

# Idotervezés I. A CPM háló

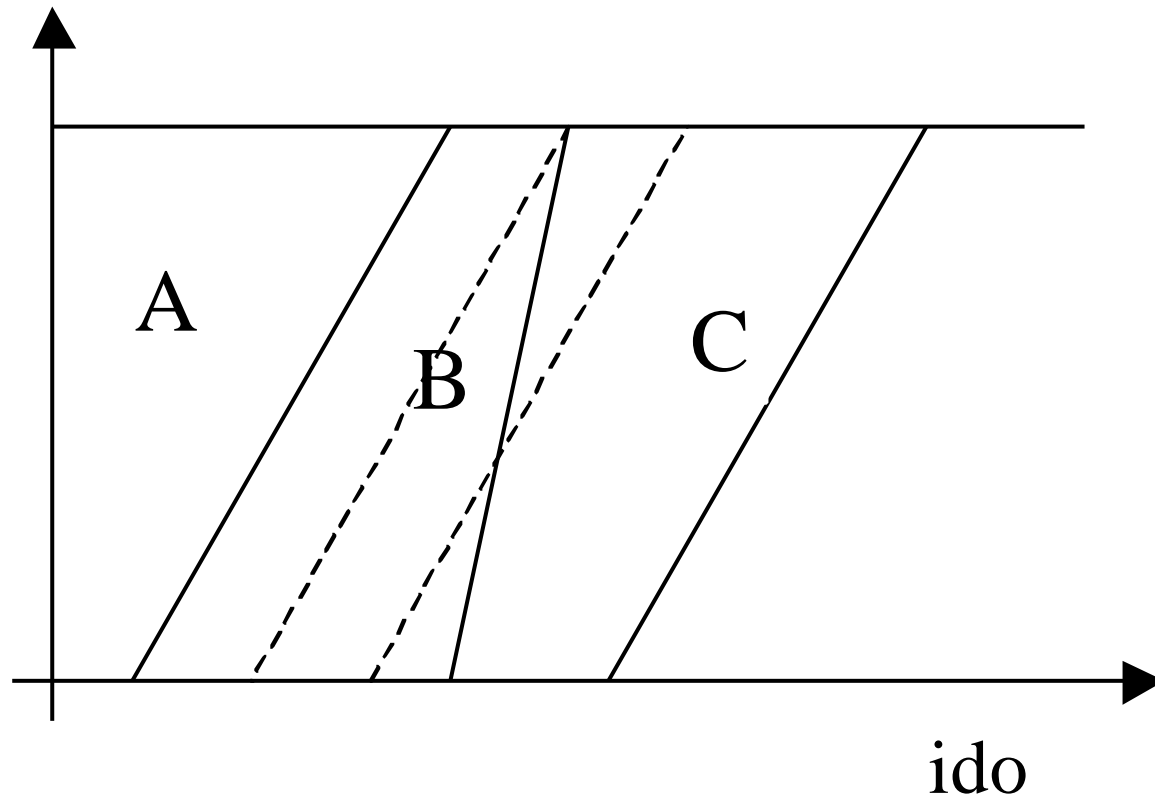
# Hagyományos eszközök

- Sávos ütemterv, Gantt diagram (pont szeru építkezéseken)



# Lassítási paradoxon

Jellemzo  
mennyiség  
Pld.: hossz



# Idotervezés lépései

- feladat tevékenységekre bontása( WBS, munkalebontás módszere) „Scope”
- tevékenységido (eroforrások) meghatározása (normarendszerek, ÉMIR, FEMIR, EN)
- (Naptárok definiálása akár minden tevékenységre, eroforrásra)
- tevékenységek közötti logikai kapcsolatok meghatározása
  - - fizikai törvényszerűségből eredő kapcsolatok
  - - szervezeti feltételek
- kritikus tevékenységek és a tartalékido meghatározása= idoelemzés

# Ütemezés

- minimális átfutási idő,
- minden esemény
  - legkorábbi és legkésőbbi bekövetkezési időpontok
- minden tevékenység
  - legkorábbi kezdési
  - legkorábbi befejezési
  - legkésőbbi kezdési
  - legkésőbbi befejezési idő (azzal a feltétellel, hogy az átfutási idő nem változik)
  - tartalékidok

# Háló

- Csomópontok és élek halmaza
- irányított élhalmaz, digráf
- Tevékenységek és események logikai kapcsolatait leíró ábrázolási forma

# Hálóok csoportosítása

- Az ábrázolási forma lehet
  - tevékenység-élu, (CPM)
  - tevékenység csomópontú (MPM? PDM).
- A tevékenység ido lehet
  - - megszakíthatatlan, megszakítható,
  - - determinisztikus, sztochasztikus (PERT).
- Tevékenységek közötti kapcsolatok száma szerint egy meghatározott, vagy több különböző kapcsolat.

# Tevékenység-él háló története

- E.I. du Pont de Nemours vegyipari cég+Rand Corporation, építőipari beruházásokhoz
  - 1956/57, James E. Kelley, Morgan Walker, (CPM),
- USA haditengerészet 1958+B.A.H, Polaris rakéta program
  - Willard Farard (PERT, Program Evaluation and Review Technique)



# Háló elonyei

- Logikai kapcsolatok láthatóak
  - szervezési
  - technológiai kapcsolatok
- Fontosabb tevékenységek kiemelése

# Tevékenységek meghatározása

- Munkafolyamatok
  - munkaárok kiemelése, falazás, szigetelés,
- Technológiai folyamat
  - beton szilárdulás, felületek száradása

# Critical Path Method (CPM) Activity On Arrow (AOA)

- Tevékenység-él háló (AOA) = Irányított élek halmaza,
- - minden élen adott az élhossz (tevékenység idő)
- - egy kezdő és egy végpont
- - nincs kettős él
- - hurokmentes (pozitív hurok mentes)

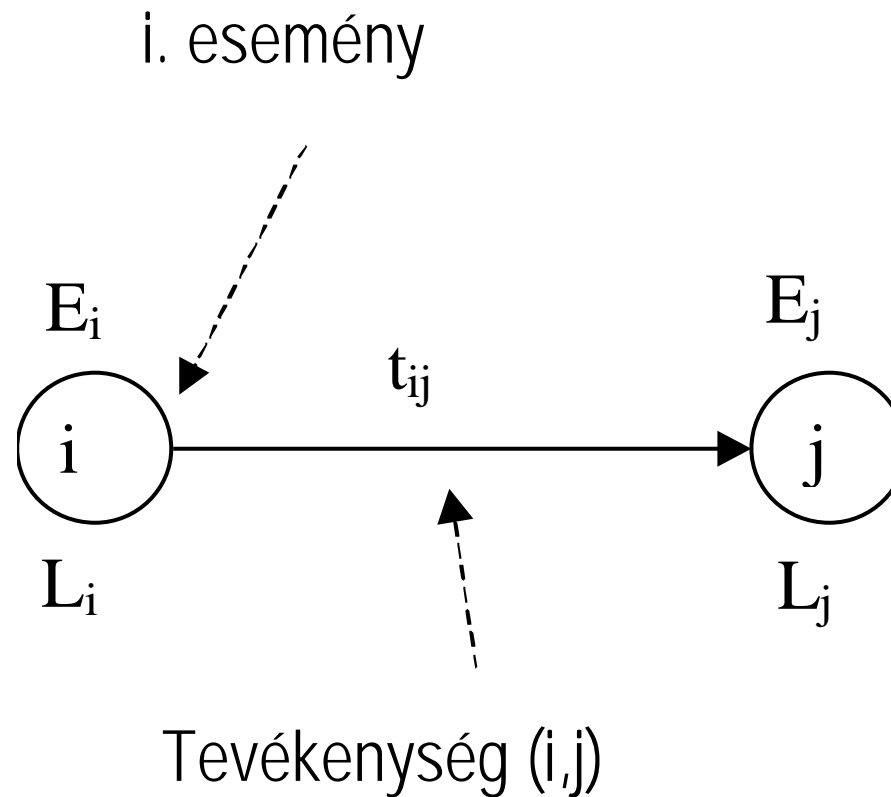
# Háló elem

i. esemény

j. esemény



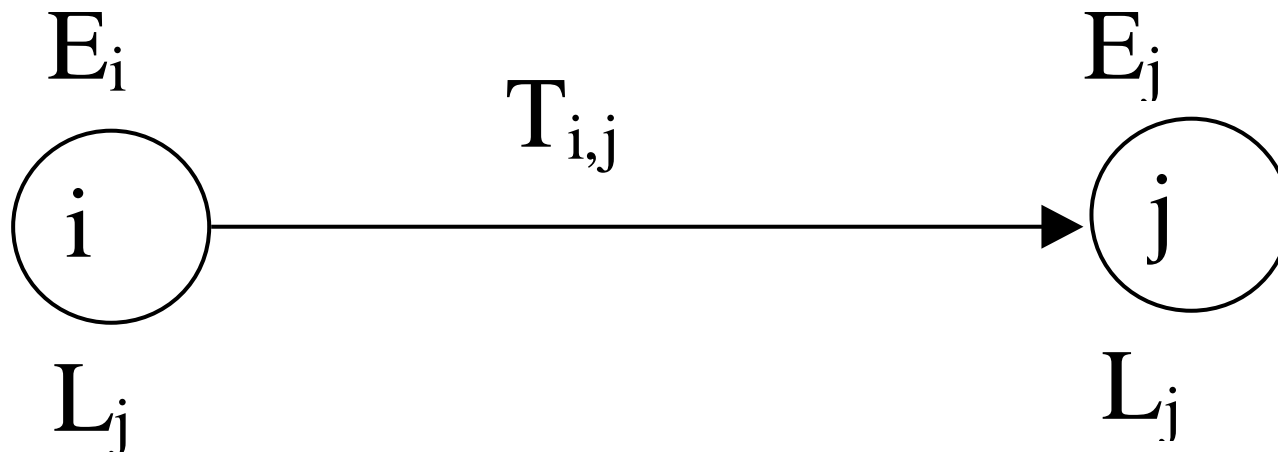
# A CPM háló egy tevékenysége



# Események bekövetkezése

eseménynek nincs időbeli kiterjedése

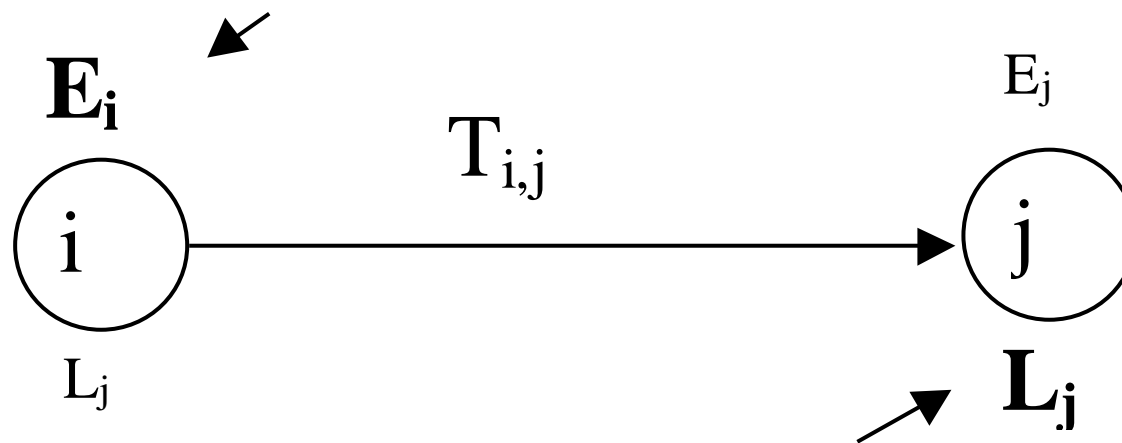
## Legkorábbi esemény idok



## Legkésőbbi esemény idok

# Tevékenységek kezdete és vége

A  $T_{i,j}$  tevékenység legkorábbi kezdete



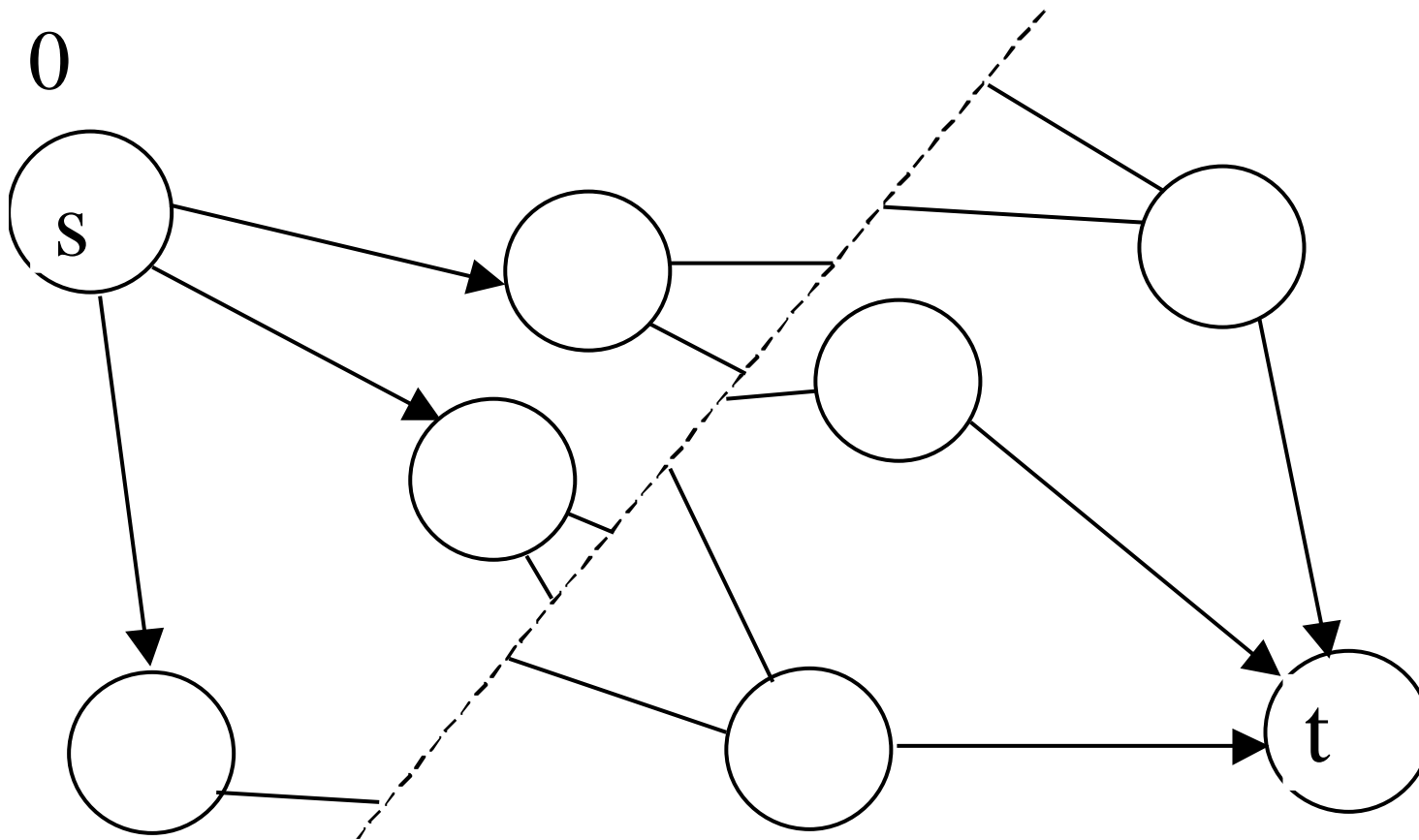
A  $T_{i,j}$  tevékenység legkésőbbi befejezése

# Függőségi szabály

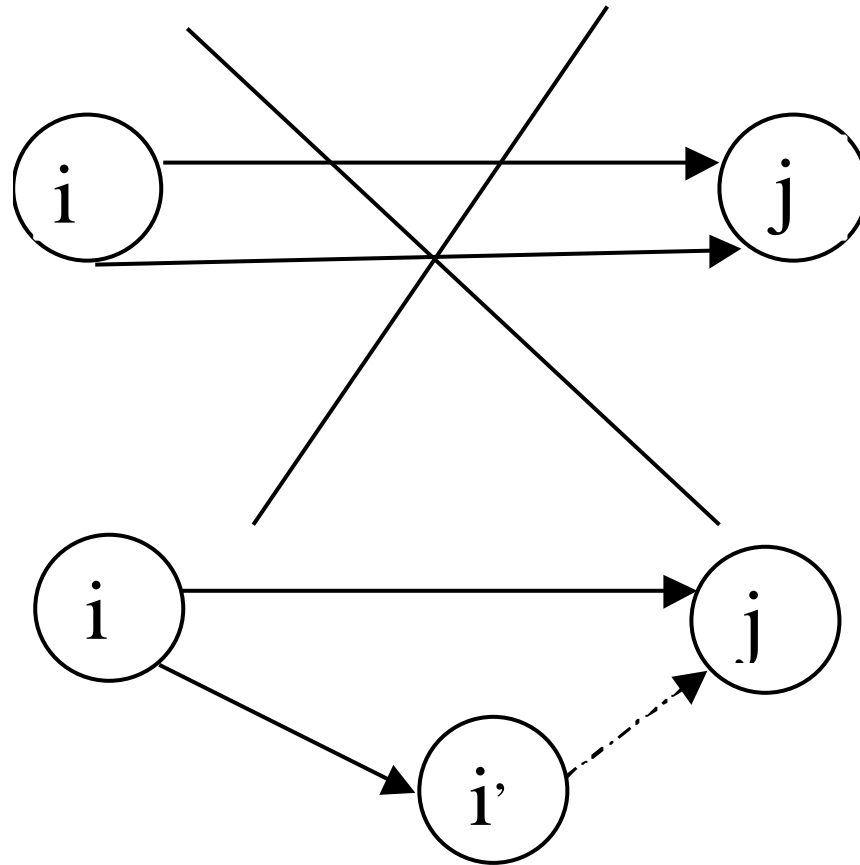
- Egy esemény bekövetkezik, ha minden befutó tevékenység befejeződött.
- Egy tevékenység akkor kezdődhet el, ha a kezdő esemény bekövetkezett.



# Egy kezdő és egy végpont

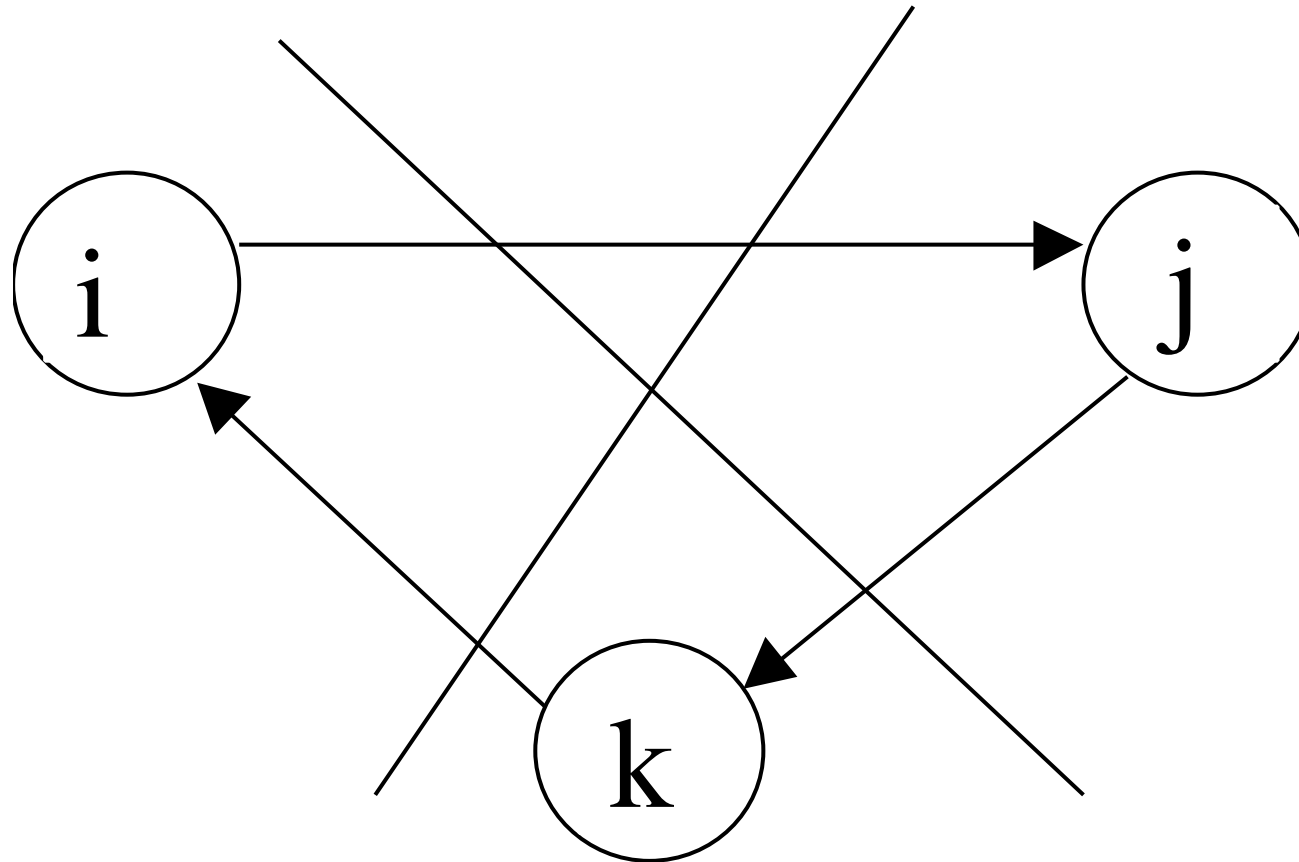


# Nincs kettos él

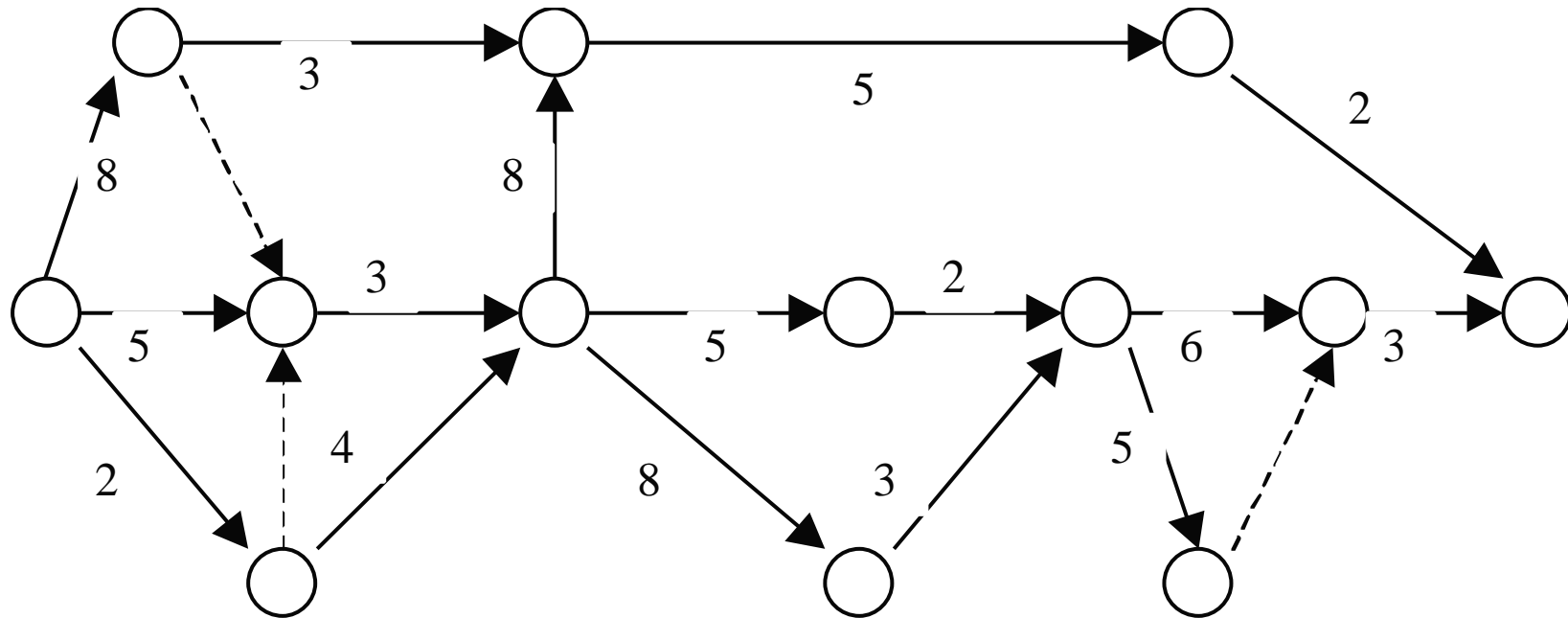


# Itt és most

## Hurok nem megengedett



# CPM



# Példa 1

• Tevékenységek:	Megelőző tevékenység
– felvonulás	nincs
– anyagrendelés	nincs
– anyag szállítás	anyag rendelés, felvonulás
– földmunka	felvonulás

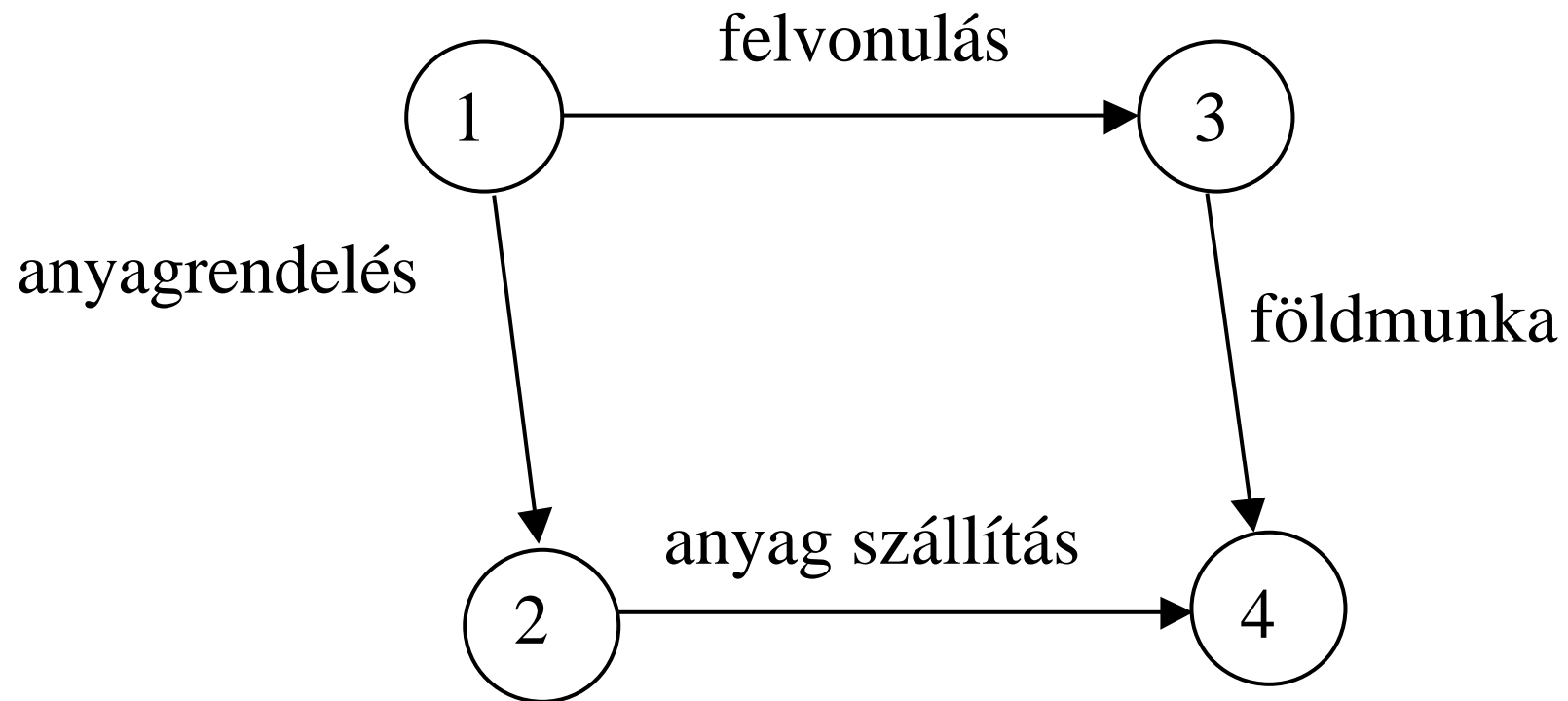
# Tevékenység idok meghatározása

- norma, alapján
- muszaki becsléssel
- alvállalkozói ajánlat alapján

# Példa folytatás

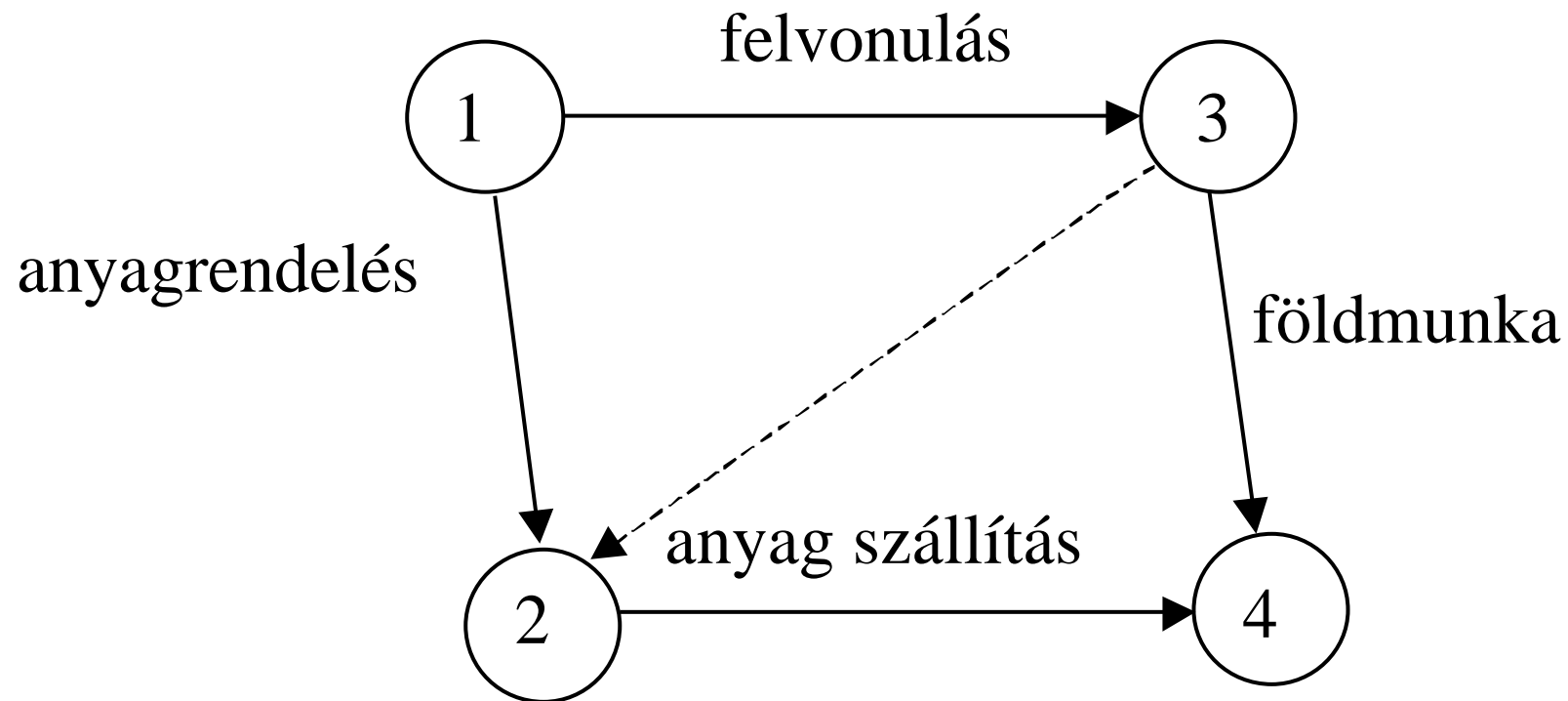
• Tevékenységek:	tevékenységido
– felvonulás	5
– anyagrendelés	3
– anyag szállítás	7
– földmunka	8

# Példa

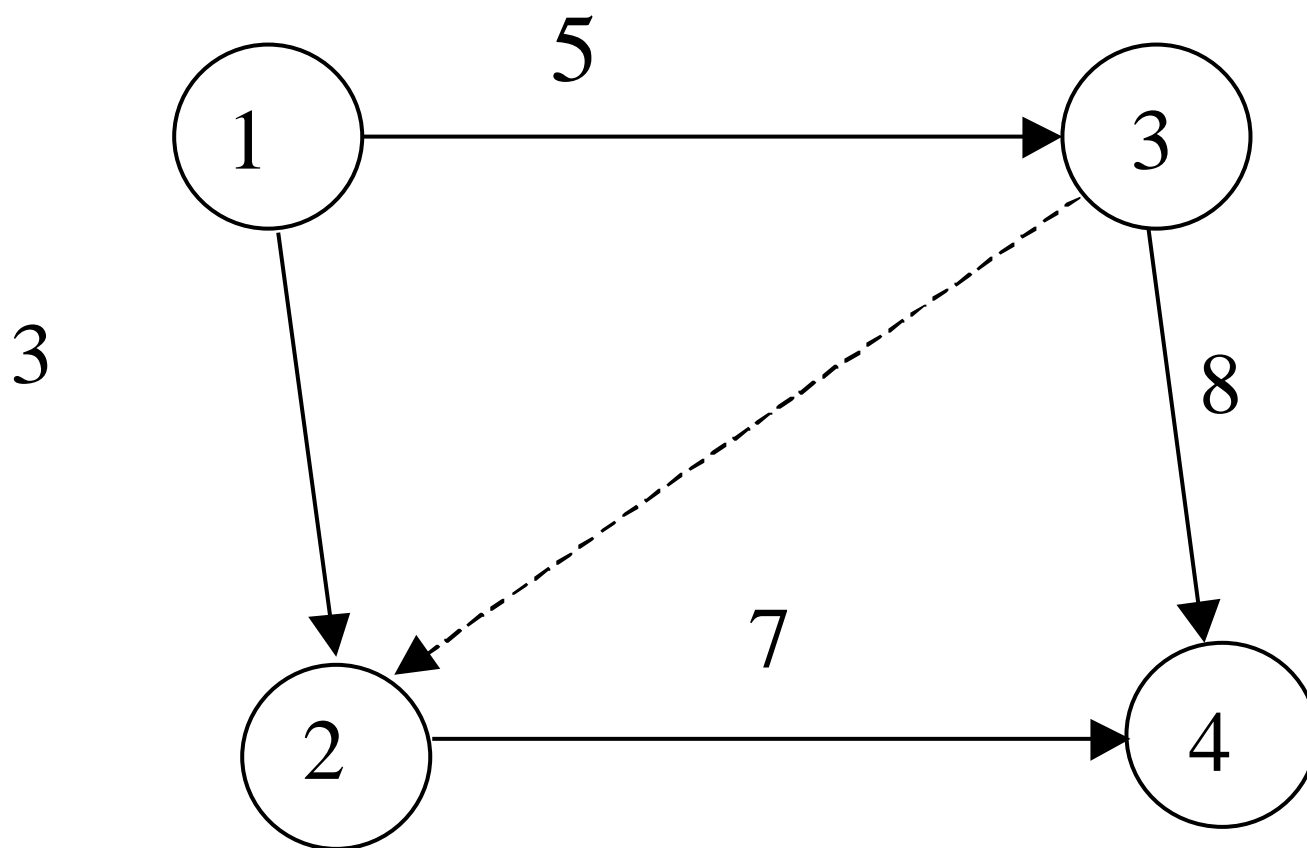




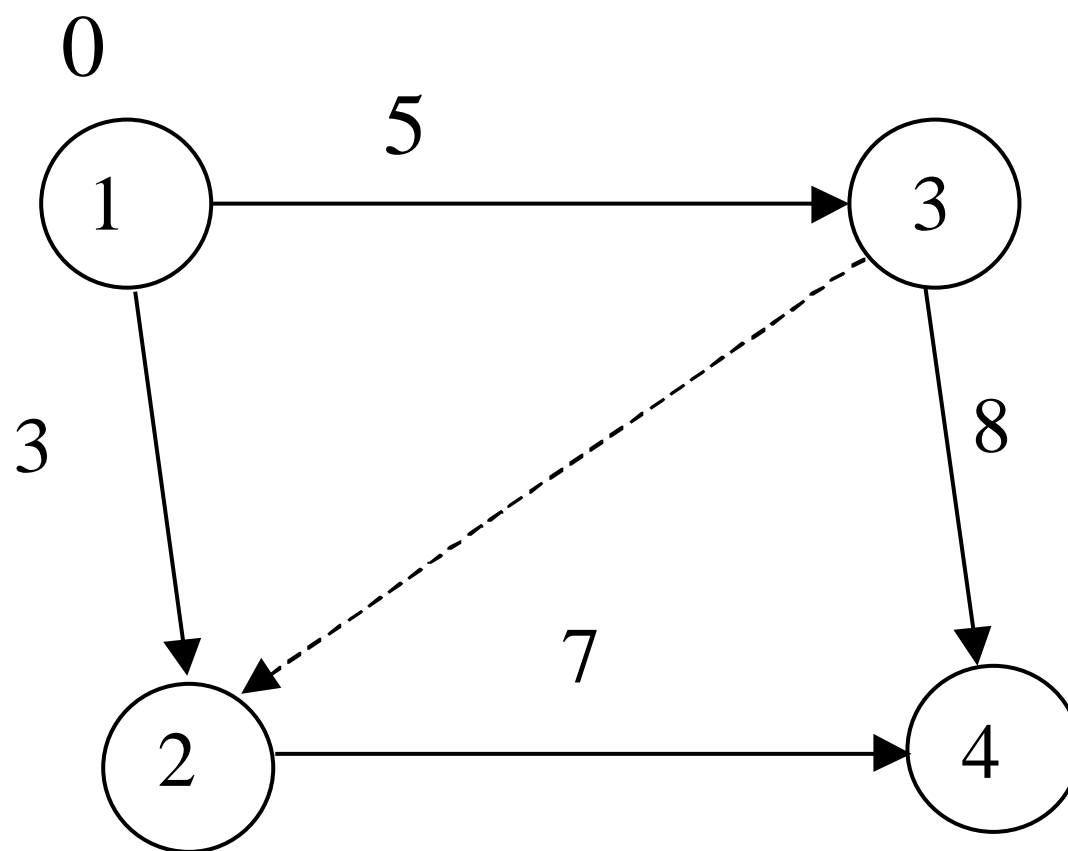
# Látszat tevékenység (Dummy)



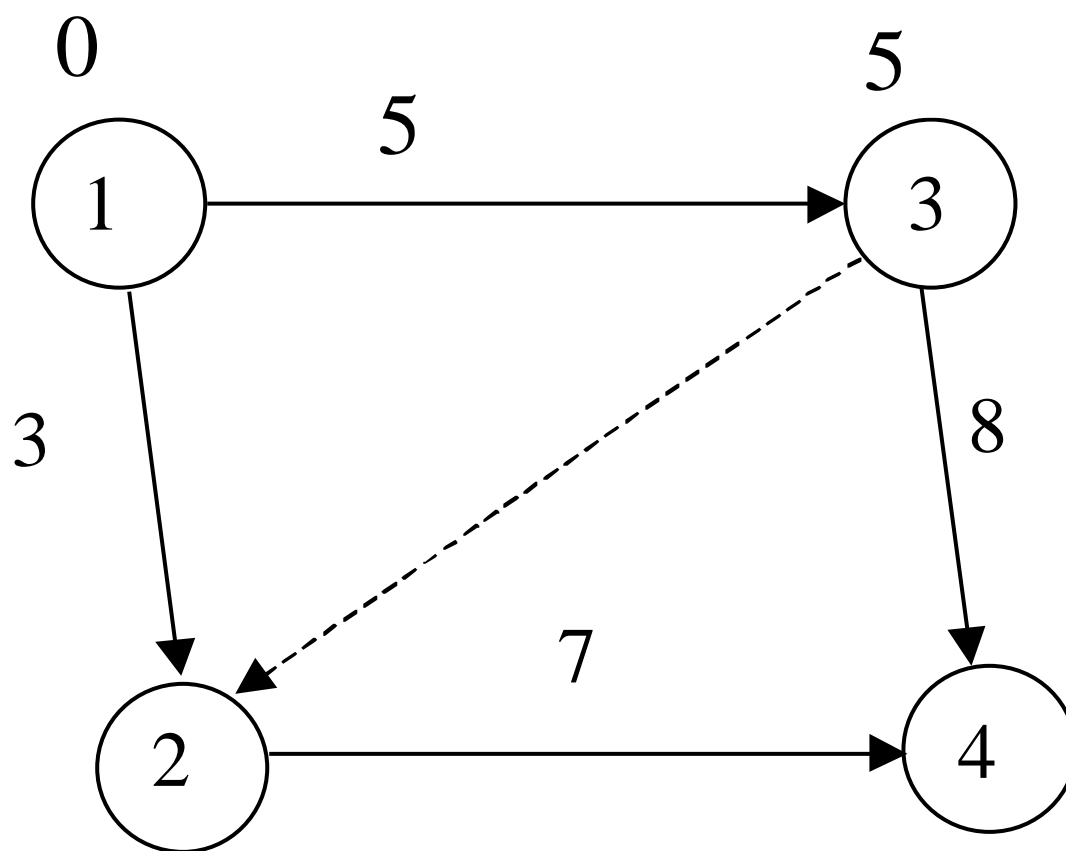
# Példa folytatás 1



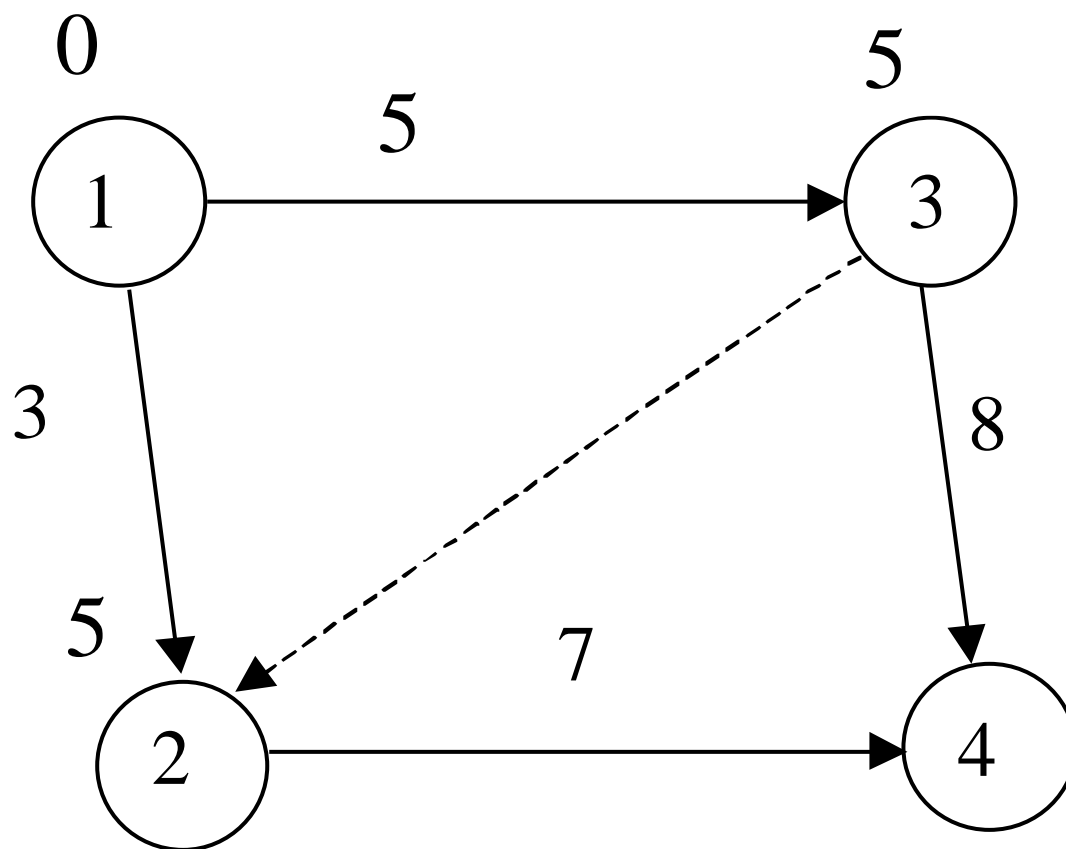
# Példa folytatás 2



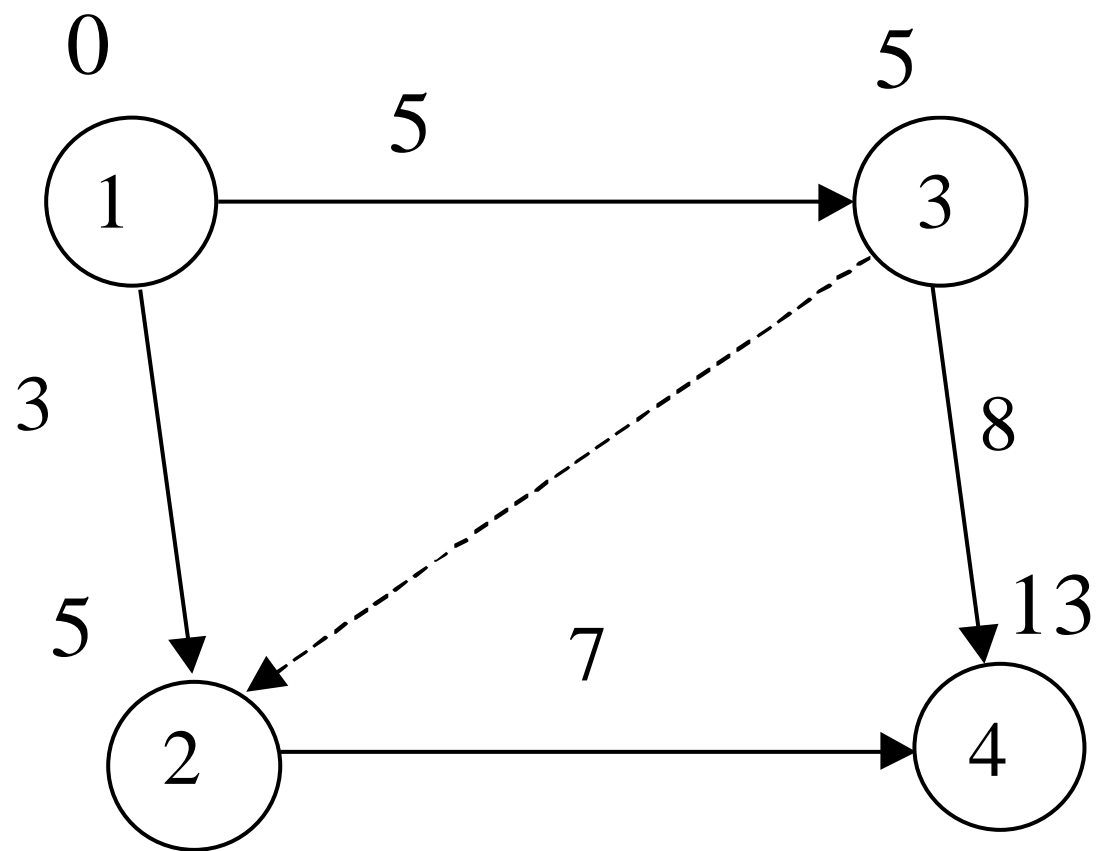
# Példa folytatás 3



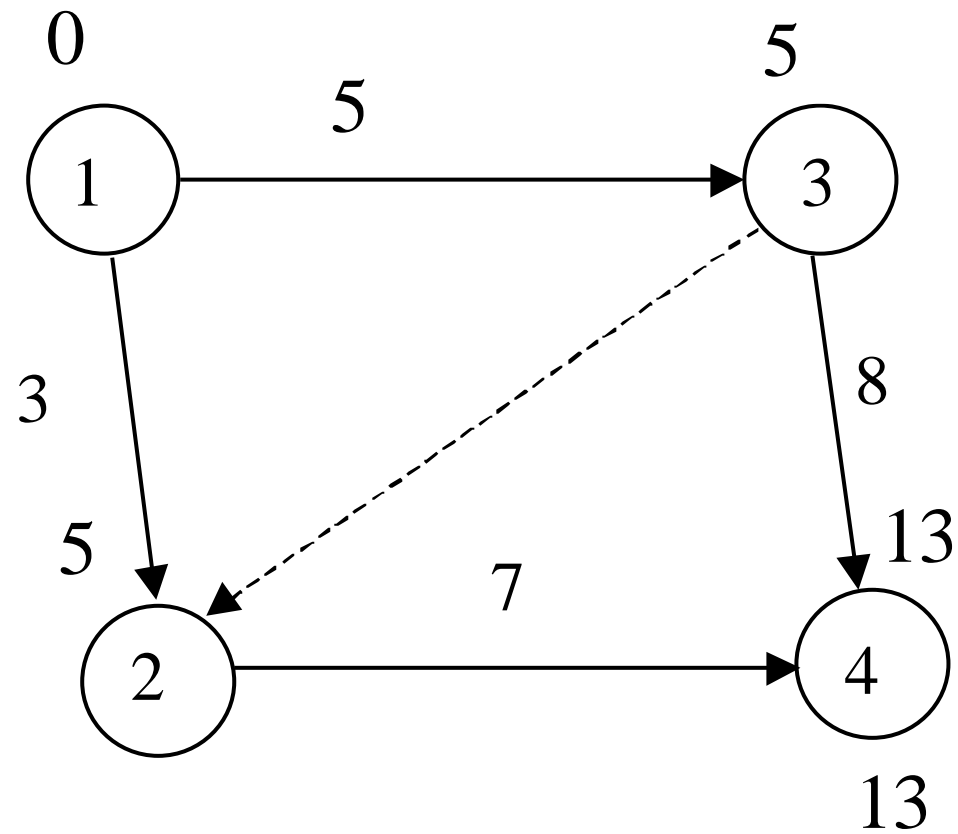
# Példa folytatás 4



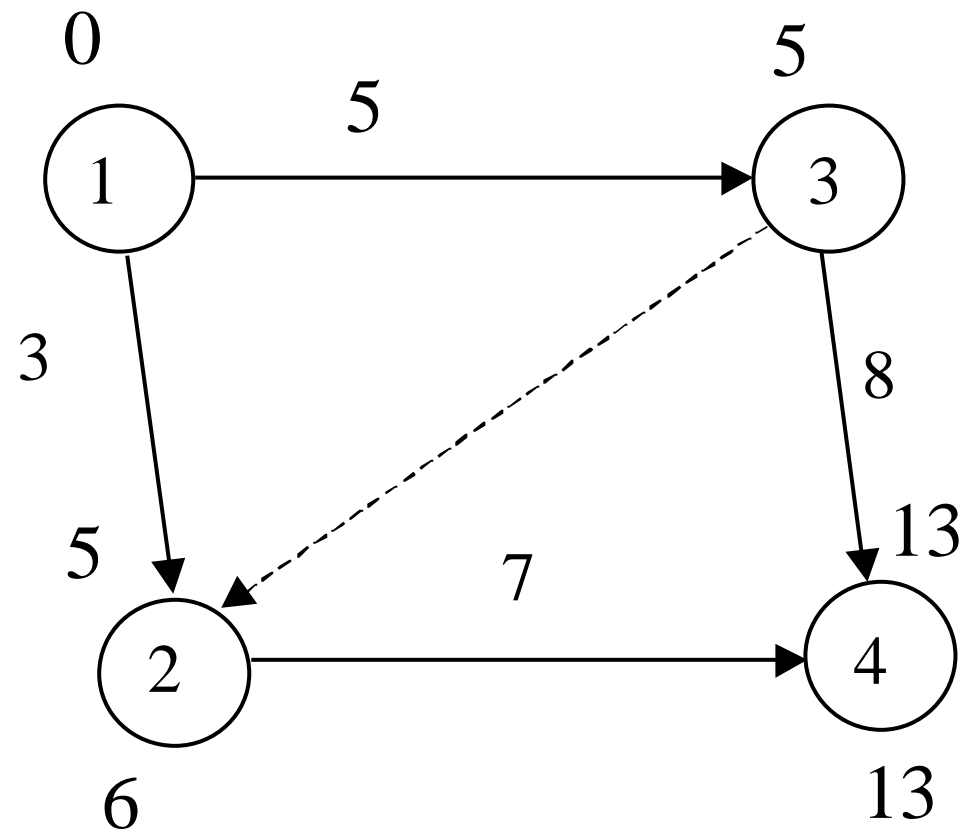
# Példa folytatás 5



# Példa folytatás 6

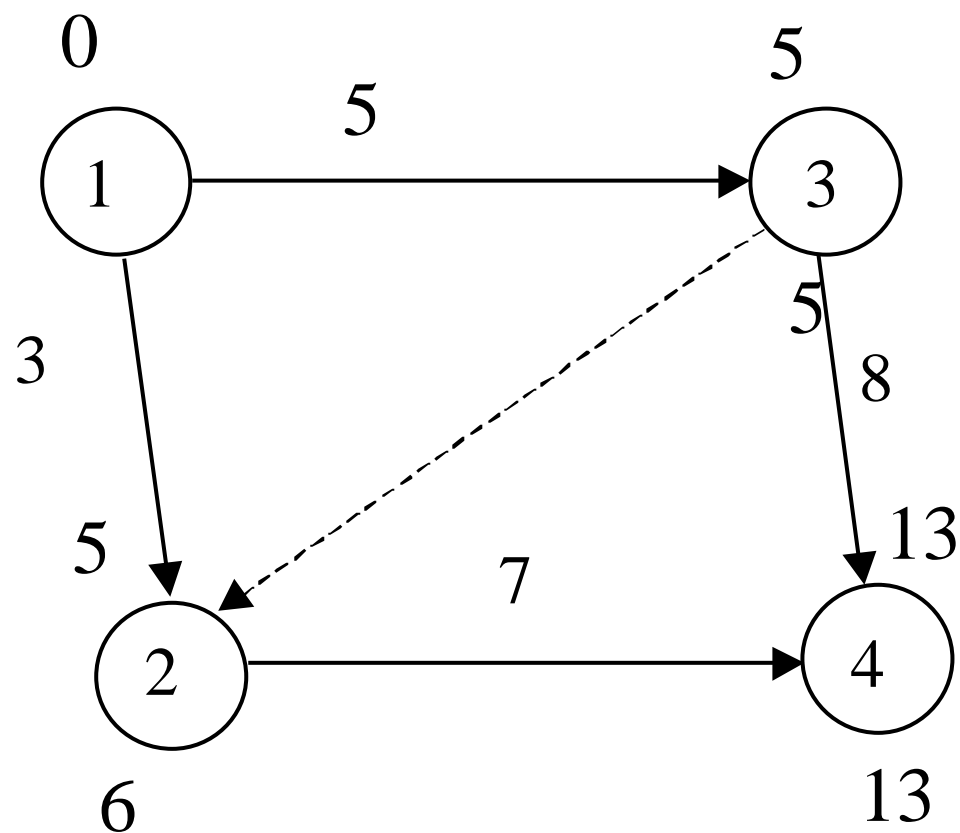


# Példa folytatás 7

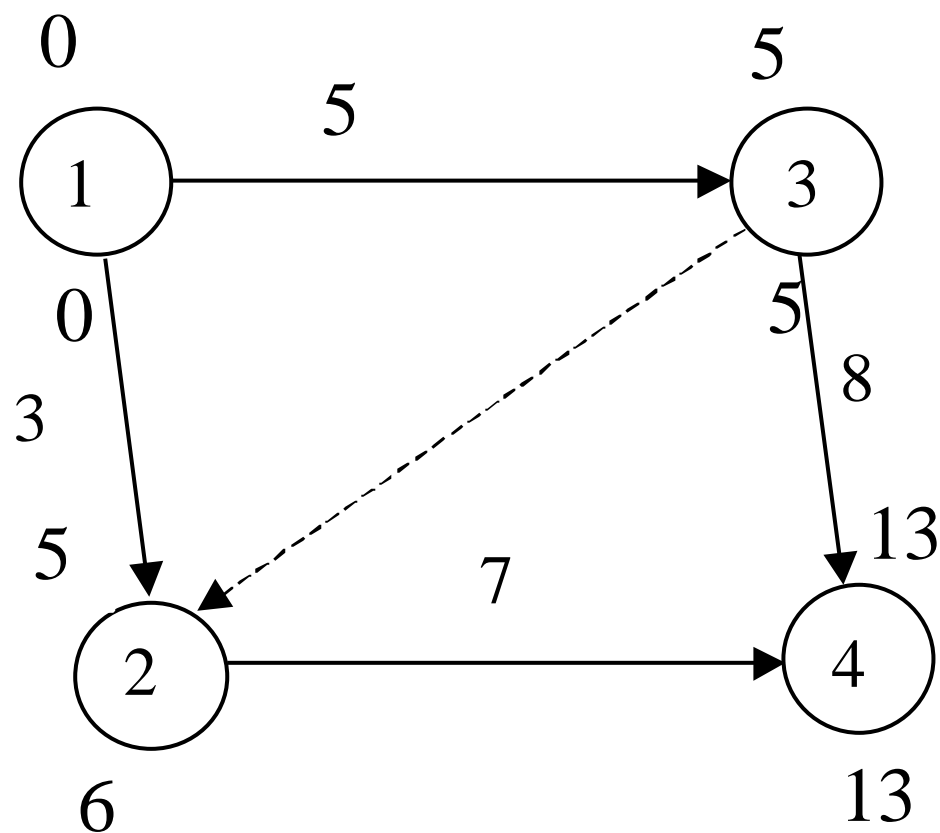




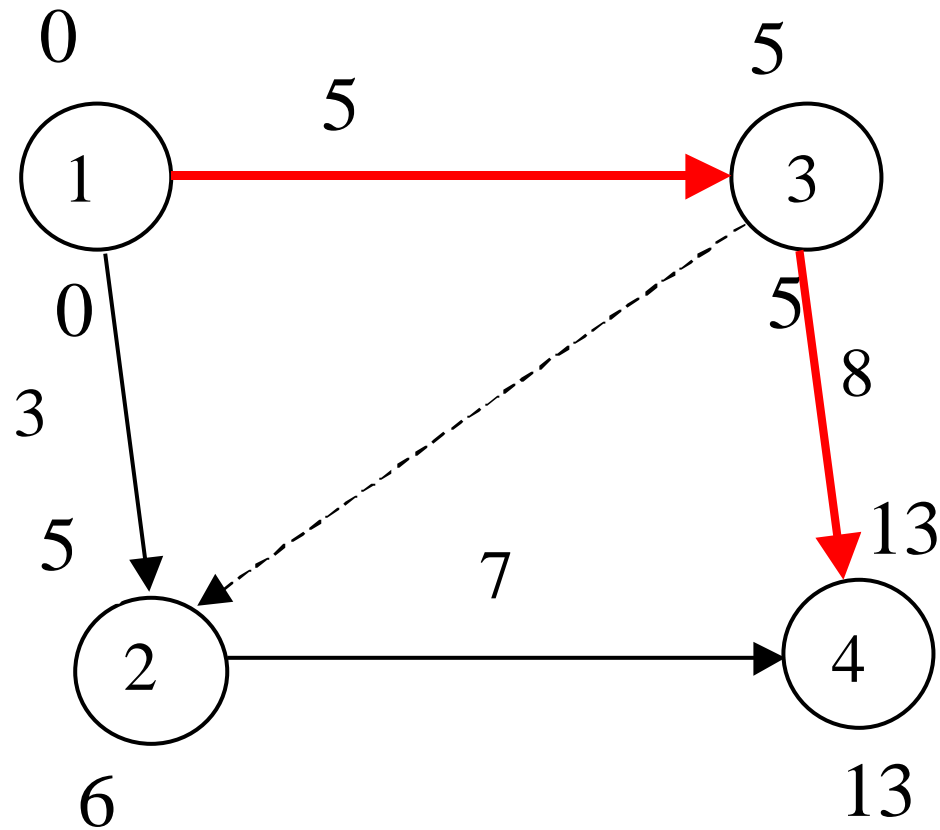
# Példa folytatás 8



# Példa folytatás 9



# Példa folytatás 10



# Példa folytatás 11.

• Tev.	ES	EF	Tev.	LF	LS	Teljes tartalékido
• 1-2	0	3	3	6	0	3
• 1-3	0	5	5	5	0	0
• 2-4	5	12	7	13	6	1
• 3-4	5	13	8	13	5	0

Teljes tartalékido=LF-Tev.-ES ? 0

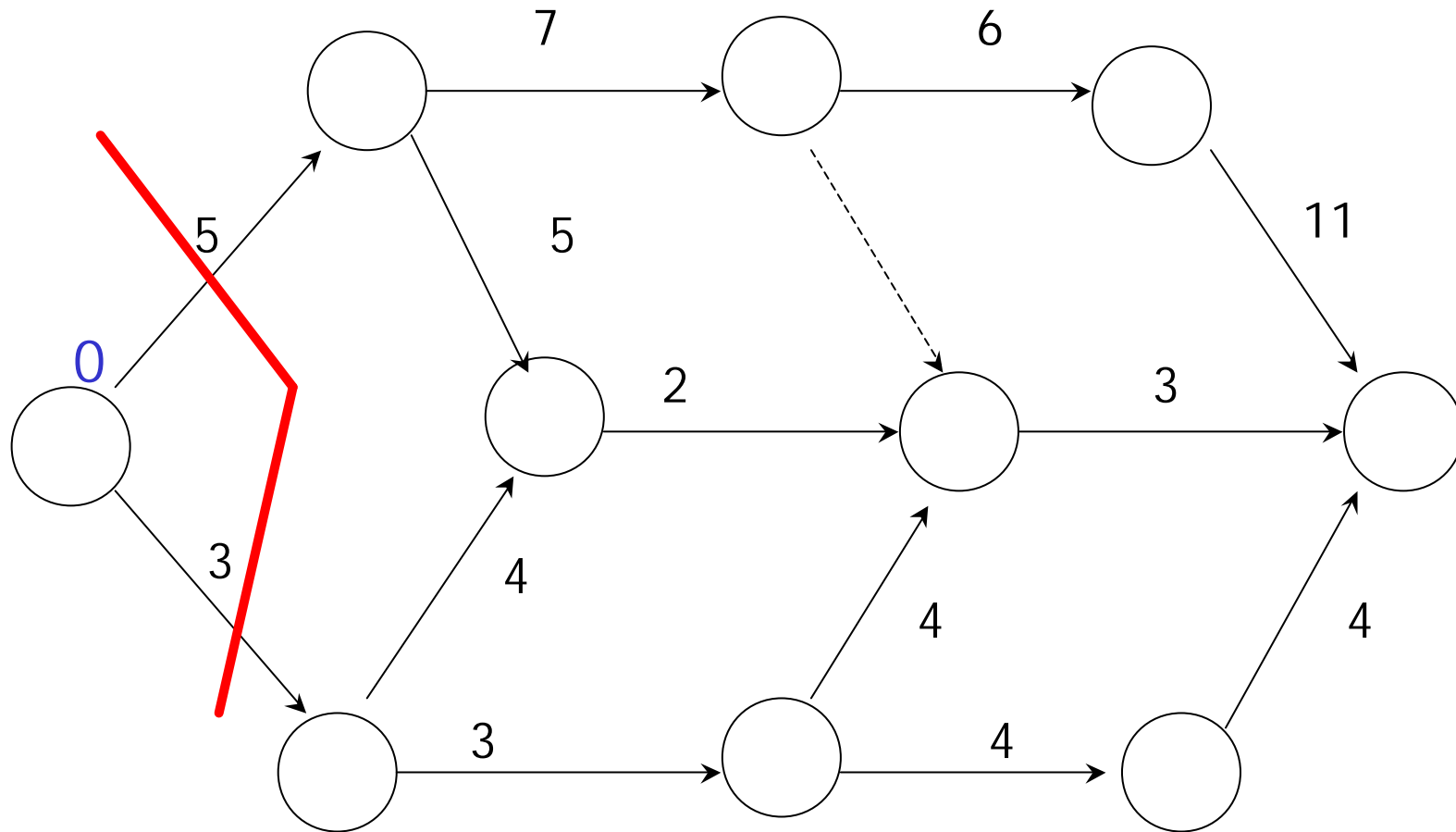
# A CPM háló időanalízise

- Időelemzés
  - Forward Pass “Odafele számolás”
    - cél: a tevékenységek legkorábbi kezdési és befejezési idejének számítása
    - minimális átfutási idő számítása
  - Backward Pass “Visszafele számolás”
    - cél: a tevékenységek legkésőbbi kezdési és befejezési idejének számítása

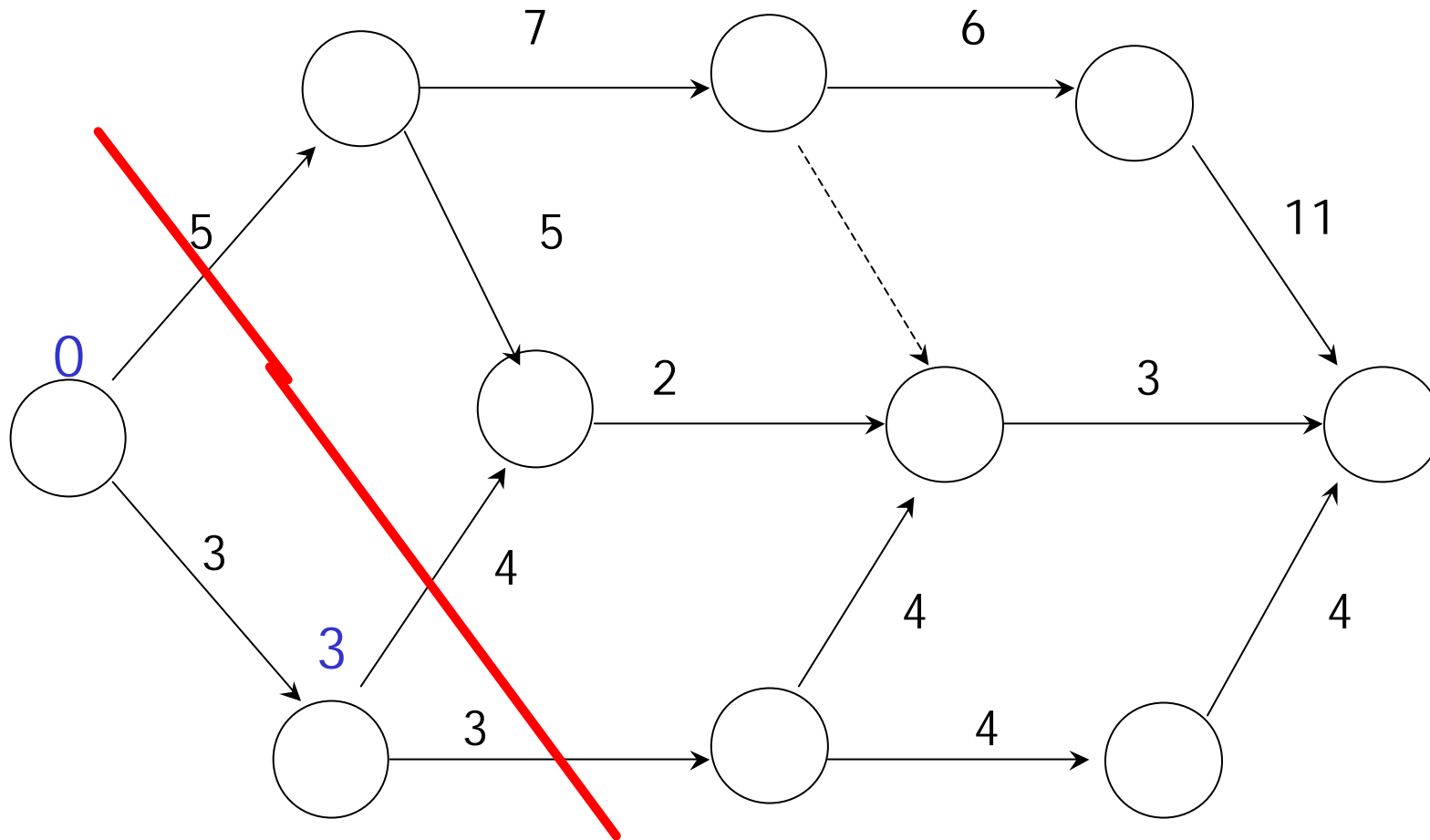
# Forward Pass

- **S**tart, **T**erminal halmaz (**S** ismert, **T** ismeretlen) **S?** **T?****N**
- cél: **S** bővítése minden lépésben
- Ha **S?****N** akkor vége
- Minden lépésben az adott csomópontig a start pontból leghosszabb utat keressük

# Példa

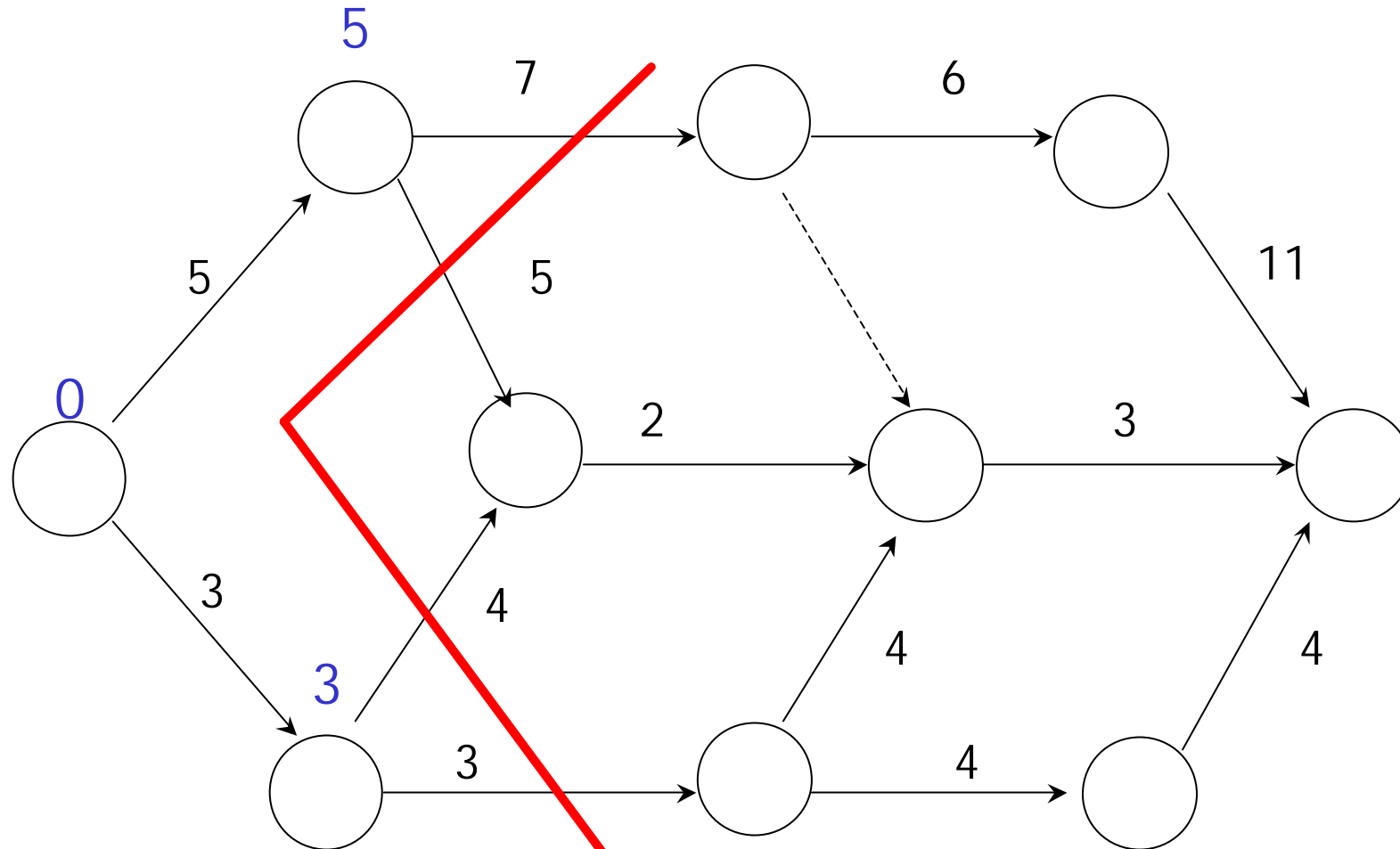


# Példa Fw. folytatás 2



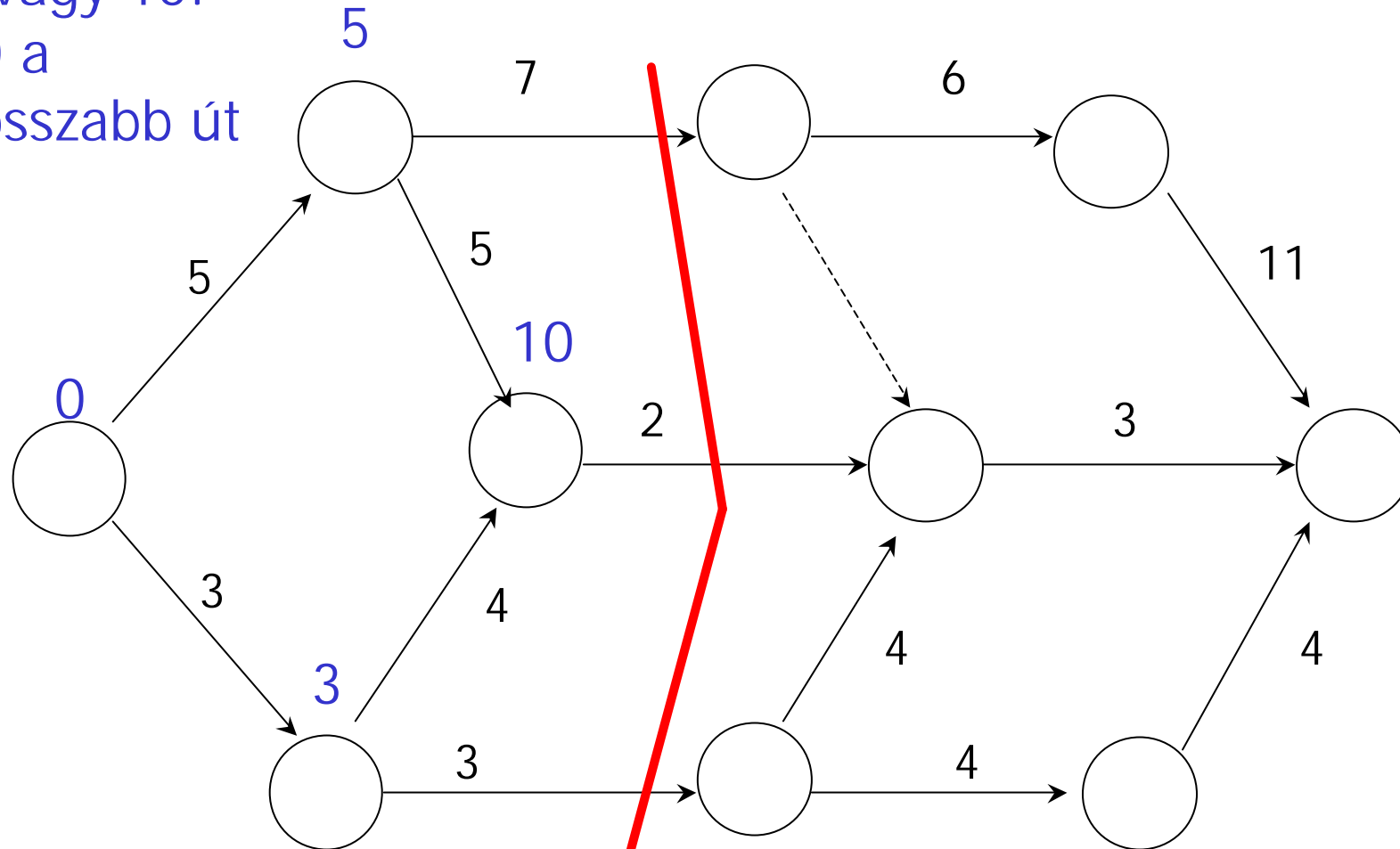


# Példa Fw. folytatás 3

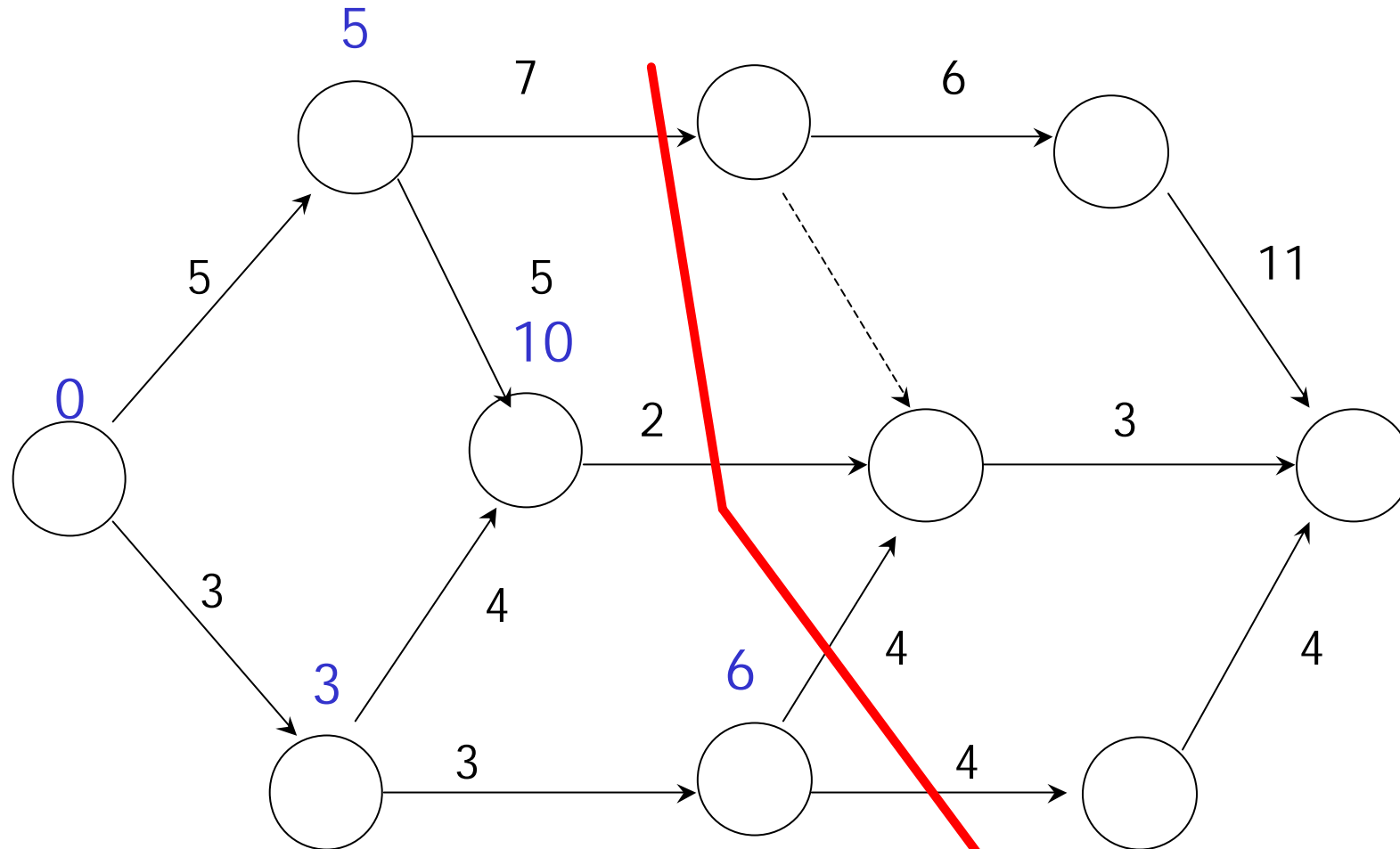


# Példa Fw. folytatás 4

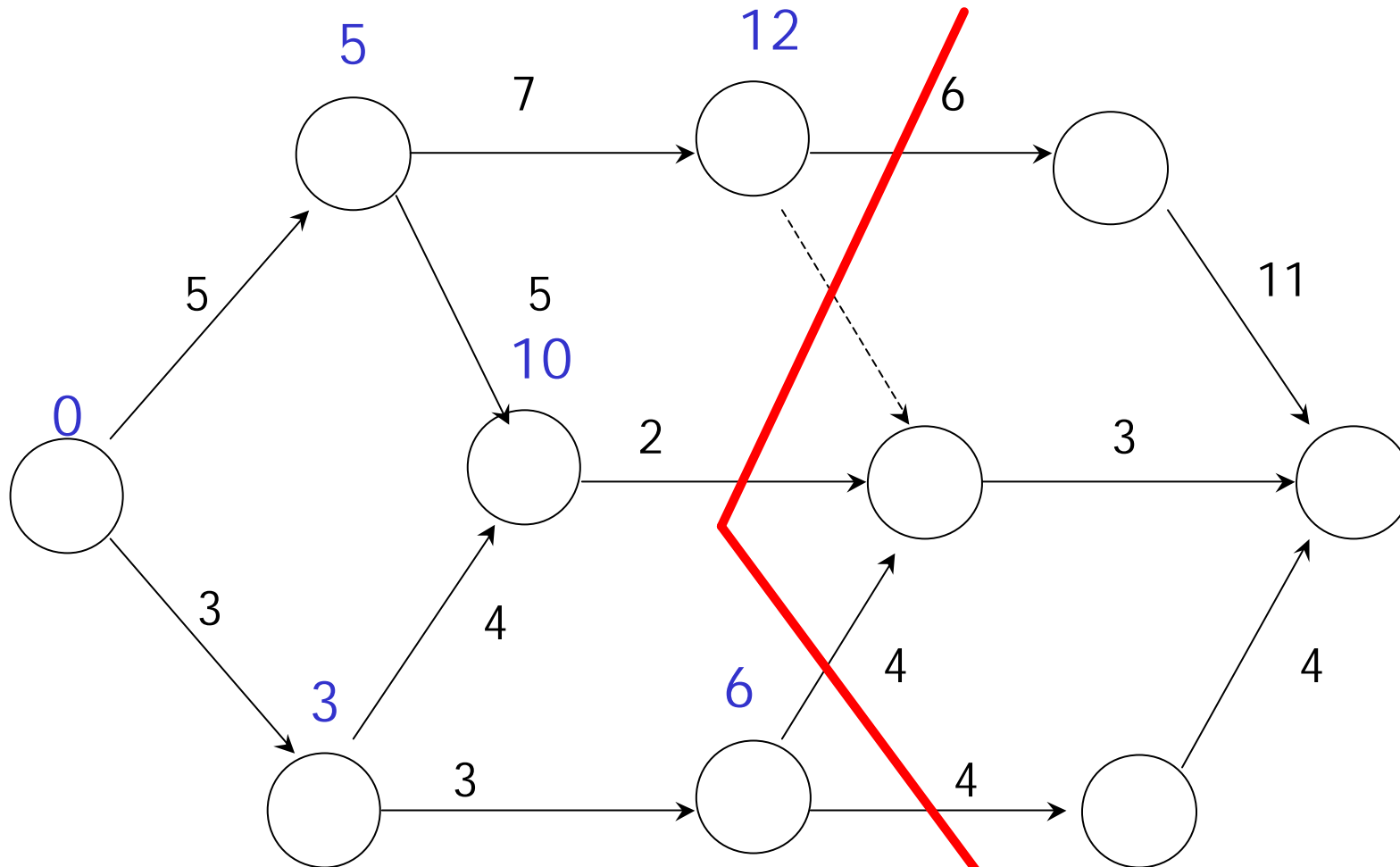
7 vagy 10:  
10 a  
hosszabb út



# Példa Fw. folytatás 5



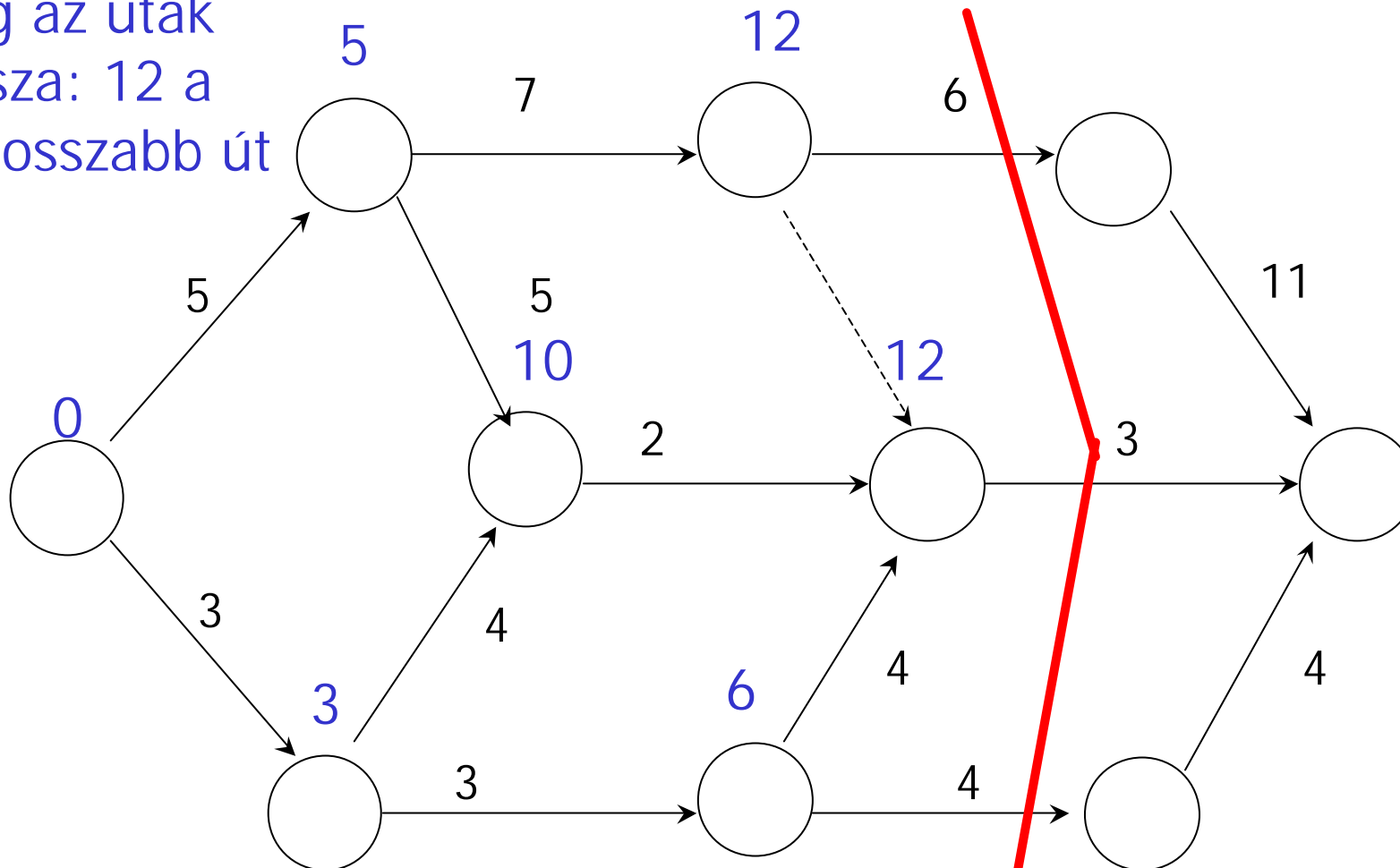
# Példa Fw. folytatás 6



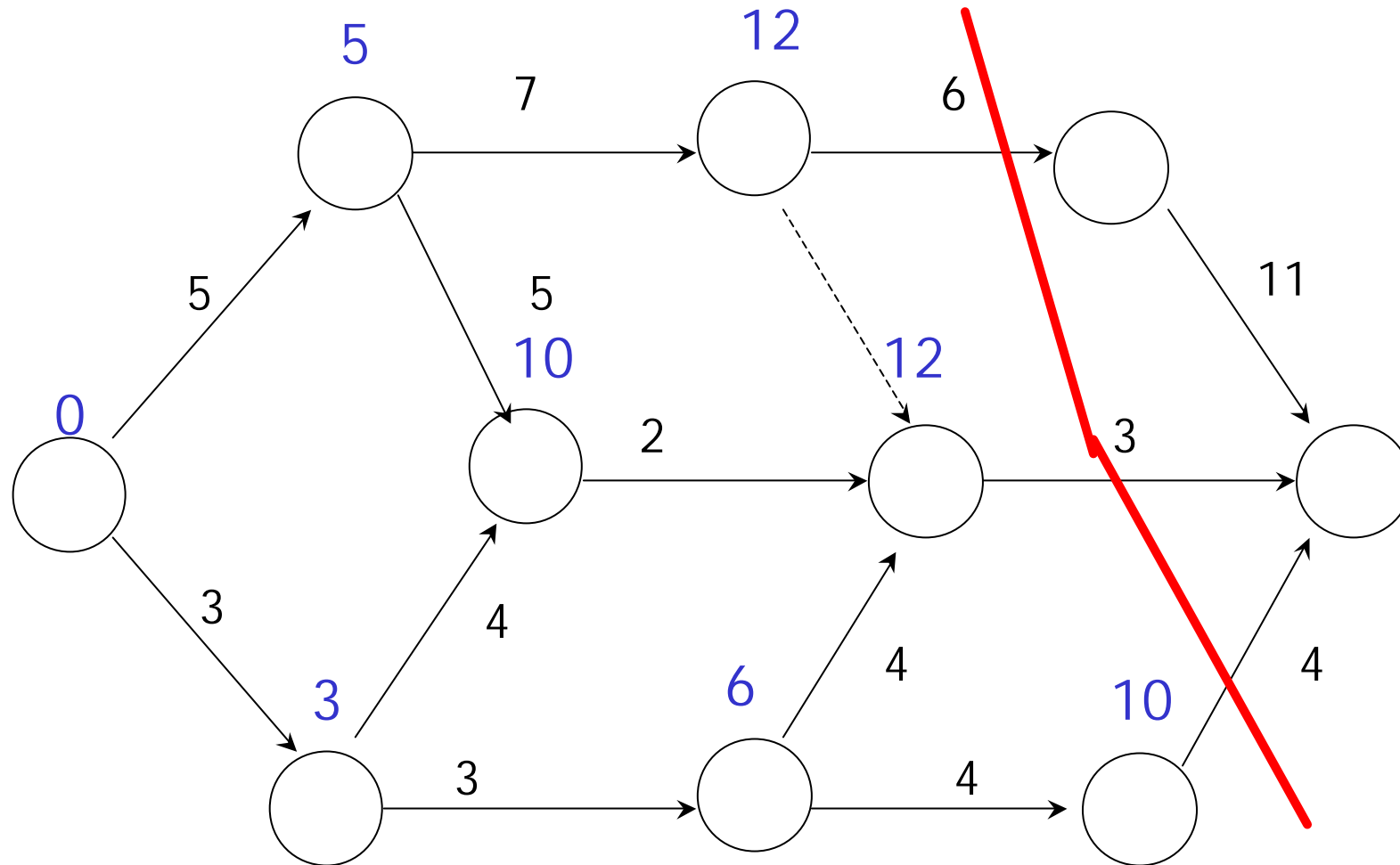
10/12/12

idáig az utak  
hossza: 12 a  
leghosszabb út

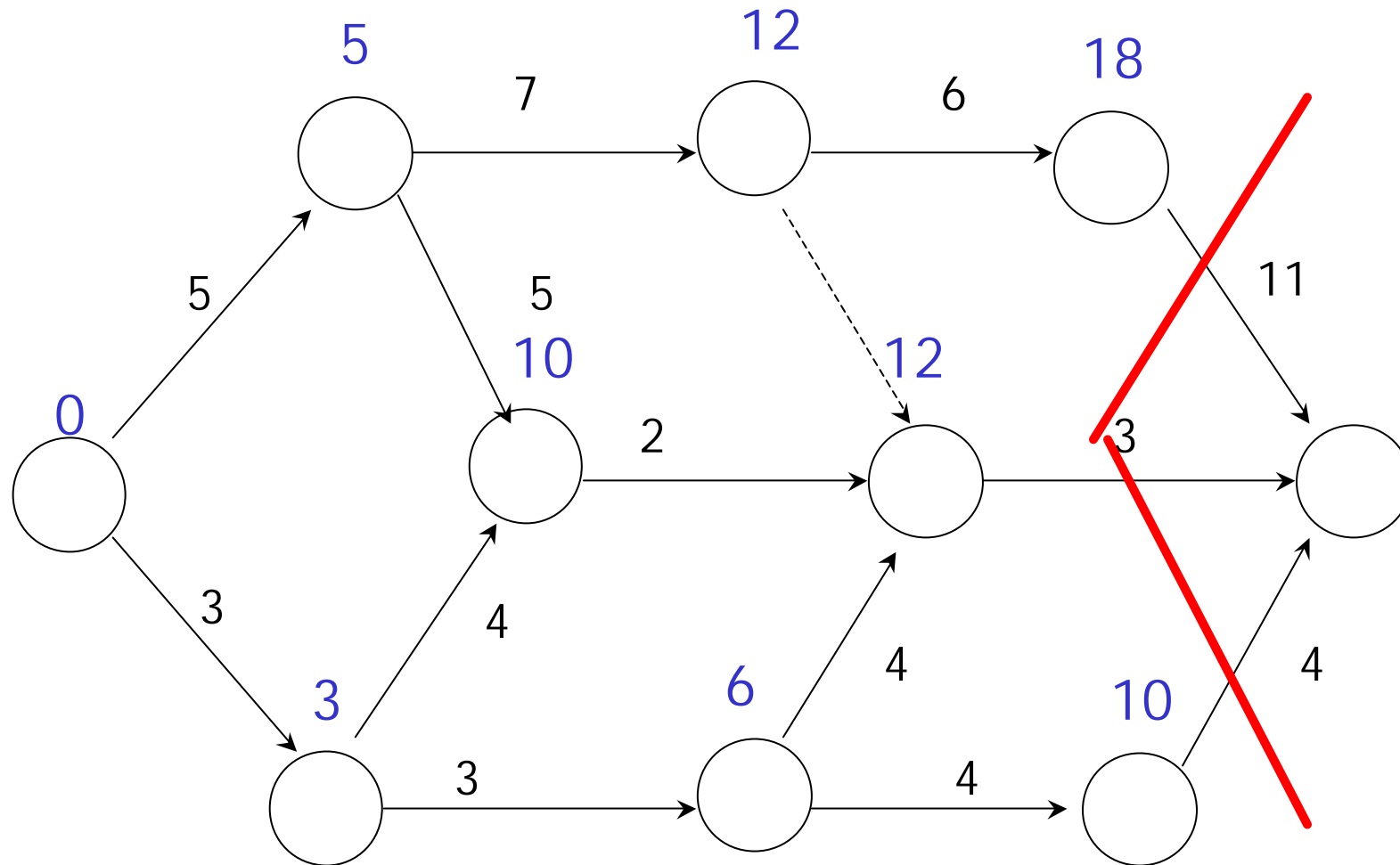
# Példa Fw. folytatás 7



# Példa Fw. folytatás 8

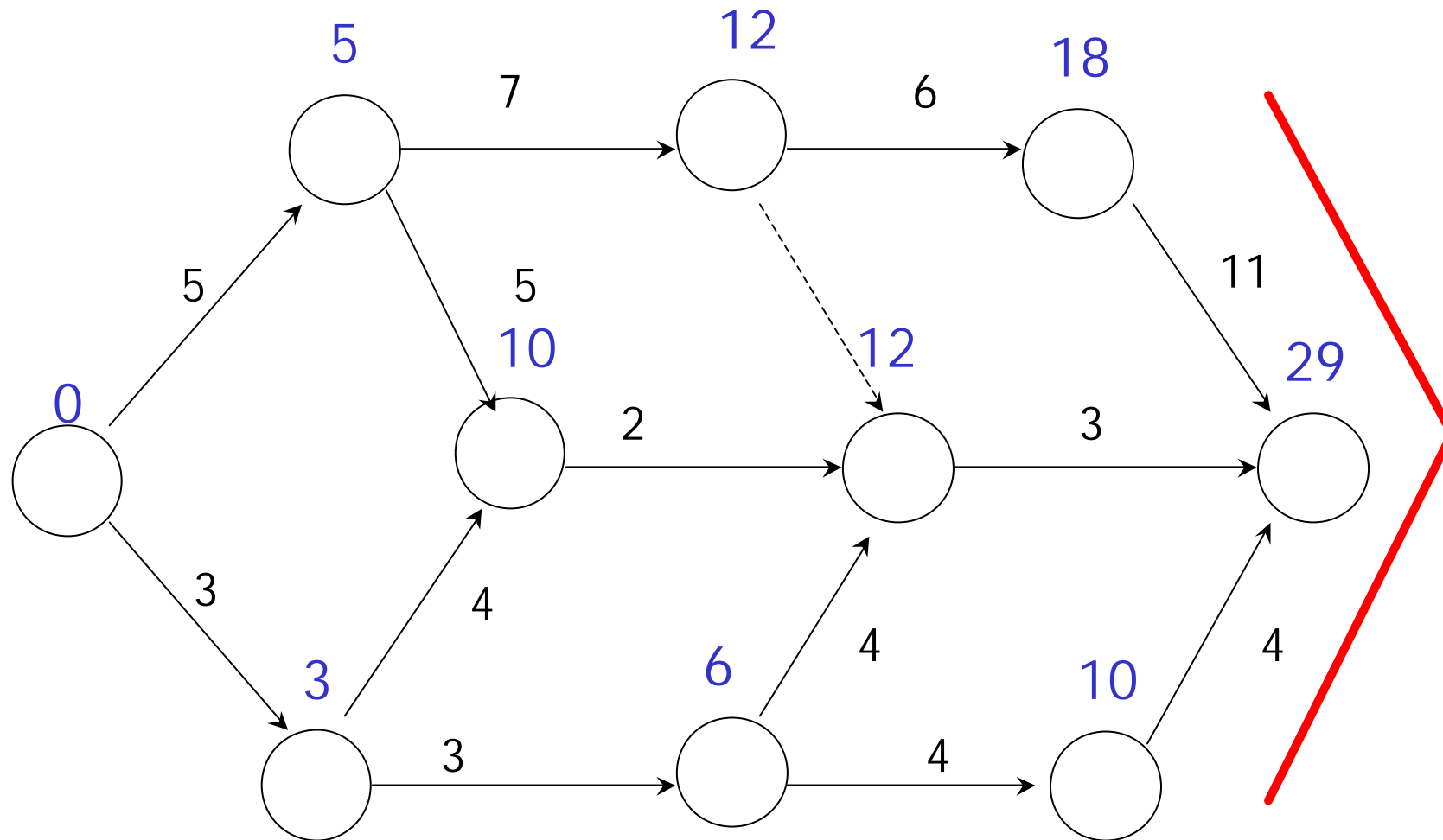


# Példa Fw. folytatás 9



14/15/29 idáig az utak hossza: 29 a leghosszabb út, egyben az átfutási idő

# Példa Fw. folytatás 10

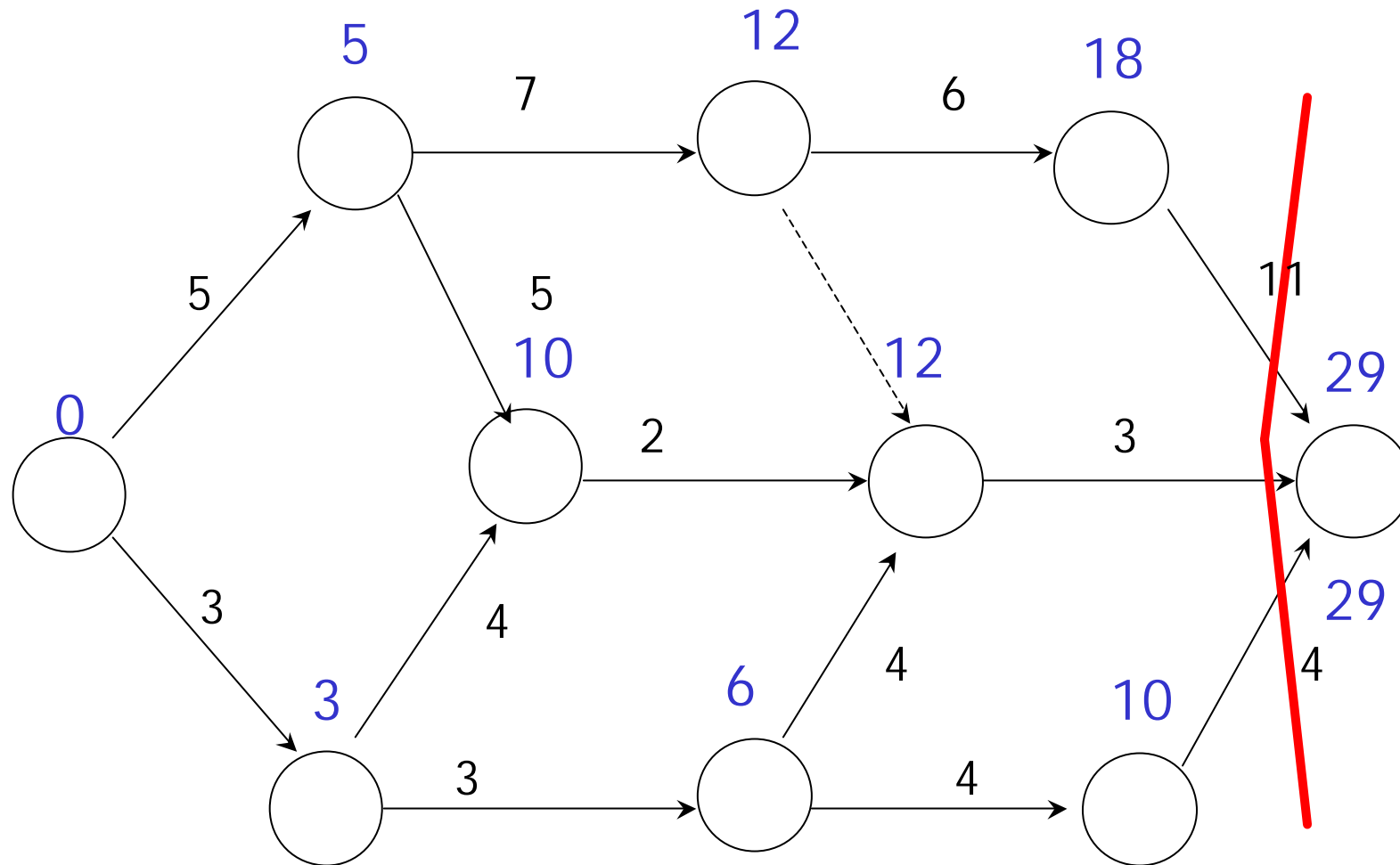




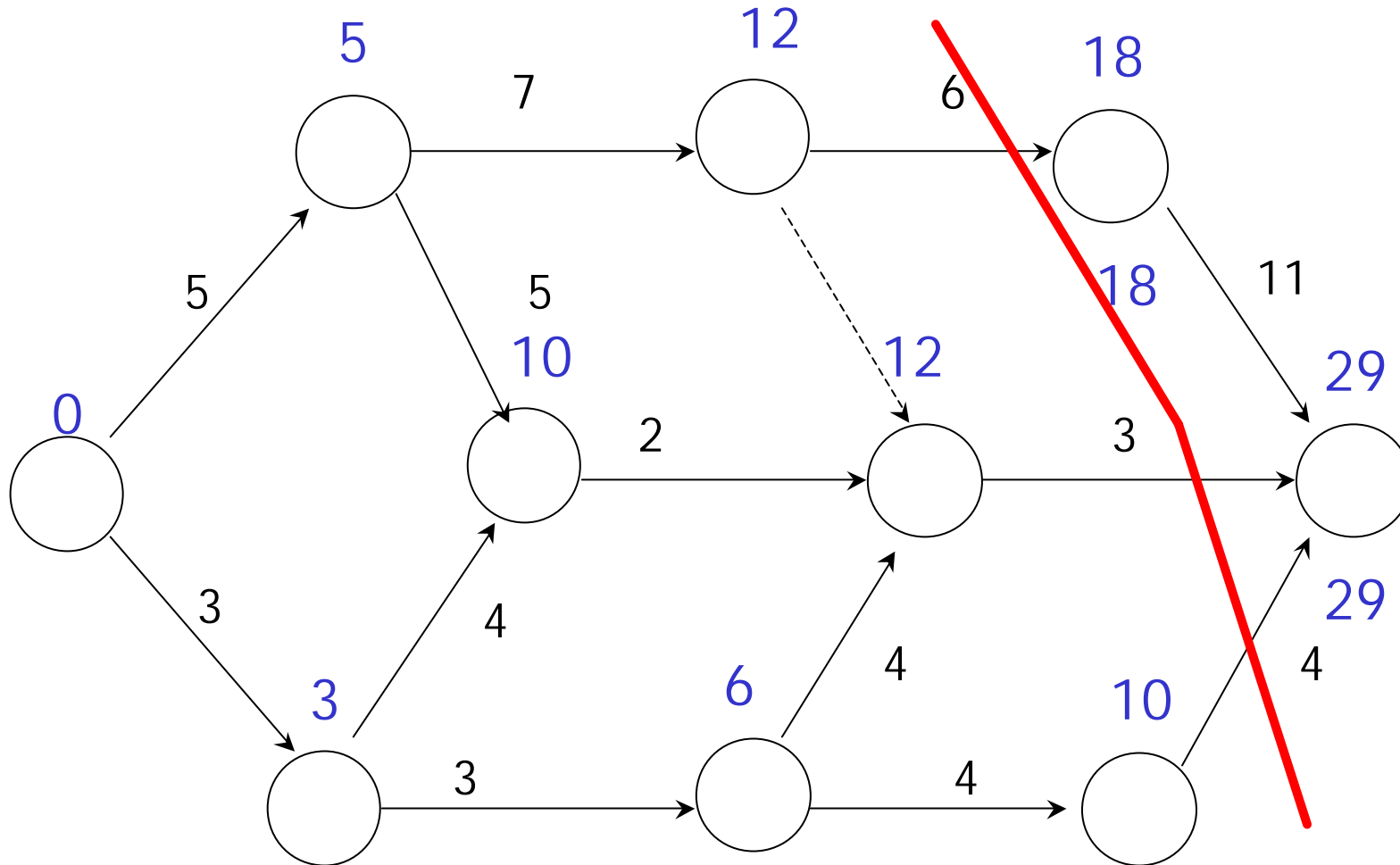
# Backward Pass

- **Start, Terminal** halmaz (T ismert, S ismeretlen)  $S? T?N$
- cél: T bővítése minden lépésben
- Ha  $S?N$  akkor vége
- cél: T bővítése
- Ha  $T?N$  akkor vége
- Minden lépésben a legkésőbbi bekövetkezési időpontot keressük

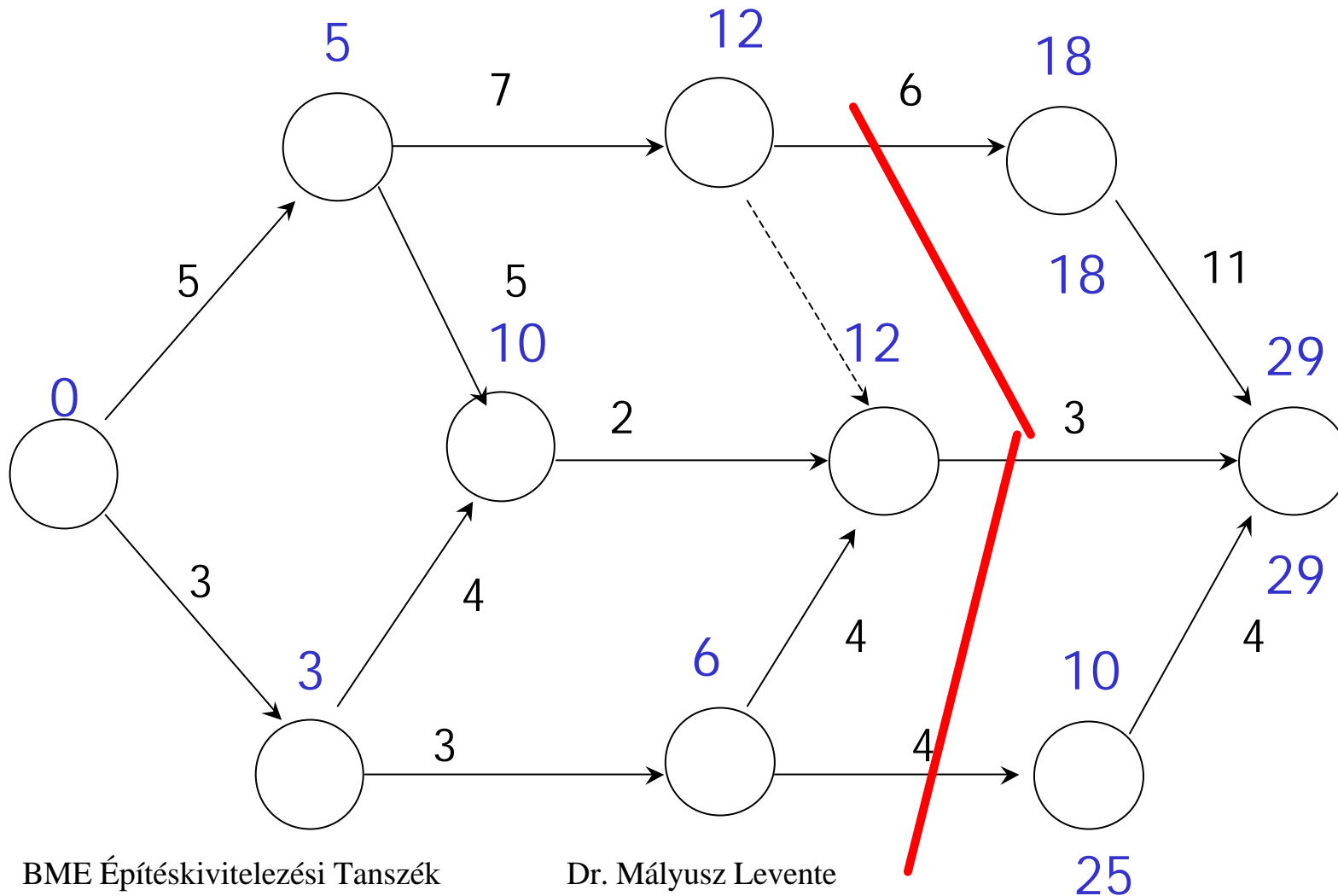
# Példa Bw.



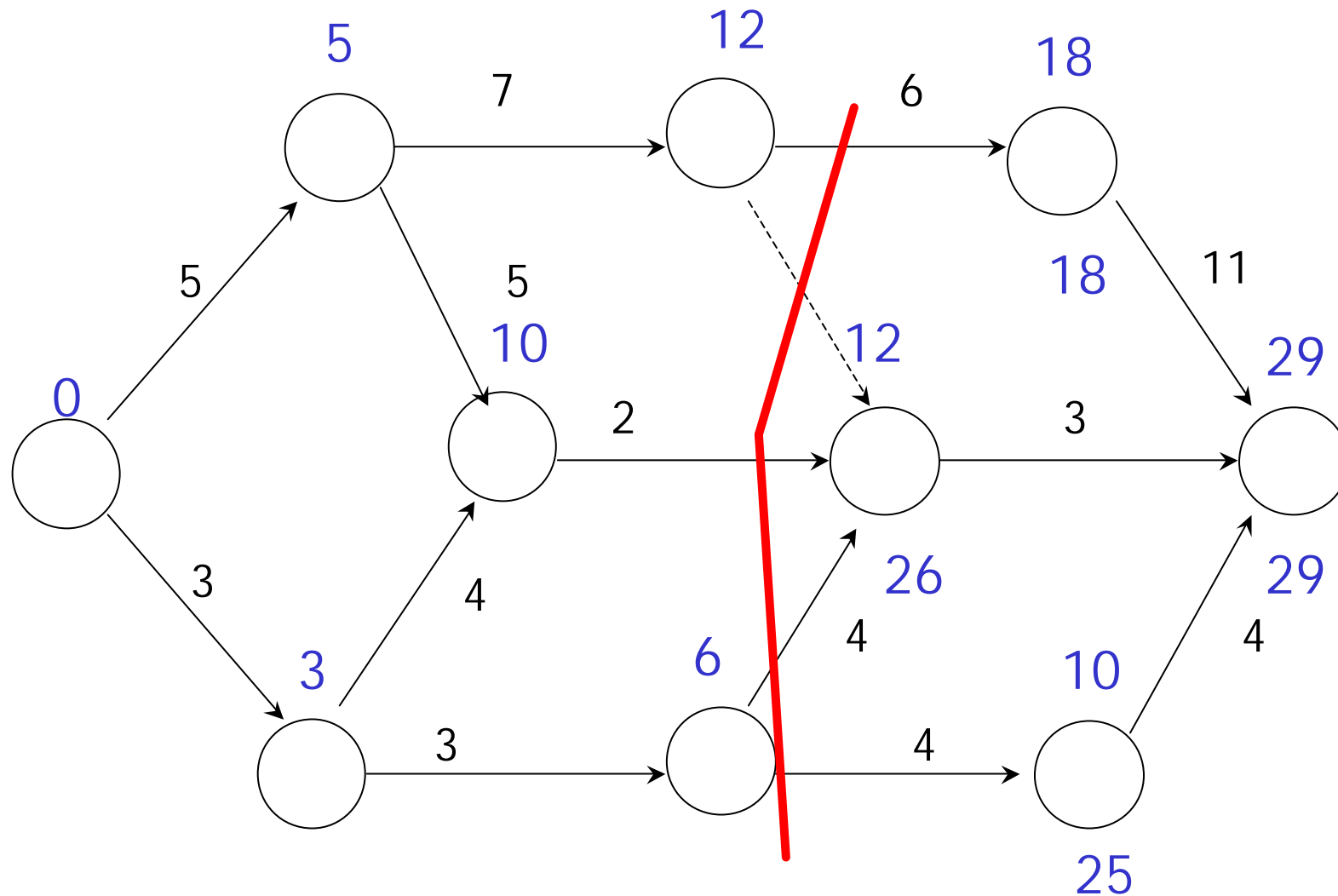
# Példa Bw.folytatás 1



# Példa Bw.folytatás 2

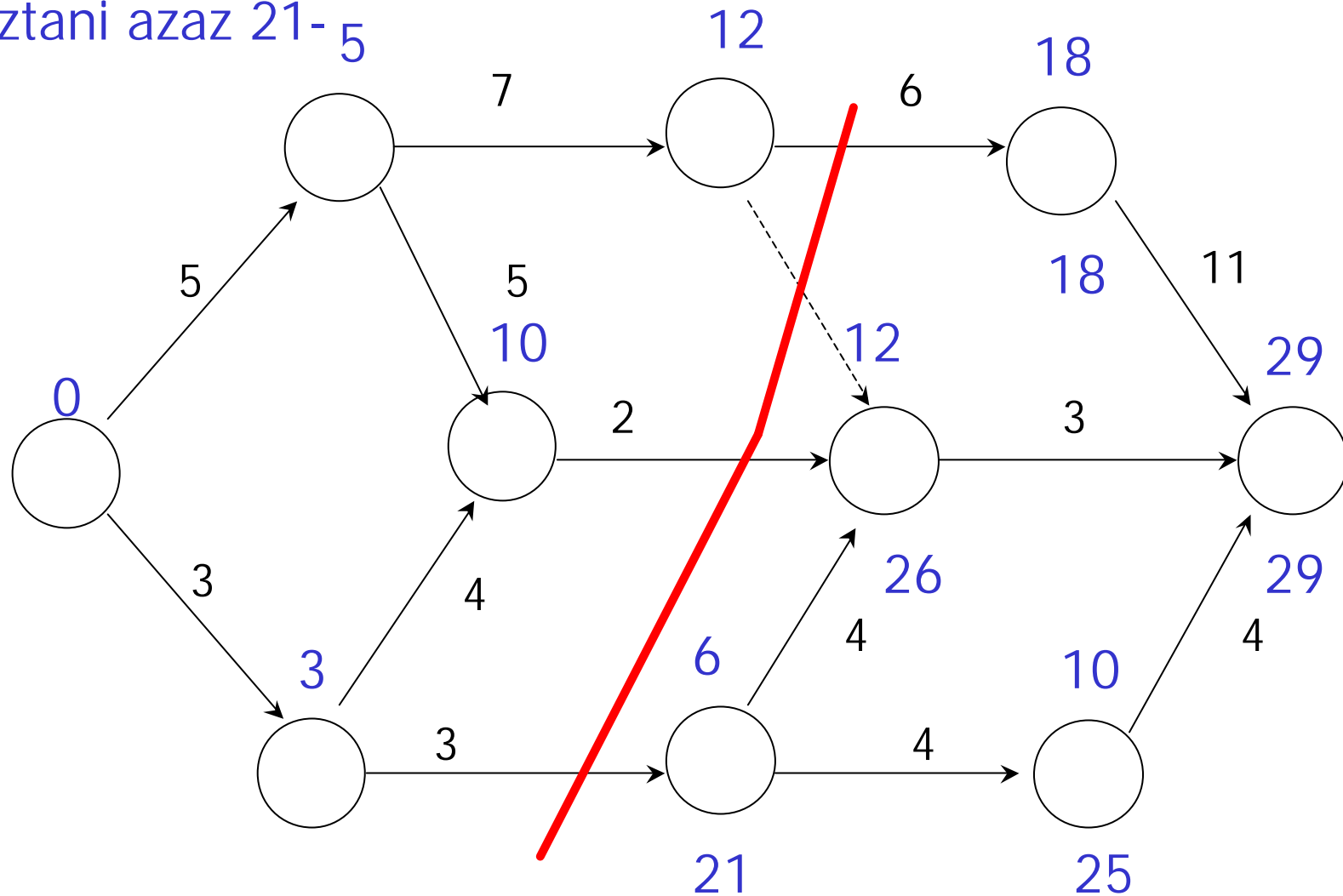


# Példa Bw.folytatás 3



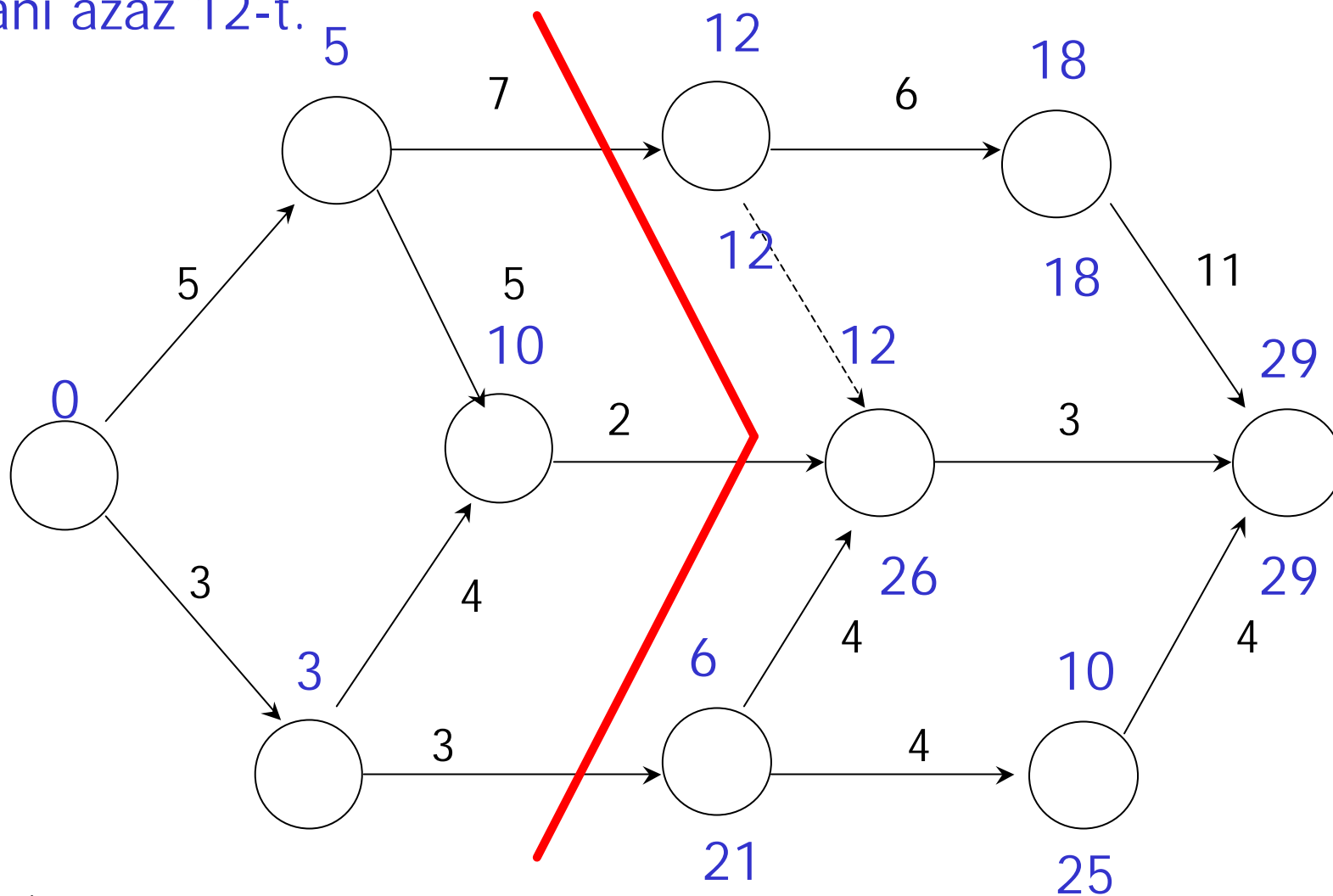
21/22 a legkésőbbi  
 időpontok: a  
 kisebbet kell  
 választani azaz 21-5  
 et.

# Példa Bw.folytatás 4

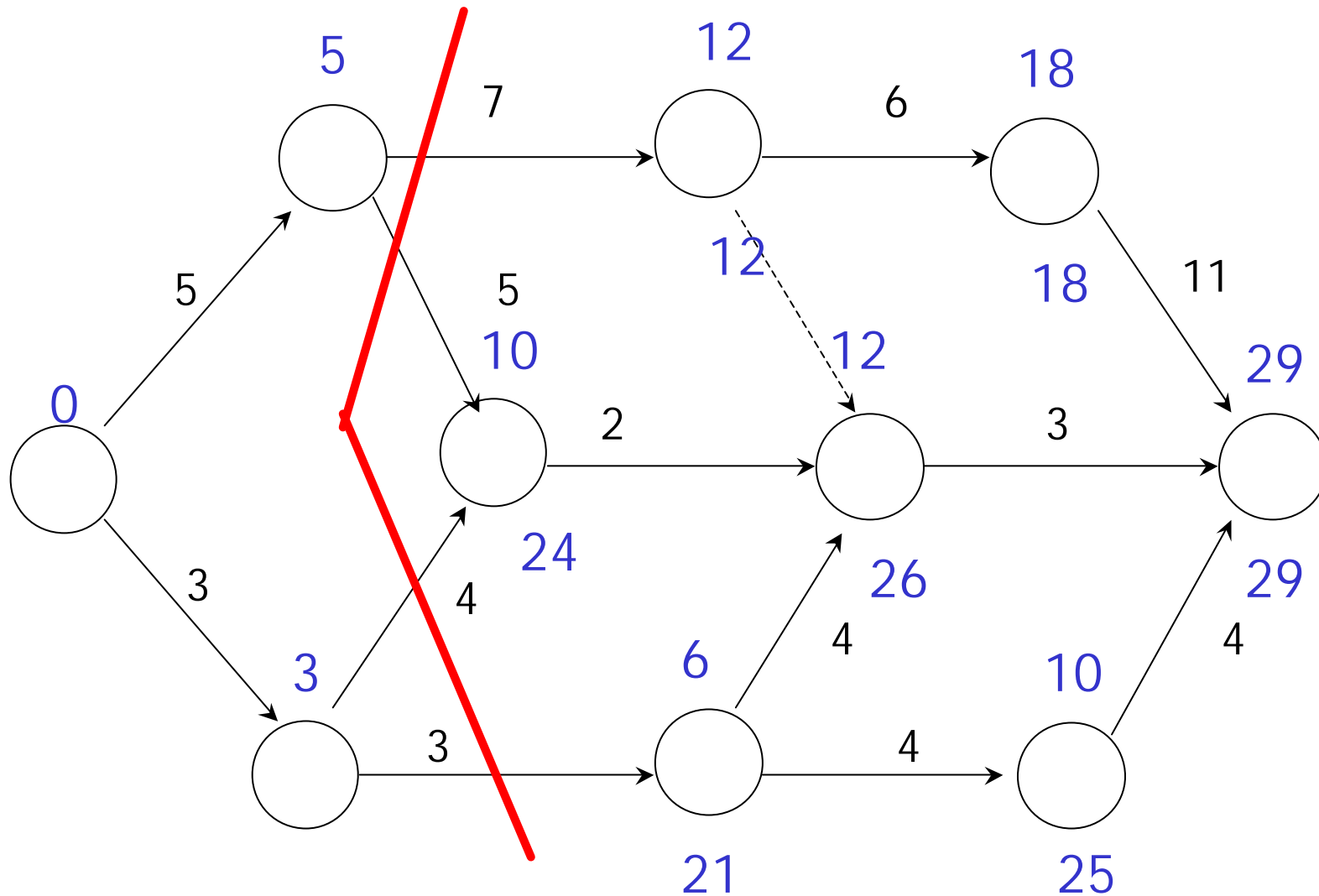


12/26 a legkésőbbi  
 időpontok: a  
 kisebbet kell  
 választani azaz 12-t.

# Példa Bw.folytatás 5



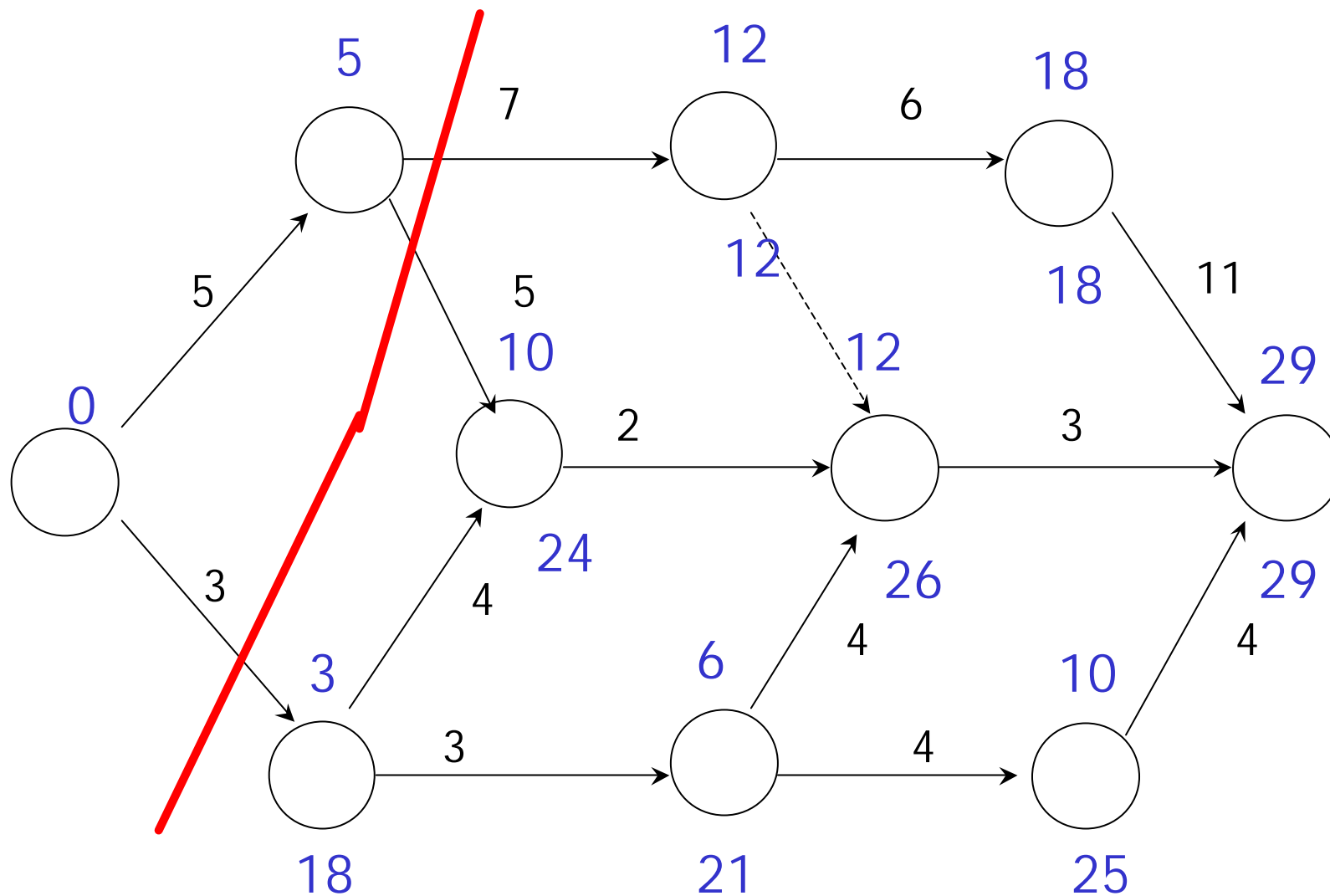
# Példa Bw.folytatás 6





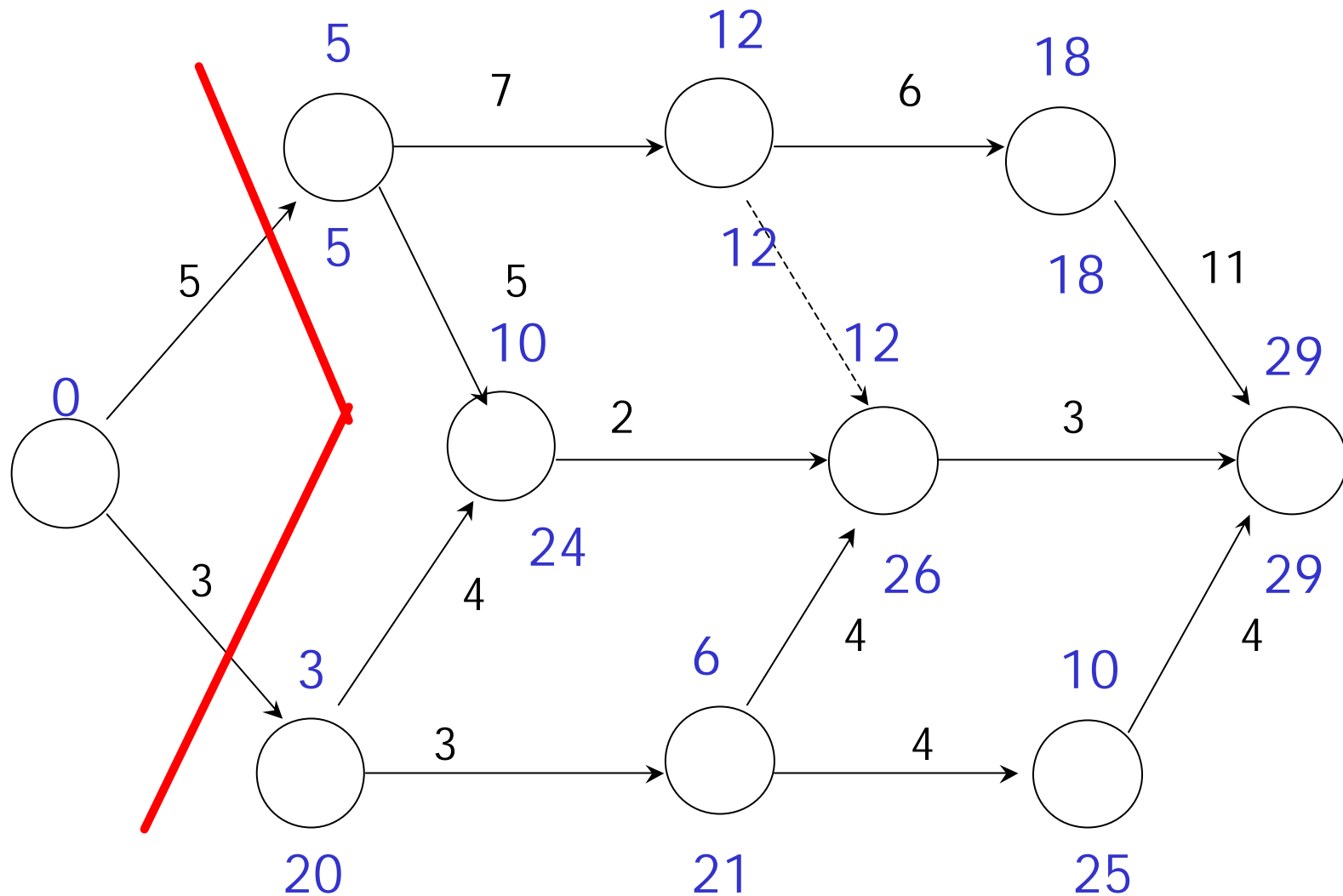
18/20 a legkésőbbi időpontok: a kisebb 18.

# Példa Bw.folytatás 7



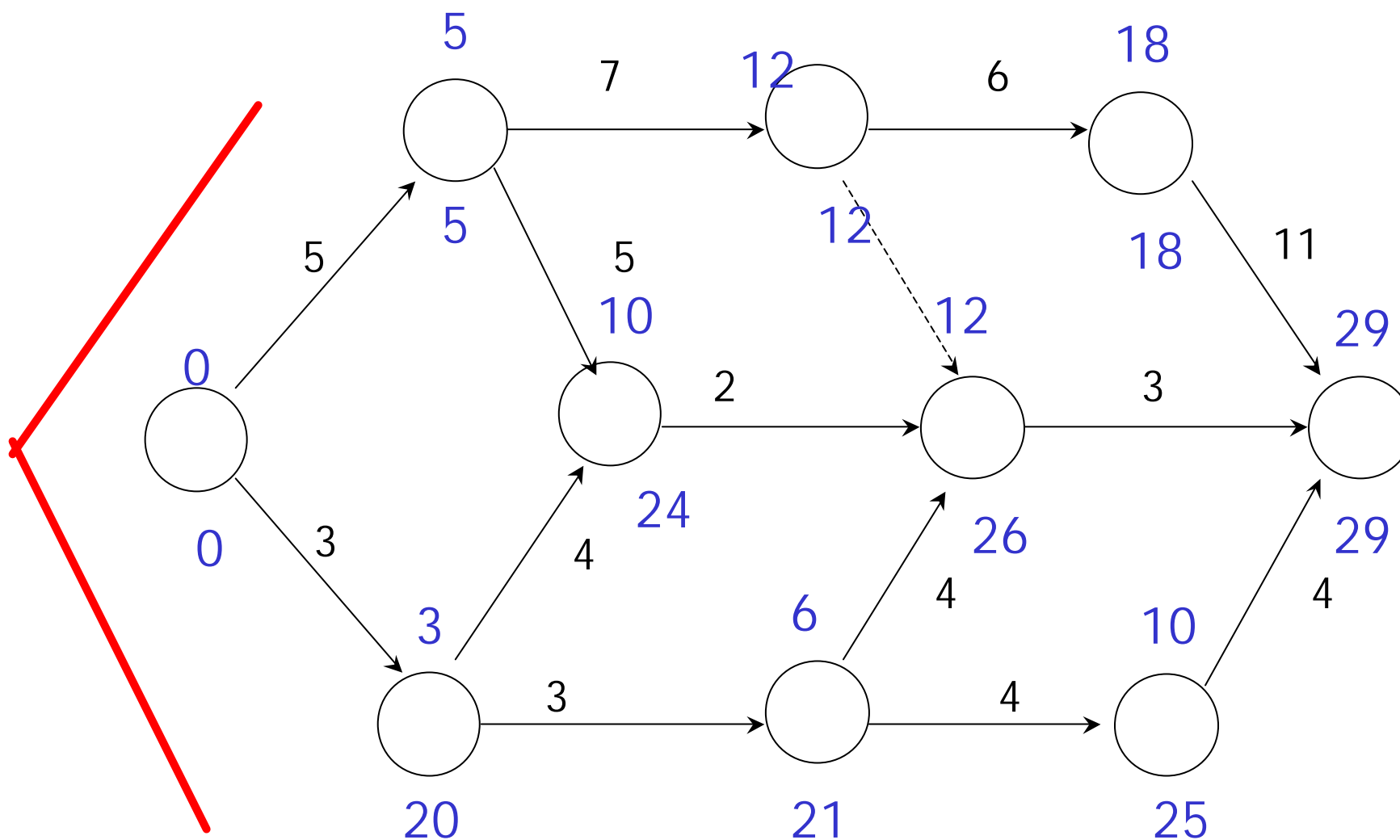
5/19 a legkésőbbi időpontok.

# Példa Bw.folytatás 8



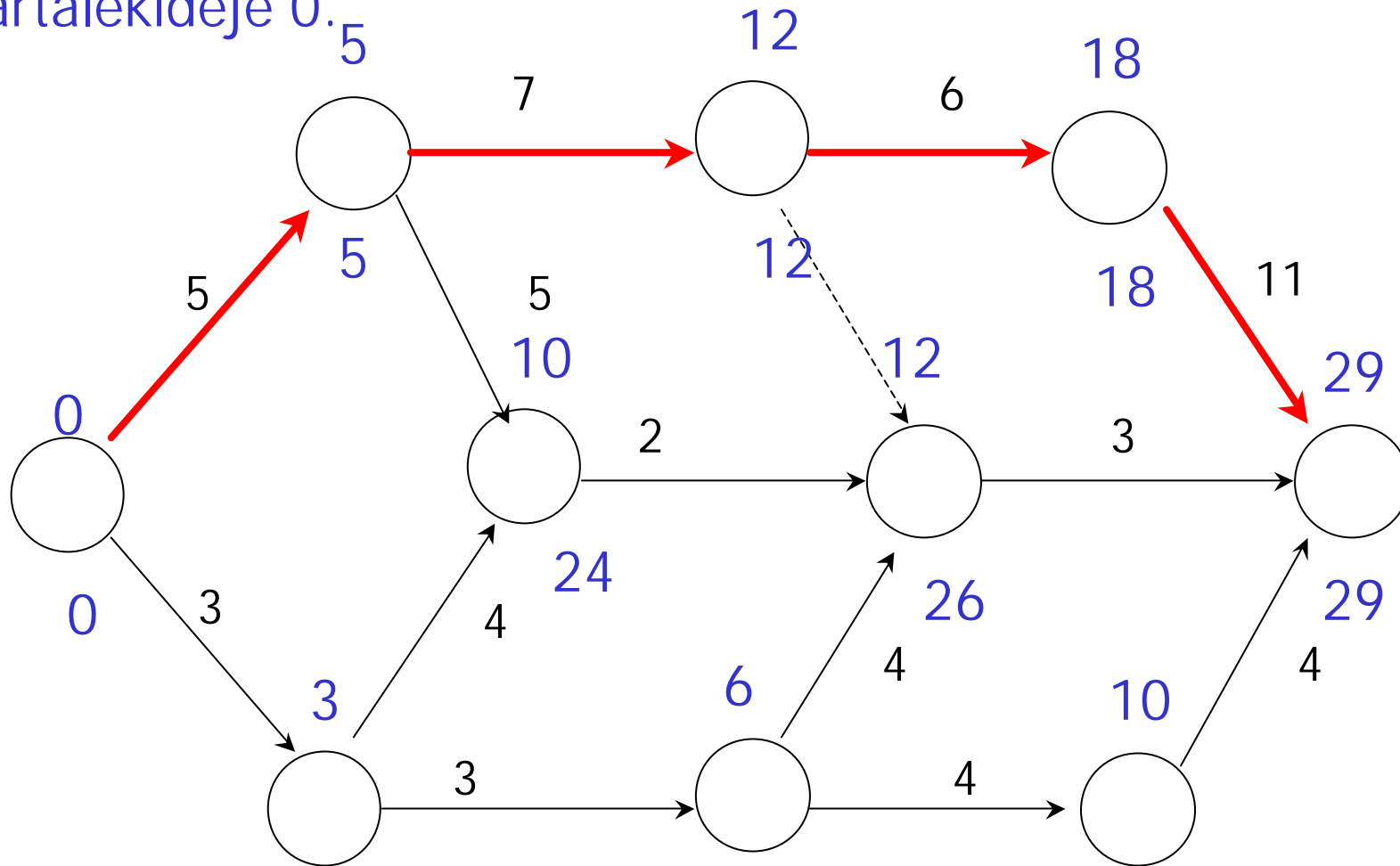
0/17 a legkésőbbi  
 időpontok, 0 a  
 helyes választás.

# Példa Bw.folytatás 8



Azon  
tevékenységeket  
tartalmazza, amelyek  
teljes tartalékideje 0.

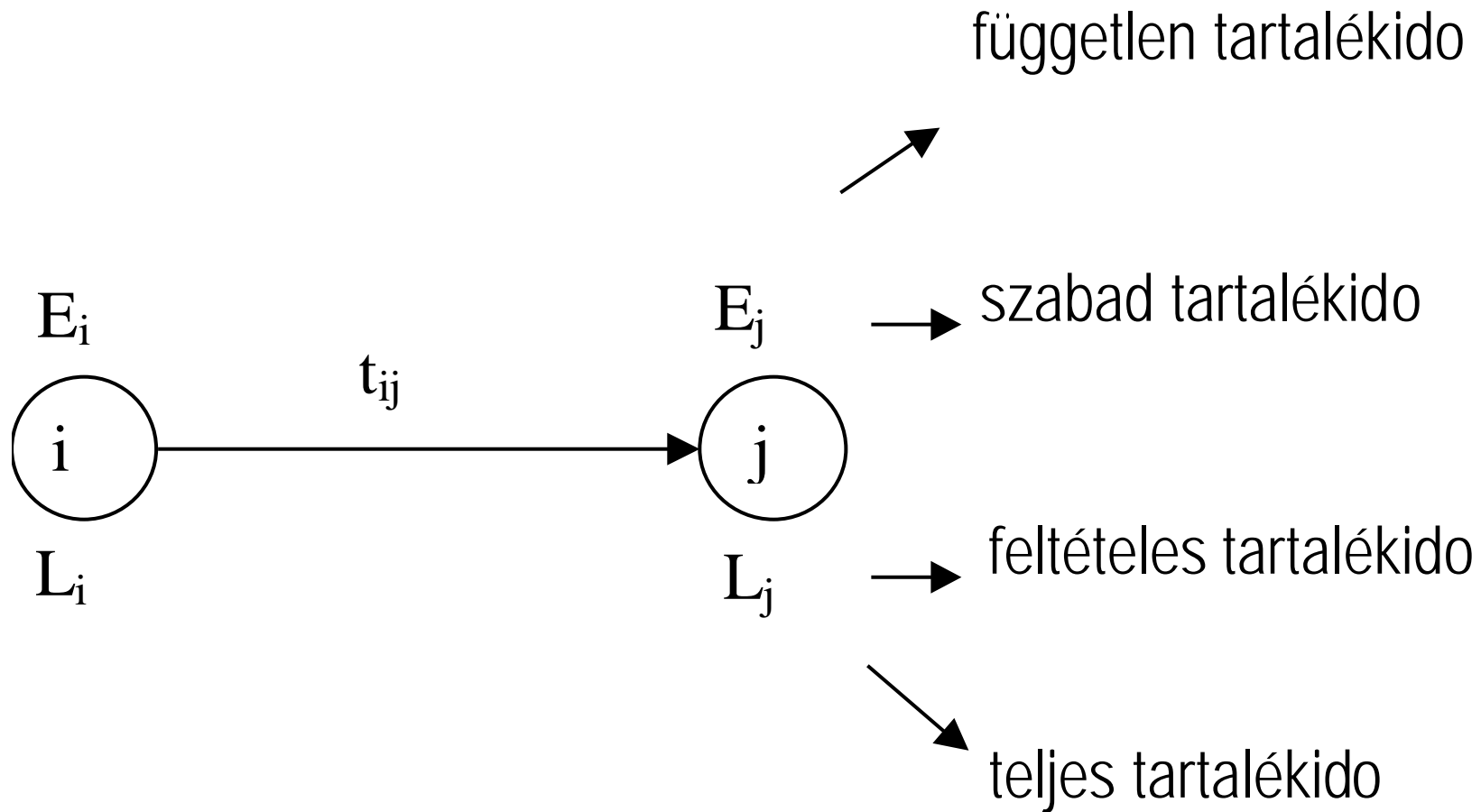
# Példa Kritikus út



Teljes tartalékido =

$$L_j - t_{ij} - E_i$$

# Tartalék idok



# Forward Pass

## I. fázis

### Odafelé számítás

- A kezdő esemény legkorábbi bekövetkezése legyen 0.
- A kezdőpontból indulva, a már ismert esemény időpontokból számítjuk a még ismeretlen időpontokat, úgy, hogy amennyiben ez felmerül mindig a nagyobb értéket választjuk

# Backward Pass

## II. fázis

### Visszafelé számítás

- A vég esemény/csomópont legkésőbbi bekövetkezése legyen egyenlő a legkorábbi bekövetkezéssel
- A végpontból indulva, a már ismert esemény időpontokból számítjuk a még ismeretlen időpontokat, úgy, hogy amennyiben ez felmerül mindig a kisebb értéket választjuk

# CPM korlátai

- Nincs többszörös kapcsolat
- Átlapolás megvalósítása komplikált (lassítási paradoxon)

