

# Viite arvutamine ja optimeerimine

## 1. Viite mudel ja viite minimeerimine

- Sünteesi tulemuse kontroll – viide on nõutavast väiksem ja sisend/väljund signaalide ajastus on korrektne.
- Viite mudel sõltub loogikalülide (alamavaldiste) viite mudelist, topoloogilised mudelid (funktsionaalsuse arvestamisega või ilma).
- Minimeerimine  
vähima pindala puhul peab viide jääma etteantud piiridesse ja viite minimeerimisel peab pindala jääma etteantud piiridesse.
- teisendused elementidel, mis asuvad kriitilisel teel (kriitilistel teedel),
- pea-aegu kriitilised teed – teed, mille viide on lähedane kriitilisega.
- Topoloogiline kriitiline tee (topological critical path)  
tee maksimaalse viitega / tee minimaalse sobivusega  
väär kriitiline tee – signaali muutus ei levi mööda vastavat teed

## 2. Viite arvutamine, kriitiline tee

- Loogikaelemendi (alamavaldiste) viite mudel  
virtuaalsed loogikalülid – loogika-avaldised  
lihtsaim mudel – ühikviide sõlme kohta  
täpsustatud mudelid – sõltuvad koormatusest (fanout) ja/või avaldise keerukusest
- Andmete valmisoleku-ajad (data-ready time) -  $t_i$  :  
sisenditest väljundite suunas arvutamine  
näitab, millal andmed/signaalid kohale jõuavad (nt. hilistumine eelnevates moodulites)  
 $t_i = d_i + \max_{j|(j,i) \in E} t_j$
- Nõutud andmete valmisoleku-ajad (required data-ready time) -  $\bar{t}_i$  :  
väljunditest sisendite suunas arvutamine  
näitab, millal andmed/signaalid peavad valmis olema (nt. taktiperioodi piirang)  
 $\bar{t}_i = \min_{j|(i,j) \in E} (\bar{t}_j - d_j)$
- Sobivus (lõtvus, slack) -  $s_i = \bar{t}_i - t_i$  :  
erinevus nõutud ja tegelike andmete valmisoleku-aegade vahel.

### 2.1. Andmete valmisoleku-aegade arvutamine

$$t_i = d_i + \max_{j|(j,i) \in E} t_j \quad \text{sisendid} \rightarrow \text{väljundid}$$

$$\text{Antud: } t_a = t_b = t_e = 0; t_c = 5; t_d = 1;$$

$$t_2 = \max(t_a, t_b) + d_2 = \max(0, 0) + 2 = 2$$

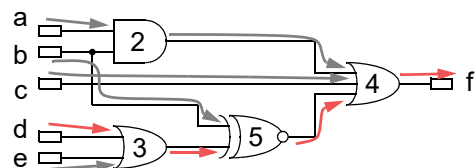
$$t_3 = \max(t_d, t_e) + d_3 = \max(1, 0) + 3 = 4$$

$$t_5 = \max(t_b, t_3) + d_5 = \max(0, 4) + 5 = 9$$

$$t_4 = \max(t_2, t_c, t_5) + d_4 = \max(2, 5, 9) + 4 = 13$$

$$t_f = \max(t_4) + d_f = \max(13) + 0 = 13$$

Suurim viide (hilistumine) – 13



## 2.2. Andmete nõutavate valmisoleku-ajade arvutamine

$\bar{t}_i = \min_{j|(i,j) \in E} (\bar{t}_j - d_j)$  väljundid  $\rightarrow$  sisendid

Nõutud:  $t_f=15$ ;

$$\bar{t}_4 = \min(\bar{t}_f - d_f) = \min(15 - 0) = 15$$

$$\bar{t}_5, \bar{t}_2 = \min(\bar{t}_4 - d_4) = \min(15 - 4) = 11$$

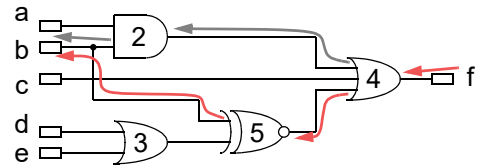
$$\bar{t}_3 = \min(\bar{t}_5 - d_5) = \min(11 - 5) = 6$$

$$\bar{t}_a = \min(\bar{t}_2 - d_2) = \min(11 - 2) = 9$$

$$\bar{t}_b = \min(\bar{t}_2 - d_2, \bar{t}_5 - d_5) = \min(11 - 2, 11 - 5) = 6$$

$$\bar{t}_c = \min(\bar{t}_4 - d_4) = \min(15 - 4) = 11$$

$$\bar{t}_d, \bar{t}_e = \min(\bar{t}_3 - d_3) = \min(6 - 3) = 3$$



## 2.3. Sobivus ja kriitiline tee

Sobivus (slack) –  $s_i = \bar{t}_i - t_i$

Antud:  $t_a=t_b=t_e=0$ ;  $t_c=5$ ;  $t_d=1$ ; / nõutud:  $t_f=15$ ;

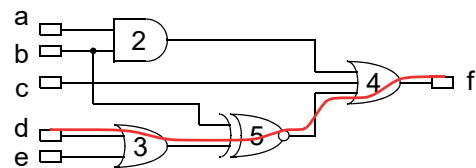
$$s_a = \bar{t}_a - t_a = 9 - 0 = 9$$

$$s_b = \bar{t}_b - t_b = 6 - 0 = 6$$

$$s_c = \bar{t}_c - t_c = 11 - 5 = 6$$

$$s_d = \bar{t}_d - t_d = 3 - 1 = 2$$

$$s_e = \bar{t}_e - t_e = 3 - 0 = 3$$



sõlm	a	b	c	d	e	2	3	5	4	f
$t_x$	0	0	5	1	0	2	4	9	13	13
$\bar{t}_x$	9	6	11	3	3	11	6	11	15	15
$s_x$	9	6	6	2	3	7	2	2	2	2

Valmisoleku-ajad, nõutavad valmisoleku-ajad ja sobivused sõlmede (elementide/lülide) kaupa. Kriitiline tee – tee väikseima sobivusega –  $d-3-5-4-f$ .

## 2.4. Kriitiline tee ja mälulementid (registrid)

Mälulementide (trigerite) ajalised parameetrid:

- $t_{ff,setup}$  – seadeaeg (setup time) – sisendandmed peavad olema stabiilsed mingi aeg enne taktsignaali aktiivset fronti;
- $t_{ff,hold}$  – hoideaeg (hold time) – sisendandmed peavad olema stabiilsed mingi aeg pärast taktsignaali aktiivset fronti;
- $d_{ff}$  – viide (delay).

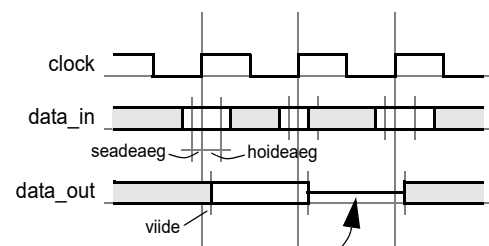
Põhjuseks on mälulementide sisemiste signaalide erinevad levimisajad. Nende aegade rikkumisel võib tagajärjeks olla metastabiilsus – väljund on '0' ja '1' vahel.

Sobivuse arvutamisel peab arvestama ka mälu-elementide ajaliste parameetritega:

andmete valmisoleku aeg:  $t_x + d_{ff}$

nõutav andmete valmisoleku aeg:  $\bar{t}_x - t_{ff,setup}$

sobivus (slack):  $s_x - d_{ff} - t_{ff,setup}$



**Metastabiilsus!**