

PROJEKTEK tervezése és kontrollja

Hajdu Miklós BME Építéskivitelezési Tanszék

Dr. Hajdu Miklós BME

Az ütemtervezés története

- Ókor
- Projekt tervezés a Nagy Fal, a piramisk építésénél (dokumentumok üzemorvosok alkalmazásáról stb. (Smith és Hawass, 2006).)
- Hadműveletek, csaták tervezése Sun Tzu (ie. 544-496) kínai hadvezér a 'Háború művészete' c. könyve
- Szerződés és közbeszerzés (10 könyv az építészetéről Marcus Vitruvius Polio)

Dr. Hajdu Miklós BME

Az ütemtervezés története

- Transz-amerikai vasútvonal (1862-69)



Grenville Dodge, a kivitelezést (Union Pacific Railroad) irányító főmérnök a következőket írta :

„Nem emlékszem egyetlen olyan esetre sem a vonal építése során, amikor az építkezés akár csak egy hetet csúszott volna a szükséges erőforrások hiánya miatt.”

Dr. Hajdu Miklós BME

Ütemtervezési története

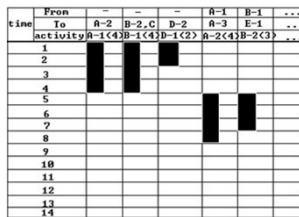
Középkor
Henry Gantt 1903



Dr. Hajdu Miklós BME

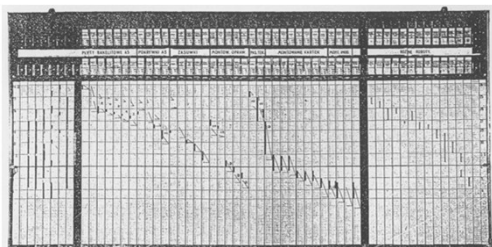
Az ütemtervezés története

- A láncszem a középkor és az újkor között Karol Adamiecki 1896? 1931



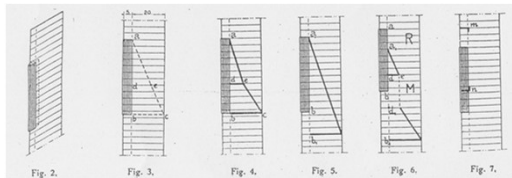
Dr. Hajdu Miklós BME

Harmony gráf a gyakorlatban



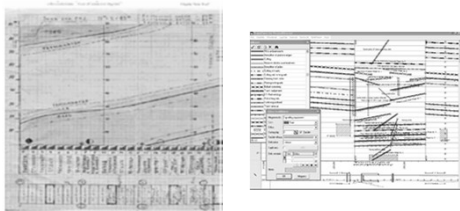
Dr. Hajdu Miklós BME

Harmony gráf ábrázolási lehetőségek



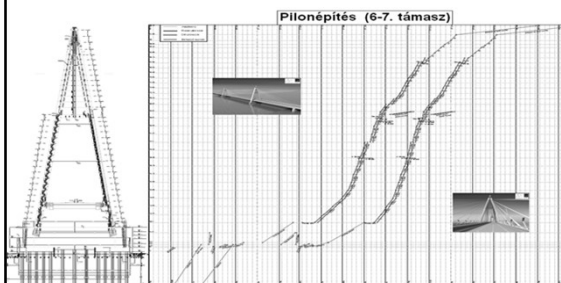
Dr. Hajdu Miklós BME

Az ütemtervezés története... Ciklogramm



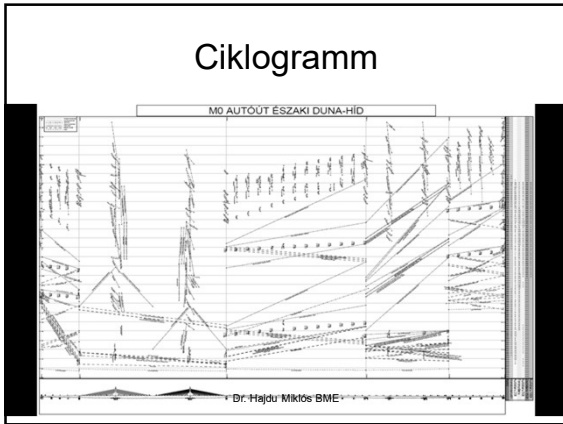
Dr. Hajdu Miklós BME

Ciklogramm



Dr. Hajdu Miklós BME

Ciklogramm



Projekttervezés

Újkor
(CPM, PERT, MPM stb.)

Dr. Hajdú Miklós BME

PERT

Dr. Hajdú Miklós BME

Az eredeti PERT

Raborn admirális mondta vót, 1957 januárjában (Massay, 1963):

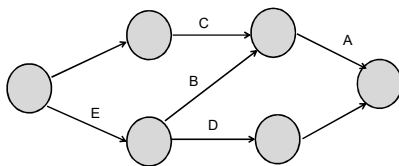
"I must be able to reach down to any level of Special Projects Office activity and find a plan and performance report that logically and clearly can be related to the total job, we have to do."

- Polaris Missile Program
- PERT (Program Evaluation and Review Technique
- Malcolm, Roseboom, Clark, Fazar, 1959

Dr. Hajdu Miklós BME

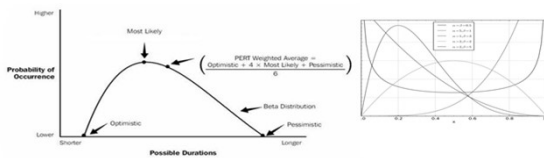
Eredeti PERT #2

- Tevékenység élű háló
- Egy kezdő egy befejező esemény
- Hurok nem megengedett



Dr. Hajdu Miklós BME

Az eredeti PERT #3



A tevékenységek béta eloszlást követnek

$$f(x) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} \quad x \in [0,1],$$

Dr. Hajdu Miklós BME

Az eredeti PERT #4

- Cél: A várható átfutási idő és annak eloszlásának meghatározása
- Feltevések:
 - A várható átfutási idő a tevékenység várható értékekből számított időelemzéssel számítható ki
 - Az eloszlás normál eloszlást követ
 - Fentiek alapja a központi határeloszlás tétele

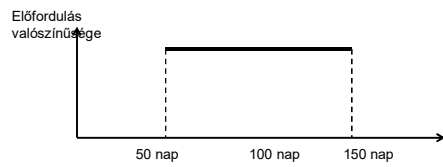
Dr. Hajdu Miklós BME

Az eredeti PERT #5

Itt a bizonyíték



most likely 100 days; opt. 50days; pess 150 days, distribution is linear
for all activities

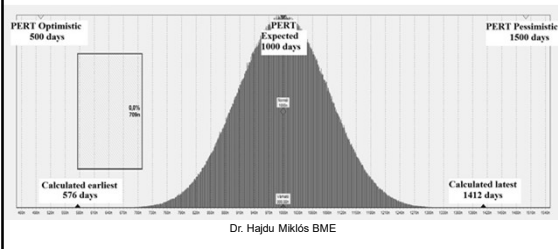


Dr. Hajdu Miklós BME

Az eredeti PERT #6



most likely 100 days; opt. 50days; pess 150 days, distribution is linear
for all activities



Dr. Hajdu Miklós BME

PERT problémák

- Tevékenységekkel kapcsolatos problémák:
 - Tényleg nbéta eloszlást követnek?
 - Doubly truncated normal eloszlás: Kotiah and Wallace, 1973
 - Lognormal eloszlás: Mohan et al, 2007
 - Kevert beta and uniform eloszlás: Hahn,2008
 - Parkinson eloszlás: Trietsch, et al., 2012a
 - Clark a tevékenység idő eloszlásról (1962): *"The author has no information concerning distributions of activity times, in particular, it is not suggested that the beta or any other distribution is appropriate."*
 - Én egyenletes eloszlást használok

Dr. Hajdu Miklós BME

PERT Problémák #2

- Tevékenység idő feltevésekkel:
 - Pontos a három időpontos becslés
 $Expected = (opt + 4 * most\ possible + pess) / 6$
Igen, bizonyos esetekben
 $opt + 0.13(pess - opt) \leq expected \leq opt + 0.87(pess - opt)$
(Premachandra, 2001)

Dr. Hajdu Miklós BME

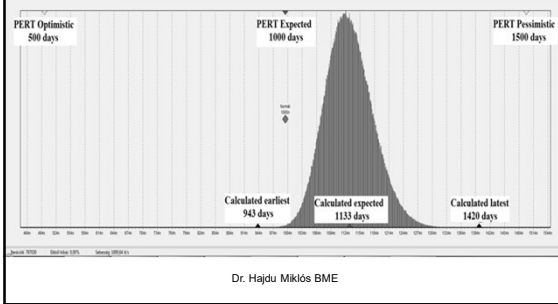
PERT problémák #3

- Problémák az átfutási idővel:
 - Tényleg számítható a várható értékekkel a projekt várható érték??
 - Válasz:
 - Nem, az eredeti PERT túl optimista
 - OK:
 - A központi határeloszlás tétele csak egy kritikus út esetén működik

Dr. Hajdu Miklós BME

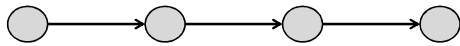
PERT problémák #4

- A bizonyíték:

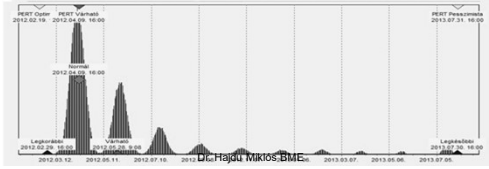


PERT Problems #5

- Naptárak hatása



Most possible dur: 40 days, Optimistic dur: 20 days, Pessimistic dur: 60 days
Activity time distribution is linear for all activities



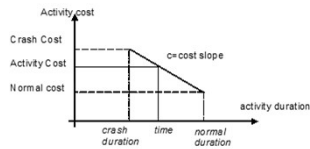
A CPM

- Critical Path Method (1957)
- Kelley és Walker

Dr. Hajdu Miklós BME

CPM költségoptimalizálás

- Kelley, Walker 1957



Dr. Hajdu Miklós BME



- A UNIVAC a Du Pont-nál

Dr. Hajdu Miklós BME

Matematikai alapok

- Lineáris programozás
(Dantzig 1914-2009)
szimplex algoritmus 1946



- Gráfelméleti alapok
(Euler 1707-1783)



Dr. Hajdu Miklós BME

A CPM feladat

Az A,B,C tevékenységekre a normál és roham idő, valamint a normál és roham költségek az alábbiak:

Tevékenység :	A	B	C
Roham idő :	3 hét	4 hét	4 hét
Normál idő :	5 hét	6 hét	5 hét
Normál költ. :	5 eFt	3 eFt	1 eFt
Roham költ. :	9 eFt	5 eFt	10eFt

Feladat:

Mekkora egy adott átfutási időhöz tartozó minimális költség ?

Dr. Hajdu Miklós BME

Mintafeladat megoldása I.

Tevékenység időik			Átfutási idő	Direkt költség
A	B	C		
5 hét	6 hét	5 hét	16 hét	9eFt
4 hét	6 hét	5 hét	15 hét	11eFt
5 hét	5 hét	5 hét	15 hét	10eFt
5 hét	6 hét	4 hét	15 hét	12eFt

Dr. Hajdu Miklós BME

Mintafeladat megoldása II.

Tevékenység időik			Átfutási idő	Direkt költség
A	B	C		
3 hét	6 hét	5 hét	14 hét	13eFt
4 hét	5 hét	5 hét	14 hét	12eFt
4 hét	6 hét	4 hét	14 hét	14eFt
5 hét	4 hét	5 hét	14 hét	11eFt
5 hét	5 hét	4 hét	14 hét	13eFt

Dr. Hajdu Miklós BME

Mintafeladat megoldása III.

Tevékenység idők			Átfutási idő	
Direkt költség				
A	B	C		
3 hét	5 hét	5 hét	13 hét	14eFt
3 hét	6 hét	4 hét	13 hét	16eFt
4 hét	5 hét	4 hét	13 hét	15eFt
4 hét	4 hét	5 hét	13 hét	13eFt
5 hét	4 hét	4 hét	13 hét	14eFt

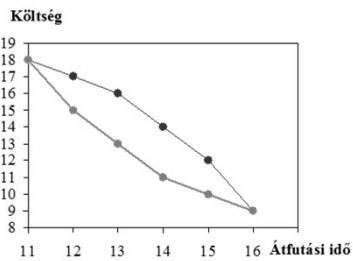
Dr. Hajdu Miklós BME

Mintafeladat megoldása IV.

Tevékenység idők			Átfutási idő	
Direkt költség				
A	B	C		
3 hét	4 hét	5 hét	12 hét	15eFt
3 hét	5 hét	4 hét	12 hét	17eFt
4 hét	4 hét	4 hét	12 hét	16eFt
3 hét	4 hét	4 hét	11 hét	18eFt

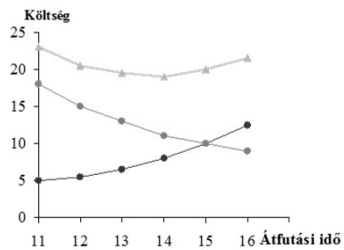
Dr. Hajdu Miklós BME

Mintafeladat megoldása V.



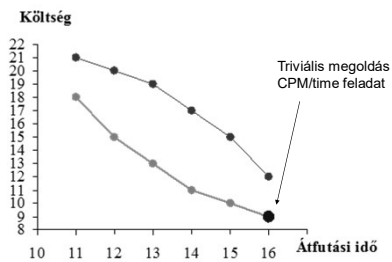
Dr. Hajdu Miklós BME

Megjegyzés: Indirekt költség ismeretében meghatározható a projekt minimális megvalósítási költsége, és a hozzá tartozó átfutási idő



Dr. Hajdu Miklós BME

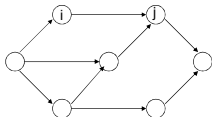
A CPM/time és a CPM/cost feladat



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló építőelemei I.

- Grafikus ábrázolás: irányított gráf (digráf)



- Csomópontk azonosítása: csomópont azonosítókkal (i, j)
- Élek azonosítása: csomópontokkal (i,j), vagy egyedi azonosítóval

Dr. Hajdu Miklós BME

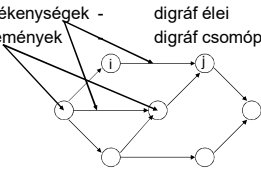
CPM háló építőelemei II.

- CPM háló elemei:
 - tevékenységek
 - események
- Definíciók:
 - tevékenység: szervezési, időtervezési szempontból egynek kezelt, időben meghatározható kezdéssel és befejezéssel rendelkező folyamat
 - esemény: egy időpont, melynek bekövetkezte jelzi, hogy egyes tevékenységek befejeződtek, s más tevékenységek elkezdődhetnek

Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló építőelemei III.

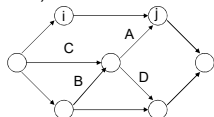
- CPM háló elemeinek és a digráf elemeinek megfeleltetése
 - tevékenységek - digráf élei
 - események - digráf csomópontjai



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló építőelemei III.

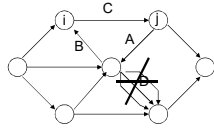
- Esemény értelmezése:
 - az esemény bekövetkezte jelzi, hogy a befutó tevékenységek bekövetkeztek, s kezdődhetnek a kindulók, azaz az esemény kapcsolja össze logikailag a megelőző és követő tevékenységeket. (A tevékenység függ C-től és B-től, de C és B független, és A is független D-től)



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló szerkesztési szabályok I.

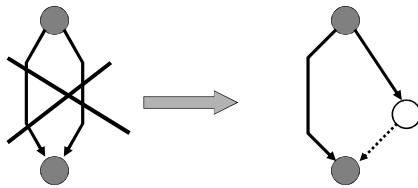
- Szerkesztési szabályok
 - 1 kezdő és 1 befejező csomópont
 - hurok nem megengedett (A, B, C hurkot alkot!)
 - kettős és többszörös kapcsolat nem megengedett (ma már szükségtelen, de megtartott szabály)



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló szerkesztési szabályok II.

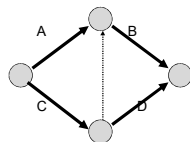
- Kettős kapcsolat elkerülése látszattevékenységgel



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló ábrázolás III.

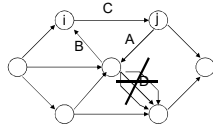
Tev.	Közv. Megelőző tev.
B	A, C
D	C



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM háló szerkesztési szabályok I.

- Szerkesztési szabályok
 - 1 kezdő és 1 befejező csomópont
 - hurok nem megengedett (A, B, C hurkot alkot!)
 - kettős és többszörös kapcsolat nem megengedett (ma már szükségtelen, de megtartott szabály)



Dr. Hajdu Miklós BME

CPM IDŐELEMZÉS célok

- Az alábbi három kérdés megválaszolása
 - Mekkora az ütemterv megvalósításához szükséges idő?
 - Mikor lehet a tevékenységeket legkorábban elkezdni és befejezni?
 - Mikor lehet a tevékenységeket legkésőbb elkezdeni és befejezni az átfutási idő betartása mellett?

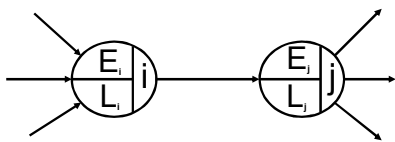
Dr. Hajdu Miklós BME

Az időelemzés menete

- Az időelemzés algoritmus két fázisú
 - Az első fázis a projekt átfutási időt, illetve az események (tevékenységek) lehetséges legkorábbi bekövetkeztét (kezdését és befejezését) eredményezi.
 - A második fázis az események (tevékenységek) lehetséges legkésőbbi bekövetkeztét (kezdését és befejezését) adja.

Dr. Hajdu Miklós BME

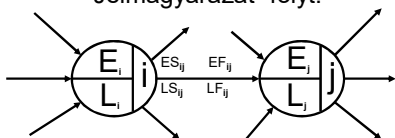
Jelmagyarázat



- E_i - az 'i' esemény legkorábbi bekövetkezése
- L_i - az 'i' esemény legkésőbbi bekövetkezése
- E_j - a 'j' esemény legkorábbi bekövetkezése
- L_j - a 'j' esemény legkésőbbi bekövetkezése

Dr. Hajdú Miklós BME

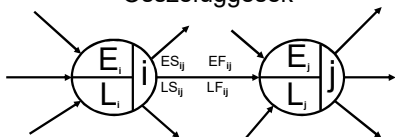
Jelmagyarázat folyt.



- ES_{ij} - az 'i,j' tev. legkorábbi kezdése
- EF_{ij} - az 'i,j' tev. legkorábbi befejezése
- LS_{ij} - a 'i,j' tev. legkésőbbi kezdése
- LF_{ij} - a 'i,j' tev. legkésőbbi befejezése

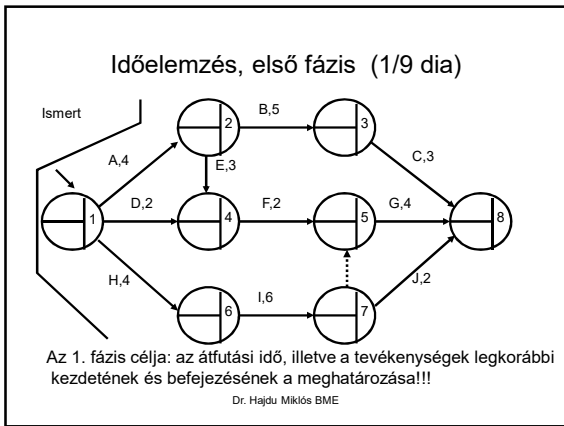
Dr. Hajdú Miklós BME

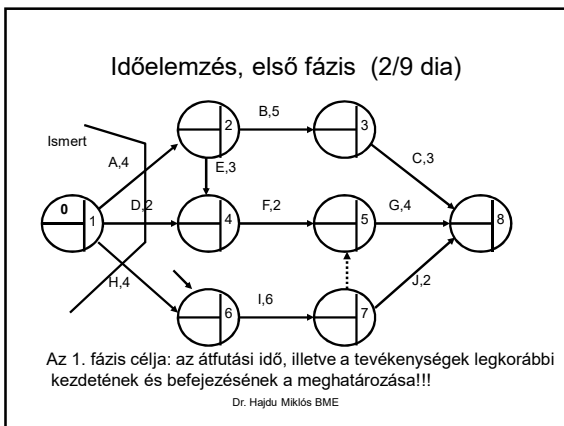
Összefüggések

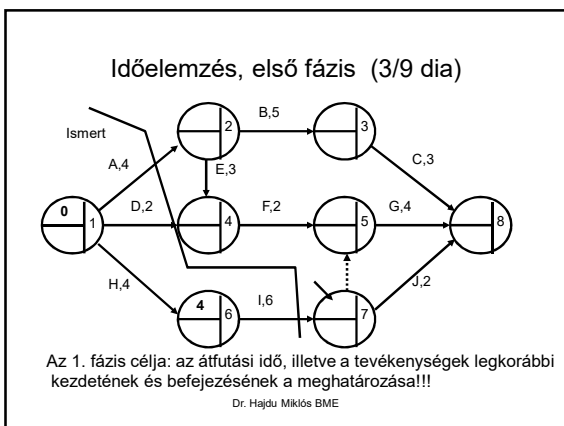


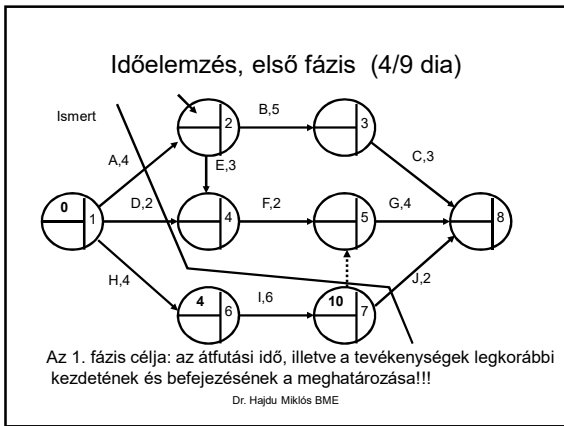
- $E_i = ES_{ij}$
- $EF_{ij} = ES_{ij} + t_{ij}$
- $L_j = LF_{ij}$
- $LF_{ij} = LS_{ij} + t_{ij}$

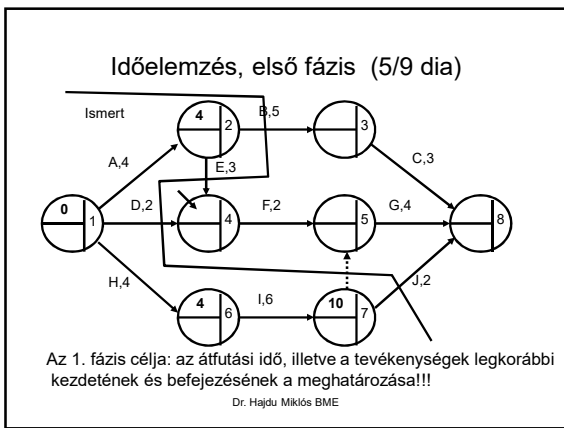
Dr. Hajdú Miklós BME

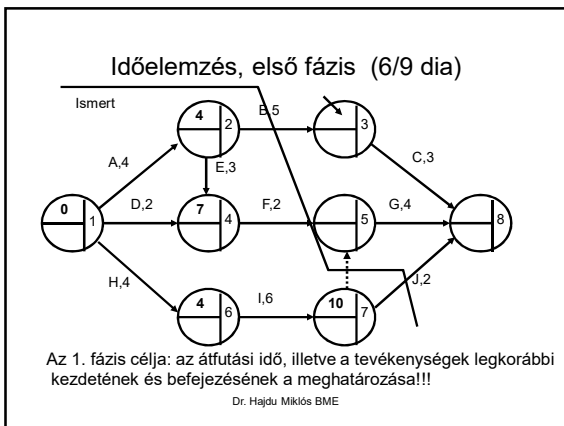


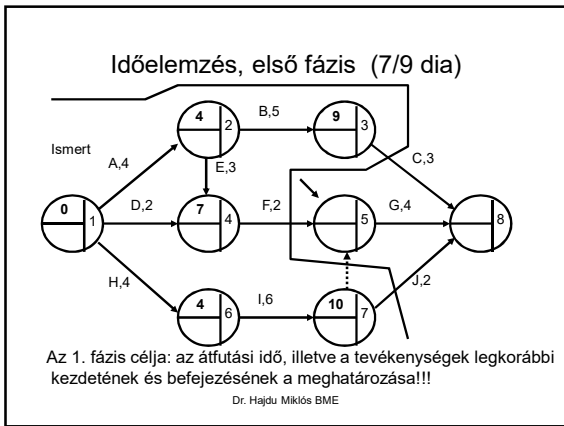


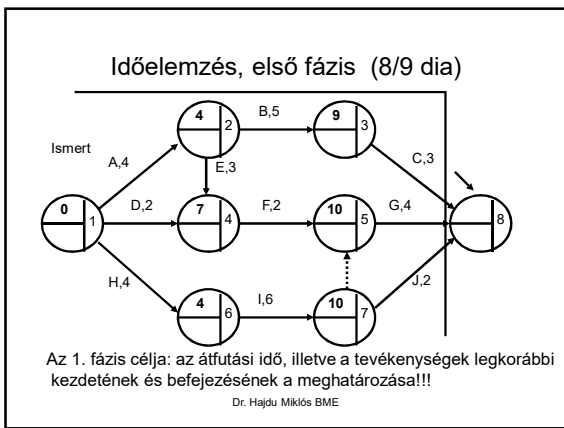


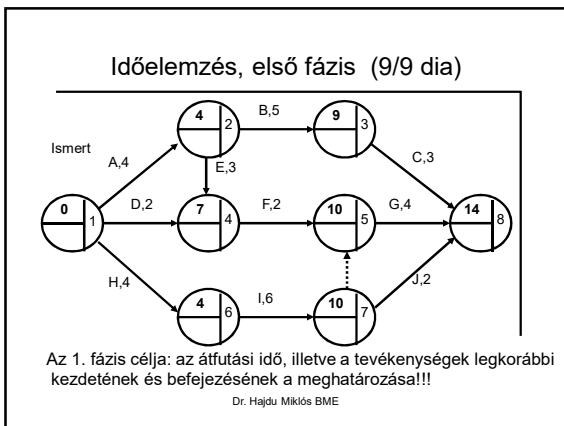












ÖSSZEFOGLALÁS

Időelemzés I. Fázis algoritmus

- Olyan eseményt keresünk, mely összes megelőző eseményének ismert a korai bekövetkezése
- Az esemény korai bekövetkezése a legnagyobb az öt megelőző tevékenységek korai befejezése közül.

Dr. Hajdu Miklós BME

Időelemzés, második fázis (1/9 dia)

A 2. fázis célja: a tevékenységek legkésőbbi kezdetének és befejezésének a meghatározása!!!

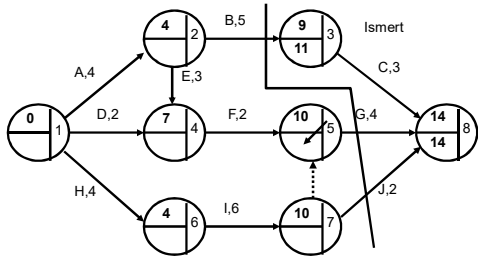
Dr. Hajdu Miklós BME

Időelemzés, második fázis (2/9 dia)

A 2. fázis célja: a tevékenységek legkésőbbi kezdetének és befejezésének a meghatározása!!!

Dr. Hajdu Miklós BME

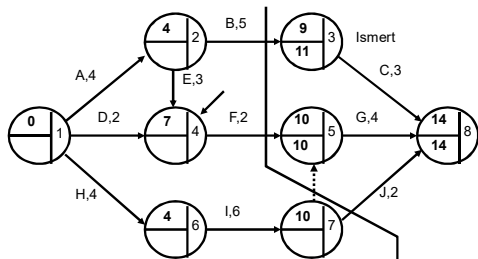
Időelemzés, második fázis (3/9 dia)



A 2. fázis célja: a tevékenységek legkésőbbi kezdetének és befejezésének a meghatározása!!!

Dr. Hajdu Miklós BME

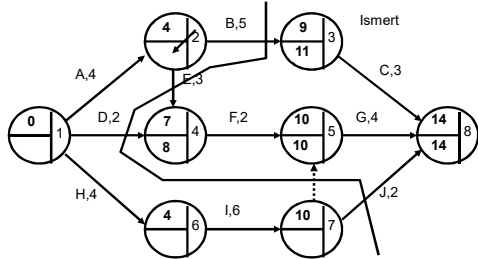
Időelemzés, második fázis (4/9 dia)



A 2. fázis célja: a tevékenységek legkésőbbi kezdetének és befejezésének a meghatározása!!!

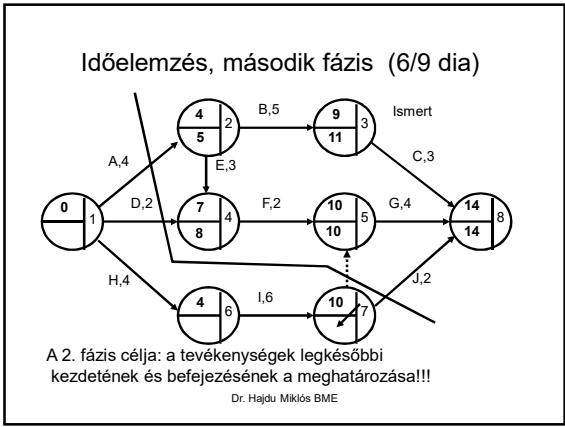
Dr. Hajdu Miklós BME

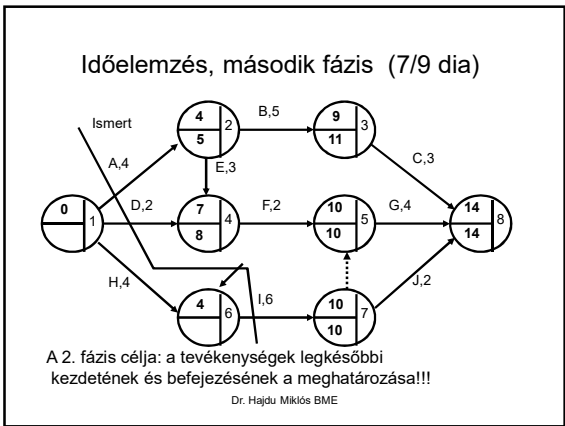
Időelemzés, második fázis (5/9 dia)

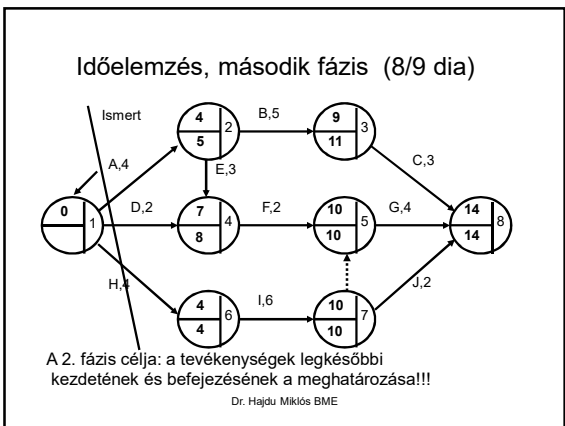


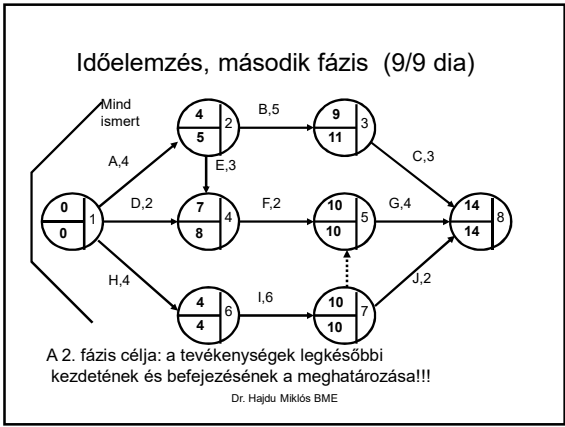
A 2. fázis célja: a tevékenységek legkésőbbi kezdetének és befejezésének a meghatározása!!!

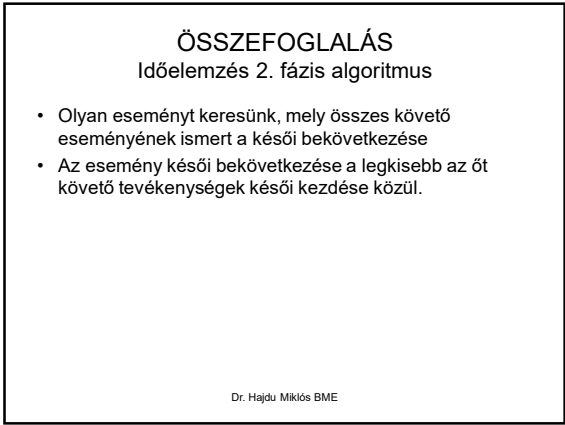
Dr. Hajdu Miklós BME

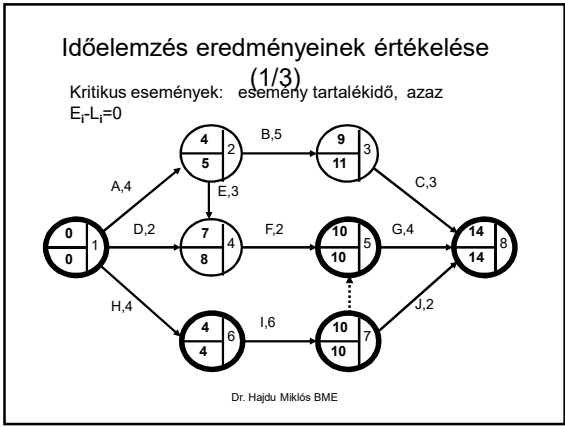


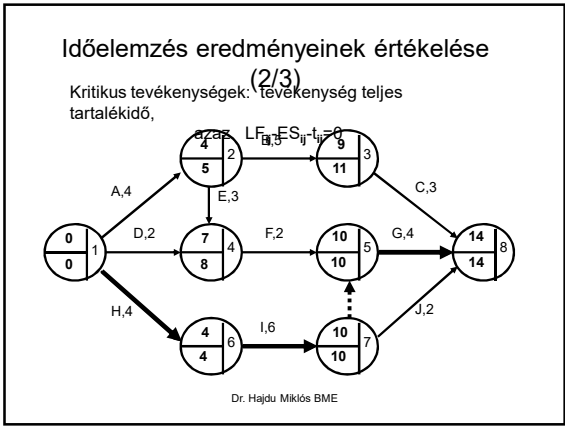


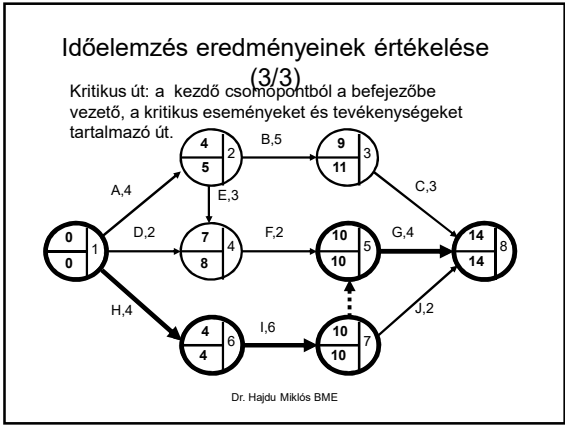


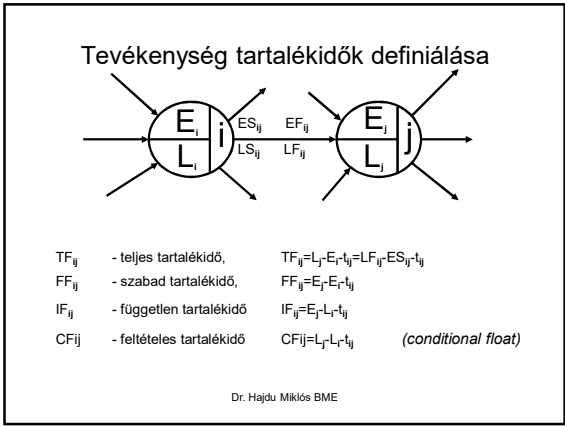


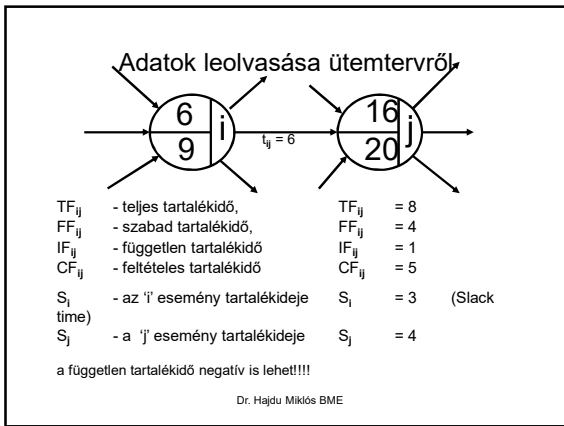












Az MPM háló története

és a legújabb fejlesztések

Dr. Hajdu Miklós BME

Történet

John Fondahl (1961)

B. Roy 1959 Metra Potential Method

Dr. Hajdu Miklós BME

Fondahl's work

- 1959-ben heurisztikát fejlesztett a CPM költségoptimalizálásra,
- Észrevette, hogy a tevékenység csomópontú ábrázolás gyakorlatilag lehetetlen
- Kifejlesztette a tevékenység csomópontú ábrázolást 1961

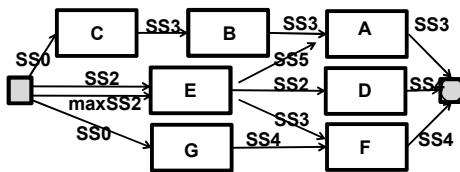
Dr. Hajdu Miklós BME

MPM (Roy)

MPM (Metra Potential Method) 1959

Tevékenység csomópontú ábrázolás

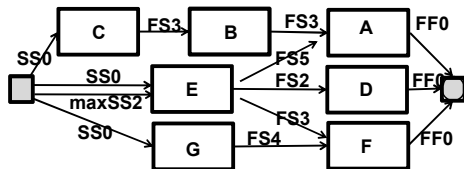
SS kapcsolat minimális és maximális időközzel....



Dr. Hajdu Miklós BME

Ma a PDM (MPM) háló

- tevékenység csomópontú
- folytonos, változatlan intenzitású feltételekkel
- négy minimális kapcsolatot tartalmaz
- hard core usererek a maximális kapcsolatokat is ismerik



Dr. Hajdu Miklós BME

Az időelemzés alapfeltételei

- Adott a tevékenységlista a tevékenységidőkkel
- Adottak a tevékenységek közötti összefüggéseket leíró logikai (CSAK minimális) kapcsolatok.
- Az MPM hálóterv tevékenység definíciójának megfelelően a tevékenység azonos intenzitással folyik és megszakíthatatlan. (Ha ismert a befejezés, akkor kiszámolható a kezdés, ha ismert a kezdés, akkor kiszámolható a befejezés)

Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment
Tanszék, Építészeti Kar, BME

MPM időelemzés

Dr. Hajdu Miklós BME

Az időelemzés célja

- Az alábbi három kérdés megválaszolása
 - Mekkora az ütemterv megvalósításához szükséges idő?
 - Mikor lehet a tevékenységeket legkorábban elkezdni és befejezni?
 - Mikor lehet a tevékenységeket legkésőbbben elkezdni és befejezni az átfutási idő betartása mellett?

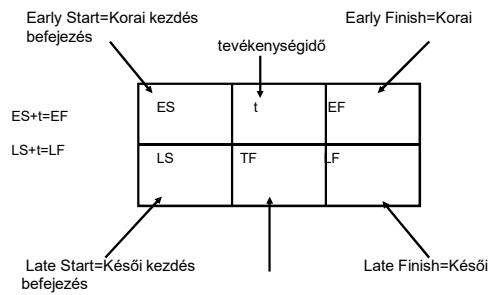
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment
Tanszék, Építészeti Kar, BME

Az időelemzés menete

- Az időelemzés algoritmus két fázisú:
 - Az első fázis a projekt átfutási időt, illetve az események (tevékenységek) lehetséges legkorábbi bekövetkeztét (kezdését és befejezését) eredményezi.
 - A második fázis az események (tevékenységek) lehetséges legkésőbbi bekövetkeztét (kezdését és befejezését) adja.

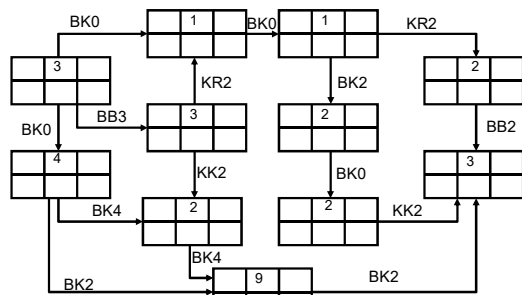
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment

Jelmagyarázat, és összefüggések

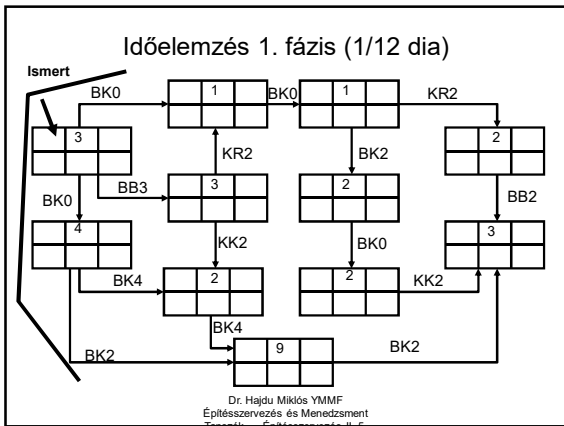


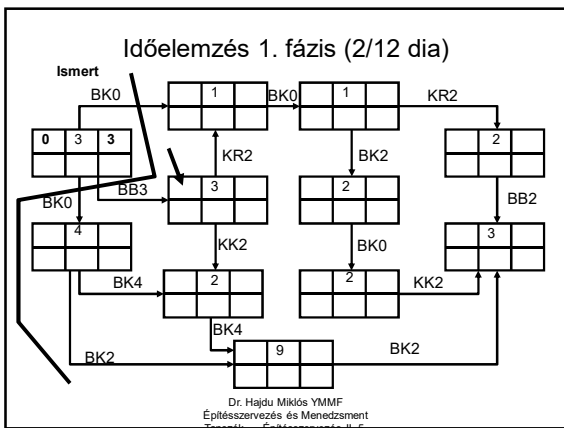
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment

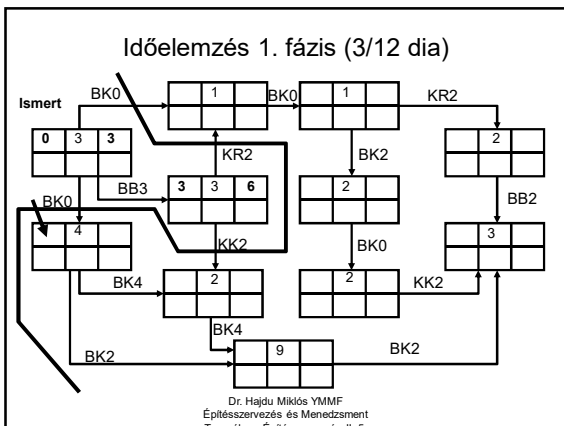
Mintafeladat

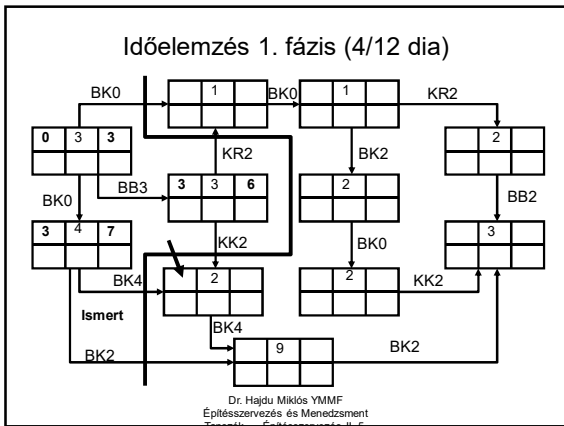


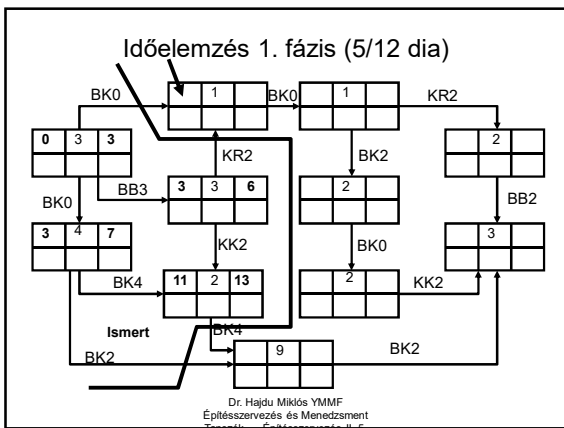
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment

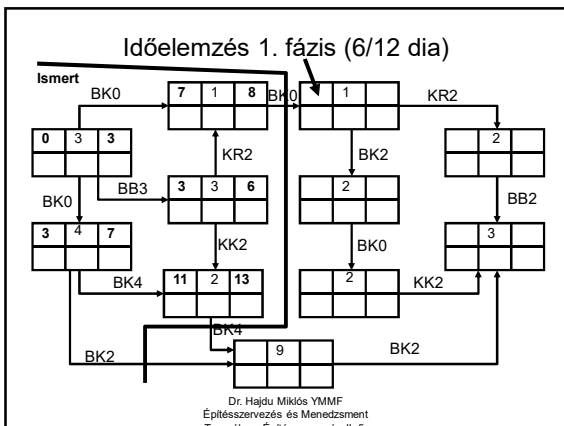


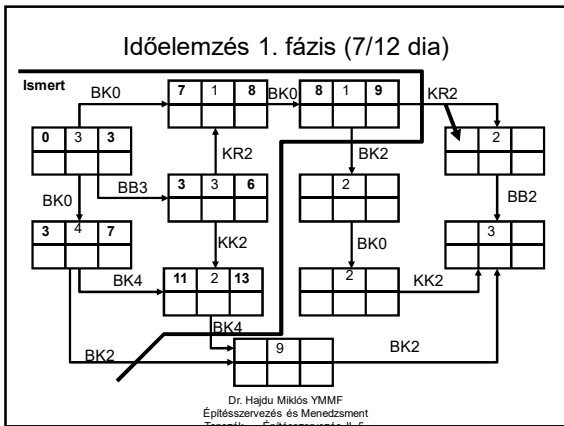


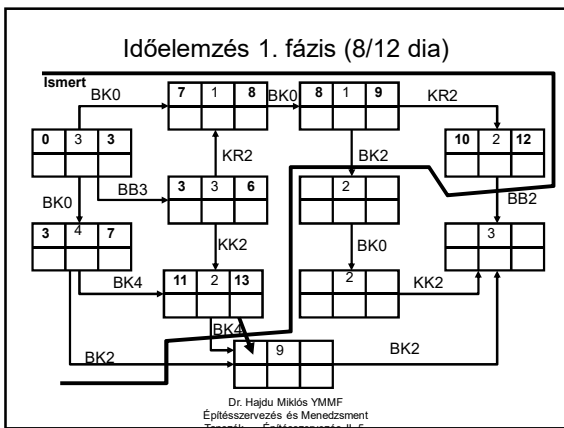


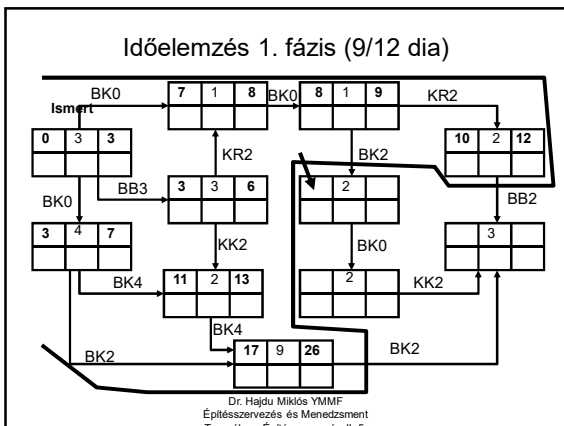


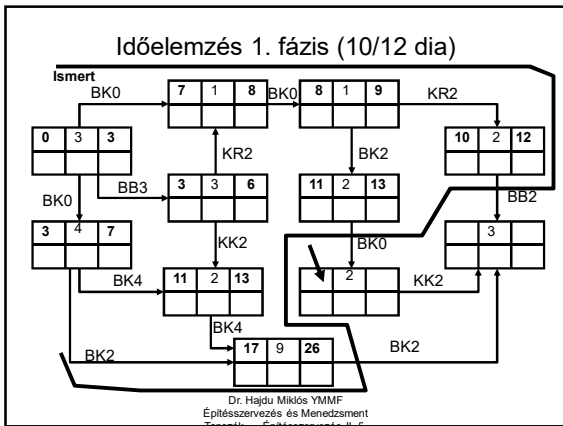


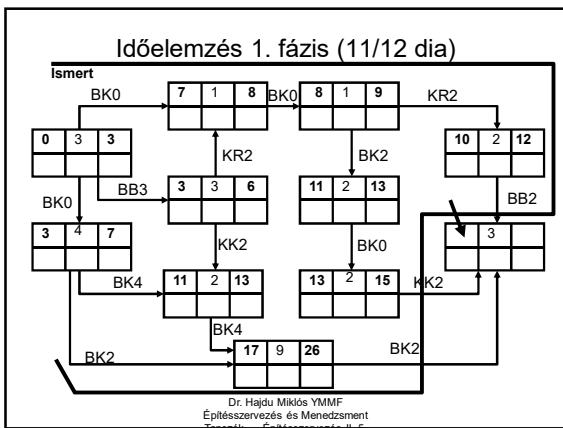


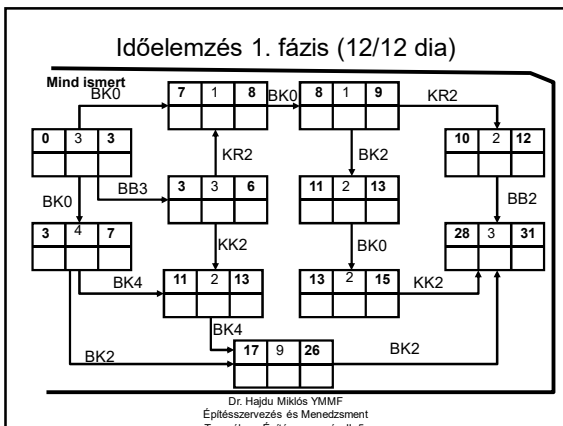












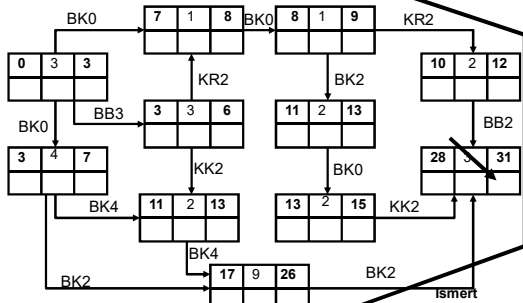
ÖSSZEFOGLALÁS

Időelemzés I. Fázis algoritmus

- Olyan tevékenységet keresünk, mely összes megelőző tevékenységének ismert a korai megvalósulása
- Több megelőző kapcsolat esetén a kapcsolatonként számított kezdés/befejezések ($ES+t=EF$) közül a legnagyobb határozza meg a tevékenység korai bekövetkezését.

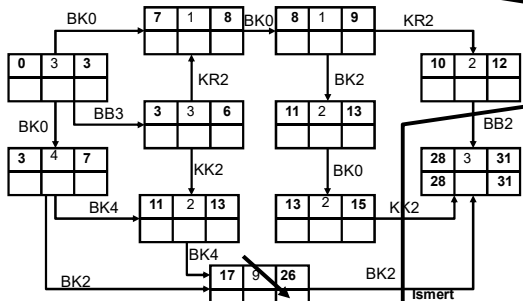
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment
Tanszék, Építészeti Kar, BME

Időelemzés 2. fázis (1/12 dia)

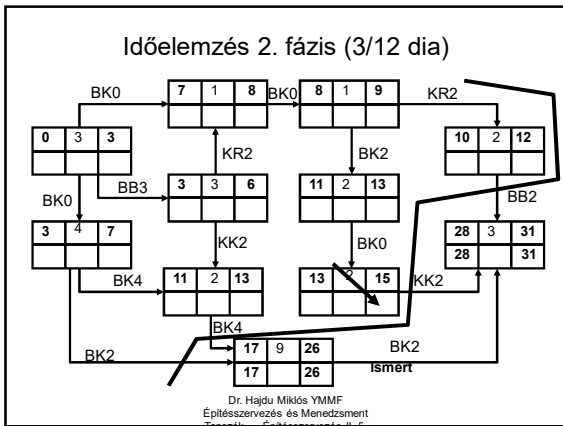


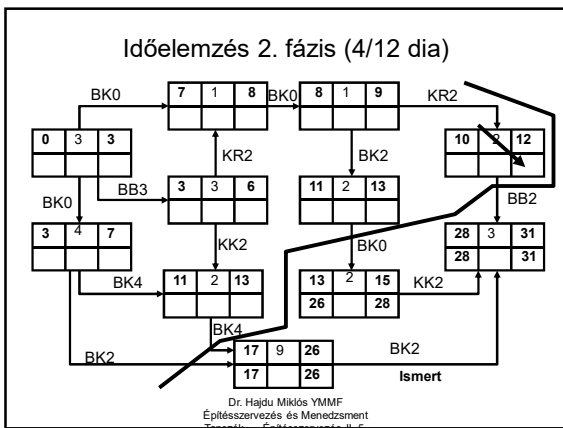
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment
Tanszék, Építészeti Kar, BME

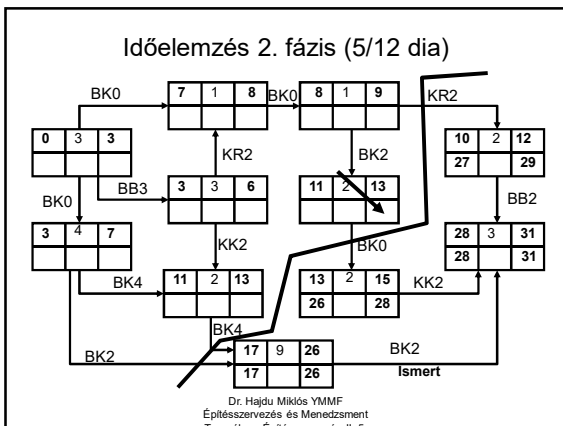
Időelemzés 2. fázis (2/12 dia)

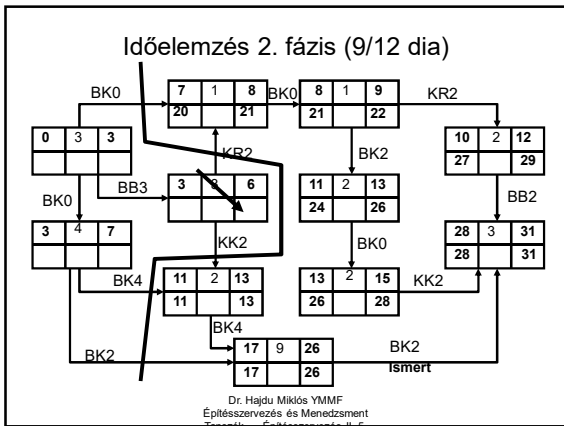


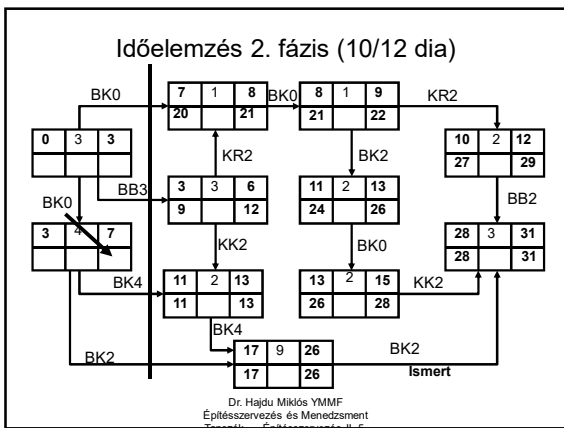
Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment
Tanszék, Építészeti Kar, BME

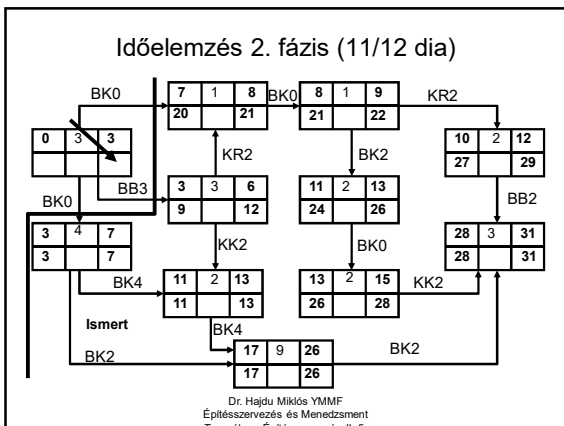


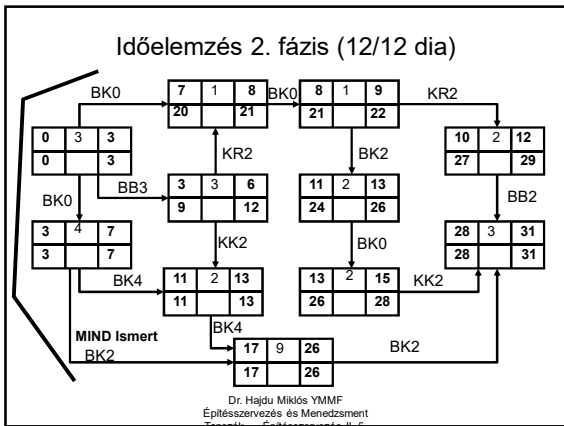








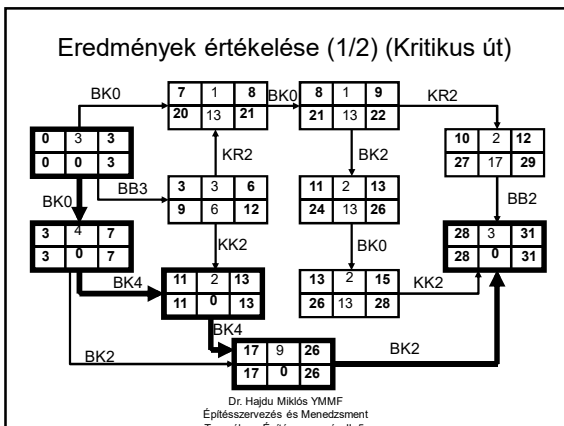




ÖSSZEFOGLALÁS
Időelemzés II. Fázis algoritmus

- Olyan tevékenységet keresünk, mely összes követő tevékenységének ismert a késői megvalósulása
- Több követő kapcsolat esetén a kapcsolatonként számított kezdés/befejezések (LS+t=LF) közül a legkisebb határozza meg a tevékenység késői bekövetkezését.

Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment



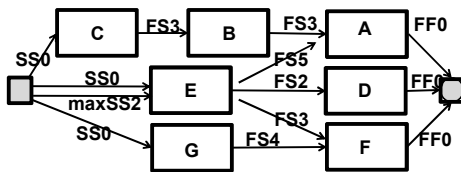
Eredmények értékelése (2/2)

- Kritikuság
 - Kritikus tevékenység: az a tevékenység, mely nem csúszhat, mert akkor késik a projekt is. (A lehetséges legkorábbi és legkésőbbi megvalósulás megegyezik)
 - Kritikus út: a start csomópontból a befejező csomópontba vezető, a kritikus tevékenységeket és az őket meghatározó kritikus kapcsolatokat magában foglaló út
- Tartalékidők (A tartalékidők megegyeznek a CPM tervben definiáltakkal, azonban meghatározásuk (a teljes tartalékidőt kivéve) több számítást követel)
 - Teljes tartalékidő (Total Float, TF) : Megmutatja, hogy a tevékenység kezdése maximum hány napot csúszhat a korai kezdéshez képest, ha a határidő nem változhat. $TF = LF - ES - t$; $TF = LS - ES$; $TF = LF - EF$
 - Szabad tartalékidő: (Free Float): Megmutatja, hogy a tevékenység kezdése maximum hány napot csúszhat a korai kezdéshez képest, ha a követő tevékenységek legkorábbi kezdése nem változhat.

Dr. Hajdu Miklós YMMF
Építésszervezés és Menedzsment

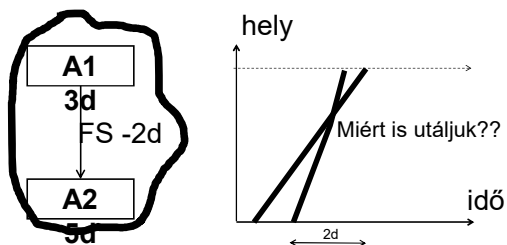
Problémák az MPM hálóval

- Az átlapolások modellezése
- tevékenységek kontrollja csak a végpontoknál lehetséges.

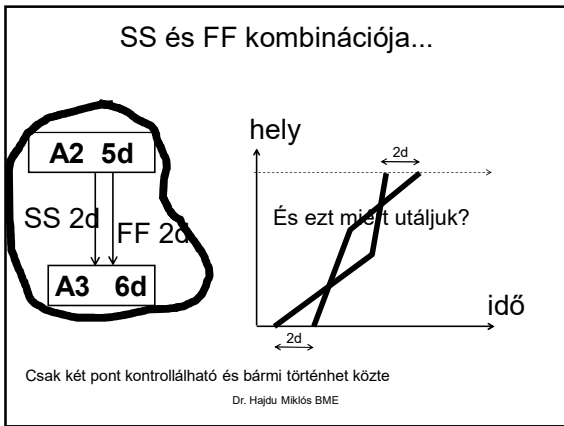


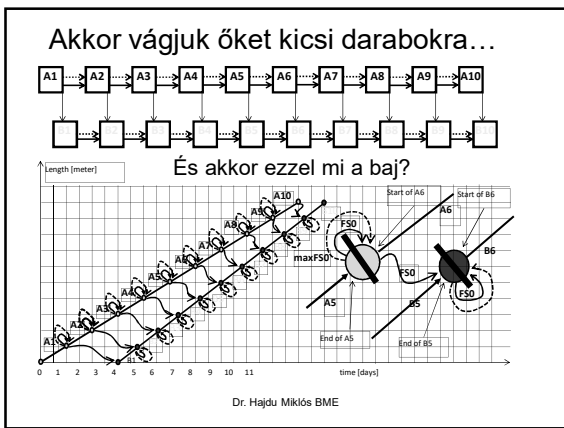
Dr. Hajdu Miklós BME

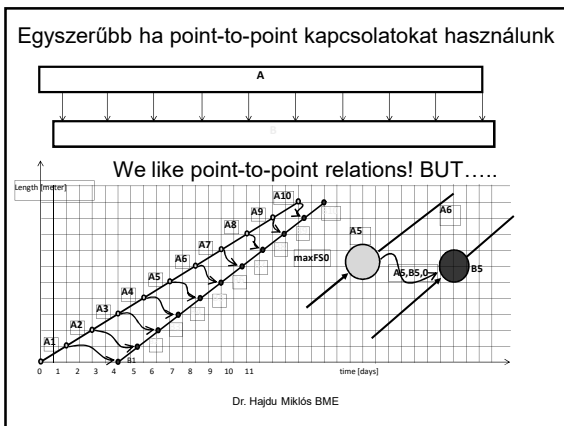
Negatív időköz



Csak egy pont kontrollálható, és az is a jövőben történik ...
Dr. Hajdu Miklós BME

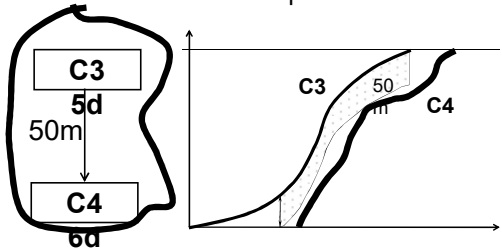






De még jobb ha folytonos kapcsolatokat....

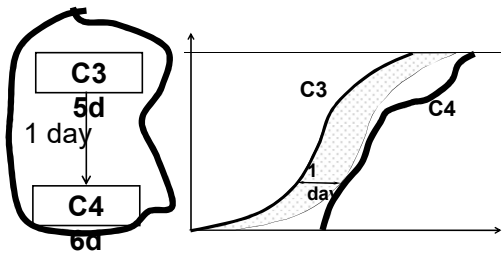
Minden pontot kontrollálnak, ami azonos idő ponthoz tartozik



Dr. Hajdu Miklós BME

Folytonos kapcsolatok.....

...vagy ami az azonos helyhez tartozik (time lag)

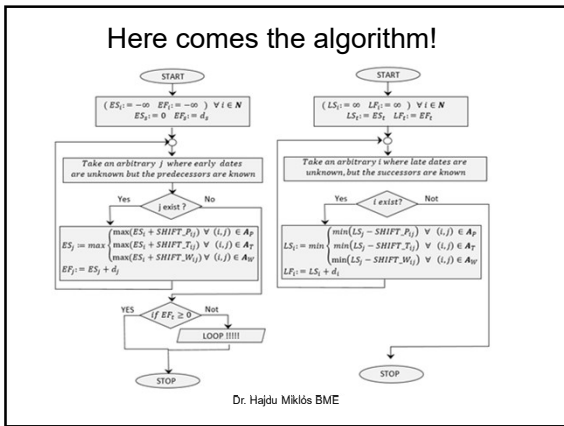


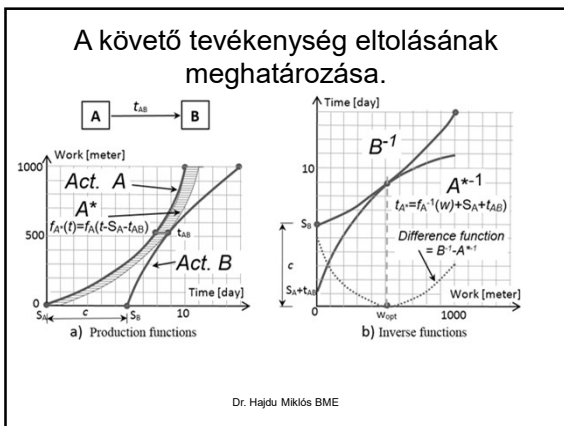
Dr. Hajdu Miklós BME

Itt jön az algoritmus!



Dr. Hajdu Miklós BME





- ### Házi feladat
- Csatorna építés folyik két utcában. Az egyik hossza méterben kifejezve a NEPTUN kódban található betűk sorszámainak szorzata. A másik hossza a betűk sorszámainak összegének négyzete.
 - Minden utcában négy tevékenység folyik. A- burkolatbontás, B- földkiemelés C- csőfektetés D- földviszátöltés
 - A burkolatbontás adatai az I. utcában:
hossz: - a teljes szakaszon,
szélesség elején: 3méter ha a Neptun kód utolsó jegye szám,
2 méter ha mássalhangzó, 1 méter ha magánhangzó
végén : 3 méter ha a NEPTUN kód utolsó előtti jegye mássalhangzó, 2 méter ha szám, 1 méter ha magánhangzó
burkolatbontó teljesítménye: 20m²/óra ha a N kód első jegye magánhangzó 15m²/óra ha mássalhangzó, 12m²/óra ha szám
 - A burkolatbontás adatai a II. utcában:
hossz: teljes szakaszon
szélesség elején: 3méter ha a Neptun kód utolsó előtti jegye szám,
2 méter ha mássalhangzó, 1 méter ha magánhangzó
végén : 3 méter ha a NEPTUN kód második jegye páros szám
2 méter ha páratlan szám , 1 méter ha betű
burkolatbontó teljesítménye: 20m²/óra ha a N kód 3. jegye magánhangzó 15m²/óra ha mássalhangzó, 12m²/óra ha szám

Házi feladat

- 5) A földkiemelés adatai az I. utcában
mélység az elején: 3 méter ha a számjegyeinek összege nagyobb mint 10,
2 méter ha kisebb , 1 méter ha egyenlő 10.
végén : 3 méter ha a jegyek szorzata páros, 2 méter ha páratlan
1 méter ha zérus
földkiemelés teljesítménye: 20m³/óra ha a N kód harmadik jegye magánhangzó
30m³/óra ha mássalhangzó, 25m³/óra ha szám
- 6) A földkiemelés adatai a II. utcában:
mélység az elején: 1 méter ha a Neptun kód negyedik jegye szám,
2 méter ha mássalhangzó, 3 méter ha magánhangzó
végén : 3 méter ha a NEPTUN kód harmadik jegye páros szám
2 méter ha páratlan szám , 1 méter ha betű
földkiemelés teljesítménye: 20m³/óra ha a N kód harmadik jegye mássalhangzó
15m³/óra ha magánhangzó, 10 m³/óra ha szám

Dr. Hajdu Miklós BME

Házi feladat

- 7) A csőfektetés adatai az I. utcában
teljesítménye: 5fm/óra ha a N kód ötödik jegye magánhangzó
4fm/óra ha mássalhangzó, 3fm/óra ha szám
- 8) A csőfektetés adatai a II. utcában
teljesítménye: 5fm/óra ha a N kód ötödik jegye mássalhangzó
4fm/óra ha szám, 3fm/óra ha magánhangzó
- 9) Földvisszatöltés teljesítménye:
I. utcában 0,8° a földkiemelés teljesítménye
II. utcában 1,2° a földkiemelés teljesítménye

Dr. Hajdu Miklós BME

Házi feladat (Logikai kapcsolatok)

A burkolatbontás és a földkiemelés között legalább 100 méter biztonsági távolság legyen
A földkiemelés és a csőfektetés között legalább 100 méter biztonsági távolság legyen
A csőfektetés és a földvisszatöltés között legalább 150 méter biztonsági távolság legyen.

Erőforrások:
Egy burkolatbontó géplánc áll rendelkezésre ha az N kód első jegye magánhangzó ha ettől eltérő akkor kettő
Egy földkiemelő géplánc áll rendelkezésre ha a N. kód első jegye mássalhangzó, ha ettől eltérő akkor kettő
Egy csőfektető brigád áll rendelkezésre ha a harmadik jegy szám kettő ha betű
Egy földvisszatöltő géplánc áll rendelkezésre ha a negyedik jegy szám, kettő ha betű.

Dr. Hajdu Miklós BME

Feladat
1) Kiszámolni a projekt átfutási idejét. (8-10 tevékenységes háló)
Beadandók
1) Tevékenység adatok táblázatban a Neptun kódból levezethetően 2) A tevékenység előrehaladás függvényei az idő függvényében és az inverz függvények 3) A logika háló 4) A számítások tevékenységenként végig követhetően 5) Eredmények
Dr. Hajdu Miklós BME
