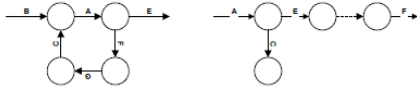
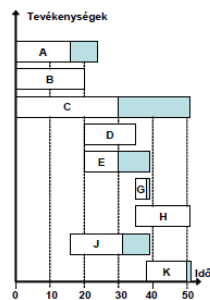


## 6. Milyen hálószerkesztési hibákat és speciális elemeket ismer? Ismertesse a tradicionális ábrázolási módokat!

- hibák
  - hurok
  - dangler tevékenység (lógó)

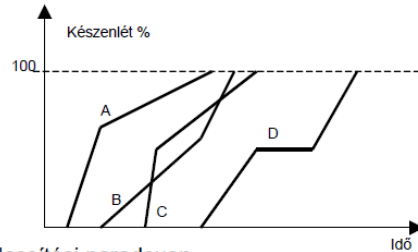


- több kezdő- és végpont
- speciális elemek
  - mérföldkövek
  - hammock tevékenységek (függőág, befüggesztett)
  - látszatevékenységek
    - azonosítási szempont
    - logikai okok
    - idővel rendelkező látszatevékenységek



- sávós ütemterv
  - Henry Gantt nyomán
  - könnyen érthető, hatékony információközlő rendszer
  - tartalmazza az ütemezést
  - legfontosabb ütemezési utasítások

- ciklogram
  - tartalmazza a tevékenységek intenzitását
  - vonalas építőipari munkáknál, ahol fontos a tevékenységek összehangolása

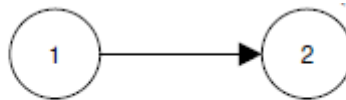


- lassítási paradoxon
  - ha gyorsítunk a tevékenységen, lassítjuk a teljes projekt átfutását (TPT)
  - megoldás: megszakítható (elnyújtható) tevékenységek

## Tevékenységélű háló

A tevékenységélű (AoA: Activity on Arc) ábrázolási rendszerben a projekteket gráfként kell értelmezni. A tevékenységeket élhez rendeljük. A tevékenységeknek tehát van időtartamuk, kezdési és befejezési dátumuk. Látszatevékenység: sem energia, sem pénz, néha időt se vesz igénybe (szállításra várakozás).

Az esemény egy tevékenység kezdete vagy vége. A legfontosabb kritérium, hogy ki lehessen jelölni az időben egy határozott, félreérthetetlen időpontot. Általában a mérföldkő kifejezést használják a különösen jelentős eseményekre, amelyek speciális figyelmet igényelnek. Az idő balról jobbra áramlik. A tevékenység kezdeténél lévő eseménynek mindig kisebb sorszáma van, mint a tevékenység végpontjánál levőnek.

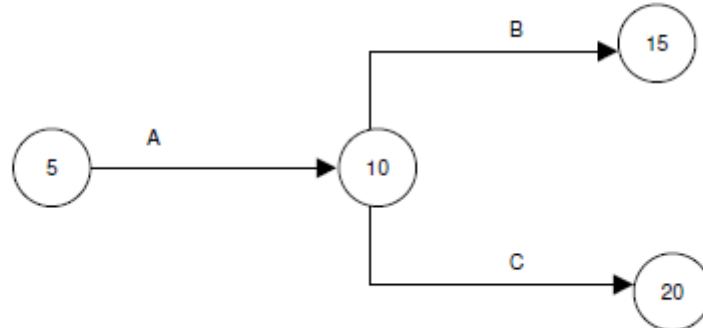


3.25. ábra: A tevékenységet élhez rendeljük.

Az 1-es eseménytől a 2-es eseményhez való eljutás érdekében el kell végezni az 1-2 tevékenységet.



3.27. ábra: Függőség (1)



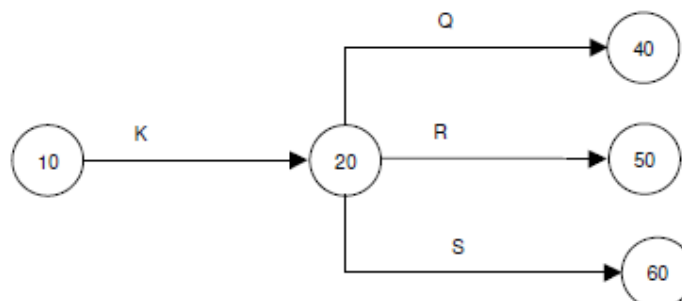
3.28. ábra: Függőség (2)

Ha a B tevékenység az A tevékenységtől függ, akkor a két tevékenységet az ábrának megfelelően kell felrajzolni (3.27. ábra), és ha a C tevékenység az A tevékenységtől függ, de nem függ a B-től, akkor a három tevékenységet a 3.28. ábra szerint kell ábrázolni.



3.29. ábra: Függőség (3)

Ha a 10-hez hasonló eseményre, csak akkor lehet azt mondani, hogy bekövetkezett, amikor az 1-10, a 2-10 és a 3-10 tevékenységek már mind befejeződtek (3.29. ábra). Egyetlen tevékenység sem kezdődhet el, amíg a végpont eseményét nem valósították meg. Tehát az ábrán a 10-11 tevékenység nem kezdődhet el addig, amíg a 10-es esemény nem ment végbe. (Egyesítő csomópont).

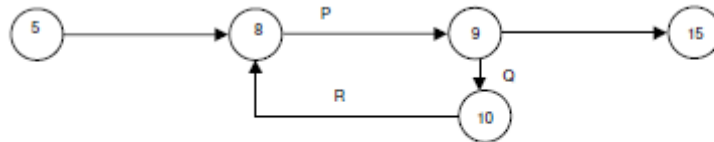


3.30. ábra: Függőség (4)

Azok az események, amelyek egy (vagy több) beérkező tevékenységből és számos, belőlük kiinduló tevékenységből állnak, „szétrobbantó” csomópontként ismertek (3.30. ábra).

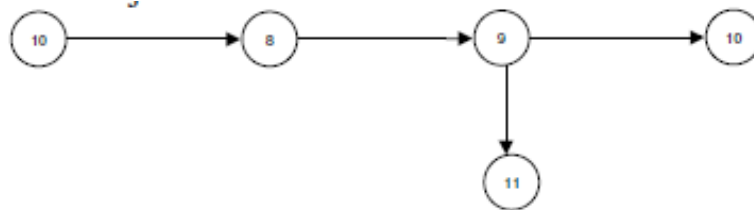
Háló felrajzolásakor két logikai hiba:

- több kezdő és végpont
- hurok, könnyű észrevenni, ha „semmilyen tevékenységet sem lehet addig elkezdni, amíg a kezdőpont eseménye megvalósításra nem kerül”



3.31. ábra: Hurok

- lógó él, azt mutatja, hogy nincsen köze a projekt befejezéséhez. Minden csomópontnak egy bemenő és egy kimenő tevékenységgel kell rendelkezni, kivéve az elsőt és az utolsót.



3.32. ábra: Lógó tevékenység

Hammok (függőágy): A közvetlen költségeket általában a tevékenységekhez rendeljük. Mindig vannak egyéb költségek is, amelyek az egyes tevékenységekhez nem rendelhetők hozzá, és amelyeket számos tevékenységre kell szétosztani. Nem rendelnek hozzá időt, nem játszanak szerepet az időelemzésben.

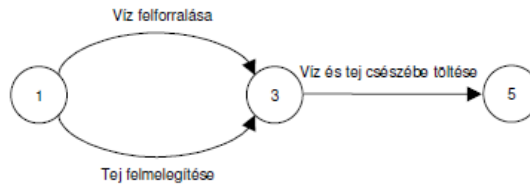
Néhány esetben látszattevékenységeket kell felrajzolni, azaz olyan tevékenységeket, amelyek csak a függőségi viszonyokat viszik át, nem igényelnek erőforrást, csak némely esetben némi időt. A könnyebb megjelenítés érdekében szaggatott vonallal jelöljük, mint ez az ábrán is látható (3.33. ábra). Három esetben alkalmazunk látszattevékenységet:



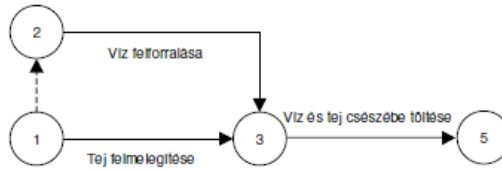
3.33. ábra: Látszattevékenység

- azonosítás szempontból
- logikai okokból
- idővel rendelkező nem munka jellegű tevékenység esetén

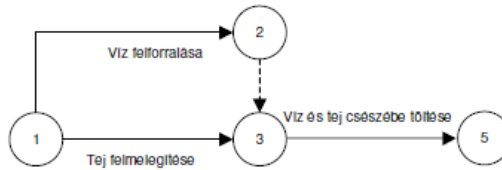
Ha egy csésze instant kávé előkészítésében két tevékenység, a „víz felforralása” és a „tej felmelegítése” párhuzamosan haladhat előre, akkor az ábrán bemutatott diagramot kapjuk (3.34. ábra). Eszerint a két tevékenységnek ugyanaz lenne a fej- és végpontszáma, így az 1-3 tevékenység azonosítás nem egyértelmű. Jobb elkerülni a zavart azzal, hogy bevezetünk egy látszattevékenységet, amely lehet akár a 1-2 tevékenység (3.35. ábra), akár a 2-3 tevékenység is (3.36. ábra).



3.34. ábra: Teakészítés hibás megoldása



3.35. ábra: Teakészítés helyes megoldása (1)

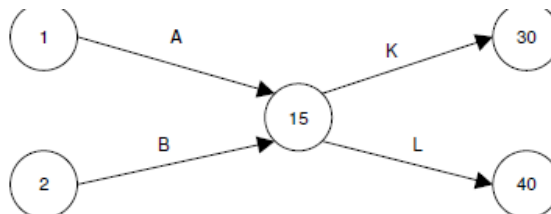


3.36. ábra Teakészítés helyes megoldása (2)

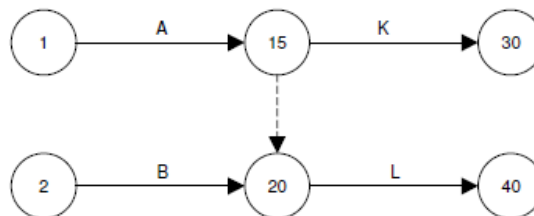
Amikor két tevékenység lánc valahol egy közös csomóponttal rendelkezik, bár teljesen vagy részlegesen függetlenek egymástól, akkor akaratlanul is felmerülhetnek logikai hibák. Gondoljuk át a helyzetet:

- K tevékenység függ A-tól
- L tevékenység az A-tól és B-től függ

Első ránézésre a diagram olyan, mint amelyet az ábrán bemutatunk (3.37. ábra). Sajnos ebben a diagramban van egy hiba. Az L tevékenységet – helyesen – az A és B tevékenységek függvényeként ábrázolja, de a K tevékenységet is úgy mutatja be, mintha mindkét tevékenységtől függne, miközben csak az A tevékenységtől függ. Ennek feloldása érdekében egy új tevékenységet (látszatevékenységet) vezetünk be azért, hogy K-t B-től függetlenné tegyük (3.38. ábra).



3.37. ábra: Kereszteződés hibás megoldása

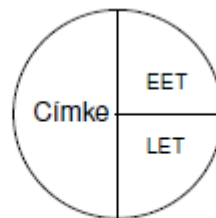


3.38. ábra: Kereszteződés helyes megoldása

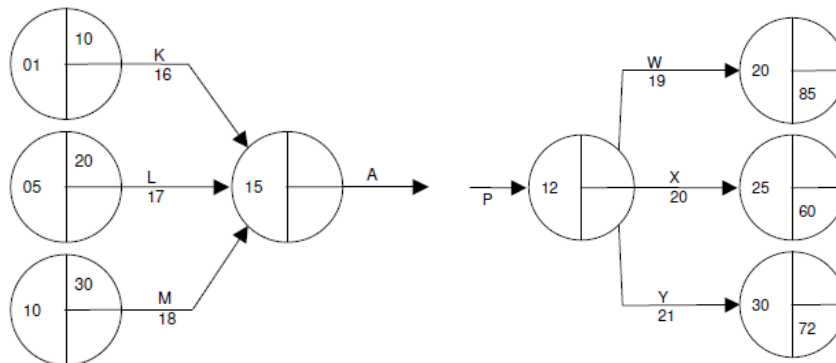
A tranzitidő az a minimális időtartam, amelynek egy adott tevékenység vége és a tőle függő tevékenység kezdete között el kell telnie.

## Tevékenységlú háló elemzés

- CPM: Critical Path Method
- TPT: Total Project Time - teljes projekt átfutási idő
- EST: Earliest Start Time - legkorábbi kezdési időpontja
- $EFT=EST+D$  (legkorábbi befejezési időpont=legkorábbi kezdési időpont+tevékenység időtartama)
- LFT: Latest Finish Time - legkésőbbi befejezési időpont
- $LST=LFT-D$  (legkésőbbi kezdési időpont=legkésőbbi befejezési időpont-időtartam)
- Az odafelé történő elemzésből a legkorábbi esemény időpont (EET: Earliest Event Time), vagyis az a legkorábbi időpont, amelyben az eseményt realizálni lehet, és a visszafelé történő elemzésből a legkésőbbi esemény időpont (LET: Latest Event Time), vagyis az a legkésőbbi időpont, amelyre az eseményt realizálni kell, ha be akarjuk tartani a teljes projektidőt.
- Az EET az összes, az eseményből induló tevékenység EST-jét, míg a LET az eseménybe érkező összes tevékenység LFT-jét adja.



3.39. ábra: Csomópont szabványos megadása

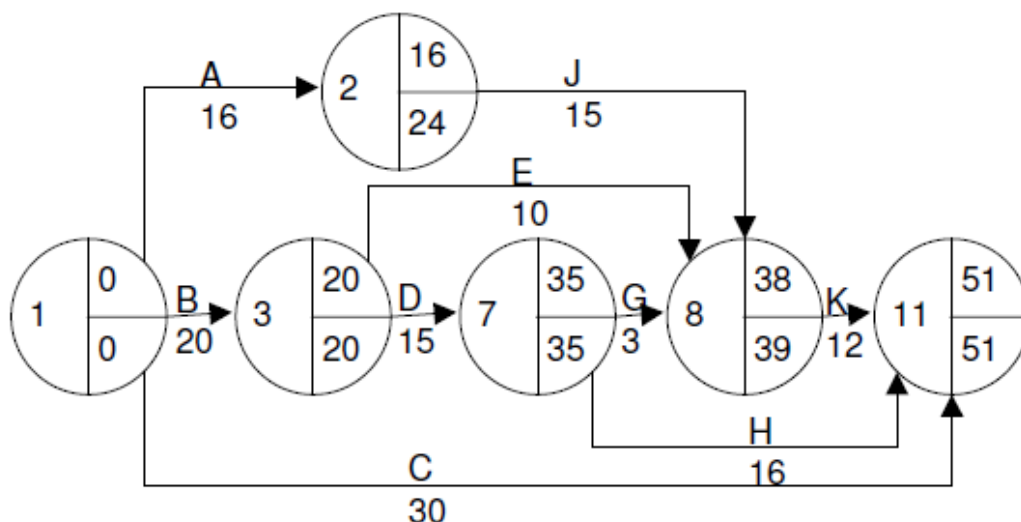


3.40. ábra: Elenzés első fázisa

3.41. ábra: Elenzés második fázisa

K tevékenység időtartama 16 hét, kezdőpont sorszáma 01, EET-je 10. A K tevékenység EST-je 10. hét és ebből adódóan az EFT a  $(10+16)$  hét = 26. hét.

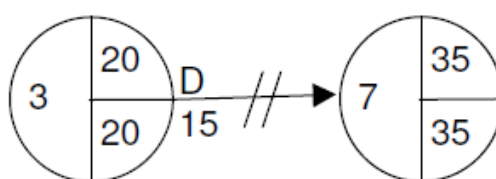
W tevékenység időtartama 19 hét, végpont sorszáma 20, a LET a 85. hét. A W tevékenység LFT ideje a 85. hét és az LST a  $(85-19)$  hét = 66. hét.



3.43. ábra: Elemzett CPM háló

Vizsgáljuk meg az E tevékenységet! A számítások azt mutatják, hogy a kezdés legkorábbi időpontja az induló csomópontjának EET-je szerint a 20. hét vége lesz, míg befejezésének legkésőbbi időpontja a 39. hét vége. Tehát a tevékenységre rendelkezésre álló idő (39 - 20) hét = 19 hét. A tevékenység elvégzéséhez szükséges időtartam 10 hét. Ezért van (19 - 10) hét = 9 hét „tartalék” ezen tevékenység teljesítésére. A TPT növelése nélkül kezdődhet 9 hét késéssel, befejeződik 9 héttel később vagy felhasználhat 9 hét extraidőt.

Most vizsgáljuk meg a D tevékenységet (3.44. ábra)! A tevékenység LFT-je 35, EST-je 20, rendelkezésre álló idő 15, szükséges idő 15. Így a tartalékidő 0 hét. Tehát a D tevékenység esetében nincs tartalékidő. Ha késve kezdődik, vagy időtartama megnő, akkor a TPT növekedni fog. Azokat a tevékenységeket, amelyek kihatnak a teljes átfutási időre, így a D tevékenységet is, kritikus tevékenységnek nevezzük. Ezek határozzák meg az átfutási időt. A kritikus út, kritikus tevékenységekből álló lánc. A mintahálóban a kritikus utat a B, D és H tevékenység alkotja.



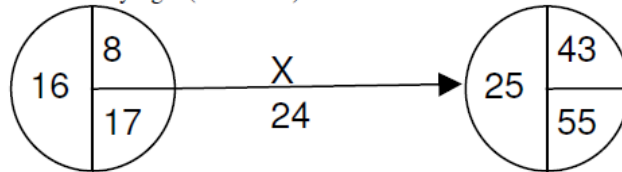
3.46. ábra: A kritikus D tevékenység

Tartalékidő:

- **teljes tartalék (TF- Total Float):** az a teljes időmennyiség, amivel egy tevékenység kiterjedhet vagy késő a teljes projektidőre gyakorolt hatás nélkül.
- **szabad tartalék (FF – Free Float):** az az idő, amellyel egy tevékenység késleltethető, vagy megnyújtható anélkül, hogy az bármely követő tevékenység kezdetének a késéséhez vezetne.
- **független tartalék (IF – independent float):** az a maximális időmennyiség, amellyel a tevékenység időtartama megnövelhető vagy annak megkezdése elcsúsztható anélkül, hogy ez akadályozná a követő tevékenység legkorábbi időpontban történő megkezdését.

- **feltételes tartalék (CF – Conditional Float):** egy tevékenység megvalósulása mennyivel késhe, ha az őt megelőző tevékenységek a legkésőbb valósulnak meg, és a projekt átfutási idejét be kell tartani.

Például: a 16-25 tevékenységre (3.49. ábra) vonatkozóan.



3.49. ábra: Példa tevékenység

A fenti definíciók alapján  $TF=55-8-24=23$ ,  $FF=43-8-24=11$ ,  $IF=43-17-24=2$  és  $CF=55-17-24=14$ .

PERT: programkiértékelési és áttekintési módszer - Program Evaluation Review Technique

- Sztochasztikus eseményeket is kezel
- várható időt 3 becült tevékenységből számítja
- optimista (OD), pesszimista (PD), legvalószínűbb (MD)

$$E(D) = \frac{OD + 4MD + PD}{6}$$

- várható tevékenységidő:

$$\sigma_D^2 = \left(\frac{PD - OD}{6}\right)^2 \text{ és } \sigma_D = \frac{PD - OD}{6}$$

- variancia és szórás:

Mintapéldák:

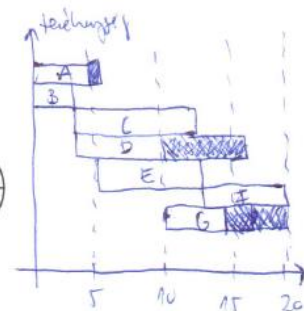
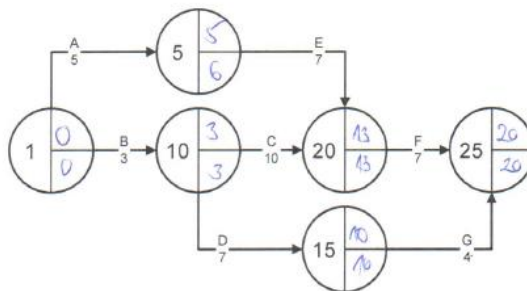
## 12. HÁLÓELEMZÉS

### 12.1. feladat

Határozza meg a következő hálótér tevékenységeinek és eseményeinek adatait, átfutási idejét, kritikus útját! Adja meg A, D és F tevékenységek szabad és teljes tartalékidejét! Készítse el a hálóhoz tartozó Gantt-diagramot, korai ütemezéssel!

*BCF*

$$\begin{aligned} A(TF) &= 6 - 5 - 0 = 1 \\ A(FF) &= 5 - 5 - 0 = 0 \\ D(TF) &= 16 - 7 - 3 = 6 \\ D(FF) &= 16 - 7 - 3 = 6 \\ F(TF) &= 20 - 7 - 13 = 0 \\ F(FF) &= 20 - 7 - 13 = 0 \end{aligned}$$

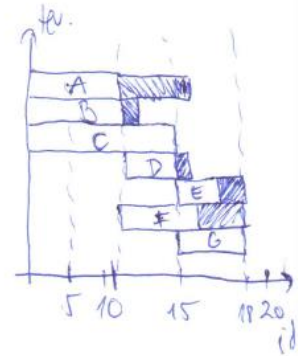
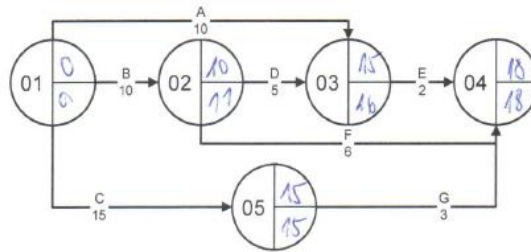




12.2. feladat

Határozza meg a következő hálóterv tevékenységeinek és eseményeinek adatait, átfutási idejét, kritikus útját! Számítsa ki A, B és D tevékenységek szabad és teljes tartalékidejét! Készítse el a hálózathoz tartozó Gantt-diagramot, korai ütemezéssel!

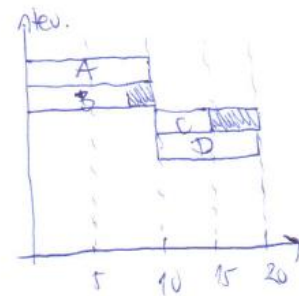
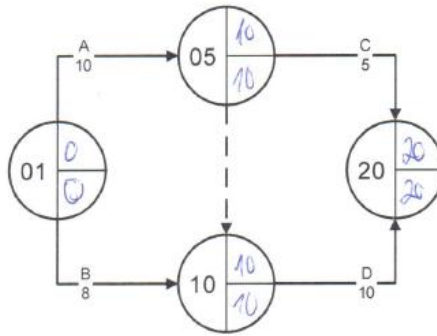
$A(TF) = 16 - 10 - 0 = 6$   
 $A(FF) = 15 - 5 - 0 = 10$   
 $B(TF) = 11 - 10 - 0 = 1$   
 $B(FF) = 10 - 10 - 0 = 0$   
 $D(TF) = 16 - 5 - 10 = 1$   
 $D(FF) = 15 - 5 - 10 = 0$



12.3. feladat

20 - AD

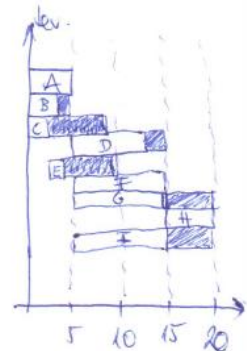
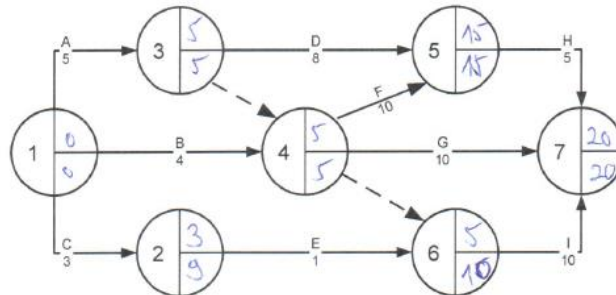
$B(TF) = 10 - 8 - 0 = 2$   
 $B(FF) = 10 - 8 - 0 = 2$   
 $C(TF) = 20 - 5 - 10 = 5$   
 $C(FF) = 20 - 5 - 10 = 5$   
 $D(TF) = 20 - 10 - 10 = 0$   
 $D(FF) = 20 - 10 - 10 = 0$



12.4. feladat

Határozza meg a következő hálóterv tevékenységeinek és eseményeinek adatait, átfutási idejét, kritikus útját! Adja meg B és C tevékenységek szabad és teljes tartalékidejét! Készítse el a hálózathoz tartozó Gantt-diagramot, korai ütemezéssel!

$B(TF) = 5 - 4 - 0 = 1$   
 $B(FF) = 5 - 4 - 0 = 1$   
 $C(TF) = 9 - 3 - 0 = 6$   
 $C(FF) = 3 - 3 - 0 = 0$



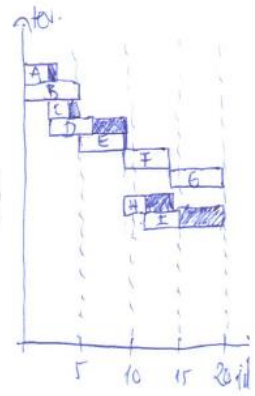
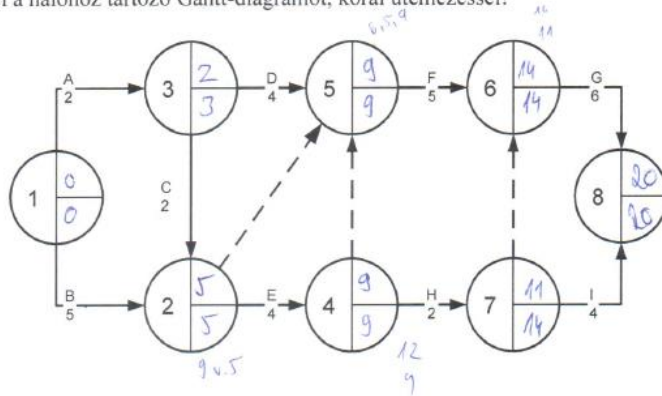


12.5. feladat

B, E, F, G

Határozza meg a következő hálóterv tevékenységeinek és eseményeinek adatait, átfutási idejét, kritikus útját! Számítsa ki A, F, és H tevékenységek szabad és teljes tartalékidejét! Készítse el a hálóhoz tartozó Gantt-diagramot, korai ütemezéssel!

$$\begin{aligned}
 A(FF) &= 3 - 2 - 0 = 1 \\
 A(FI) &= 2 - 2 - 0 = 0 \\
 F(FI) &= 14 - 5 - 9 = 0 \\
 F(FI) &= 14 - 5 - 9 = 0 \\
 H(FI) &= 14 - 2 - 9 = 3 \\
 H(FI) &= 11 - 2 - 9 = 0
 \end{aligned}$$



a - optimista (OD)  
 m - legvalószínűbb (MO)  
 b - pesszimista (PD)

$$E = \frac{OD + 4MO + PD}{6} \quad \text{várható érték}$$

$$V = \frac{(PD - OD)^2}{6} \quad \text{variancia}$$

$$\frac{4 + 4 \cdot 5 + 12}{6} = 6$$

**PERT**

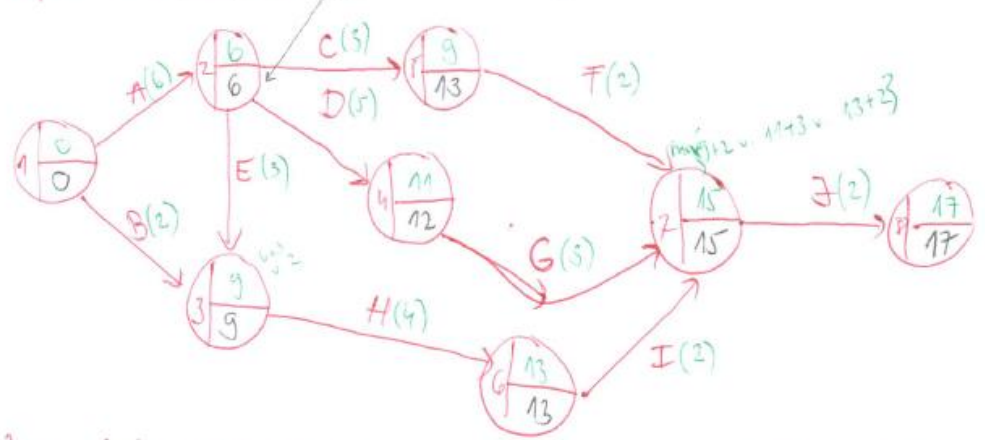
1. Milyen valószínűséggel fejezzük be a projektet 20 nap alatt?  
 2. Milyen valószínűséggel csúszik a projekt 1 napot vagy annál tovább?  
 3. Milyen valószínűséggel fejezzük be a projektet 3 nappal korábban?

Tev.	Meg.	a	m	b
A		4	5	12
B		1	1,5	5
C	A	2	3	4
D	A	3	4	11
E	A	2	3	4
F	C	1,5	2	2,5
G	D	1,5	3	4,5
H	E	2,5	3,5	7,5
I	H	1,5	2	2,5
J	F,G,I	1	2	3

**PERT**

Tev.	a	m	b	E	V	KR
A	4	5	12	6	0,78	
B	1	1,5	5	2	0,14	
C	2	3	4	3	0,09	
D	3	4	11	5	0,75	
E	2	3	4	3	0,09	
F	1,5	2	2,5	2	0,03	
G	1,5	3	4,5	3	0,21	
H	2,5	3,5	7,5	4	0,69	
I	1,5	2	2,5	2	0,03	
J	1	2	3	2	0,01	

1. lépés CPM felmérés adatai:  $ms(13-3 \vee 12-5 \vee 9-3)$



2. lépés (E) várható érték kiszámítása és variancia (V) számítása  
 3. lépés várható érték a tevéységekhez rendelése és CPM mátrix  
 - kritikus út: A-E-H-I-J

4. lépés:  $E(TPT) = 6 + 3 + 4 + 2 + 2 = 17$  nap a projekt.  
 $V(TPT) = 0,78 + 0,14 + 0,69 + 0,03 + 0,11 = 2,72$  nap (variancia)  
 $\sigma = \sqrt{V(TPT)} = 1,649$  a szórási

1)  $P(TPT \leq 20) = ?$

$$z = \frac{20 - 17}{1,62} = 1,85 \rightarrow 0,9678 \quad 96,8\%$$

2)  $P(TPT > 18) = ?$

$$z = \frac{18 - 17}{1,62} = 0,617 \rightarrow 0,729069$$

$$1 - 0,729069 = 0,2709 \quad 27,1\%$$

3)  $P(TPT < 14) = ?$

$$z = \frac{14 - 17}{1,62} = -1,85 \rightarrow 0,9678$$

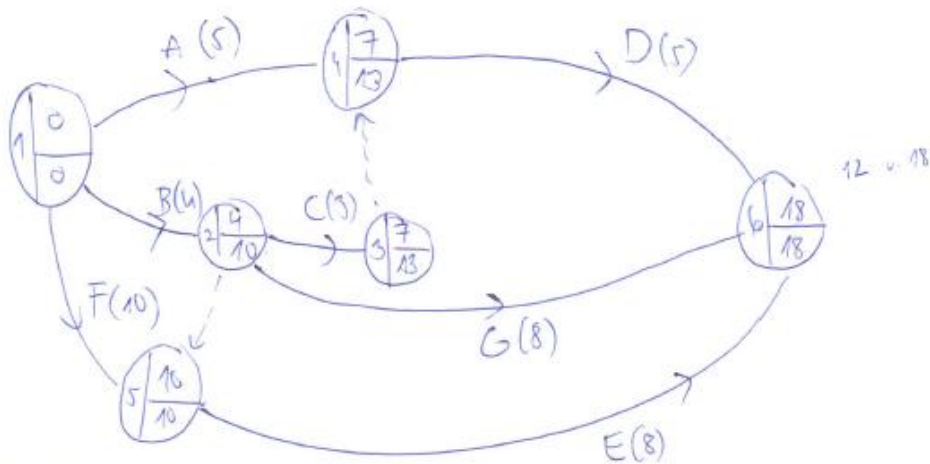
$$1 - 0,9678 = 0,0322 \quad 3,2\%$$

### 12.11. feladat

Egy sztochasztikus háló becült adatai az alábbi táblázatban szerepelnek. Ábrázolja a projektet tevékenységélő hálón!

Tev.	Meg.	a (OD)	m (MD)	b (PM)	E	V
A	-	3	4	11	5	1,78
B	-	3	4	5	4	0,11
C	B	2	3	4	3	0,11
D	A,C	3	5	7	5	0,44
E	B,F	7	8	9	8	0,11
F	-	4	11	12	10	1,78
G	B	7	8	9	8	0,11

- a) Milyen valószínűséggel marad az átfutási idő egy  $\pm 2$  napos elfogadható tartományon belül? ( $E(TPT) - 2$  nap és  $E(TPT) + 2$  nap között)  
 b) Milyen valószínűséggel csúszik a projekt 1 napot vagy annál többet? ( $E(TPT) + 1$  nap, vagy annál később)



Kritikus út: FE

$$E(TPT) = 18$$

$$V(TPT) = 1,78 + 0,11 = 1,89$$

$$\sigma = \sqrt{V(TPT)} = 1,38$$

a)  $P(16 \leq TPT \leq 20) = ?$

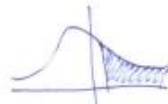


$$z = \frac{16 - 18}{1,38} = -1,449 \rightarrow 0,926$$

$$1 - 0,926 = 0,074$$

$$1 - 0,074 \cdot 2 = 0,852 \quad 85,2\%$$

b)  $P(TPT \geq 19) = ?$

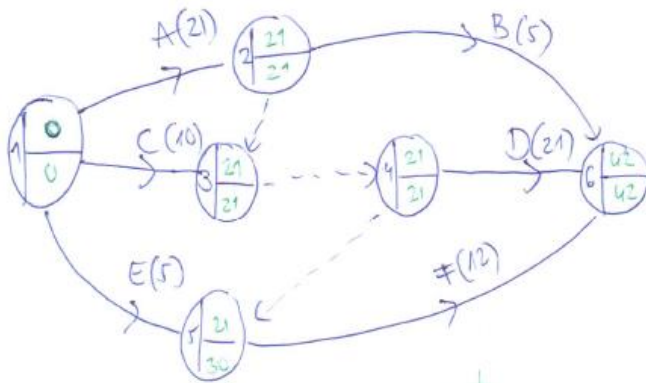


$$z = \frac{19 - 18}{1,38} = 0,7246 \rightarrow 0,764237 \quad 23,6\%$$

$$1 - 0,764 = 0,236$$

Tev.	Meg.	a (OD)	m (MD)	b (PM)	E	V
A	-	16	21	26	21	2,78
B	A	2	5	8	5	1
C	-	8	10	12	10	0,44
D	A,C	16	21	26	21	2,78
E	-	3	5	7	5	0,44
F	C,E	10	12	14	12	0,44

- a) Milyen valószínűséggel fejezzük be a projektet három nappal hamarabb? ((E(TPT)-3 nap, vagy annál hamarabb)
- b) Milyen valószínűséggel csúszik a projekt 1 napot vagy annál többet? (E(TPT)+1 nap, vagy annál később)



Kritikus út A-D  
 $E(TPT) = 42$   
 $V(TPT) = 5,156$   
 $\sigma = \sqrt{V(TPT)} = 2,36$

a)  $P(TPT \leq 39) = ?$



$z = \frac{39 - 42}{2,36} = -1,27 \rightarrow 0,817958$   
 $1 - 0,817958 = 0,182042$  10%

b)  $P(TPT \geq 43) = ?$



$z = \frac{43 - 42}{2,36} = 0,4237 \rightarrow 0,662757$   
 $1 - 0,662757 = 0,337243$  33,7%

\* Milyen valószínűséggel fejezzük be a projekt 44 nap alatt (vagy annál korábban)?

$P(TPT \leq 44) = ?$



$z = \frac{44 - 42}{2,36} = +0,84745 \rightarrow 0,802337$  80,2%

12.13. feladat

Egy sztochasztikus háló becült adatai az alábbi táblázatban szerepelnek:

Kritikus út: ACHIZ  
 $E(TPT) = 20$   
 $\sqrt{V(TPT)} = 4,63$  nap  
 $\sigma = \sqrt{V(TPT)} = 2,15$

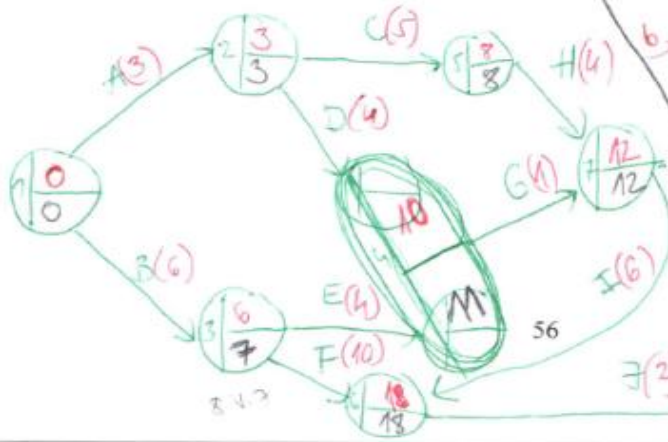
Tevékenység	Megelőző tevékenység	a (OD)	m (MD)	b (PM)	E	V
A	-	1	2	9	3	1,78
B	-	2	6	10	6	1,38
C	A	3	5	7	5	0,67
D	A	2	3	10	4	1,78
E	B	2	3	10	4	1,77
F	B	5	10	15	10	2,70
G	D, E	0,5	1	1,5	1	0,03
H	C	1,5	4	6,5	4	0,67
I	G, H	3,5	5,5	10,5	6	1,38
J	F, I	1	2	3	2	0,77

- Milyen valószínűséggel fejeződik be a projekt 22 nap alatt (vagy annál korábban)?
- Mi a valószínűsége annak, hogy a projekt 4 napot vagy annál többet csúszik?
- Mi annak a valószínűsége, hogy a projekt a várható értékénél 3 nappal hamarabb (vagy annál előbb) készül el?
- Milyen valószínűséggel marad az átfutási idő a várható értékhez képest egy  $\pm 2$  napos elfogadható tartományon belül?



eltérési tartományon belül?

Egy sztochasztikus háló becült adatai az alábbi táblázatban szerepelnek:



a)  $P(TPT \leq 22) = ?$   
 $z = \frac{22-20}{2,15} = 0,93 \rightarrow 82\%$   
 $1 - 0,1762 = 0,8238$

b)  $P(TPT \geq 24) = ?$   
 $z = \frac{24-20}{2,15} = 1,86 \rightarrow 97,06\%$   
 $1 - 0,968 = 0,032 \rightarrow 3,2\%$

c)  $P(TPT \leq 17) = ?$   
 $z = \frac{17-20}{2,15} = -1,395 \rightarrow 0,919$   
 $1 - 0,919 = 0,081 \rightarrow 8,1\%$

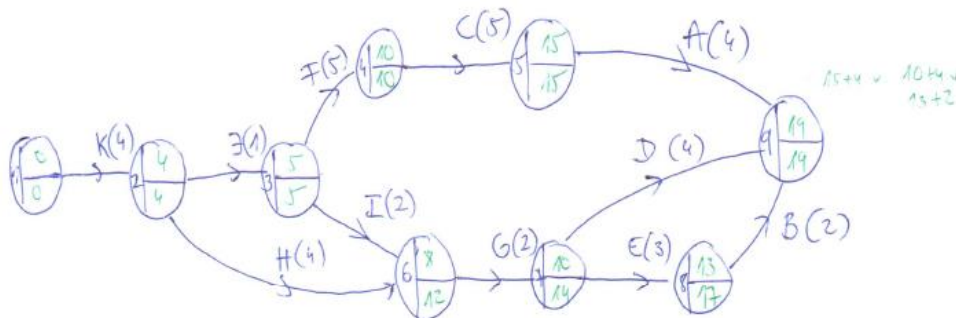
d)  $P(18 \leq TPT \leq 22) = ?$   
 $z_1 = \frac{18-20}{2,15} = -0,93 \rightarrow 0,8238$   
 $z_2 = \frac{22-20}{2,15} = 0,93 \rightarrow 0,8238$   
 $0,8238 - 0,1762 = 0,6476$



Tevékenység	Követő tevékenység	a (OD)	m (MD)	b (PM)	E	V
A	D	2	4	6	4	6,11
B	E	1	2	3	2	
C	F	1,5	5	8,5	5	1,36
D	G	2	4	6	4	
E	G	2	3	4	3	
F	J	1,5	5	8,5	5	1,36
G	H, I	1	2	3	2	
H	K	2	4	6	4	
I	J	1	2	3	2	
J	K	0,5	1	1,5	1	0,03
K	-	2	4	6	4	0,11

- a) Mi annak a valószínűsége, hogy a projekt 20 nap alatt (vagy annál korábban) készül el?  
b) Milyen valószínűséggel fejeződik be a projekt 15 napnál hosszabb idő alatt?  
c) Mi annak a valószínűsége, hogy a projekt a várható értéknél 1 nappal korábban (vagy annál előbb) készül el?  
d) Mi a valószínűsége annak, hogy a projekt nem a 16. és 20. nap között készül el?

14



Kritikus út: K F C A

$E(TPT) = 19$   
 $V(TPT) = 2,97$   
 $\sigma = \sqrt{V(TPT)} = 1,72$

a)  $P(TPT \leq 20) = ?$

$z = \frac{20 - 19}{1,72} = 0,58 \rightarrow 0,719043$  72%

b)  $P(TPT > 15) = ?$

$z = \frac{15 - 19}{1,72} = -2,33 \rightarrow 0,98483$  98,98%

c)  $P(TPT \leq 18) = ?$

$z = \frac{18 - 19}{1,72} = -0,58 \rightarrow 0,719043$  28%

$1 - 0,719043 = 0,280957$

d)  $P(16 \leq TPT \leq 20)$

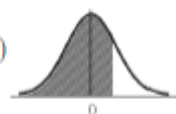
$z = \frac{16 - 19}{1,72} = -1,744 \rightarrow 0,959941$   
 $1 - 0,959941 = 0,040059$  4%

$2 \cdot 0,04 = 0,08$  8%

## 14. FÜGGELÉK

Standard normális eloszlású valószínűségi változó eloszlásfüggvényének táblázata

$$\Phi(-z) = 1 - \Phi(z)$$



z	Φ(z)	z	Φ(z)	z	Φ(z)	z	Φ(z)	z	Φ(z)
0.00	0.500000	0.52	0.698468	1.04	0.850830	1.56	0.940620	2.14	0.983823
0.01	0.503989	0.53	0.701944	1.05	0.853141	1.57	0.941792	2.16	0.984614
0.02	0.507978	0.54	0.705401	1.06	0.855428	1.58	0.942947	2.18	0.985371
0.03	0.511966	0.55	0.708840	1.07	0.857690	1.59	0.944083	2.20	0.986097
0.04	0.515953	0.56	0.712260	1.08	0.859929	1.60	0.945201	2.22	0.986791
0.05	0.519939	0.57	0.715661	1.09	0.862143	1.61	0.946301	2.24	0.987455
0.06	0.523922	0.58	0.719043	1.10	0.864334	1.62	0.947384	2.26	0.988089
0.07	0.527903	0.59	0.722405	1.11	0.866500	1.63	0.948449	2.28	0.988696
0.08	0.531881	0.60	0.725747	1.12	0.868643	1.64	0.949497	2.30	0.989276
0.09	0.535856	0.61	0.729069	1.13	0.870762	1.65	0.950529	2.32	0.989830
0.10	0.539828	0.62	0.732371	1.14	0.872857	1.66	0.951543	2.34	0.990358
0.11	0.543795	0.63	0.735653	1.15	0.874928	1.67	0.952540	2.36	0.990863
0.12	0.547758	0.64	0.738914	1.16	0.876976	1.68	0.953521	2.38	0.991344
0.13	0.551717	0.65	0.742154	1.17	0.879000	1.69	0.954486	2.40	0.991802
0.14	0.555670	0.66	0.745373	1.18	0.881000	1.70	0.955435	2.42	0.992240
0.15	0.559618	0.67	0.748571	1.19	0.882977	1.71	0.956367	2.44	0.992656
0.16	0.563559	0.68	0.751748	1.20	0.884930	1.72	0.957284	2.46	0.993053
0.17	0.567495	0.69	0.754903	1.21	0.886861	1.73	0.958185	2.48	0.993431
0.18	0.571424	0.70	0.758036	1.22	0.888768	1.74	0.959070	2.50	0.993790
0.19	0.575345	0.71	0.761148	1.23	0.890651	1.75	0.959941	2.52	0.994132
0.20	0.579260	0.72	0.764237	1.24	0.892512	1.76	0.960796	2.54	0.994457
0.21	0.583166	0.73	0.767305	1.25	0.894350	1.77	0.961636	2.56	0.994766
0.22	0.587064	0.74	0.770350	1.26	0.896165	1.78	0.962462	2.58	0.995060
0.23	0.590954	0.75	0.773373	1.27	0.897958	1.79	0.963273	2.60	0.995339
0.24	0.594835	0.76	0.776373	1.28	0.899727	1.80	0.964070	2.62	0.995604
0.25	0.598706	0.77	0.779350	1.29	0.901475	1.81	0.964852	2.64	0.995855
0.26	0.602568	0.78	0.782305	1.30	0.903200	1.82	0.965620	2.66	0.996093
0.27	0.606420	0.79	0.785236	1.31	0.904902	1.83	0.966375	2.68	0.996319
0.28	0.610261	0.80	0.788145	1.32	0.906582	1.84	0.967116	2.70	0.996533
0.29	0.614092	0.81	0.791030	1.33	0.908241	1.85	0.967843	2.72	0.996736
0.30	0.617911	0.82	0.793892	1.34	0.909877	1.86	0.968557	2.74	0.996928
0.31	0.621720	0.83	0.796731	1.35	0.911492	1.87	0.969258	2.76	0.997110
0.32	0.625516	0.84	0.799546	1.36	0.913085	1.88	0.969946	2.78	0.997282
0.33	0.629300	0.85	0.802337	1.37	0.914657	1.89	0.970621	2.80	0.997445
0.34	0.633072	0.86	0.805105	1.38	0.916207	1.90	0.971283	2.82	0.997599
0.35	0.636831	0.87	0.807850	1.39	0.917736	1.91	0.971933	2.84	0.997744
0.36	0.640576	0.88	0.810570	1.40	0.919243	1.92	0.972571	2.86	0.997882
0.37	0.644309	0.89	0.813267	1.41	0.920730	1.93	0.973197	2.88	0.998012
0.38	0.648027	0.90	0.815940	1.42	0.922196	1.94	0.973810	2.90	0.998134
0.39	0.651732	0.91	0.818589	1.43	0.923641	1.95	0.974412	2.92	0.998250
0.40	0.655422	0.92	0.821214	1.44	0.925066	1.96	0.975002	2.94	0.998359
0.41	0.659097	0.93	0.823814	1.45	0.926471	1.97	0.975581	2.96	0.998462
0.42	0.662757	0.94	0.826391	1.46	0.927855	1.98	0.976148	2.98	0.998559
0.43	0.666402	0.95	0.828944	1.47	0.929219	1.99	0.976705	3.00	0.998650
0.44	0.670031	0.96	0.831472	1.48	0.930563	2.00	0.977250	3.20	0.999313
0.45	0.673645	0.97	0.833977	1.49	0.931888	2.00	0.977250	3.40	0.999663
0.46	0.677242	0.98	0.836457	1.50	0.933193	2.02	0.978308	3.60	0.999841
0.47	0.680822	0.99	0.838913	1.51	0.934478	2.04	0.979325	3.80	0.999928
0.48	0.684386	1.00	0.841345	1.52	0.935745	2.06	0.980301	4.00	0.999968
0.49	0.687933	1.01	0.843752	1.53	0.936992	2.08	0.981237		
0.50	0.691462	1.02	0.846136	1.54	0.938220	2.10	0.982136		
0.51	0.694974	1.03	0.848495	1.55	0.939429	2.12	0.982997		