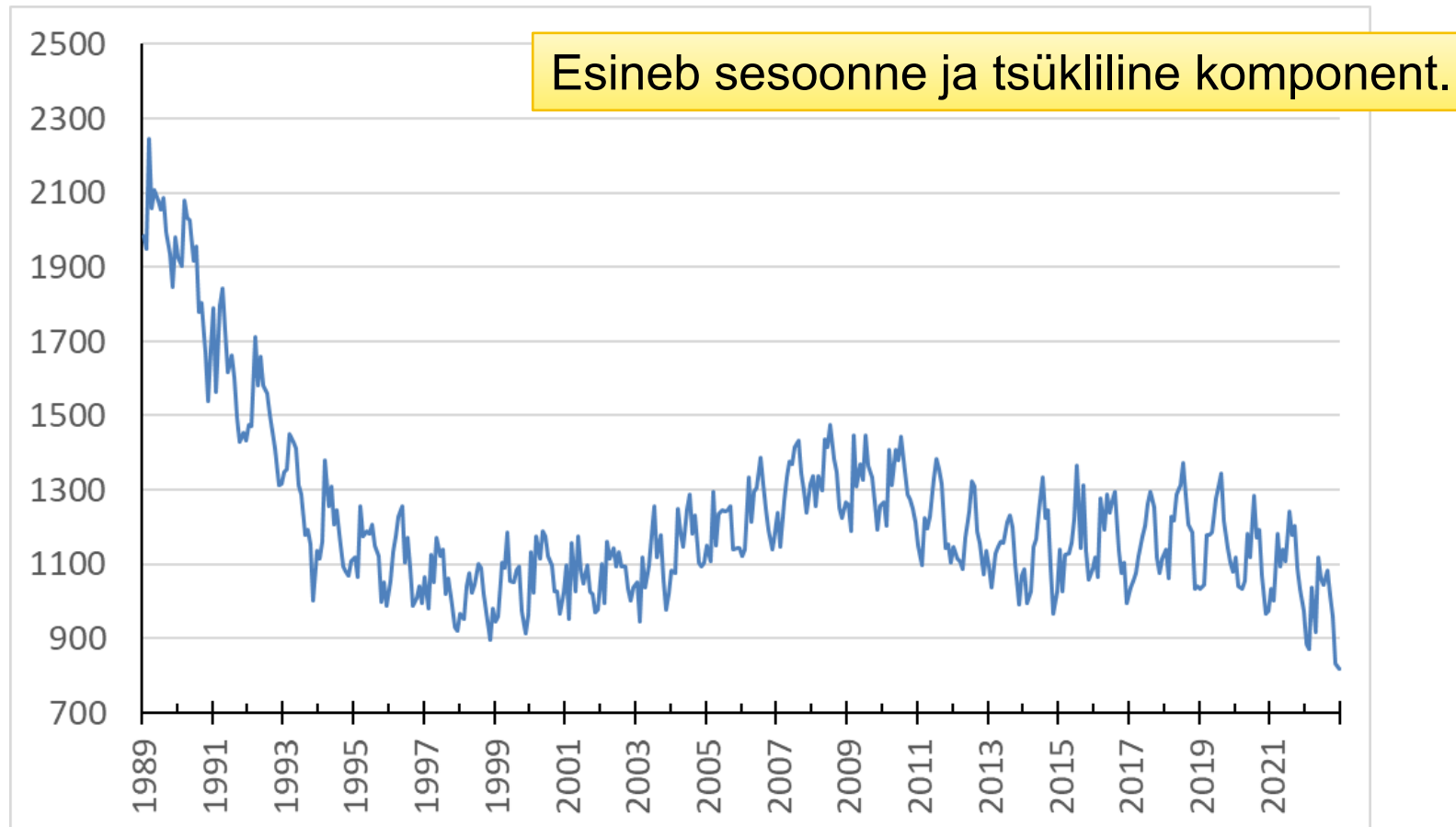
NÄIDE: MAJANDUSTSÜKLID

USA SKP juurdekasvutempo (%) 1982-2015.



NÄIDE: SÜNDIDE ARV EESTIS

Kuised andmed 1989 – 2022.

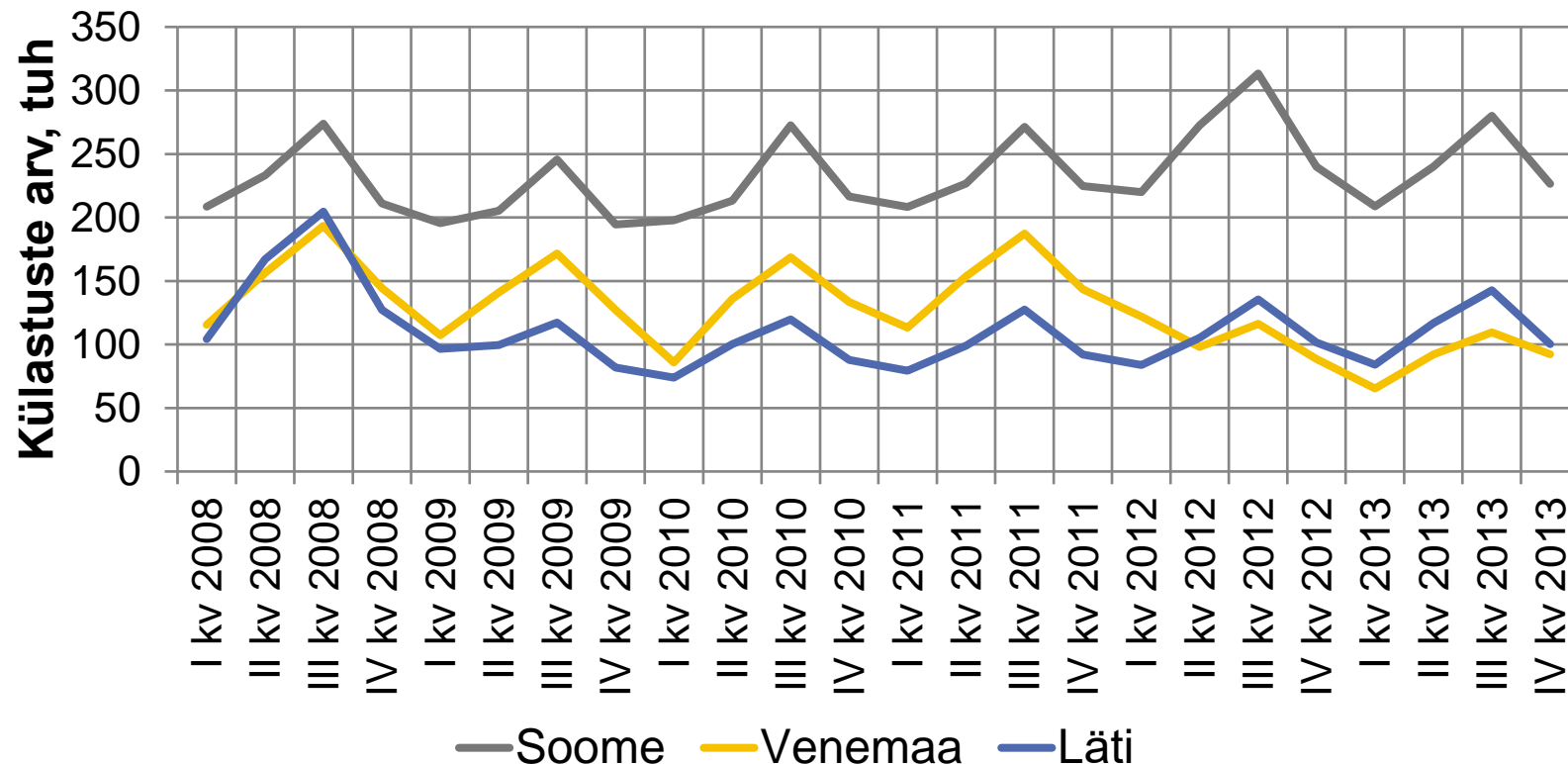


NÄIDE: EESTI RESIDENTIDE VÄLISREISID

Kvartaalsed andmed 2008 – 2013.

Allikas: Eesti Pank. Andmed saadud mobiilpositsioneerimise teel.

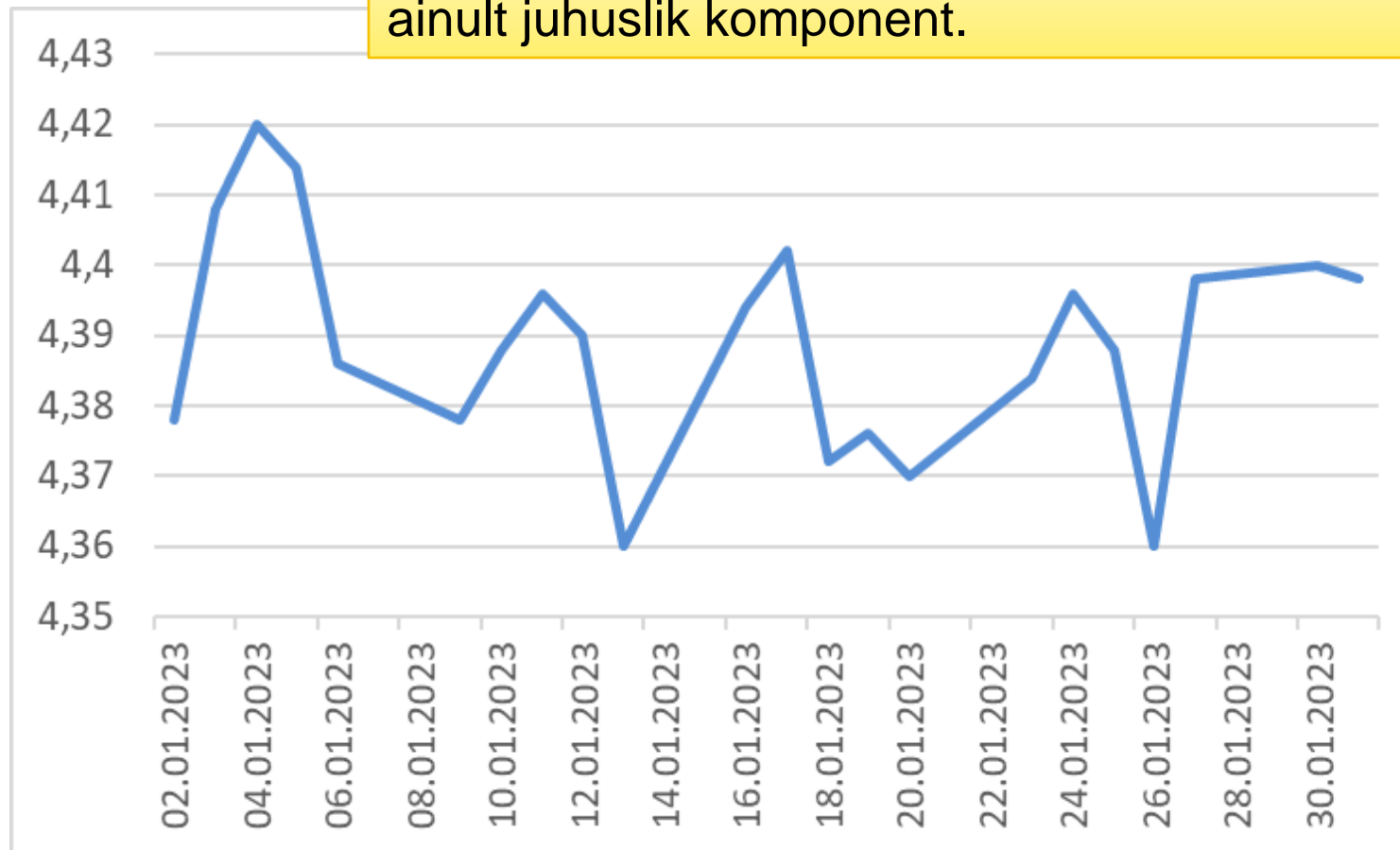
Trend puudub, sesoonsus on.



NÄIDE: ENEFIT GREENI AKTSIA KESKMINE HIND PÄEVAS

2.- 30. jaan. 2023

Puudub trend ja perioodiline komponent, esineb ainult juhuslik komponent.



KOMPONENTIDE ERALDAMINE

Trendi ja perioodilise komponendi eraldamiseks on kaks võimalikku mudelit:

- **aditiivne mudel:** trend + sesoonne komponent

Liitmine *addition*

- **multiplikatiivne mudel:** trend × sesoonne komponent

Sesoone komponent on ühikuta kordaja, millega trend läbi korrutatakse.

Korrutamine *multiplication*

ADITIIVNE MUDEL

Üldjuhul

$$y_i = T_i + C_i + S_i + \varepsilon_i$$

i -nda vaatluse komponendid

T_i trendi komponent

C_i tsükliline komponent

S_i sesoonne komponent

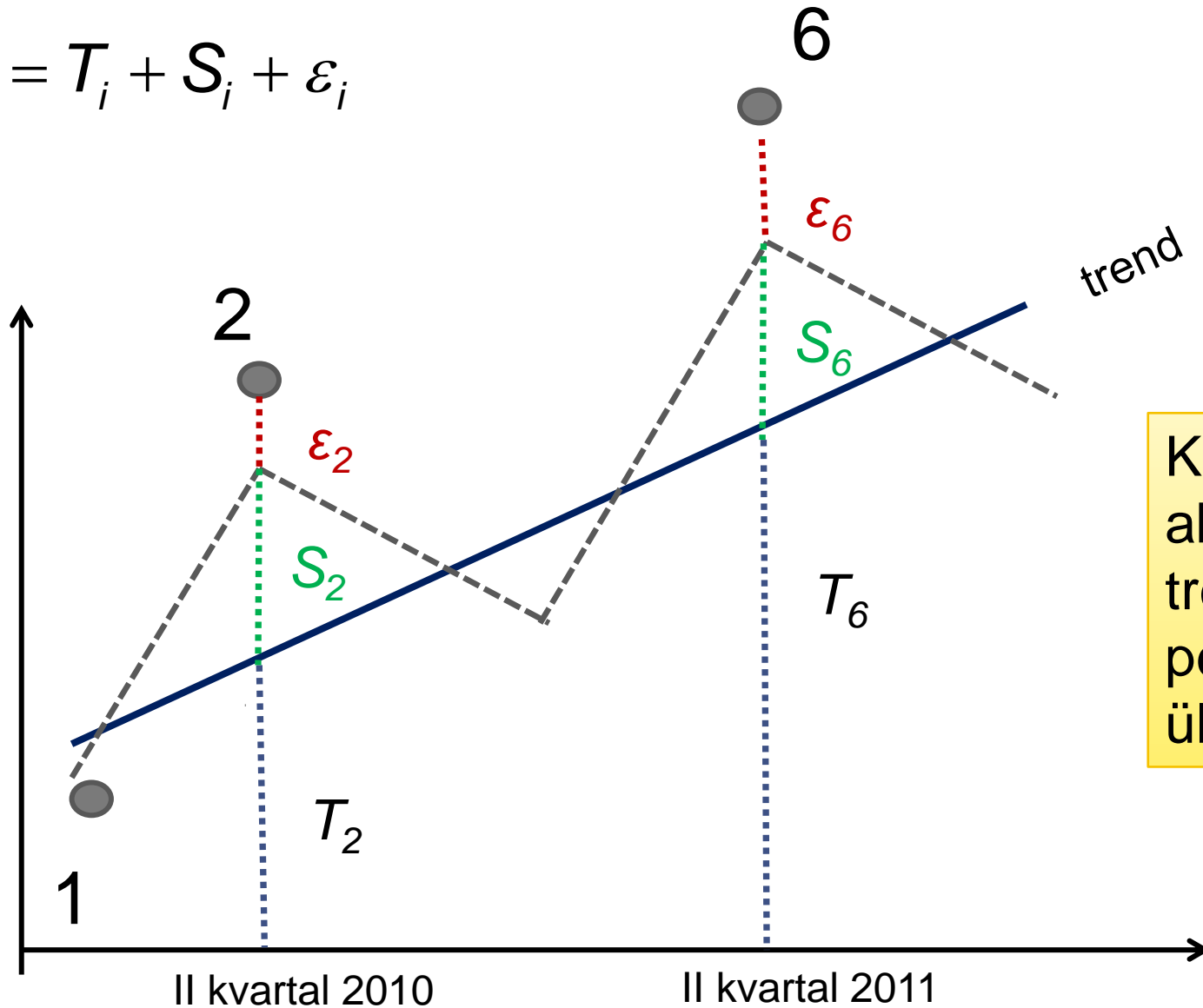
ε_i juhuslik komponent

Kui tsüklilisus puudub

$$y_i = T_i + S_i + \varepsilon_i$$

ADITIIVNE MUDEL

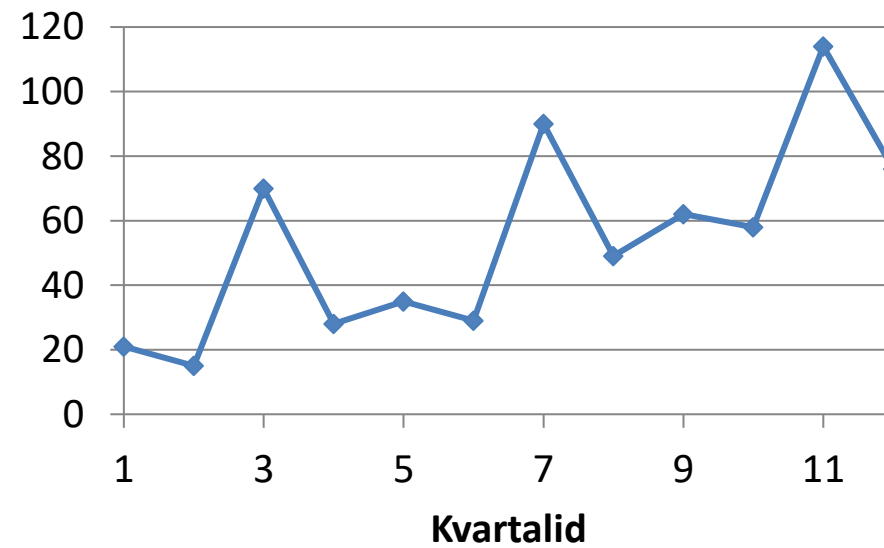
$$y_i = T_i + S_i + \varepsilon_i$$



Kasutatakse, kui S ehk absoluutne kõrvalekalle trendist on vastavatel perioodidel ligikaudu ühesugune.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 1

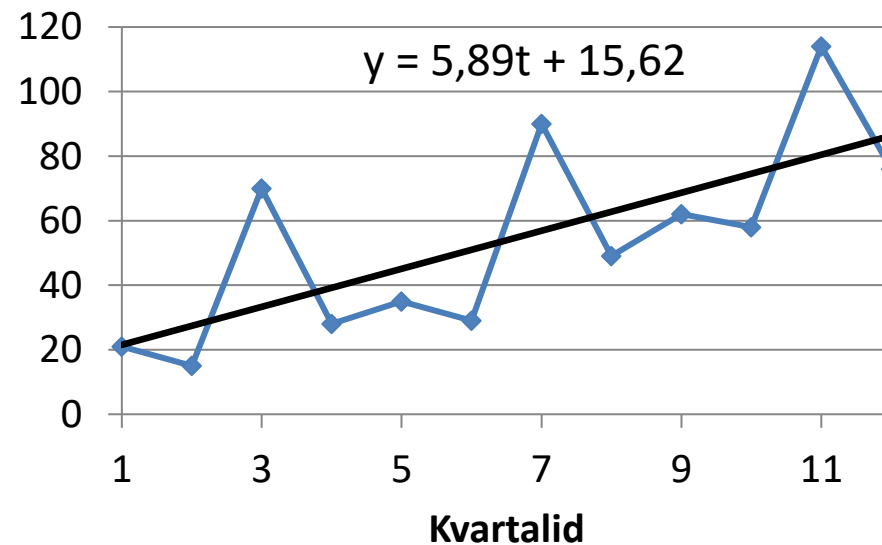
Aeg t, kvartalites	Käive y
1	21
2	15
3	70
4	28
5	35
6	29
7	90
8	49
9	62
10	58
11	114
12	76



1. Leiame sobiva trendijoone.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 2

Aeg t, kvartalites	Käive y
1	21
2	15
3	70
4	28
5	35
6	29
7	90
8	49
9	62
10	58
11	114
12	76

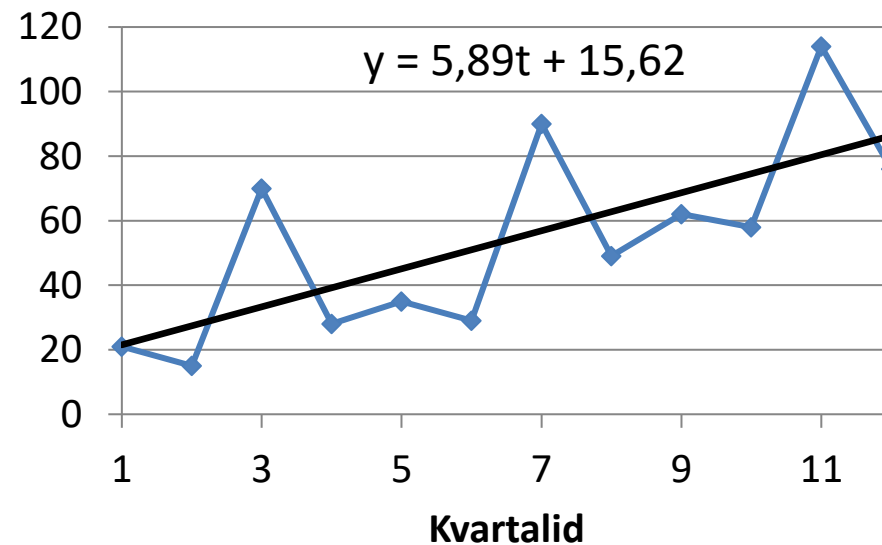


2. Trendijoone valemi põhjal arvutame trendi väärtused kõikide vaatluspunktide jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 2

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T
1	21	21,5
2	15	
3	70	
4	28	
5	35	
6	29	
7	90	
8	49	
9	62	
10	58	
11	114	
12	76	

$$5,89 \cdot 1 + 15,62 \approx 21,5$$

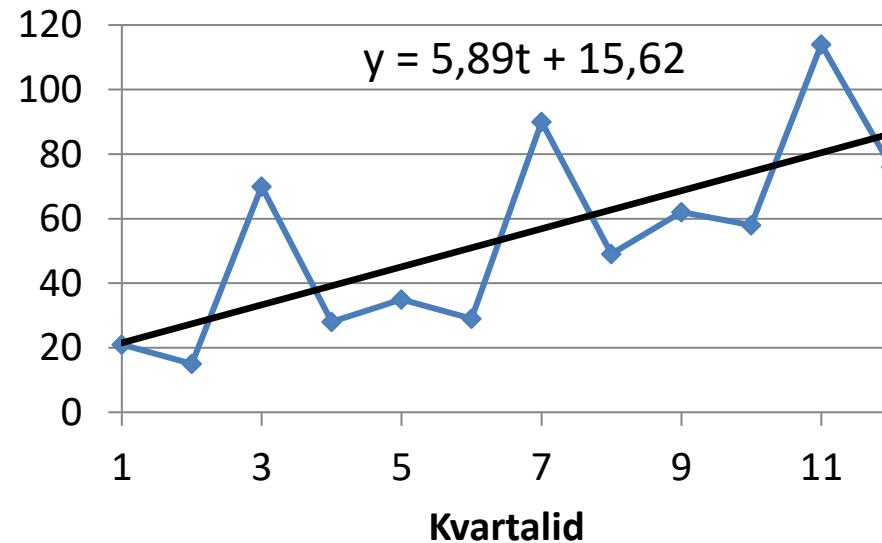


2. Trendijoone valemi põhjal arvutame trendi väärtused kõikide vaatluspunktide jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 2

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T
1	21	21,5
2	15	27,4
3	70	
4	28	
5	35	
6	29	
7	90	
8	49	
9	62	
10	58	
11	114	
12	76	

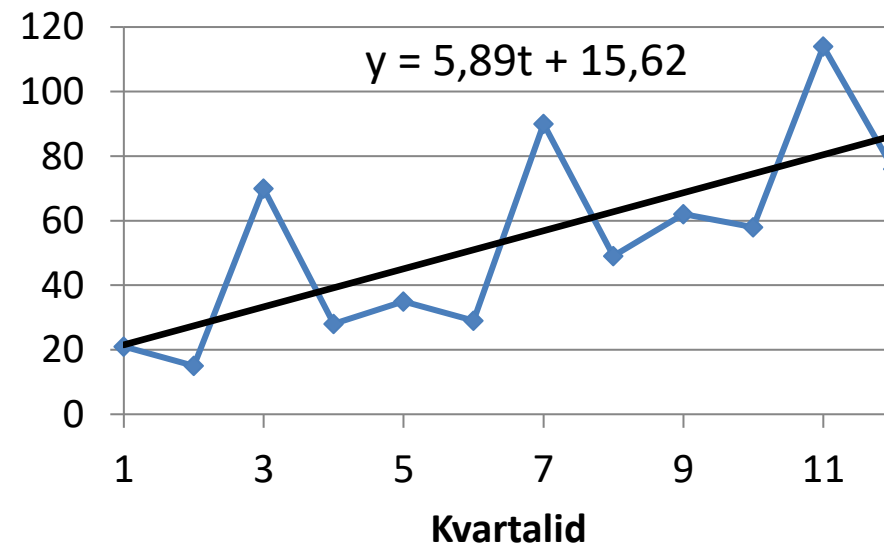
$$5,89 \cdot 2 + 15,62 \approx 27,4$$



2. Trendijoone valemi põhjal arvutame trendi väärtused kõikide vaatluspunktide jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 2

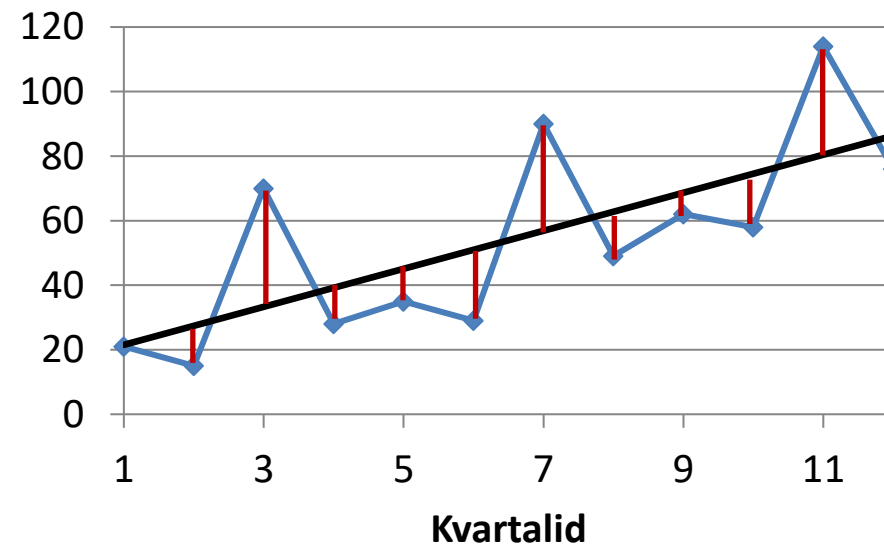
Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T
1	21	21,5
2	15	27,4
3	70	33,3
4	28	39,2
5	35	45,1
6	29	51,0
7	90	56,9
8	49	62,8
9	62	68,6
10	58	74,5
11	114	80,4
12	76	86,3



2. Trendijoone valemi põhjal arvutame trendi väärtused kõikide vaatluspunktide jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 3

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T
1	21	21,5
2	15	27,4
3	70	33,3
4	28	39,2
5	35	45,1
6	29	51,0
7	90	56,9
8	49	62,8
9	62	68,6
10	58	74,5
11	114	80,4
12	76	86,3



3. Leiame sesoonse komponendi väärtused kõigi vaatluste jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 3

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T
1	21	21,5
2	15	27,4
3	70	33,3
4	28	39,2
5	35	45,1
6	29	51,0
7	90	56,9
8	49	62,8
9	62	68,6
10	58	74,5
11	114	80,4
12	76	86,3

Aditiivne mudel ilma juhusliku komponendita

$$y_i = T_i + S_i$$



$$S_i = y_i - T_i$$

3. Leiame sesoonse komponendi väärtused kõigi vaatluste jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 3

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	
3	70	33,3	
4	28	39,2	
5	35	45,1	
6	29	51,0	
7	90	56,9	
8	49	62,8	
9	62	68,6	
10	58	74,5	
11	114	80,4	
12	76	86,3	

$$\leftarrow 21 - 21,5 = -0,5$$

$$S_i = y_i - T_i$$

3. Leiame sesoonse komponendi väärtused kõigi vaatluste jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 3

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8

$$S_i = y_i - T_i$$

3. Leiame sesoonse komponendi väärtused kõigi vaatluste jaoks.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 4

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4

Aritmeetiline
keskmine

4. Leiame keskmised sesoonsed komponendid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 4

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7

Aritmeetiline
keskmine

4. Leiame keskmised sesoonsed komponendid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE, 4

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

Aritmeetiline
keskmine



4. Leiame keskmised sesoonsed komponendid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 5

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9
KOKKU				0

Keskmete sesoonsete komponentide summa peab olema 0 (ligikaudu).

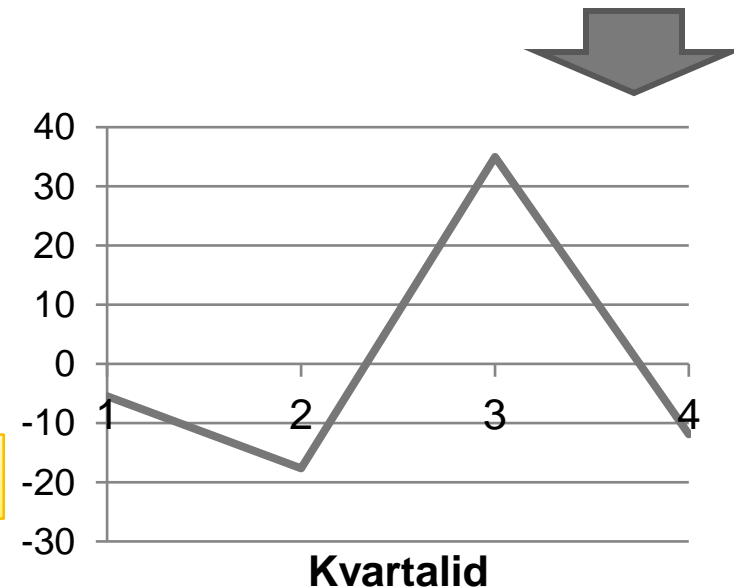
5. Kontrollime aditiivse mudeli sobivust.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 6

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

6. Analüüsimise sesoonsust.



NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	?		

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 1

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	?		

Trendi mudel oli

$$y = 5,89t + 15,62$$

1. Algul leiame trendi.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 1

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	?	92,2	

Trendi mudel oli

$$y = 5,89t + 15,62$$

← $5,89 \cdot 13 + 15,62 \approx 92,2$

1. Algul leiame trendi.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 2

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	?	92,2	-5,4

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

2. Seejärel valime sobiva sesoonse komponendi.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 3

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	86,8	92,2	-5,4

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

$$92,2 + (-5,4) = 86,8$$

3. Arvutame prognoosi.

$$y_i = T_i + S_i$$

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 4

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	86,8	92,2	-5,4
14	?		

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

Niimoodi ka järgmised prognoosid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 5

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	86,8	92,2	-5,4
14	?	98,1	

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

$$5,89 \cdot 14 + 15,62 \approx 98,1$$

Niimoodi ka järgmised prognoosid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 6

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	86,8	68,2	-5,4
14	?	98,1	-17,7

Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

Niimoodi ka järgmised prognoosid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 7

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	86,8	92,2	-5,4
14	80,5	98,1	-17,7

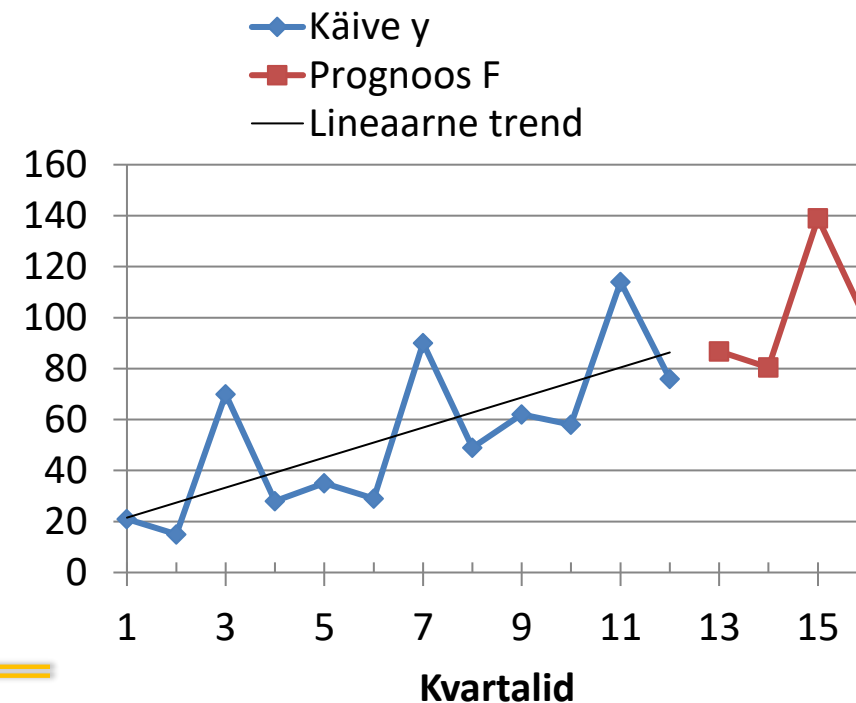
Kvartal	1. aasta	2. aasta	3. aasta	Keskmine
1	-0,5	-10,1	-5,8	-5,4
2	-12,4	-22,0	-18,6	-17,7
3	36,7	33,1	35,1	35,0
4	-11,2	-13,8	-10,8	-11,9

$$98,1 + (-17,7) = 80,5$$

Niimoodi ka järgmised prognoosid.

NÄIDE: ADITIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 8

Aeg t, kvartalites	Käive y	Trend T	Sesoonne komponent S
1	21	21,5	-0,5
2	15	27,4	-12,4
3	70	33,3	36,7
4	28	39,2	-11,2
5	35	45,1	-10,1
6	29	51,0	-22,0
7	90	56,9	33,1
8	49	62,8	-13,8
9	62	68,6	-5,8
10	58	74,5	-18,6
11	114	80,4	35,1
12	76	86,3	-10,8
13	86,8	92,2	-5,4
14	80,5	98,1	-17,7
15	139,0	104,0	35,0
16	109,9	109,9	-11,9



Niimoodi ka järgmised prognoosid.

PROGNOOSIMINE KOKKUVÕTLIKULT

Prognoosimisel kasutatakse vaatlusandmete põhjal leitud trendi ja keskmisi sesoonseid komponente.

Juhuslikku komponenti prognoosida ei saa.

MULITPLIKATIIVNE MUDEL 1

Üldjuhul

$$y_i = T_i \cdot C_i \cdot S_i \cdot \varepsilon_i$$

i -nda vaatluse komponendid

T_i trendi komponent

C_i tsükliline komponent, ühikuta koefitsient

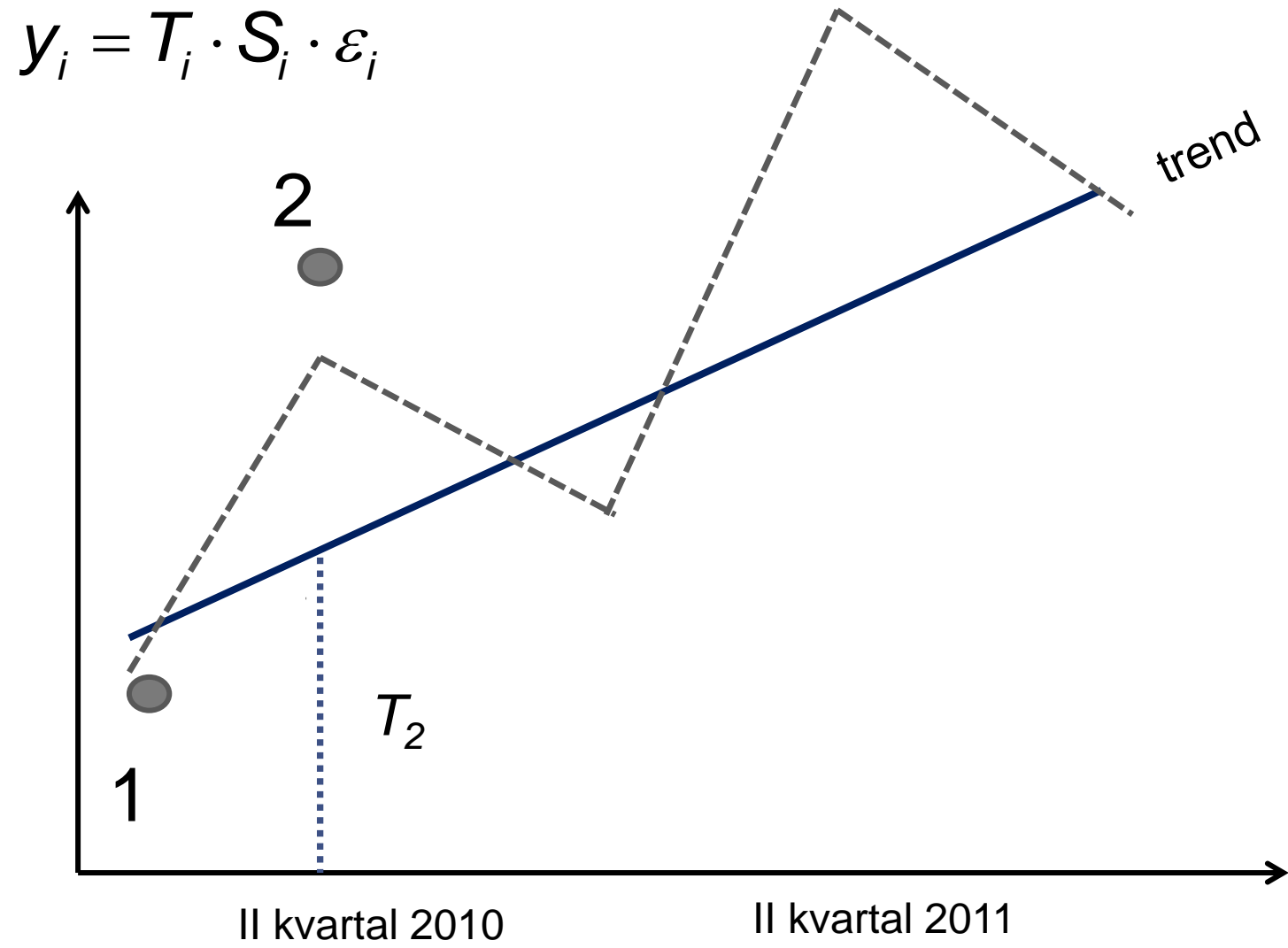
S_i sesoonne komponent, ühikuta koefitsient

ε_i juhuslik komponent, ühikuta koefitsient

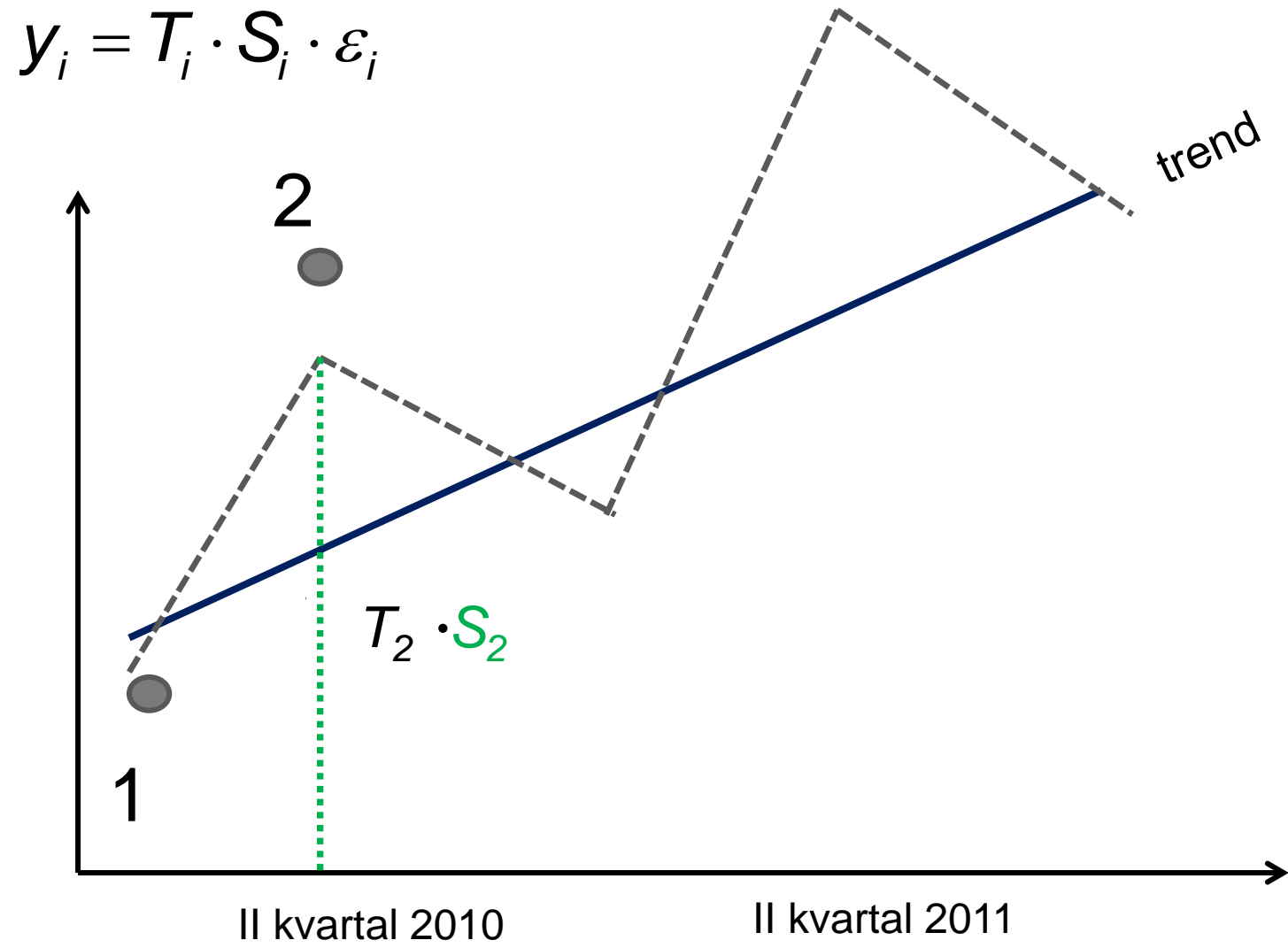
Kui tsüklilisus puudub

$$y_i = T_i \cdot S_i \cdot \varepsilon_i$$

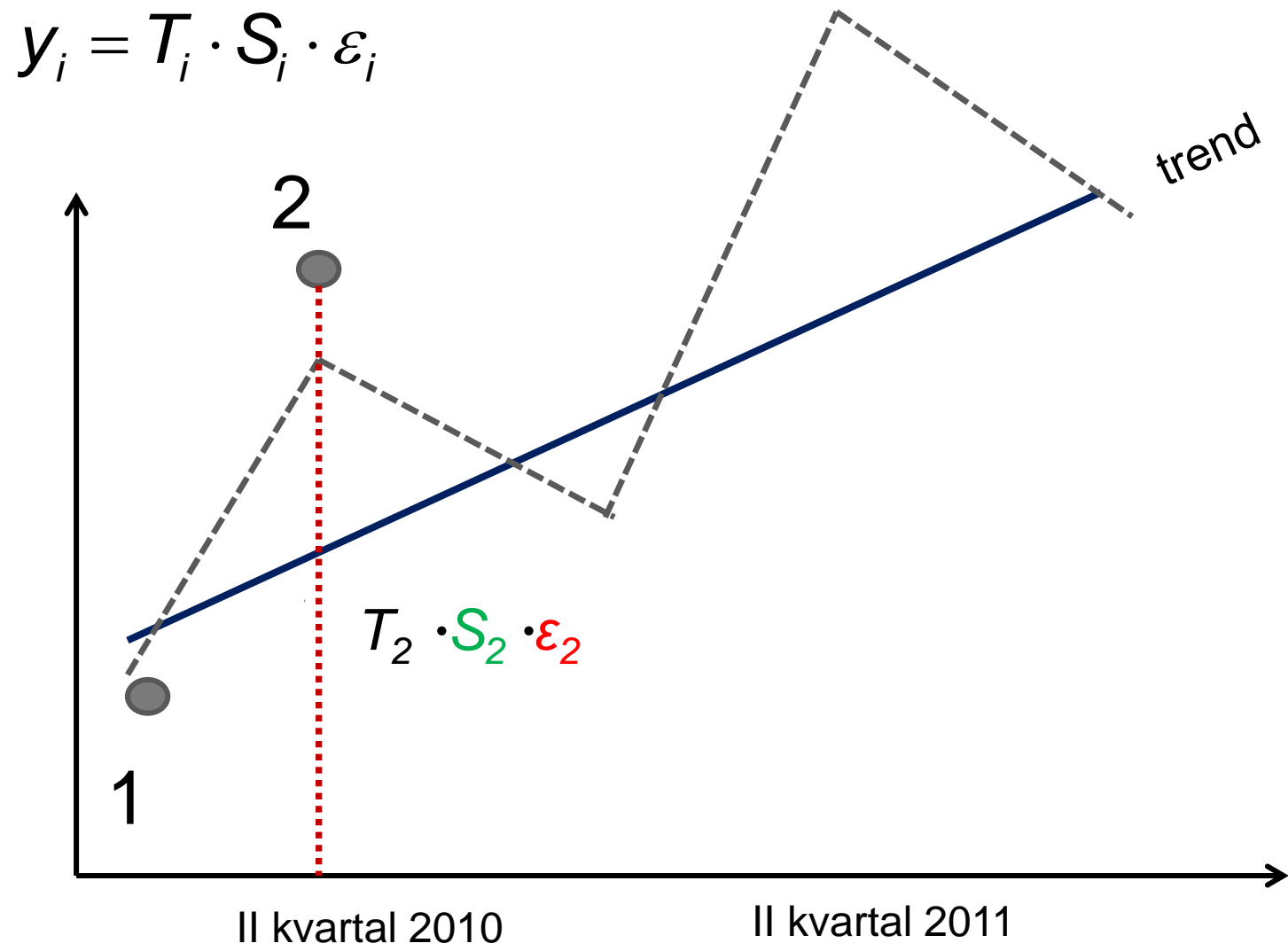
MULTIPLIKATIIVNE MUDEL 2



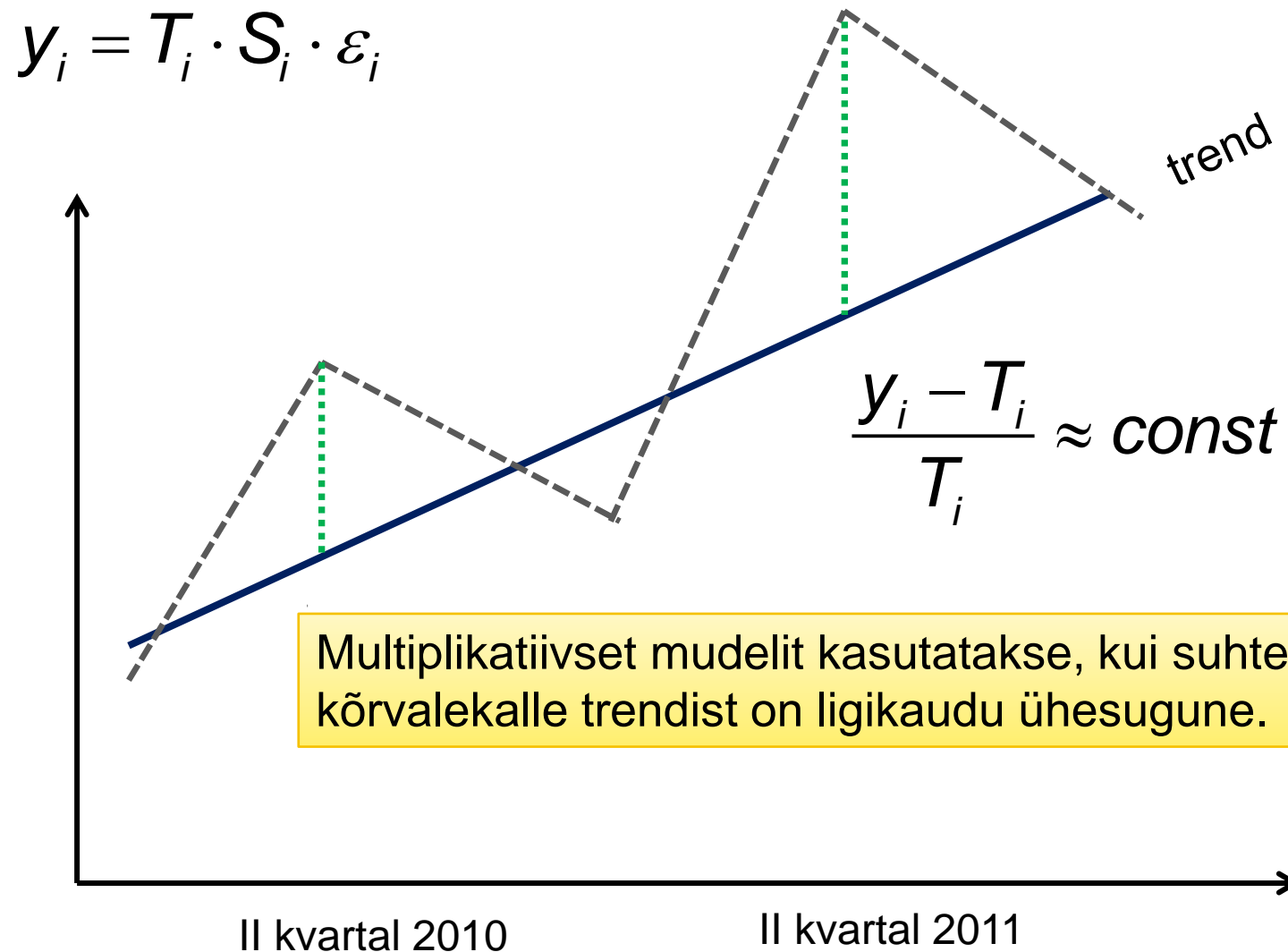
MULTIPLIKATIVNE MUDEL 3



MULTIPLIKATIVNE MUDEL 4



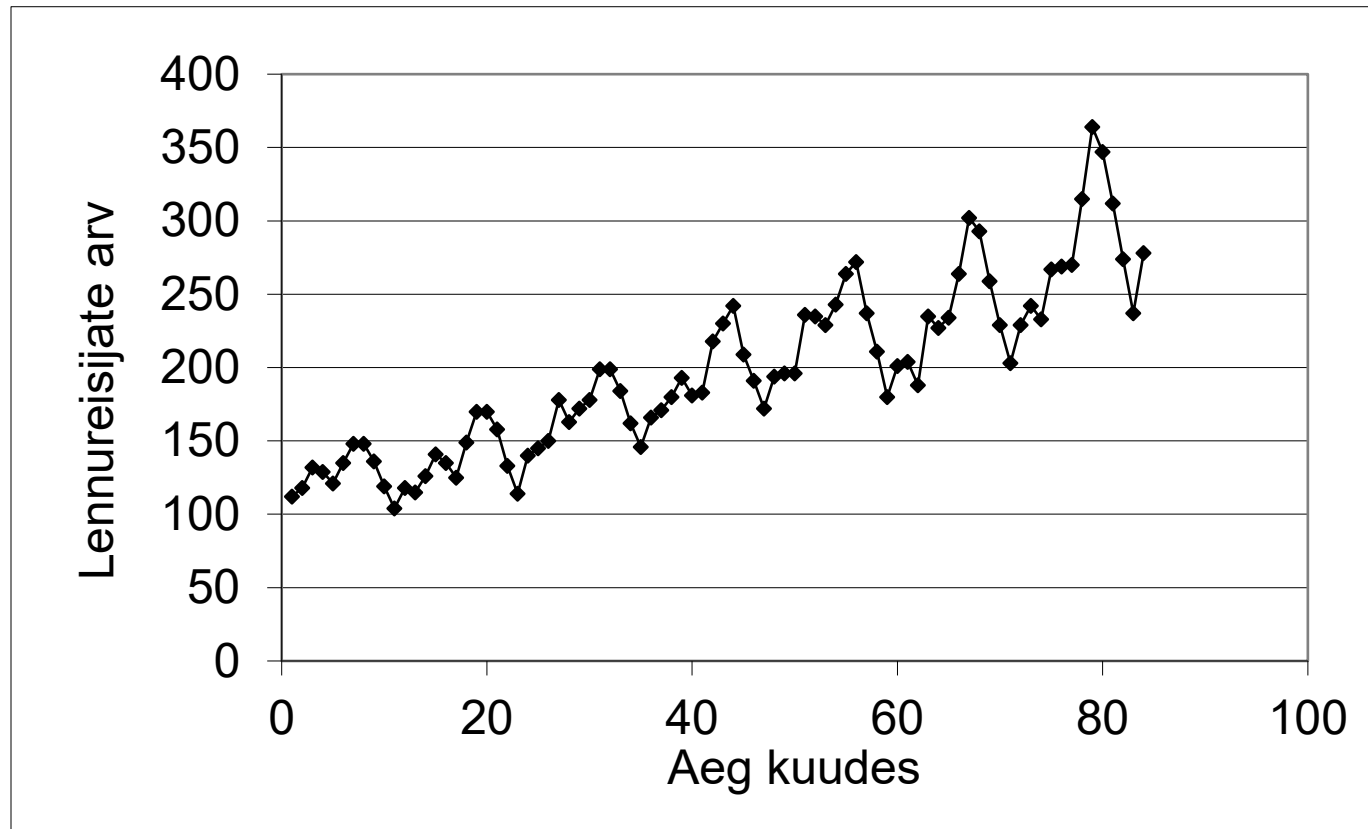
MULTIPLIKATIIVNE MUDEL 5



Multiplikatiivset mudelit kasutatakse, kui suhteline kõrvalekalle trendist on ligikaudu ühesugune.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 1

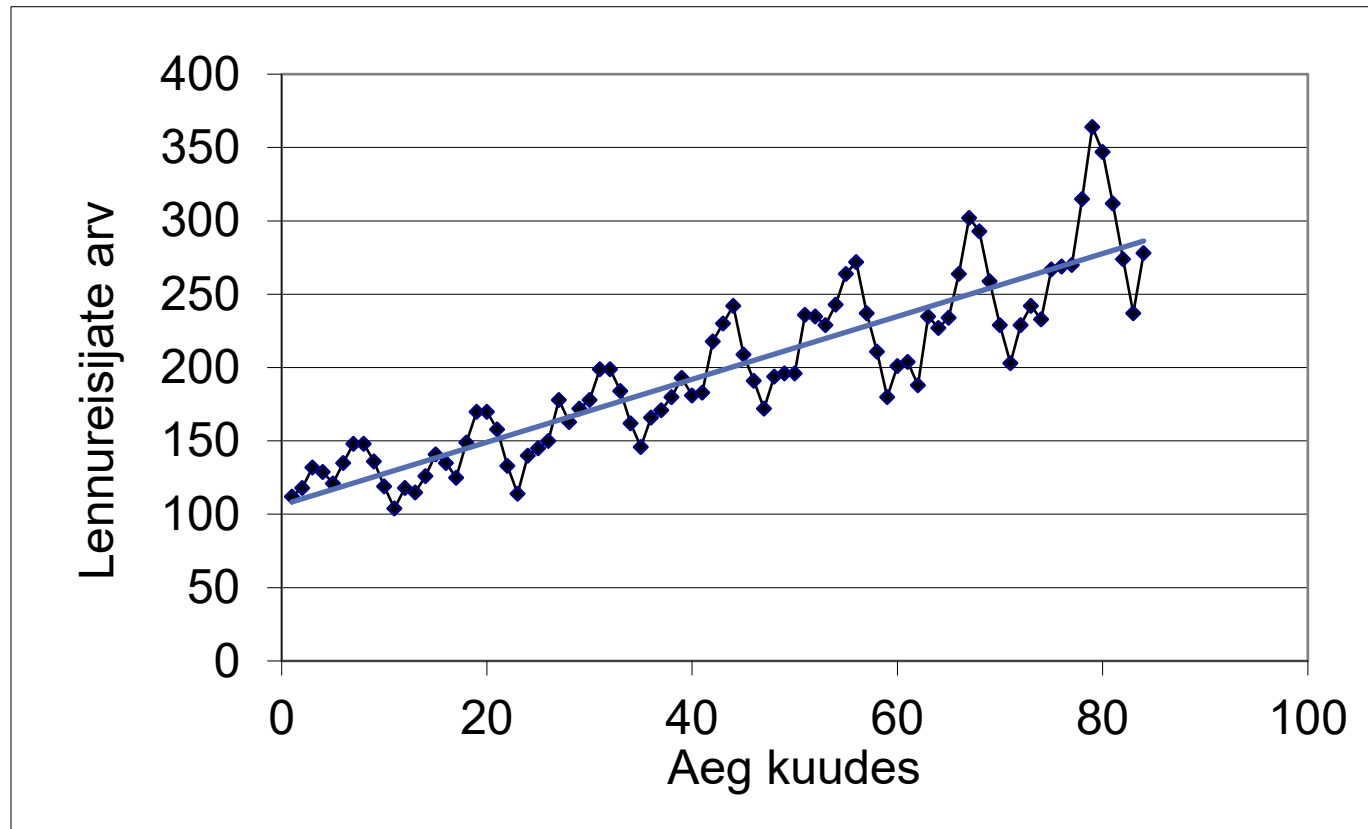
Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kuised andmed aastatest 1949 – 1955.



1. Leiame sobiva trendijoone.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 2

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kuised andmed aastatest 1949 – 1955.



Lineaarne
mudel

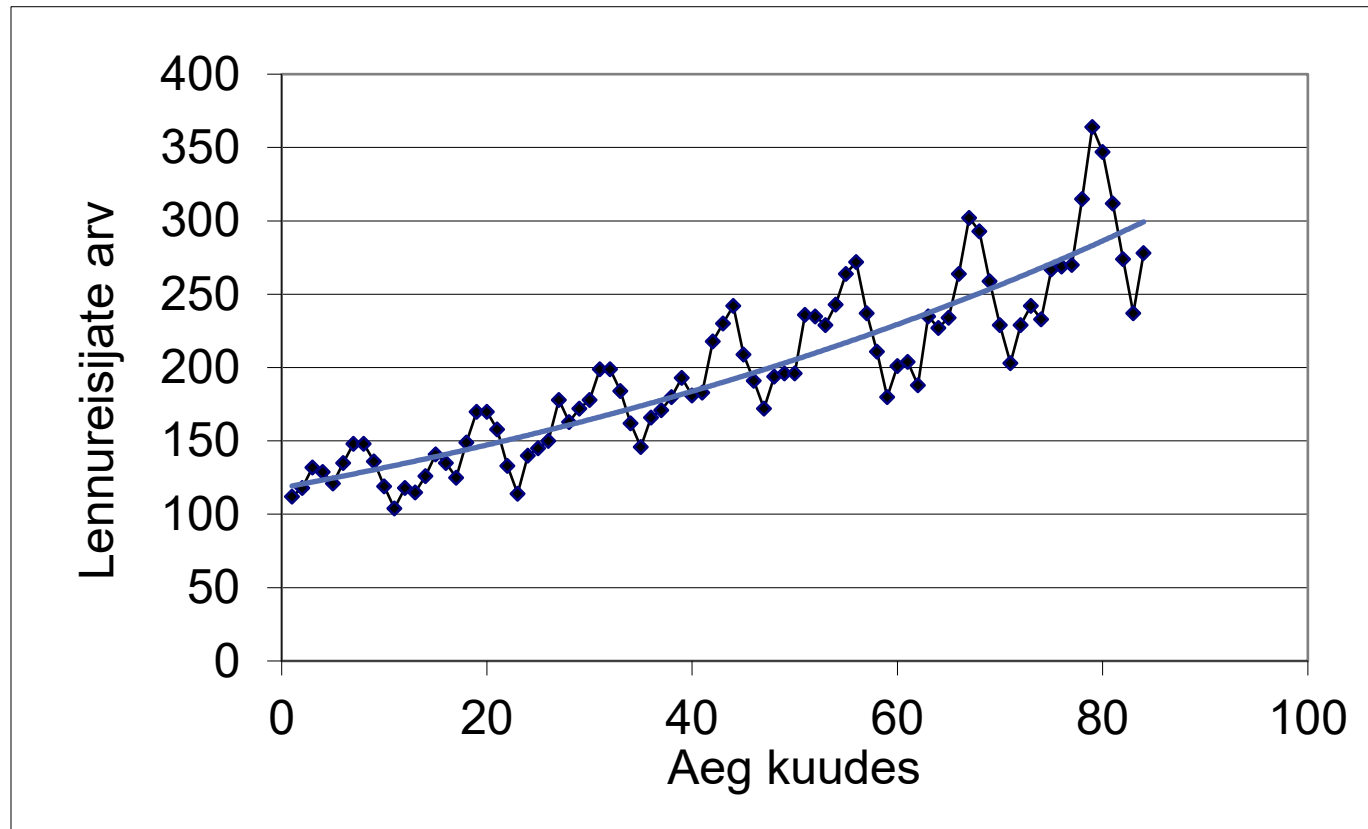
$$y = 2,143t + 106$$

$$R^2 = 0,7923$$

1. Leiame sobiva trendijoone.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 3

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kuised andmed aastatest 1949 – 1955.



Eksponentsiaalne
mudel

$$y = 117,95e^{0,0111t}$$

$$R^2 = 0,8239$$

1. Leiame sobiva trendijoone.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 4

Mudelite võrdlus

Lineaarne mudel

$$y = 2,143t + 106$$

$$R^2 = 0,7923$$

Ekspponentsiaalne mudel

$$y = 117,95e^{0,0111t}$$

$$R^2 = 0,8239$$

Ekspponentsiaalne
mudel on parem.

1. Leiame sobiva trendijoone.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 5

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T
1.49	1	112	119,27
2.49	2	118	
3.49	3	132	
4.49	4	129	
5.49	5	121	
.....	

Trendi mudel $y = 117,95e^{0,0111t}$

$$117,95e^{0,0111 \cdot 1} \approx 119,3$$

2. Trendi arvutamine vaatluspunktide jaoks.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 6

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T
1.49	1	112	119,27
2.49	2	118	120,60
3.49	3	132	
4.49	4	129	
5.49	5	121	
.....	

Trendi mudel $y = 117,95e^{0,0111t}$

$$117,95e^{0,0111 \cdot 2} \approx 120,60$$

2. Trendi arvutamine vaatluspunktide jaoks.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 7

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T
1.49	1	112	119,27
2.49	2	118	120,60
3.49	3	132	121,94
4.49	4	129	123,30
5.49	5	121	124,68
.....	

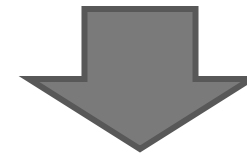
Trendi mudel $y = 117,95e^{0,0111t}$

2. Trendi arvutamine vaatluspunktide jaoks.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 8

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S
1.49	1	112	119,27	
2.49	2	118	120,60	
3.49	3	132	121,94	
4.49	4	129	123,30	
5.49	5	121	124,68	
....

$$y_i = T_i \cdot S_i$$



$$S_i = \frac{y_i}{T_i}$$

3. Sesoonse komponendi arvutamise vaatluspunktide jaoks.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 9

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S
1.49	1	112	119,27	0,94
2.49	2	118	120,60	
3.49	3	132	121,94	
4.49	4	129	123,30	
5.49	5	121	124,68	
....

$$S_i = \frac{y_i}{T_i}$$

$$\frac{112}{119,27} \approx 0,94$$

3. Sesoonse komponendi arvutamise vaatluspunktide jaoks.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 10

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S
1.49	1	112	119,27	0,94
2.49	2	118	120,60	0,98
3.49	3	132	121,94	1,08
4.49	4	129	123,30	1,05
5.49	5	121	124,68	0,97
....
1.50	13	115	136,26	0,84
2.50	14	126	137,78	0,91
...

$$S_i = \frac{y_i}{T_i}$$

3. Sesoonse komponendi arvutamise vaatluspunktide jaoks.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 11

Geomeetriline
keskmine

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S	Kuud	1949	1950	...	1955	Kesk- mine
1.49	1	112	119,27	0,94	1	0,94	0,84	...	0,91	0,92
2.49	2	118	120,60	0,98						
3.49	3	132	121,94	1,08						
4.49	4	129	123,30	1,05						
5.49	5	121	124,68	0,97						
....						
1.50	13	115	136,26	0,84						
2.50	14	126	137,78	0,91						
...						

4. Keskmise sesoonse komponendi arvutamine kuude kaupa.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 12

Geomeetriline
keskmine

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S
1.49	1	112	119,27	0,94
2.49	2	118	120,60	0,98
3.49	3	132	121,94	1,08
4.49	4	129	123,30	1,05
5.49	5	121	124,68	0,97
....
1.50	13	115	136,26	0,84
2.50	14	126	137,78	0,91
...

Kuud	1949	1950	...	1955	Kesk- mine
1	0,94	0,84	...	0,91	0,92
2	0,98	0,91	...	0,87	0,92

4. Keskmise sesoonse komponendi arvutamine kuude kaupa.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 13

Geomeetiline
keskmine

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S
1.49	1	112	119,27	0,94
2.49	2	118	120,60	0,98
3.49	3	132	121,94	1,08
4.49	4	129	123,30	1,05
5.49	5	121	124,68	0,97
....
1.50	13	115	136,26	0,84
2.50	14	126	137,78	0,91
...

Kuud	1949	1950	...	1955	Kesk- mine
1	0,94	0,84	...	0,91	0,92
2	0,98	0,91	...	0,87	0,92
3	1,08	0,91	...	0,98	1,05
...
12	0,88	0,91	...	0,93	0,91

4. Keskmise sesoonse komponendi arvutamine kuude kaupa.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 14

Kuu	Aeg t kuudes, alates 01.1949	Vaatlus- andmed y	Trend T	Sesoonne komponent S
1.49	1	112	119,27	0,94
2.49	2	118	120,60	0,98
3.49	3	132	121,94	1,08
4.49	4	129	123,30	1,05
5.49	5	121	124,68	0,97
....
1.50	13	115	136,26	0,84
2.50	14	126	137,78	0,91
...

Kuud	1949	1950		1955	Kesk- mine
1	0,94	0,84	...	0,91	0,92
2	0,98	0,91	...	0,87	0,92
3	1,08	0,91	...	0,98	1,05
...
12	0,88	0,91	...	0,93	0,91

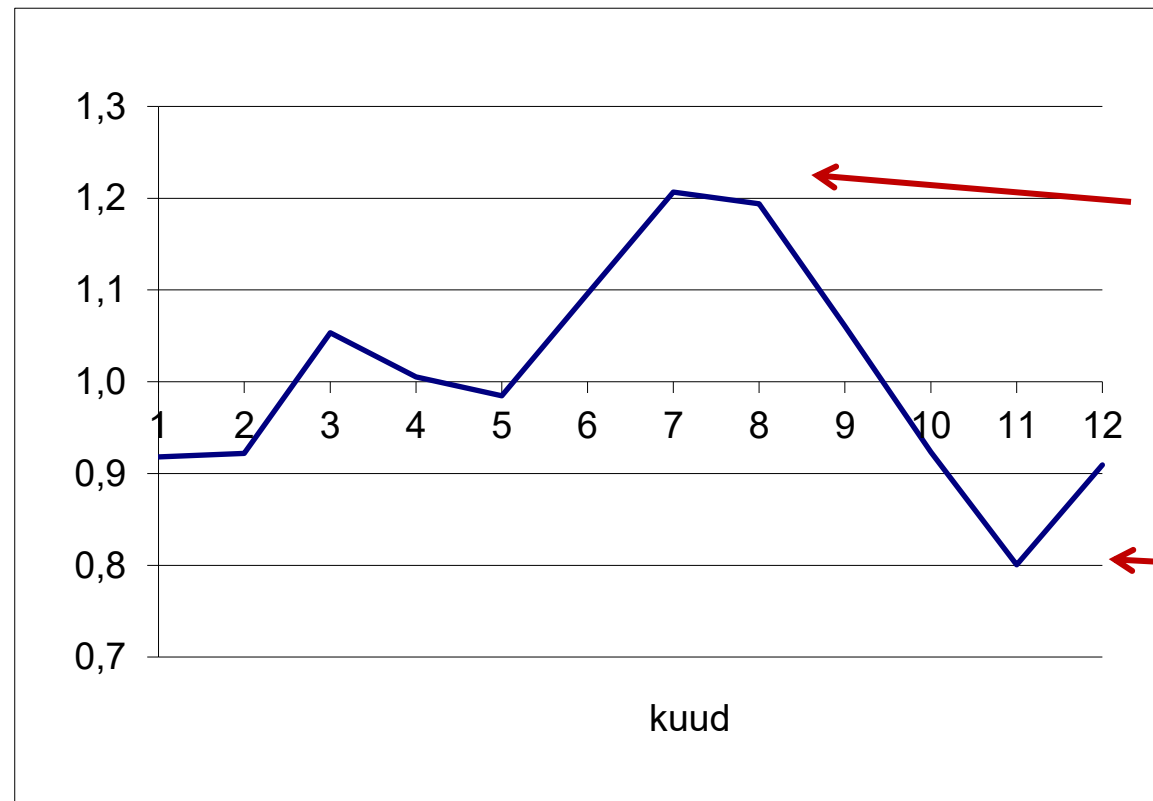
Keskliste sesoonsete komponentide korrutis peab ≈ 1 .

$$0,92 \cdot 0,92 \cdot 1,05 \cdot \dots \cdot 0,91 \approx 0,993$$

5. Kontroll, kas multiplikatiivne mudel sobib.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI KONSTRUEERIMINE 15

Keskmine sesoonne komponent



Juulis, augustis ligikaudu
20% trendist suurem.

Novembris ligikaudu
20% trendist väiksem.

6. Sesoonsuse analüüs.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 1

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949			Prognoos
1.56	85			?
2.56	86			?
3.56	87			?
4.56	88			?
...

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 2

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.

Kuised andmed aastatest 1949 – 1955.

Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T
1.56	85	303,0
2.56	86	
3.56	87	
4.56	88	
...

Trendi mudel

$$y = 117,95e^{0,0111t}$$

$$y = 117,95e^{0,0111 \cdot 85} = 303,0$$

1. Trendi arvutamine.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 3

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel
Kuised andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T
1.56	85	303,0
2.56	86	303,4
3.56	87	309,8
4.56	88	313,3
...

Trendi mudel

$$y = 117,95e^{0,0111t}$$

1. Trendi arvutamine.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 4

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent
1.56	85	303,0	
2.56	86	303,4	
3.56	87	309,8	
4.56	88	313,3	
...

2. Keskmiste sesoonsete komponentide valik.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 5

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kuiused andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent
1.56	85	303,0	
2.56	86	303,4	
3.56	87	309,8	
4.56	88	313,3	
...

Keskised sesoonsed
komponendid

Kuud	Kesk- mine
1	0,92
2	0,92
3	1,05
4	1,01
....
12	0,91



2. Keskmiste sesoonsete komponentide valik.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 6

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent
1.56	85	303,0	0,92
2.56	86	303,4	0,92
3.56	87	309,8	1,05
4.56	88	313,3	1,01
...

Keskised sesoonsed
komponendid.

Kuud	Kesk- mine
1	0,92
2	0,92
3	1,05
4	1,01
....
12	0,91



2. Keskmiste sesoonsete komponentide valik.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 7

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent	Prognoos
1.56	85	303,0	0,92	
2.56	86	303,4	0,92	
3.56	87	309,8	1,05	
4.56	88	313,3	1,01	
...

$$y_i = T_i \cdot S_i$$

3. Prognoositud väärtuste arvutamine.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 8

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent	Prognoos
1.56	85	303,0	0,92	278,1
2.56	86	303,4	0,92	
3.56	87	309,8	1,05	
4.56	88	313,3	1,01	
...

$$= 303,0 \cdot 0,92 \quad y_i = T_i \cdot S_i$$

3. Prognoositud väärtuste arvutamine.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 9

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent	Prognoos
1.56	85	303,0	0,92	278,1
2.56	86	303,4	0,92	282,5
3.56	87	309,8	1,05	326,4
4.56	88	313,3	1,01	313,3
...

$$y_i = T_i \cdot S_i$$

3. Prognoositud väärtuste arvutamine.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 10

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent	Prognoos	Tegelikud andmed
1.56	85	303,0	0,92	278,1	284
2.56	86	303,4	0,92	282,5	277
3.56	87	309,8	1,05	326,4	317
4.56	88	313,3	1,01	313,3	313
...

4. Võrdlus tegelike andmetega.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 11

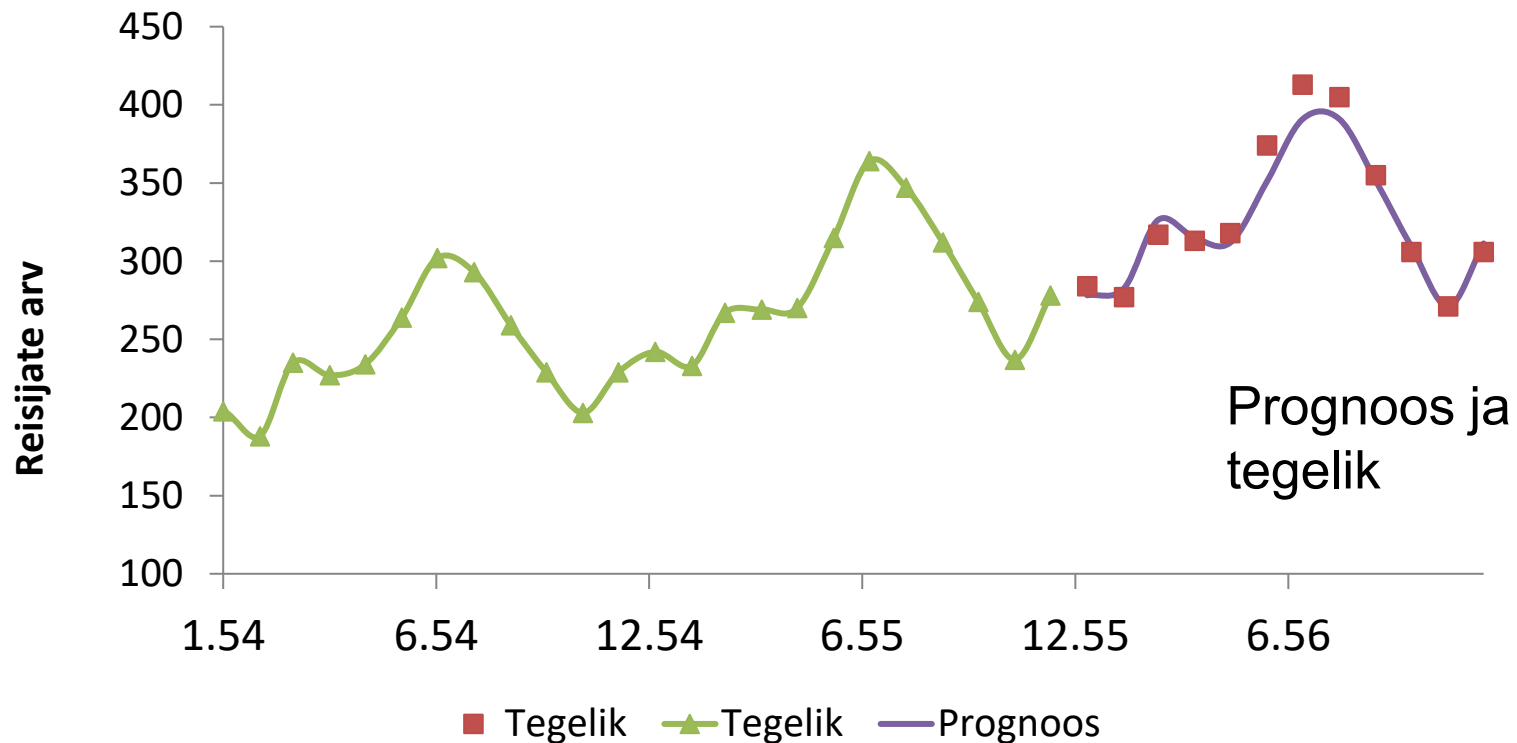
Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.

Kuu	Aeg t kuudes alates 01.1949	Trend T	Keskmine sesoonne komponent	Prognoos	Tegelikud andmed	Suhteline viga
1.56	85	303,0	0,92	278,1	284	-2,1%
2.56	86	303,4	0,92	282,5	277	1,9%
3.56	87	309,8	1,05	326,4	317	2,9%
4.56	88	313,3	1,01	313,3	313	0,6%
...

4. Võrdlus tegelike andmetega.

MULTIPLIKATIIVSE MUDELI JÄRGI PROGNOOSIMINE 12

Lennureisijate arv USA rahvusvahelistel lennuliinidel.
Kui sed andmed aastatest 1949 – 1955.
Prognoos aastaks 1956.



KUI PIKK AEGRIDA ON PROGNOOSIMISEKS VAJALIK?

Keskmise sesoonse komponendi leidmiseks
vähemalt 3 perioodi andmed.

Miimum 3 aasta andmed -> prognoos 1 aasta peale.

**EKSPONENTSILUMINE
TRENDI JA
SESOONSUSEGA**

EKSPONENTSILUMINE TRENDIGA 1

Lihtne

Silutud väärtus $E_t = wy_t + (1 - w)E_{t-1}$

Trendiga

Eelmine silutud väärtus +
eelmine trend

Silutud väärtus $E_t = wy_t + (1 - w)(E_{t-1} + T_{t-1})$

Trendi leidmine $T_t = v(E_t - E_{t-1}) + (1 - v)T_{t-1}$

Viimane
silutud
väärtuse
muutus.

Eelmine
trendi
väärtus.

Erinevalt regressioonjoonega silumisest: trend võib ajas muutuda.

EKSPONENTSILUMINE TRENDIGA 2

Trendiga

Silutud väärtus $E_t = w y_t + (1 - w)(E_{t-1} + T_{t-1})$

Trendi leidmine $T_t = v(E_t - E_{t-1}) + (1 - v)T_{t-1}$

Arvestab
trendi
muutumist.

Arvestab
trendi
inertsust.

Kaks tasandusparameetrit $0 \leq w \leq 1$

$$0 \leq v \leq 1$$

Väiksem v : suurem trendi inertsus.

EKSPONENTSILUMINE TRENDIGA: PROGNOOS

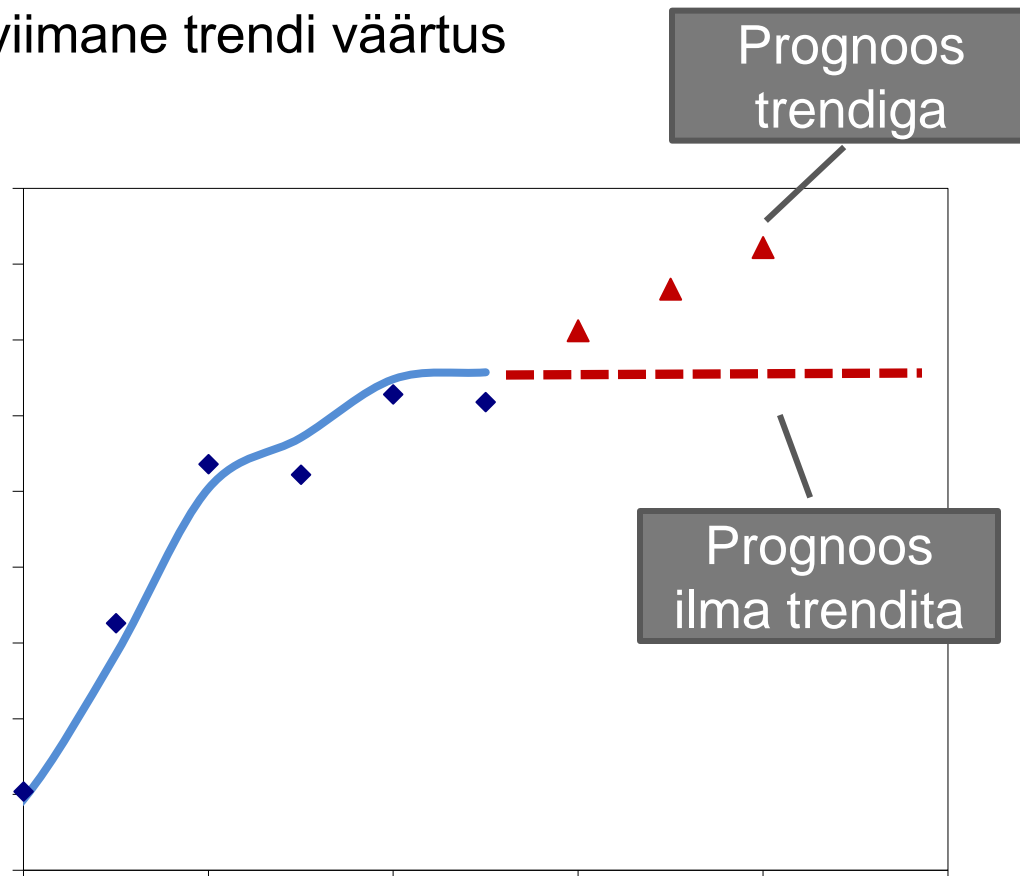
$$F_{t+1} = E_t + T_t$$

E_t viimane silutud väärtus
 T_t viimane trendi väärtus

$$F_{t+2} = E_t + 2T_t$$

$$F_{t+k} = E_t + kT_t$$

Iga järgmise sammu korral lisatakse viimane trendi väärtus.

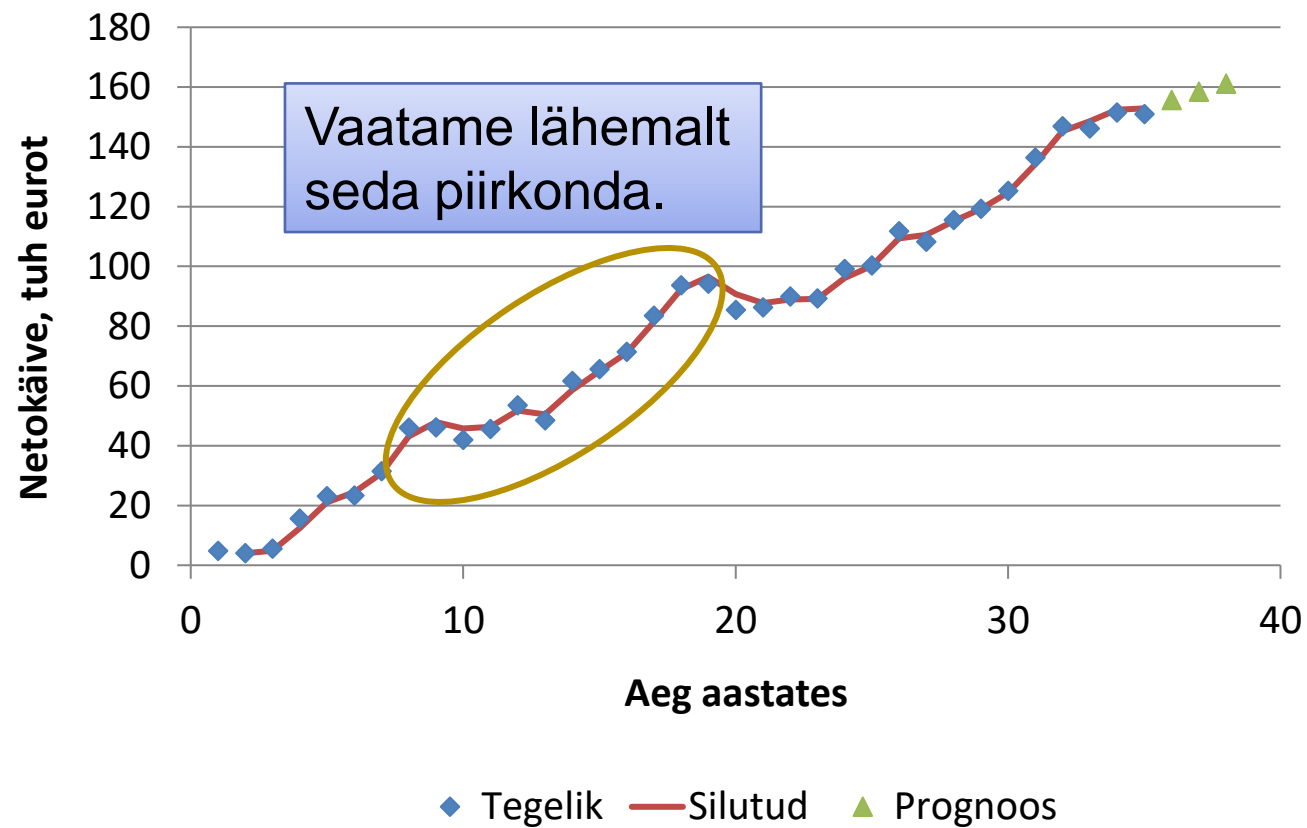


NÄIDE: ETTEVÖTTE NETOKÄIVE

Silumiskonstandid

$$w = 0,7$$

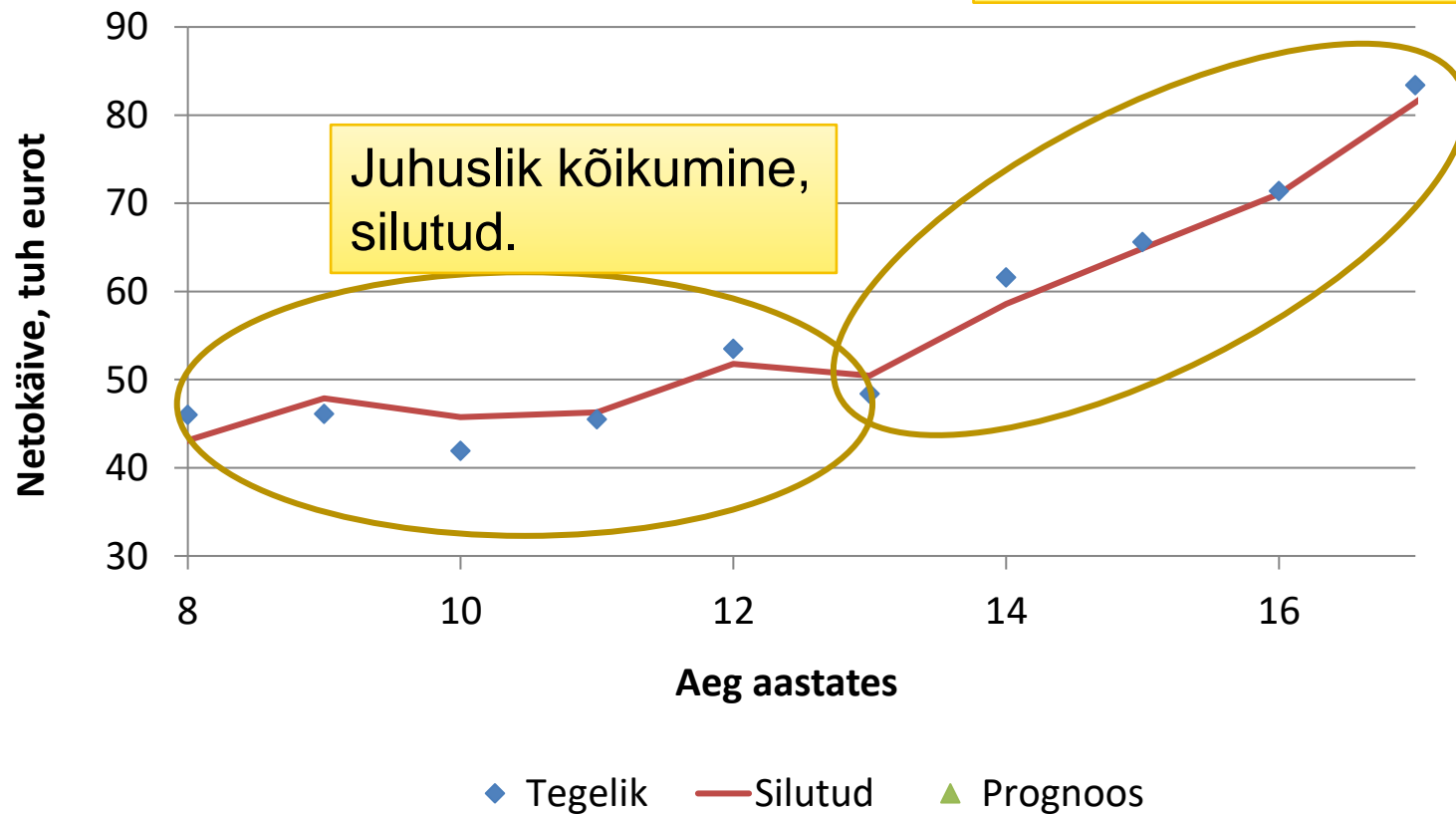
$$v = 0,5$$



NÄIDE: ETTEVÕTTE NETOKÄIVE

Silumiskonstandid $w = 0,7$
 $v = 0,5$

Tekkis trend, silumine võtab seda arvesse.



EKSPONENTSILUMINE TRENDI JA SESOONSUSEGA 1

Ainult trendiga $E_t = wy_t + (1 - w)(E_{t-1} + T_{t-1})$

Tegelikust väärtusest lahutatakse maha eelmine vastava perioodi sesoone komponent.

Arvestatakse
sesoonsust

$$E_t = w(y_t - S_{t-p}) + (1 - w)(E_{t-1} + T_{t-1})$$

p kvartaalsete andmete korral 4,
kuiste andmete korral 12

EKSPONENTSILUMINE TRENDI JA SESOONSUSEGA 2

Arvestatakse
sesoonsust

$$E_t = w(y_t - S_{t-p}) + (1-w)(E_{t-1} + T_{t-1})$$

p kvartaalsete andmete korral 4,
kuiste andmete korral 12

Sesoonse
komponendi
leidmine

$$S_t = \alpha(y_t - E_t) + (1-\alpha)S_{t-p}$$

Arvestab
sesoonsuse
muutumist.

Arvestab
sesoonsuse
inertsust.

Eelmine sesoonne
komponent.

Erinevalt regressioonjoonega silumisest:
ka sesoonne komponent võib ajas muutuda.

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Väiksem α : suurem
sesoonsuse inertsus.

EKSPONENTSILUMINE TRENDI JA SESOONSUSEGA 3

Aditiivne

$$E_t = w(y_t - S_{t-p}) + (1-w)(E_{t-1} + T_{t-1})$$
$$T_t = v(E_t - E_{t-1}) + (1-v)T_{t-1}$$
$$S_t = \alpha(y_t - E_t) + (1-\alpha)S_{t-p}$$

Multiplikatiivne

$$E_t = w \frac{y_t}{S_{t-p}} + (1-w)(E_{t-1} + T_{t-1})$$
$$T_t = v(E_t - E_{t-1}) + (1-v)T_{t-1}$$
$$S_t = \alpha \frac{y_t}{E_t} + (1-\alpha)S_{t-p}$$

3 silumis-
parameetrit
 w, v, α

PROGNOOSIMINE

Aditiivne

$$F_{t+1} = E_t + T_t + S_{t+1-p}$$

$$F_{t+2} = E_t + 2T_t + S_{t+2-p}$$

$$F_{t+k} = E_t + kT_t + S_{t+k-p}$$

Multiplikatiivne

$$F_{t+1} = (E_t + T_t)S_{t+1-p}$$

$$F_{t+2} = (E_t + 2T_t)S_{t+2-p}$$

$$F_{t+k} = (E_t + kT_t)S_{t+k-p}$$

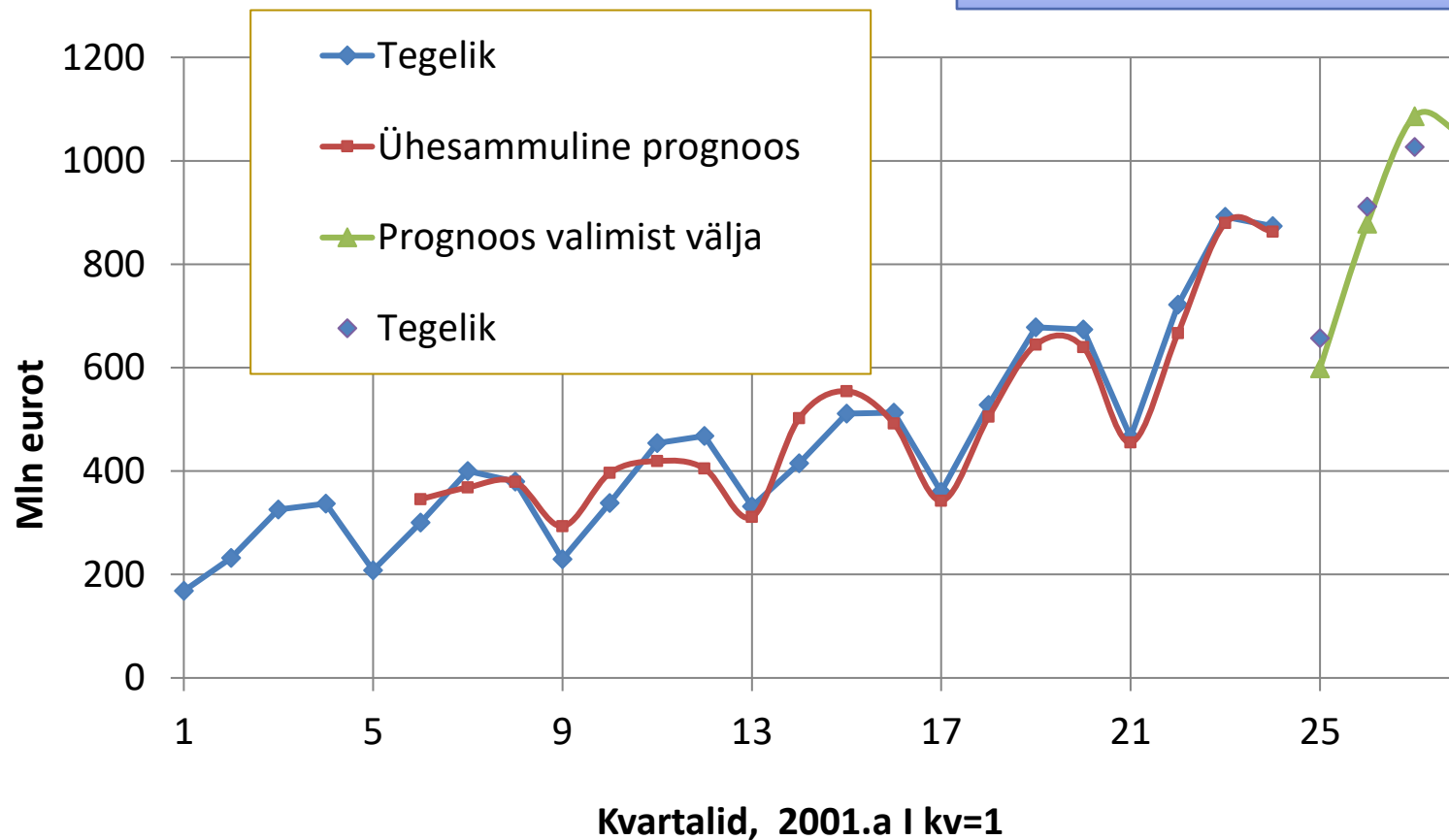
NÄIDE: EHITUSTÖÖD EESTIS

Ekspponentsilumine trendi ja
sesoonsusega, multiplikatiivne

Demo: eksponentsilumine trendi ja
sesoonsusega

$$w = 0,52 \quad v = 0,24 \quad \alpha = 0,49$$

Kuidas parameetrid saadud?



PROGNOOSI KESKMISE RUUTVEA MINIMEERIMINE

$$F_{t+1} = (E_t + T_t)S_{t+1-p}$$



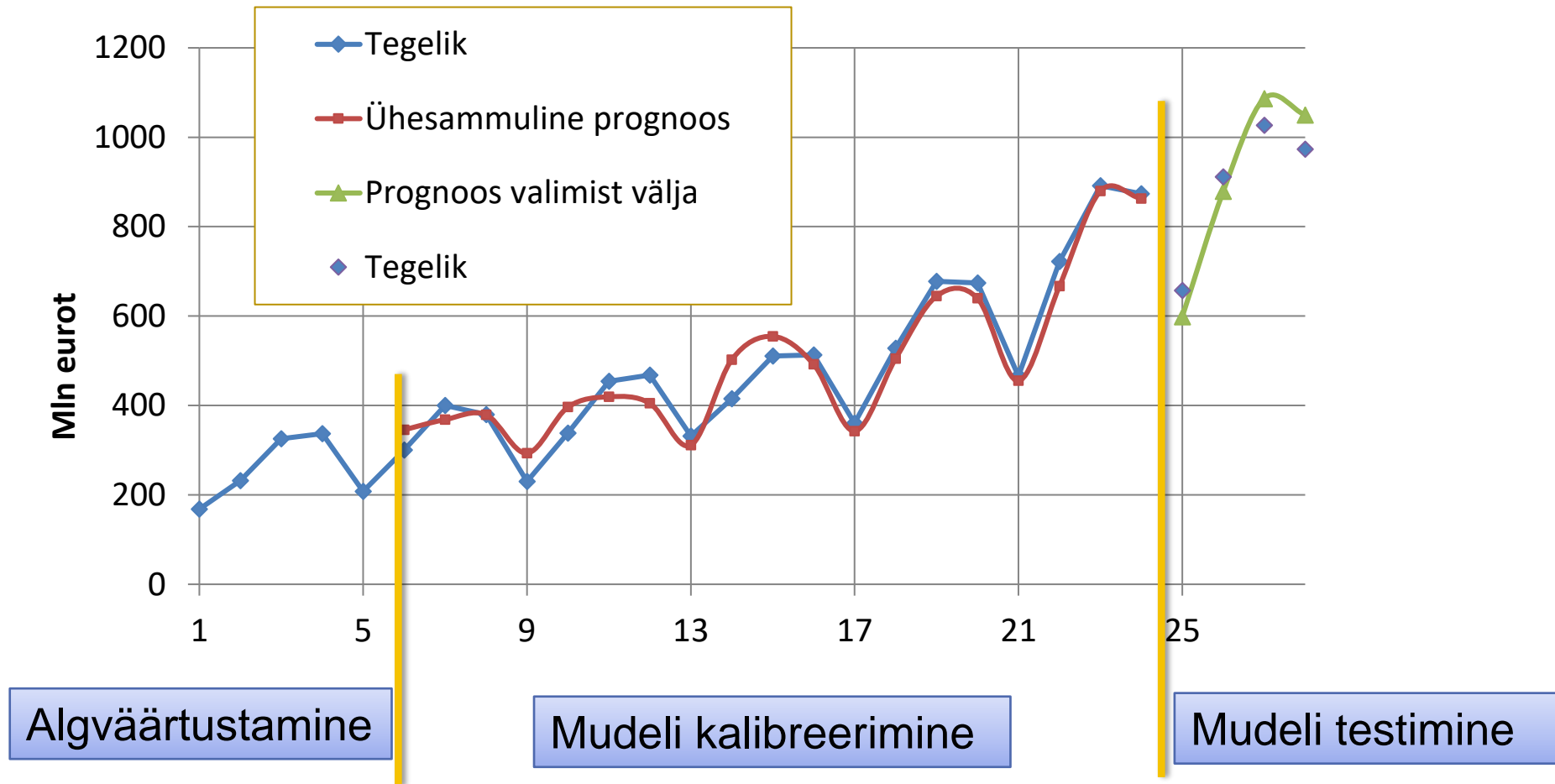
t	Ehitustööd, mln eurot	Prognoos F	Prognoosi viga u
6	300,19	345,48	-45,28
7	400,28	368,38	31,90
8	379,44	379,31	0,14
...

Keskmine ruutviga $MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n u_t^2 \rightarrow \min$

Tulemuseks $w = 0,52$ $v = 0,24$ $\alpha = 0,49$

Programmis Excel lahendaja Solver.

KOLM VAHEMIKKU



PROGNOOSIDE HINDAMINE

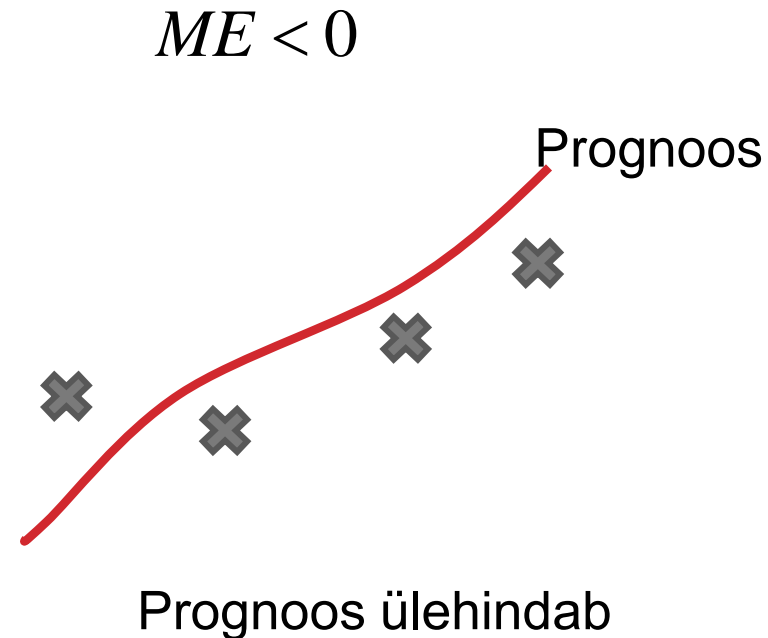
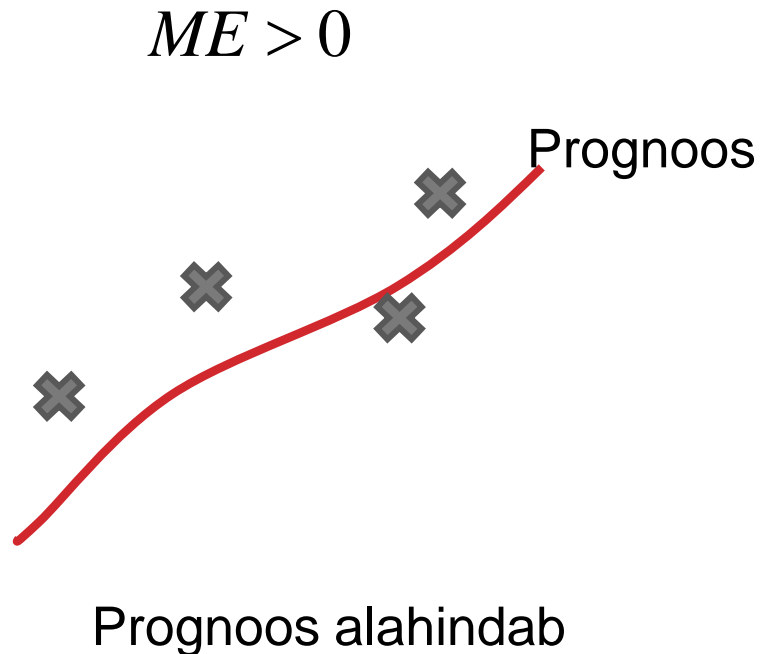
“All models are wrong, but some are useful.” — George Box
Briti statistik (1919-2013), suur panus aegridade teooriasse.

PROGNOOSI KESKMINE VIGA

$$u_t = y_t - F_t \quad y_t \text{ tegelik väärtus, } F_t \text{ prognoos}$$

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n u_t$$

Keskmine viga, iseloomustab prognoosi nihet: üles või alla
Mean Error



PROGNOOSIVEAD, ABSOLUUTSED

$$u_t = y_t - F_t$$

y_t tegelik väärtus, F_t prognoos

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n u_t^2$$

Keskmine ruutviga,
Mean Square Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n u_t^2}$$

Juuritud keskmine ruutviga,
Root Mean Square Error

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |u_t|$$

Keskmine absoluutviga,
Mean Absolute Deviation

Sobivad ühe ja sama aegrea korral erinevatel meetoditel saadud prognooside võrdlemiseks.

PROGNOOSIVEAD, SUHTELISED

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{u_t}{y_t}$$

Keskmine suhteline viga,
Mean Percent Error

Sobivad erinevate
aegridade prognooside
võrdlemiseks.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|u_t|}{y_t}$$

Keskmine suhteline absoluutviga,
Mean Absolute Percent Error

MAPE-t kasutatakse väga sageli erinevate aegridade prognooside võrdlemiseks:

MAPE < 10%	väga hea prognoos
10% < MAPE < 20%	hea prognoos

PROGNOOSIMINE

PROGNOOSIMISE AJALUGU

- **Antiikaeg** Egiptuses mõõdeti Niiluse jõe veetaset, et prognoosida saaki ja sealt tulenevalt määrati maksud.



Nilomeeter

PROGNOOSIMISE AJALUGU

- **Antiikaeg** Egiptuses mõõdeti Niiluse jõe veetaset, et prognoosida saaki ja sealt tulenevalt määrati maksud.
- **17. saj** Sir William Petty: esinevad 7-aastase perioodiga majandustsüklid.
- **Enne 1950-ndaid** Regressioonmeetod ja aegridade kompleksanalüüs olid olemas, kasutati vaid akadeemilistes ja valitsusasutustes (rahvamajandus).
- **1950-ndad** Töötati välja eksponentsiaalse silumise tehnikad. RAND Corporation töötas välja Delphi meetodi.
- **1960-ndad** Arvutusvõimsuse odavnemine => arvutuslikult mahukamad meetodid, masinõpe.
- **1970-ndad** Box-Jenkinsi meetod, ARIMA.
- **1970-ndate lõpp** Erinevad uuringud näitasid, et otsuste vastuvõtjad ignoreerisid prognoose, sõltumata nende täpsusest.
- **1994** Nobeli preemia majanduses mänguteooria arendajatele (John Nash, John Harsanyi ja Reinhard Selten). Mänguteooria: otsustamine määramatuse tingimustes.

PROGNOOSIDE JAOTUS PIKKUSE JÄRGI

Lühiajalised

3-6 kuud

operatiivsed

Nt varude juhtimine, tootmise planeerimine

Keskmise pikkusega

6 kuud – 2 aastat

taktikalised

Nt liisimine, laenud

Pikaajalised

üle 2 aasta

strateegilised

Nt tootearendus, tööturu areng

PROGNOOSIDE JAOTUS MEETODI JÄRGI

- **Kvalitatiivsed meetodid.**

Puutub matemaatiline mudel.

- **Kvantitatiivsed meetodid.**

Aegridade analüüs (mineviku käitumise põhjal).

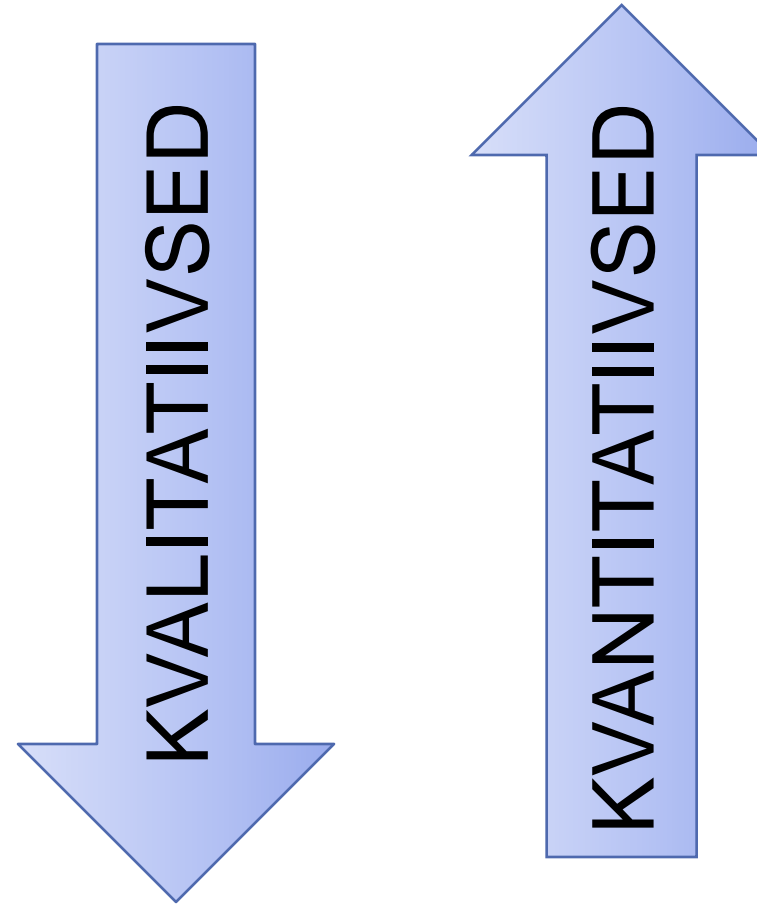
Seletavad regressioonmudelid.

PROGNOOSIMISMEETODITE KASUTAMINE

Lühiajalised

Keskmise pikkusega

Pikaajalised



KVALITATIIVSED PROGNOOSIMISMEETODID

- Ülevalt alla (juhtimisotsustuslikud)
- Alt üles (müügitöötajate prognoosid)
- Delphi meetod
 - Ekspertid kooskõlastavad oma prognoose.

MIDA ARVESTADA MEETODI VALIKUL

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Ajahorisont | Kui pikka prognoosi tehakse |
| 2. Andmete muster | Kas on trend, sesoonsus |
| 3. Prognoosimiskulud | arenduskulud + andmete kogumine + tegevuskulud |
| 4. Täpsus | |
| 5. Rakendamise lihtsus | |
| 6. Tarkvara olemasolu | |

KVANTITATIIVSETE PROGNOOSIMISMEETODITE TUNTUS

Ülevaade erinevate müüginahju prognoosimiseks kasutatavate meetodite tuntusest ettevõtjate hulgas, 2006. a. uuring*

Prognoosimismeetod	Tuttav, %	Mõnevõrra tuttav, %	Ei tea, %
Libisev keskmine	84	16	0
Eksponentsilumine	76	20	4
Silumine regressioonjoonega	69	23	7
Regressioonmudelid seletavate tunnustega	73	24	3
Aegridade kompleksanalüüs	38	16	46
Toote elutsükli analüüs	49	25	25
Boxi-Jenkinsi meetod	30	22	48

*) McCarthy, T. M. et al. (2006). The evolution of sales forecasting management: a 20-year longitudinal study of forecasting practices. - *Journal of Forecasting*, Vol. 25, No. 5, pp. 303-324

TARKVARA

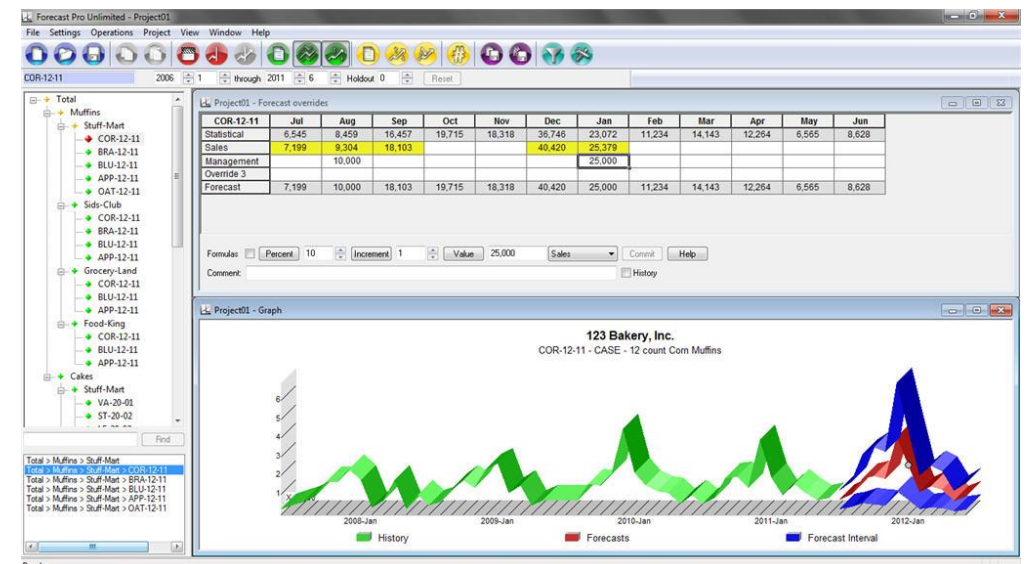
Statistikapaketid.

- Nõuavad kasutajalt rohkem statistikaalaseid teadmisi.
- Excel, Stata, Eviews, SPSS Forecasting, SAS Forecast Server.
- Vabavara Gretl, R.

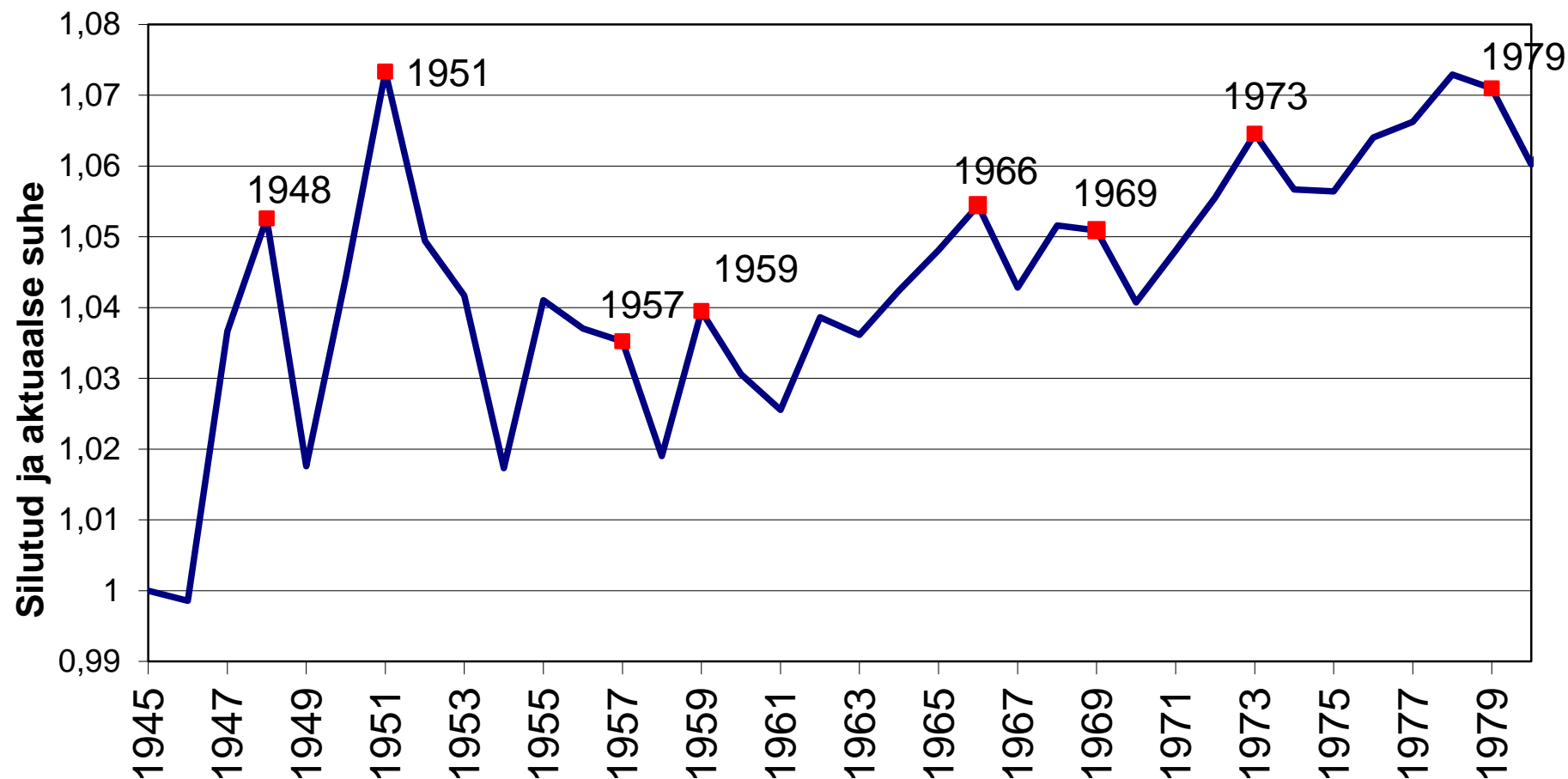
Spetsiaalne prognoosimistarkvara.

- Rohkem automatiseeritud.
- Soovitab kasutada sobivat protseduuri.
- Sisaldab regressioonanalüüsi, eksponentsilumist, spetsiaalseid meetodeid.
- Näiteks
 - Autobox,
 - Forecast Pro,
 - The DecisionTools
 - jt

Forecast Pro



MAJANDUSLANGUSED 1945 -1980

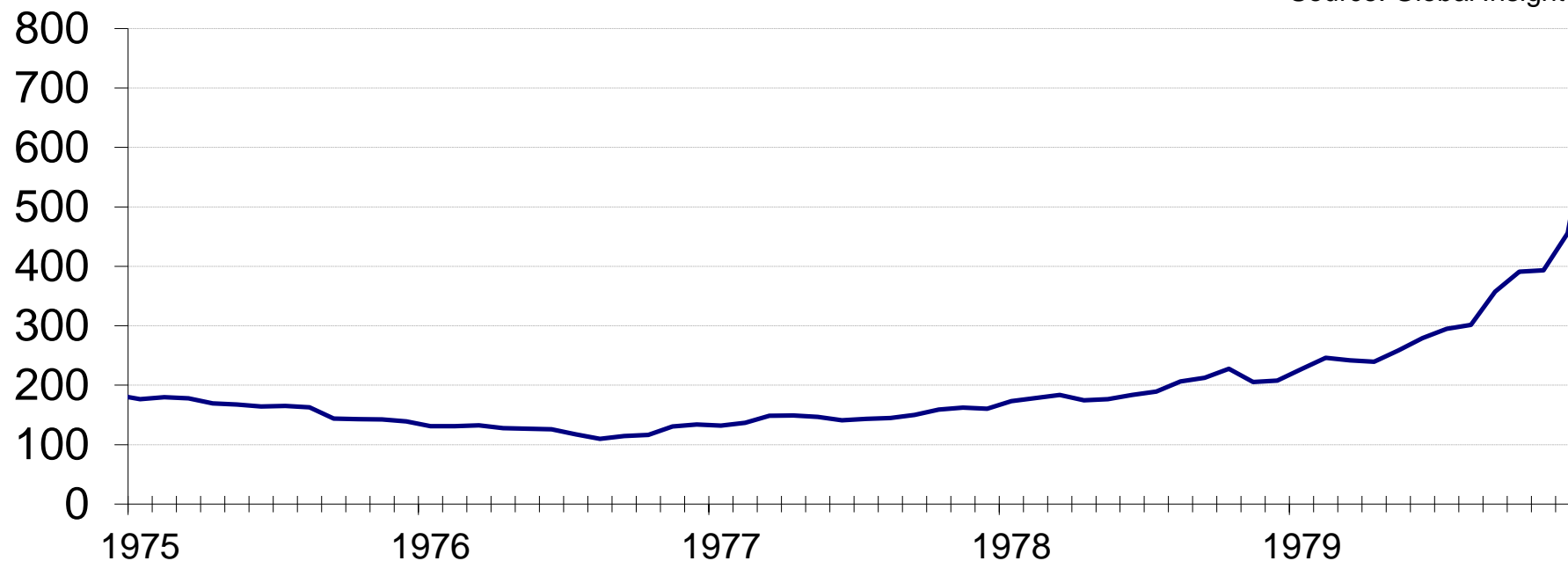


Kes igal aastal prognoosis majanduslangust: 34-st 8 läks täppi.
Prognoosimistäpsus 23,5%.

KULLA HIND MAAILMATURUL 1975-1979

Gold Price, \$ per ounce (London pm fix)

Source: Global Insight

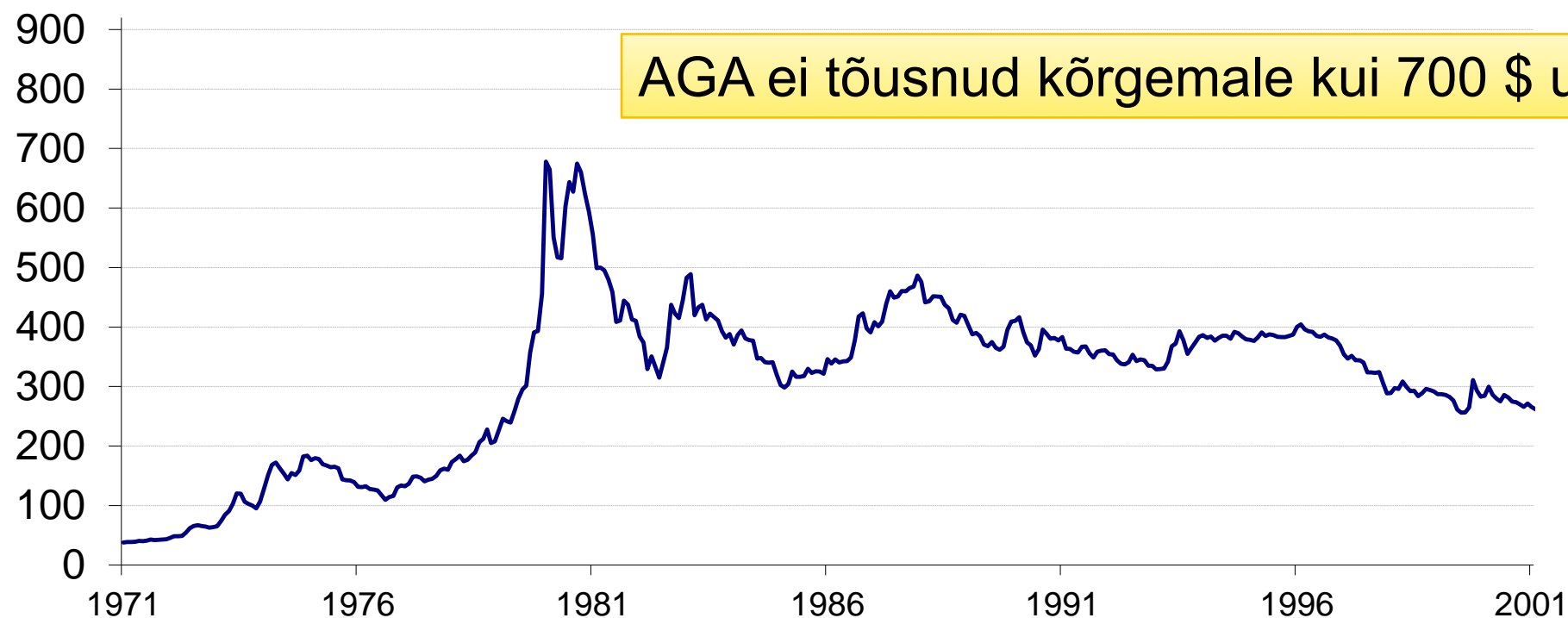


Mõned analüütikud prognoosisid aastal 1979, et peagi ületab 1000 \$ ja tuleb investeerida kulda. Selliste prognooside eest maksid tellijad (investorid) 2000 \$ aastas.

KULLA HIND MAAILMATURUL 1975-2001

Gold Price, \$ per ounce (London pm fix)

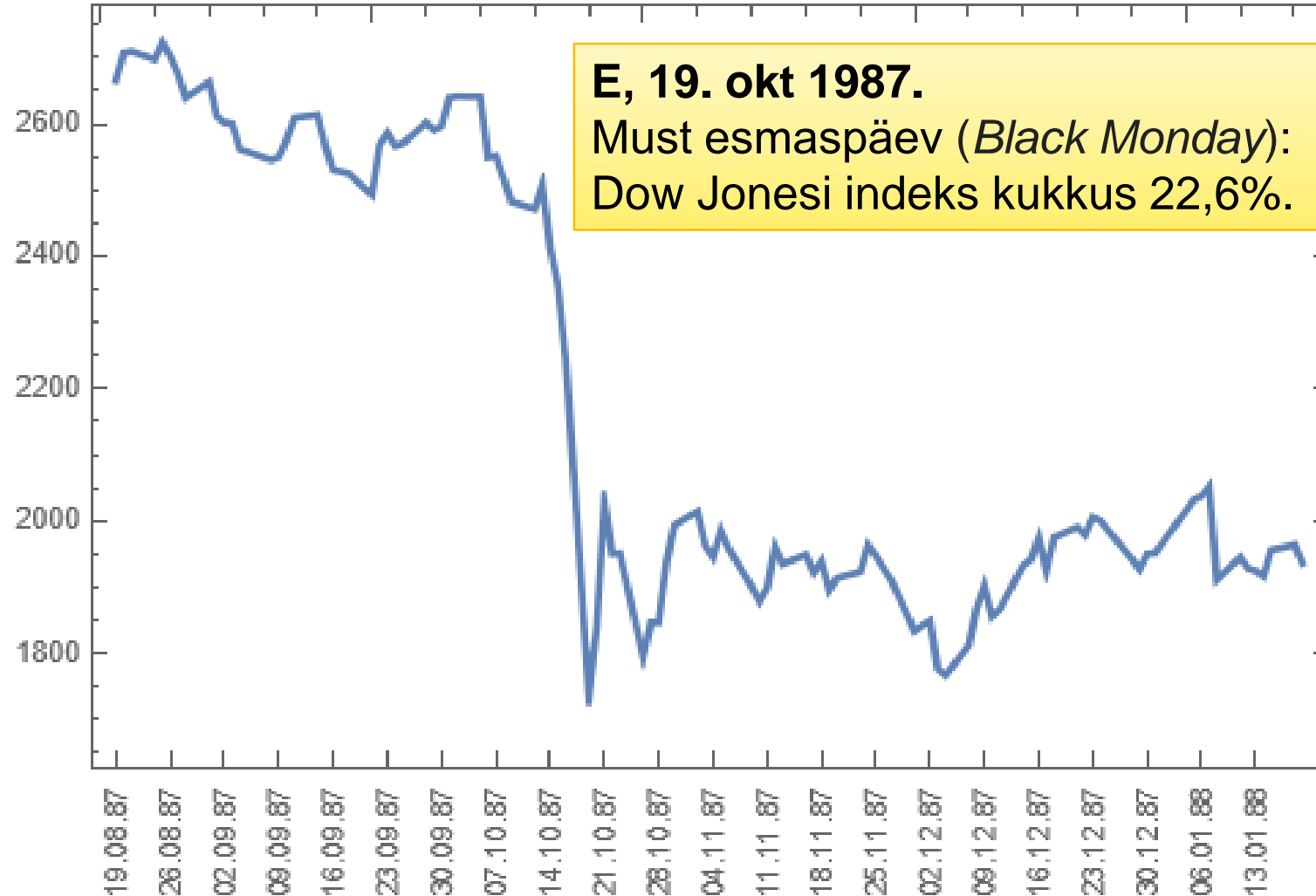
Source: Global Insight



AGA ei tõusnud kõrgemale kui 700 \$ untsi eest.

MUST ESMASPÄEV

Dow Jonesi indeks 19.06.1987 – 19.01.1988.



Analüütikud ei suutnud seda prognoosida, mis näitas prognoosimismudelite piiratust.

Õppetund: liigne tuginemine kvantitatiivsetele mudelitele süsteemseid riske arvestamata võib tekitada suuri apsakaid.

MÕNED PROGNOOSID AJALOOST

"Who the hell wants to hear actors talk?"

H.M. Warner, Warner Brothers, 1927.

"I think there is a world market for maybe five computers."

Thomas Watson, chairman of IBM, 1943

"There is no reason anyone would want a computer in their home."

Ken Olsen, President and founder of Digital Equipment Corp., 1977

"640K ought to be enough for anybody."

Bill Gates, 1981

"There's no chance that the iPhone is going to get any significant market share."

Steve Ballmer, Microsoft CEO, 2007.