

## Időütemezés

### Időtervezés

A projekt definíciójánál láthattuk, hogy az egyik projektkorlát az idő. Ezért nagyon fontos egy olyan időterv elkészítése, melyen grafikusan szemléltethetjük a projekt megvalósítását. Ehhez az időtervezési technikák lesznek segítségünkre.

#### Időtervezési szempontok:

- A projekt alapját jelentő tevékenységek meghatározása.
  - Altevékenységekre bontás, mellyel létrejön a munkaszerkezet, amely a WBS (Work Breakdown Structure) tevékenységfelbontási rendszerben ábrázolható (ld. az 1. ábrát).
  - A WBS-szerkezet létrejöttékor az egyes tevékenységekhez szükséges az idő- és az erőforráskorlátok definiálása.
  - Mérföldkövek kijelölése, vagyis a fontos tevékenységek kijelölése és kiemelése, ezzel segítve a projekt nyomon követését. A projekt során ennek időtartamát nullával jelöljük.
- Időtartam meghatározása.
- Logikai kapcsolat felderítése (párhuzamosság, egymást követés).

WBS	Task Name
<b>1</b>	<input type="checkbox"/> <b>gipszkartonozás</b>
1.1	négyzetméter felmérés
1.2	anyagbeszerzés
1.3	anyagmegrendelés
1.4	szállítás
1.5	glettelés
1.6	profil méretre vágása
1.7	szabás
<b>1.8</b>	<input type="checkbox"/> <b>színkeverés</b>
1.8.1	színkiválasztás
1.8.2	számítógépes színkeverés
1.9	profil összeállítása
1.10	gipszkarton előfestés
1.11	gipszkarton függőbe-, "vízbe" helyezése
1.12	profil fúrása
1.13	gipszkarton színtestése
1.14	gipszkarton élvédése

1. ábra  
WBS-szerkezet

További ismeretek:

[A WBS kódok](#)

[Tevékenységek felvétele és strukturálása](#)



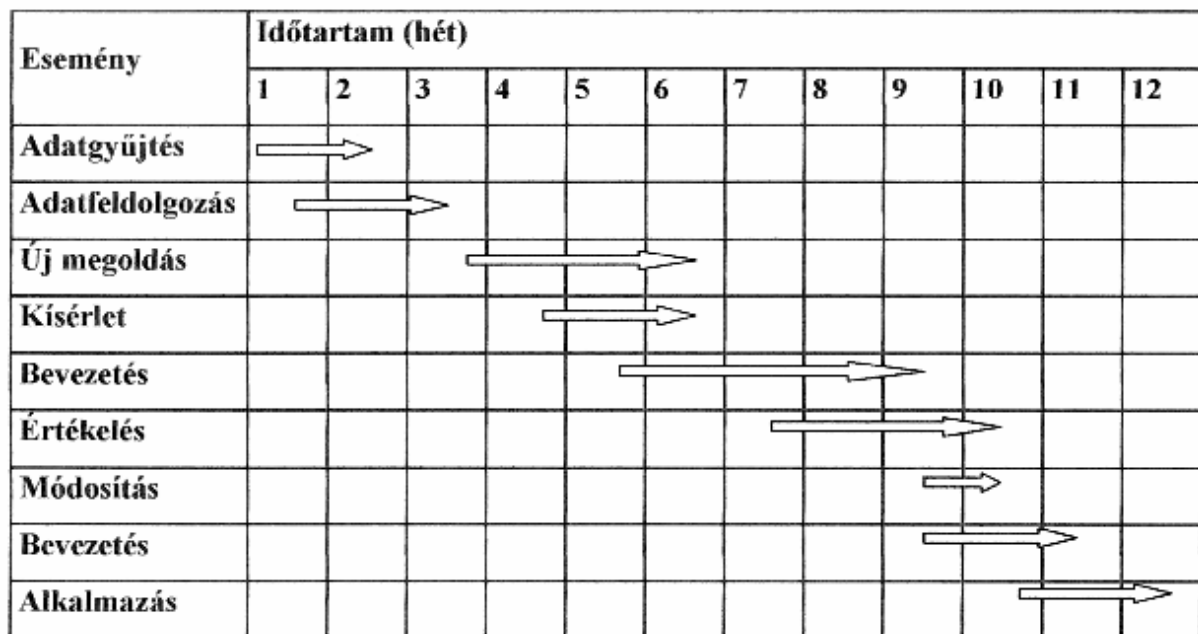
## Az időtervezés ábrázolástechnikái

### Gantt-diagram

A Gantt-diagram a legrégebbi technika, Henry L. Gantt által kidolgozott vonalas ütemterv, melynek tengelyein az időt és tevékenységeket ábrázoljuk.

#### A diagram elkészítésének lépései:

1. a tevékenységek meghatározása
2. a tevékenységek logikai sorrendjének meghatározása
3. idő hozzárendelése a tevékenységekhez
4. a diagram elkészítése



2. ábra  
Gantt-diagram

forrás: [mg-gepesz.nyf.hu/min/alap/51.htm](http://mg-gepesz.nyf.hu/min/alap/51.htm)

#### A Gantt-diagram előnyei:

- elkészítése egyszerű;
- áttekinthető.

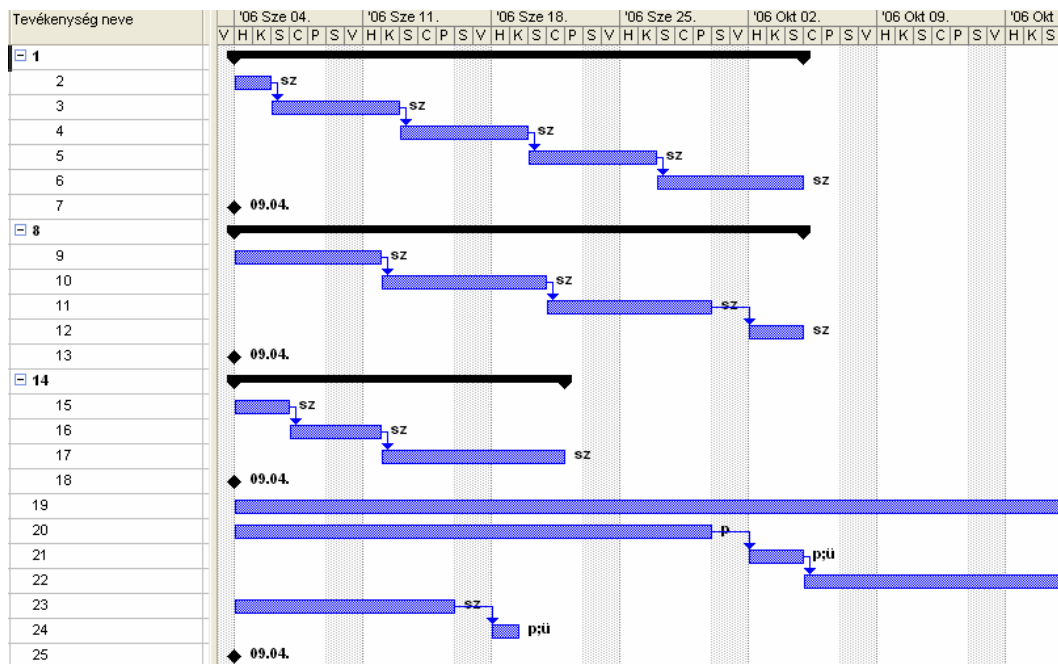
#### Hátrányai:

- a folyamat időfelbontásából adódó kapcsolatokat nem tükrözi, nem tartalmazza a logikai függés ábrázolását;
- nem látszik az altevékenységek csúszása, és hogy ez hogyan hat a többi tevékenységre.

A **Gantt-diagram** ma már számítógépes programokkal is könnyen elkészíthető. Ezekkel nagyrészt kiküszöbölhetők a kézi elkészítés hátrányai is, mert a programok már képesek a logikai kapcsolatokat és csúszásokat is kezelni. Ilyen szoftver például az MS Project is.



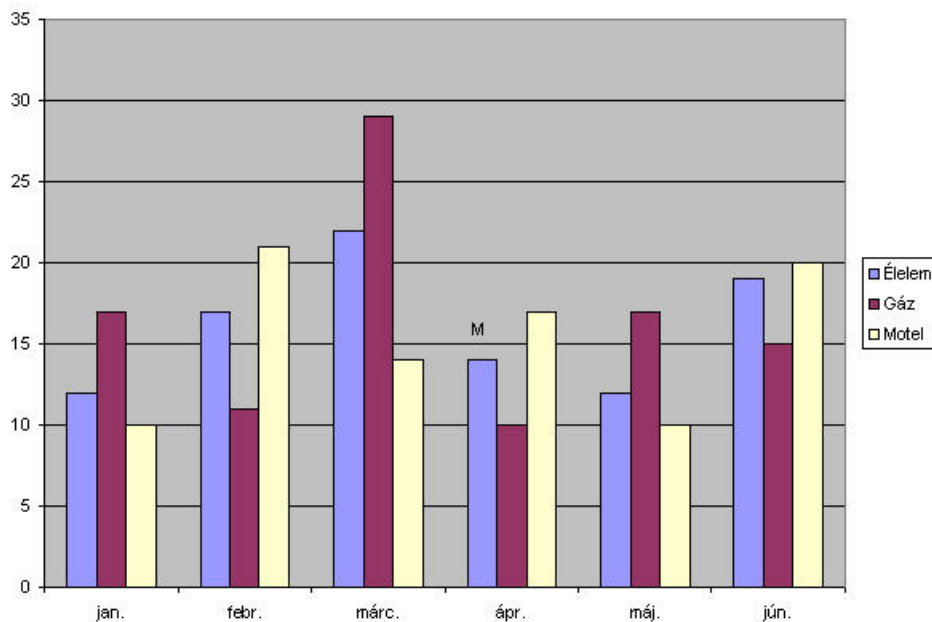
Az alábbi ábrán egy olyan diagramot tekinthet meg, amely MS Project programmal készült:



3. ábra  
MS Project 2003 programban készült Gantt-diagram

## Hisztogram

Egy másik eszközzel, a hisztogrammal jól ábrázolhatjuk a különböző források igénybevételének mértékét a projekt különböző fázisaiban, és így a projektmenedzser is előre láthatja, hogy mikor milyen szakemberekre vagy egyéb erőforrásokra van szüksége. Az alábbi hisztogramon a tervezők azt mutatják meg, hogy a szállás, az energia és az ellátás szintje a műveletek melyik hónapjában mekkora legyen.



4. ábra  
Hisztogram

Amikor még csak kézzel készítették a Gantt-diagramot, szükségessé vált egy olyan technikai kidolgozása, amely már:

- rendszerszemléletű,
- logikai kapcsolatokat és összefüggéseket ábrázol,
- rugalmas,
- könnyen áttekinthető, szemléletes,
- számítógéppel megvalósítható.

Ezen igények kielégítésére az 1960 években megjelent egy új módszer, a **hálótervezési-szervezési** technika.

## Hálótervezés

A hálótervezést először az Egyesült Államok haditengerészeténél 1957-ben, a Polaris rakéta program irányításához alkalmazták. Ennek segítségével 5 év helyett 3,5 év alatt teljesítették a projektet (itt a PERT hálótervezési technikát használták). A hálótervezési módszerek gyorsan elterjedtek, számos változat alakult ki, melyek közül egyet ismertetek részletesen, két másiktól pedig a mellékletben olvashat:

- **CPM** (Critical Path Method: Kritikus út módszere)
- **PERT** (Program Evaluation and Review Technique: Programkiértékelő és beszámoló technika)
- **MPM** (Metra Potential Method: Metra Potenciál módszere)

### A CPM módszer

A CPM a Critical Path Method rövidítése, magyarul a Kritikus út módszere (1957). Kifejlesztése a Dupont Corporation és a Remington Rand nevéhez fűződik. A módszer a tevékenységeket helyezi a középpontba, célja ezek egymásutániségának és egymásra épülésének vizsgálata, ábrázolása.

#### Jellemzői:

- tevékenységtípusú eljárás,
- meghatározza a megvalósulási időt,
- feladatorientált: egy háló–egy feladat,
- költségoptimalizálásra alkalmas,
- manuálisan is könnyen kezelhető.

**A hálótervezés eredménye egy komplex folyamat részekre bontott munkatervének grafikus folyamatábrája.** A CPM módszer ehhez két technikát alkalmaz, a gráfelméletet és az ábrázolástechnikát.



#### A háló egy speciális gráf, melynek tulajdonságai:

- véges (egy kezdőpont, egy végpont van),
- irányított,
- aszimmetrikus,
- hurokmentes,
- a tevékenységek csomópontban is összefuthatnak, illetve csomópontból is indulhatnak,
- összefüggő.

További ismeretek:  
[Gráfelmélet](#)

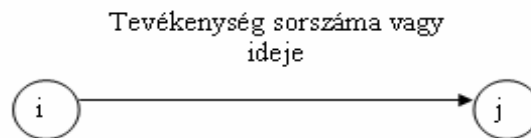


### A háló szerkesztése előtt ki kell választani a hálószervezési eljárást:

- tevékenységtípusú háló (nyilak jelentik a tevékenységeket)
- eseménytípusú háló (a hangsúly az eseményeken van)
- tevékenység-csomópont felépítésű háló (a nyilak csak a kapcsolatot mutatják)

### A tevékenységtípusú háló jellemzői:

- A tevékenység jele a nyíl.
- Létezik látszatevékenység, melynek a jele szaggatott nyíl, logikai okok miatt használjuk, melynek ideje 0.
- A tevékenységek lehetnek egymástól függetlenek vagy egymástól függők (egy-idejű, megelőző, követő).
- A CPM és a PERT típusú hálóknál a feltételezés az, hogy egyik tevékenység befejezése után jön a következő.
- Minden tevékenységet egy kezdő és egy befejező pont határol, melyet körrel jelölünk: ez az esemény.
- Az eseményeket számozzuk, a nyíl mindig a kisebbtől a nagyobb fele mutat, ehhez balról jobbra, majd fentről lefelé haladva kell elvégezni a számozást, az első esemény sorszáma 0.



5. ábra  
Tevékenységtípusú háló

## A hálótervezés folyamata

### 1. Logikai tervezés (A folyamatot elemeire bontjuk, és meghatározzuk a logikai kapcsolatokat.)

- szintek meghatározása
  - átfogó, durva hálóterv
  - koordinációs, irányító háló
  - operatív, finom háló
- logikai kapcsolatok meghatározása
  - vég–kezdet (VK, angolul Finish-to-Start; FS)
  - kezdet–kezdet (KK, angolul Start-to-Start, SS)
  - kezdet–vég (KV, angolul Start-to-Finish, SF)
  - vég–vég (VV, angolul Finish-to-Finish, FF)

- hálódiaagram szerkesztése
  - a feladatokat listaszerűen felsoroljuk, a következő oszlopban a logikai kapcsolatokat határozzuk meg
  - a hálószerkesztésnél alkalmazható módszerek:
    - előlről hátra (progresszív) tervezés, első eseménytől haladunk a cél-esemény felé
    - hátulról visszafelé haladó tervezés (retrográd): céltől visszafelé haladunk
    - hátra- és előrehaladó tervezés: először progresszív főhálót készítünk, majd ellenőrzés retrográd módszerrel

## 2. Időtervezés és -elemzés

- Első lépésként időtartamokat rendelünk az egyes tevékenységekhez, ehhez meg kell határozni a tevékenységek időtartamát ( $y_{ij}$ )
  - Legkorábbi kezdés (jelölése:  $t_i^0$ , angolul: ES)
  - Legkorábbi befejezés ( $t_j^0 = t_i^0 + y_{ij}$ ; angolul: EF)
  - Legkésőbbi kezdés ( $t_i^1$ , angolul: LS)
  - Legkésőbbi befejezés ( $t_j^1 = t_i^1 + y_{ij}$ , angolul: LF)
- Ezután meghatározzuk a kritikus utat

**Kritikus útnak nevezzük a legkisebb tartalékidővel rendelkező tevékenységek sorozatát. Ezen belül kritikus tevékenység az a tevékenység, melynek csúszása nem megengedhető (tartalékideje nulla).**



Háromféle tartalékidőt különböztetünk meg:

- a teljes tartalékidő ( $p_m$ ), az az időtartam, amelyen belül a munkafolyamat időtartamát növelni lehet anélkül, hogy azáltal változna a kritikus út.

$$P_m = t_j^1 - (t_i^0 + y_{ij})$$

- a szabad tartalékidő ( $p_{sz}$ ), megmutatja, hogy a tevékenység idejét mennyire lehet megnyújtani úgy, hogy az érintett és a soron követő tevékenységek legkorábbi kezdése biztosítva legyen.

$$P_{sz} = t_j^0 - (t_i^0 + y_{ij})$$

- a független tartalékidő ( $p_f$ ), megelőző tevékenység legkésőbbi befejeződése és a következő tevékenység legkorábbi kezdése közötti idő különbsége nagyobb, mint a tevékenység időtartama.

$$P_f = t_j^0 - (t_i^1 + y_{ij})$$

## 3. Kapacitásstervezés (időhöz tartozó kapacitások leírása és összegzése)

## 4. Költségtervezés (költségigények felmérése és összegzése)

Feladat
---------

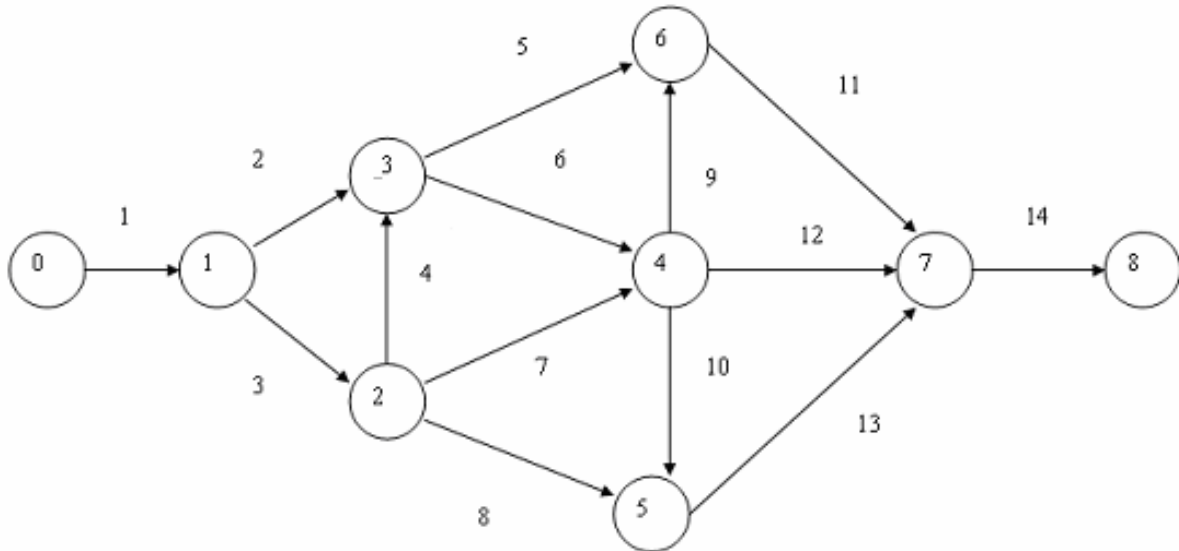


Készítsük el egy gipszkartonozási feladat hálótervét és számítsuk ki a kritikus út idejét!

A gipszkartonozási munka során a következő tevékenységeket alkalmazzuk:

Sorsz.	Tevékenység	Kezdés	Időszükséglet
1.	négyzetméter felmérése	azonnal	5 óra
2.	anyagmegrendelés	1. tev. után	10 óra
3.	anyagbeszerzés	1. után	10 óra
4.	szállítás	3. után	3 óra
5.	glettelés	2.,4. u.	2 óra
6.	profil méretre vágása	2.,4. u.	1 óra
7.	gipszkarton szabása	3. u.	2 óra
8.	színkeverés	3. u.	4 óra
9.	profil összeállítása	6.,7. u.	3 óra
10.	előfestés	6.,7. u.	1 óra
11.	gipszkarton függőbe-, „vízbe„ helyezése	5.,9. u.	5 óra
12.	profil fúrása	6.,7. u.	5 óra
13.	festés	8.,10. u.	10 óra
14.	élvédés	11.,12.,13. u.	4 óra

Megrajzoljuk a tevékenységtípusú hálót, ahol a tevékenységeket élekkel (nyilakkal) jelöljük, a tevékenységeket események választják el egymástól (amikor egy-egy tevékenység elkezdődik, vagy véget ér).



6. ábra

Tevékenységtípusú háló elkészítése (a nyilakhoz a tevékenységek sorszáma tartozik)

Ezután meghatározzuk a tevékenységekhez rendelhető legkorábbi és legkésőbbi kezdési időpontokat, ezeket is jelöljük a hálón. Az első tevékenység azonnal kezdhető, így annak 0 a legkorábbi és a legkésőbbi kezdési időpontja is. A második tevékenység csak az első után következhet (aminek 5 óra a tartama, lásd a táblázatot), így a legkorábbi és a legkésőbbi kezdési időpontja 5.

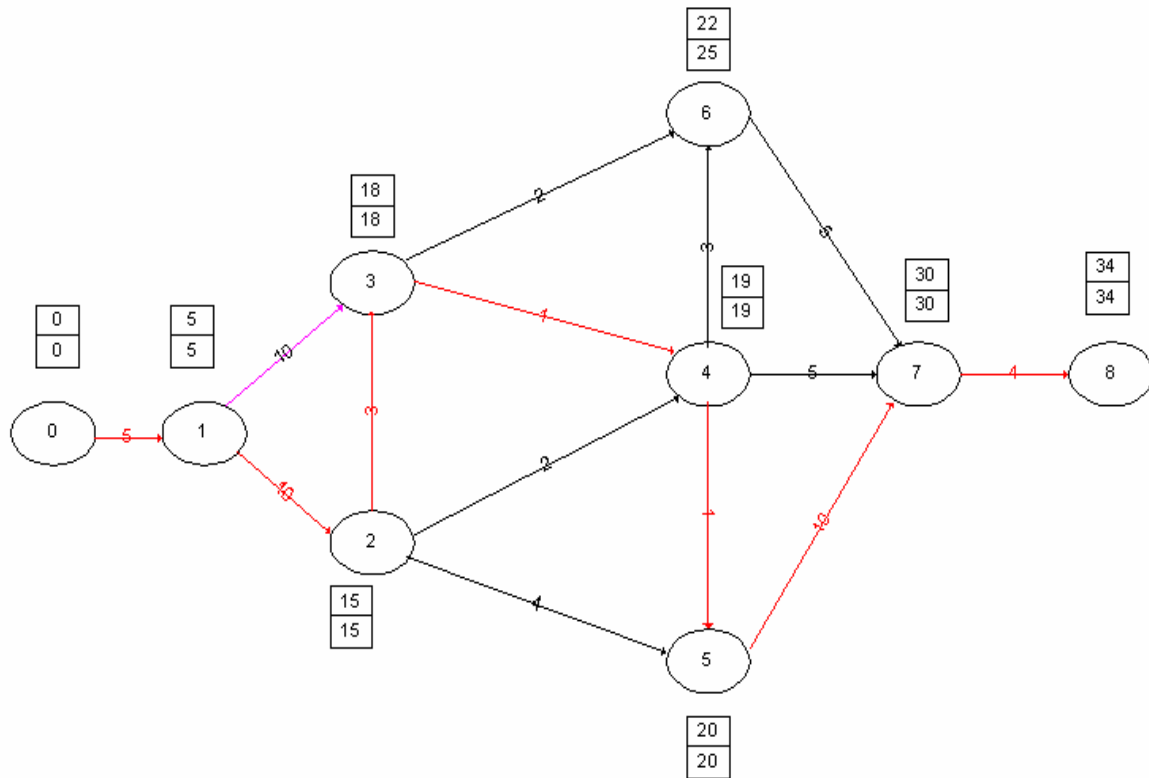
Az ábrán az eseményeket jelentő csomópontokhoz hozzárendeljük a hozzájuk vezető tevékenységek lehetséges legkorábbi és legkésőbbi kezdési időpontjait.

- Felső érték: a nyilakon lévő időket balról jobbra haladva mindig hozzáadjuk az előzőhöz.
- Alsó érték: visszafelé elindulva kivonjuk a nyilakon lévő időket az előzőből jobbról balra haladva.

**Ahol a két időérték megegyezik, az a csomópont a kritikus út része lesz.**







7. ábra

Tevékenységtípusú háló a legkorábbi és legkésőbbi kezdési időpontokkal

Példaábráinkról az alábbi eredményeket olvashatjuk le:

A kritikus út: 0-1-2-3-4-5-7-8 (lásd a 7. ábrán a pirossal jelölt útvonalat)

Lehetséges lenne a 0-1-3-4-5-7-8 is, mivel itt is a legkorábbi kezdés azonos a legkésőbbi befejezéssel. (Ez az ábrán a lilával jelölt nyíl).

Tevékenységek: 1-3-4-6-10-13-14 (lásd a 6. ábrán a nyilak számozását)

Időszükséglet: 34 óra (a végeredményt lásd a 7. ábrán a 8. eseménynél)

A hálót – ha lehetséges – célszerű úgy megrajzolni, hogy az élek hossza arányos legyen a rájuk vonatkozó mérőszámmal; így az ábra könnyebben olvasható és érthető lesz.



Az időütemezés számítására a bemutatott módszeren kívül több más is létezik, ezekről példákat fejezetünk mellékletében olvashat.

A következő fejezetben a projektmenedzsment erőforrásainak szervezésével és azok irányításával foglalkozó szakterületét tanulmányozzuk. A cél az, hogy az erőforrások által végzett munka eredményeként egy adott idő- és költségkereten belül sikeresen teljesüljenek a projekt céljai.

## Melléklet – További példák az ütemezés meghatározására és a kritikus út számítási módszereire

### A Clark-Weber mátrix

A kritikus út szerinti időtervezést el lehet készíteni az ún. Clark-Weber mátrix segítségével is.

Legkorábbi bekövetkezés:

$$t_i^0 = \max(t_h^0 + y_{ij})$$

$$t_i^0 = 0$$

h: i. eseményt közvetlenül megelőző esemény

Legkésőbbi bekövetkezés:

$$t_j^1 = \min(t_j^1 - y_{ij})$$

$$t_{\max}^1 = t_{\max}^0$$

**A megoldás lépései** (továbbra is az előző mintapélda értékeit használjuk)

**1. lépés:** A tevékenységek idejét beírjuk a mátrixba a megfelelő eseményekhez.

Pl.:Az első esemény 5 óra elteltével következik be (az 1. tevékenység idejének letelte után, így a 0–1 csomópontba beírjuk az 5-öt.

$t_i^0$	események	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>0</b>	x	5							
	<b>1</b>		x	10	10					
	<b>2</b>			x	3	2	4			
	<b>3</b>				x	1	2			
	<b>4</b>					x	1	3	5	
	<b>5</b>						x		10	
	<b>6</b>							x	5	
	<b>7</b>								x	4
	<b>8</b>									x

**2. lépés:** Kiszámítjuk a legkorábbi kezdési időket. Oszlopfolytonosan haladunk és az adott oszlopban lévő értéket összeadjuk az abban a sorban lévő  $t_i^0$  idővel. Ha egy oszlophoz több érték tartozik, akkor az összeadások után a nagyobbat választjuk, és beírjuk a legalsó sorba. Az első idő 0.

Pl.: Az 1. esemény oszlopában az 5-ös értéket adom össze a sor elején található  $t_i^0$  értékkel, vagyis 0-val, így 5-öt kapok, ezt írom be  $t_i^0$  következő sorába, mivel az 1 oszlopban kerestem, ezért a 0 utáni 1 sorba írom az eredményt.

A 3. esemény oszlopában találunk egy 10-es és alatta egy 3-as értéket. A 10-hez a sorában 5 található, a 3-hoz a sorban 15 található. Ezeket összeadva a megfelelő  $t_i^0$  értékekkel 15-öt és 18-at kapok eredményül, így a nagyobbat, a 18-at írom be a 3. sorba.

$t_i^0$	események	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	x	5							
5	1		x	10	10					
15	2			x	3	2	4			
18	3				x	1	2			
19	4					x	1	3	5	
20	5						x		10	
22	6							x	5	
30	7								x	4
34	8									x

**3. lépés** Meghatározzuk a legkésőbbi befejezés idejét ( $t_j^1$ ). Először a  $t_i^0$  max idejét átviszem (beírom az 8. esemény oszlopába a legalsó sorba), ezzel kezdek és visszafele haladok soronként is és az értékek beírásával is. A megfelelő sorokban található időt kivonom az oszlopában található  $t_j^1$ -ből.

Pl. Tehát a 7. esemény sorával kezdjük, ahol 4 van, az oszlopában 34, így  $34-4=30$ , vagyis 30-at írunk be a 7. esemény oszlopába.

A 6. esemény sorában 5 van, az oszlopában 30 (mivel az előző lépésben ezt számoltuk ki), így  $30-5=25$ , vagyis 25 kerül a 6. esemény oszlopába.

A 4. esemény sorában 1,3 és 5 van, így az 1-et a:20-ból, a 3-at a:25-ből, az 5-öt pedig a :30-ból vonom ki. Az eredmények: 19, 22 és 25, tehát a legkisebb, a 19 kerül a 4. esemény oszlopában a legalsó sorba.

$t_i^0$	események	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	x	5							
5	1		x	10	10					
15	2			x	3	2	4			
18	3				x	1	2			
19	4					x	1	3	5	
20	5						x		10	
22	6							x	5	
30	7								x	4
34	8									x
	$t_j^1$	0	5	15	18	19	20	25	30	34

**4. lépés** Meghatározzuk a kritikus utat (ahol a  $t_i^0$  megegyezik a  $t_j^1$ .), majd kiszámoljuk a tartalékidőket (utolsó három oszlop):

Tevékenység (i, j)		$t_{ij}$	$t_i^0$	$t_j^0$	$t_i^1$	$t_j^1$	$p_{sz}$	$p_m$	$p_f$
0	1	5	0	5	0	5	0	0	0
1	2	10	5	15	5	15	0	0	0
1	3	10	5	18	5	18	3	3	3
2	3	3	15	18	15	18	0	0	0
2	4	2	15	19	15	19	2	2	2
2	5	4	15	20	15	20	1	1	1
3	4	1	18	19	18	19	0	0	0
3	6	2	18	22	18	25	2	5	2
4	5	1	19	20	19	20	0	0	0
4	6	3	19	22	19	25	0	3	0
4	7	5	19	30	19	30	6	6	6
5	7	10	20	30	20	30	0	0	0
6	7	5	22	30	25	30	3	3	0
7	8	4	30	34	30	34	0	0	0

#### A feladat megoldása



A feladat megoldása Excel táblázatban elkészítve megtekinthető az ikonra kattintva.

#### Feladat



Állítson össze egy feladattervet és rendeljen hozzá időket, és számítsa ki a kritikus utat!

## PERT háló

A PERT a Program Evaluation and Review Technique rövidítése, magyarul: Programkiértékelő és beszámoló technika. Mint már a bevezetőnél írtam, az Egyesült Államok haditengerészeténél 1957-ben, a Poláris rakéta program irányítására alkalmazták. Az eljárást a Lockheed vállalat fejlesztette ki.

### A PERT háló jellemzői:

- Esemény-beállítottságú eljárás (az események bekövetkezésének vizsgálatát végzi).
- Határozatlan időtartamú: a megvalósítási időt egy adott valószínűségi eloszlás függvényével írja le.
- Háromféle időt használ:
  - Optimista, legkedvezőbb időérték (jele: a)
  - Pessimista, maximális időtartam, legkedvezőtlenebb (jele: b)
  - Legvalószínűbb (jele: m)
  - A PERT-módszerben  $\beta$ -eloszlást választva, a következő képletek alapján számolunk:
    - Becsült várható idő:  $t_{ij} = (a + 4m + b) / 6$
    - Tevékenység idejének varianciája:  $v = \sigma_i^2 = [(b - a) / 6]^2$
    - Majd a betartási valószínűség meghatározása:  $z =$  (előre meghatározott időszámolt) / szórás végül standardizálni kell.
      - $0 < P < 0,25$  nagy a kockázat
      - $0,25 < P < 0,6$  normális kockázat, kitűzött határidő tartható
      - $0,6 < P < 1$  minimális kockázat, nagy biztonság
- Feladatorientált.
- Költségtervezésre alkalmas, de optimalizálásra nem.
- Manuálisan nehezen kezelhető.

Feladat



Számolja ki a hiányzó helyeken a becsült időket és a szórást!

Tev. ssz.	sorrend	a	m	b	t	$\sigma^2$
1	a				4	0,1
2	a				3	0,2
3a	a	5	6	7	6	0,11
4	1 u.				5	0,1
5	1,2 u.				3	0,1
6	3 u	4	5	6	5	0,33
7	4,5,6 u				4	0,1
8	3 u	3	4	5	4	0,33
9	8 u				6	0,3

3 tevékenység:  $t = (5+4*6+7)/6 = 6$   
 $\sigma^2 = ((7-5)/6)^2 = (2/6)^2 = 0,11$

$\sigma^2$	t	$t_i^0$	esemény	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	x	4/0,1	3/0,2	6/0,11			
0,1	4	5	1		x	0/0			5/0,1	
0,2	4	15	2			x			3/0,1	
0,11	6	18	3				x	4/0,11	5/0,11	
0,22	10	19	4					x		6/0,3
0,3	11	20	5						x	4/0,1
0,52	16	22	6							x
			tj1	0	7	9	6	10	12	16
			$\sigma^2$	0,52	0,2	0,2	0,41	0,3	0,1	0

Átfutási idő: 16 egység +/- 0,52

**1. Mi a valószínűsége annak, hogy az 5. esemény kritikus lesz?**

5. esemény:  $t_i^0 = 11$  szórása: 0,3 /mátrix sorából/

$t_j^1 = 12$  szórása: 0,1 /mátrix oszlopából/

$$Z = \frac{0 - (t_j^1 - t_i^0)}{\sqrt{\sigma_{t_j^1}^2 + \sigma_{t_i^0}^2}} = \frac{0 - (12 - 11)}{\sqrt{0,1 + 0,30}} = -1,5811 \text{ normális eloszlási táblából kikeresni az}$$

1,5811-hez tartozó eloszlást 0,9429.

$\Phi(-x) = 1 - \Phi(x) = 1 - 0,9429$  tehát 0,0571 azaz 5,71% az esély.

**2. Mi a valószínűsége, hogy a 3-as esemény ideje 7 egységnél következik be?**

0 a valószínűsége, mert kritikus.

**3. Mi a valószínűsége, hogy a 2-es esemény ideje 5 egységnél következik be?**

$z = (\text{előre meghatározott idő- számolt}) / \text{szórás}$

$$Z = \frac{5 - 4}{\sqrt{0,2}} = 2,2361 \Rightarrow 0,9875 = 98,75\% \text{ az esély}$$

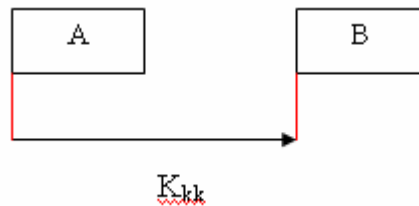


## Az MPM módszer

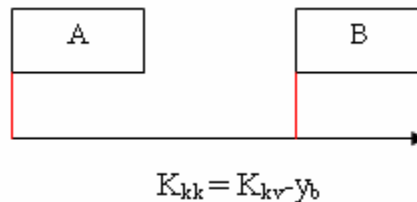
Az MPM a Metra Potencial Method rövidítése, magyarul Metra Potenciál Módszer. 1958-ban Franciaországban publikálták először.

### Jellemzői:

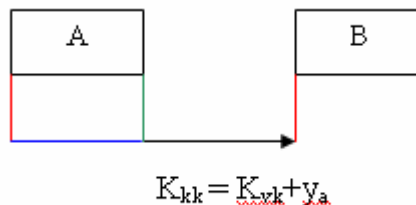
- Átlapolt, késleltetett kapcsolatokat is kezel, viszont a számításoknál mindegyiket kezd–kezd időre át kell számolni.
  - Kezd–Kezd idő (angolul: SS)



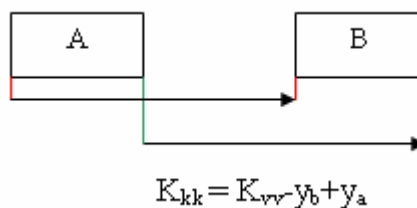
- Kezd–vég kapcsolat a tevékenység ideje:  $y_a$ , b tev. ideje:  $y_b$  (SF)



- Vég–kezd kapcsolat (FS)



- Vég–vég kapcsolat (FF)



- Technológiai függések, különleges logikai összefüggések kapcsolatonkénti értelmezése
- Határozott időtartamú módszer
- Kapacitástervezésre alkalmas
- Számítógépes modell
- Rugalmas

**Számítása:**

Tev. sorsz.	Tartalék idő	$y_{ij}$
$t_i^0$		$t_i^0 + y_{ij}$
$t_j^1$		$t_j^1 + y_{ij}$

1. lépés: kezd-kezd kapcsolati idők meghatározása,

2	9	4
5		6
7		8

2. lépés a bal felső sarokba a tevékenység sorszámának beírása,

3. lépés: a háló felrajzolása, és az összekötő nyilakra a kezd-kezd idők ráírása, az utolsó nyilakra a tényleges kapcsolati időt írjuk,

4. lépés: jobb felső sarokba az idő beírása,

5. lépés: legkorábbi kezdés kiszámítása a nyilakról vett időkkel  $t_i^0 = \max(t_n + K_{kk})$

6. lépés: legkésőbbi kezdés meghatározása  $t_i^0 + y_{ij}$

7. lépés: legkorábbi befejezés: visszafele haladva a stop gombtól:

$$t_j^1 = \min(t_j^1 - K_{kk})$$

8. lépés: legkésőbbi befejezés:  $t_j^1 + y_{ij}$

9. lépés: tartalékidő, melyet kiszámolhatunk, ha a 7-5 lépést vagy 8-6 lépést elvégezzük. Ha nulla az értéke, akkor kritikus.



Feladat

A táblázat alapján készítse el az MPM hálót és számítsa ki a kritikus úthoz tartozó időt! Elsőként a kezd-kezd kapcsolati időket határozza meg!

Tev. sor-száma.	Idő	Kapcsolat	Kapcsolati idő	$K_{kk}$
1	10	a	-	
2	8	a	-	
3	7	1 u.	kk(5)	
4	3	1 u.	vk(3)	
5	8	2,4 u.	2kk(3), 4vk(0)	
6	2	5	kk(1)	
7	9	5	vk(2)	
8	4	3,6 u.	3vk(0), 6kk(2)	

Megoldás

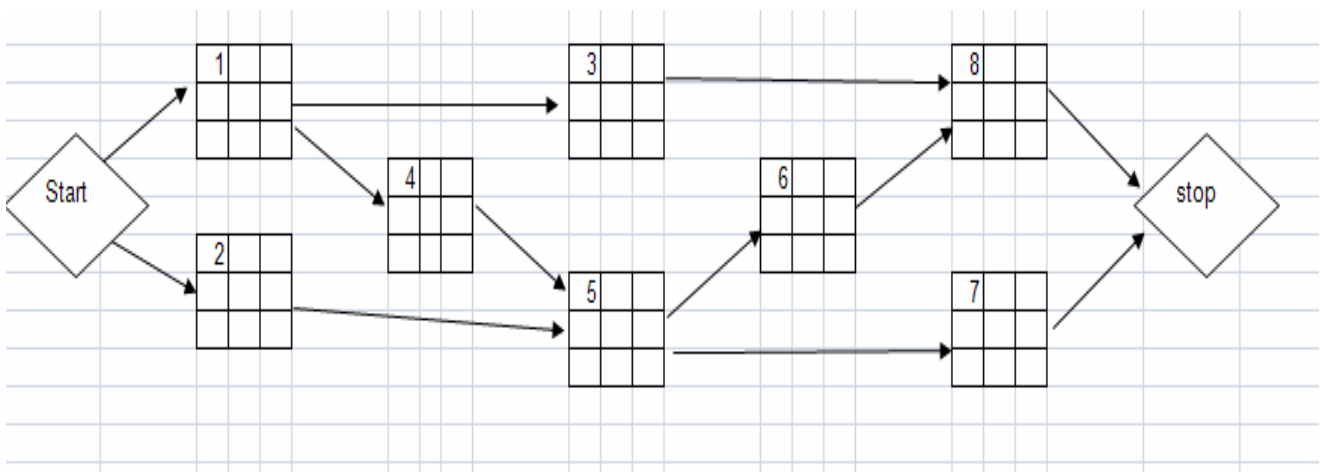


A kapcsolati időket az ikonra kattintva megtudhatja:

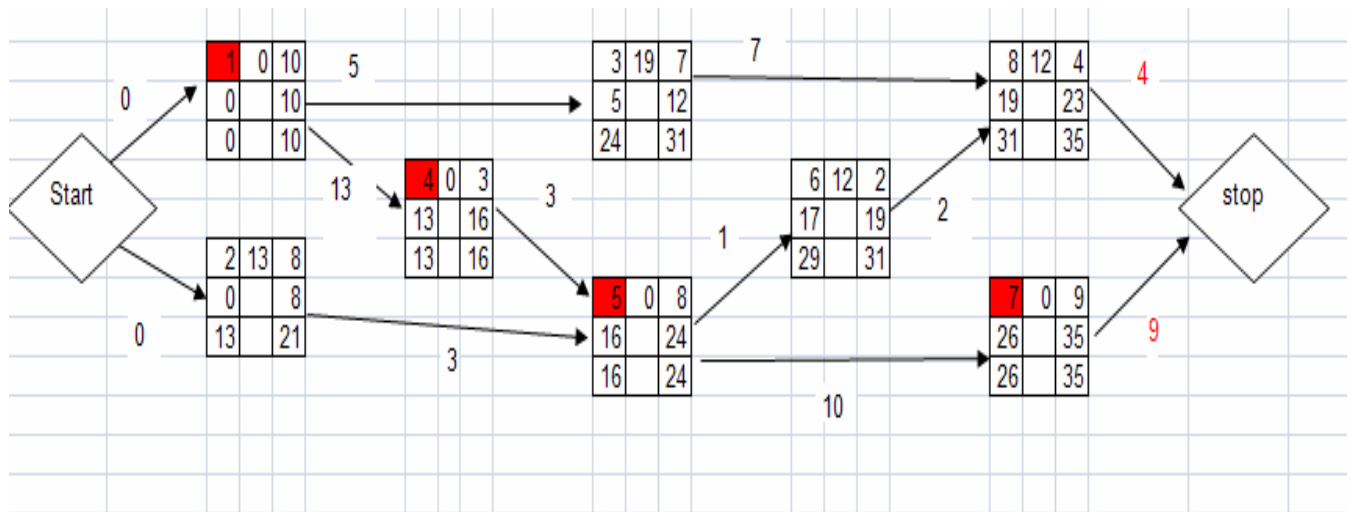
Feladat



Az előbb megismert 9 lépést hajtsuk végre! A hálót már felrajzoltam, töltsé ki a hiányzó adatokat!



Megoldás



Kritikus út: 1-4-5-7

Idő: 35