



Faicsiné Adorján Edit

Időtervek: III./1. Hálóterv (CPM) szerkesztése

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Építőipari kivitelezés tervezése

A követelménymodul száma: 0688-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-020-50

IDŐTERVEK III./1. HÁLÓTERV (CPM) SZERKESZTÉSE

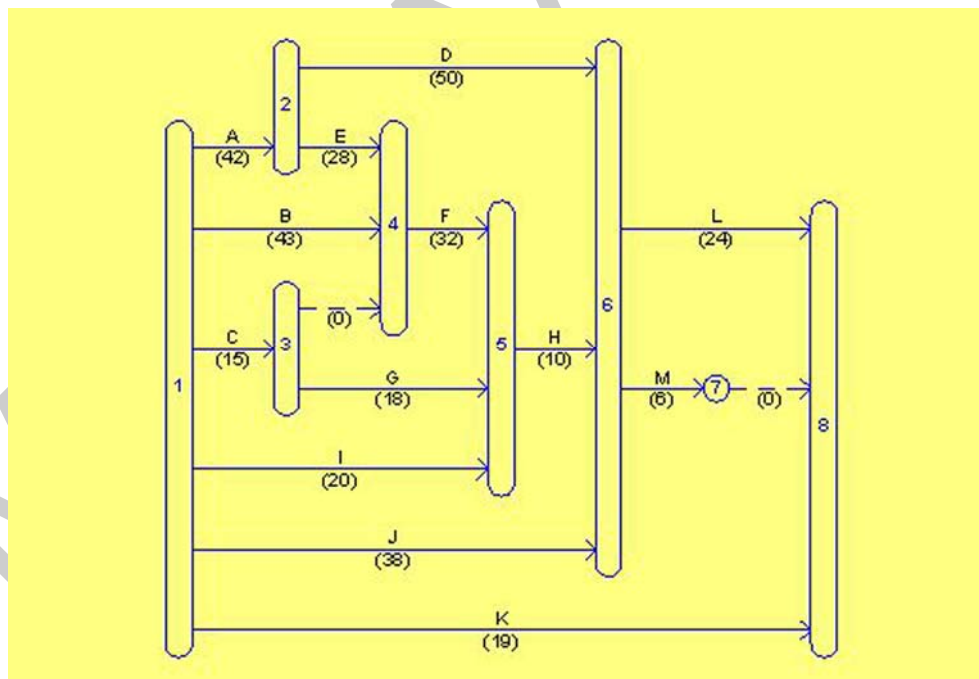
ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Közreműködik: 8 mamutvállalat
250 fővállalkozó
9000 alvállalkozó

A feladat: több százezer tevékenységből áll

Az eredmény: 5 év helyett 3,5 év megvalósítási idő

HOGYAN LEHETSÉGES EZ?



1. ábra. Hálóterv

A feltett kérdésre már 1957-ben az Amerikai Egyesült Államokban megadhatta volna a választ az a mérnökökből, matematikusokból és közgazdászokból álló munkacsoport, akik kidolgozták az akkor teljesen új eljárásnak számító Kritikus Út Módszerét (Critical Path Method), röviden: **CPM hálótervezési módszert**.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A HÁLÓTERVEZÉS ELSŐ ÉVEI

Egy amerikai vegyipari konszern megbízásából alakult az a munkacsoport, akik kidolgozták azt a módszert, amelyet a gazdasági élet, a termelés, a hadiipar, az autógyártás vagy bármely speciális probléma megoldásánál eredményesen fel lehet használni. Természetesen nem kivétel ez alól az építőipar sem. A módszert hálótervezési módszernek nevezték el. Legismertebb változata a CPM (Critical Path Method), azaz Kritikus Út Módszere, a PERT (Program Evaluation and Review Technique), azaz Programellenőrző és Kiértékelő Eljárás, vagy az MPM (Metra Potential Method), azaz Potenciálok Módszere, de Erőforrások Módszerének is nevezik.

Az 1950-es évek végétől ilyen módszert használtak fel az amerikai haditengerészet POLARIS programja során, ahol 8 mamutvállalat, 250 fővállalkozó, 9000 alvállalkozó közreműködésével, több százezer előre meghatározott tevékenység végrehajtásával, a tervezett határidő 5 éve helyett 3,5 év alatt valósult meg. A Ford Motor Company egy autómodell változtatásánál alkalmazott hálóttervet, melynek során komoly mennyiségű időt és pénzt takarítottak meg. Kanadában először egy útépítésnél, Lengyelországban pedig a hajógyártásnál érték el a módszer alkalmazásával komoly eredményeket.

Magyarországon először egy erőmű bővítésénél, majd az 1960-as évek derekán a beremendi cementgyár építésénél alkalmazták hálós időelemzést.



*2. ábra. Beremendi cementgyár¹***A HÁLÓTERVEZÉS ELŐNYEI**

A bonyolult, nehezen áttekinthető folyamatokat, folyamatrendszereket irányítani, szervezni, áttekinteni, ellenőrizni a hálódigramos módszerek alkalmazása nélkül ma már szinte elképzelhetetlen. Célkitűzése, hogy a sokféle, bonyolult tevékenységről könnyen átlátható képet adjon, a feladatok végrehajtásának ütemezését, időbeni lefolyását kezelhetőbbé tegye.

A módszer jelentősége növekszik az által, hogy a beruházás megvalósításának időtartama szempontjából kritikus folyamatokat megjelöli, illetve kiemeli a folyamathalmazból. A kritikus folyamatok kijelölésével lehetőséget nyújt a műszaki vezetés számára, hogy figyelmét és a rendelkezésre álló erőforrásokat elsősorban oda csoportosítsa, ahol az esetleges elmaradás az egész beruházás határidőre való átadását veszélyezteti. Ehhez azonban azt is tudni kell, hogy honnan lehet elvenni kapacitást annak veszélye nélkül, hogy az így meghosszabbodott, korábban nem kritikus folyamatok ne váljanak maguk is kritikussá.

A hálódigramos eljárás rendkívüli előnye tehát, hogy nemcsak arra ad megoldást, hogy a beruházás megvalósításának lehető legrövidebb időtartamát milyen módon kell meghatározni, illetve hogyan lehet ezt az időtartamot betartani, milyen folyamatokra kell a fő figyelmet koncentrálni, hanem arra is, hogy miként lehet a rendelkezésre álló kapacitást optimálisan leterhelni, kihasználni, a határidők betartásának figyelembevételével.

Az eljárás további nagy előnye, hogy rendkívül jól alkalmazható számítógépes háttér segítségével, kiválóan programozható, ezáltal az aktualizálás ideje is nagymértékben lerövidíthető.

¹ Forrás: <http://www.vaconline.hu/zold-pont/megkezdodott-a-beremendi-cementgyar-modernizacioja.html>

A CPM–HÁLÓ ELEMEI

Egy építőipari feladat, azaz építési folyamat technológiai folyamatokból, a technológiai folyamat pedig munkafolyamatokból áll. A munkafolyamatokat általában azonos szakmájú dolgozók végzik (falazási munkákat kőművesek, burkolási munkákat burkolók), természetesen segédmunkásokkal kiegészítve. Az is megállapítható, hogy az azonos munkafolyamatokat általában azonos gépekkel, eszközökkel végzik, és többnyire azonos, de legalább hasonló anyagokat használnak fel a munkavégzés során. Ha úgy gondoljuk, akár tovább is bonthatjuk a munkafolyamatokat műveletre, műveletelemre egészen a legapróbb, legkisebb részre, a mozdulatra (lehajol, megfog, felemel, elhelyez, simít stb.), amely mérhető, mert időigénye van. Egy építőipari feladat mindig sok részfeladatból áll, azt hogy milyen részletezéssel bontjuk fel, a műszaki célszerűség fogja meghatározni. Egy-egy ilyen részfeladatot a hálóban tevékenységnek nevezzük, ezért szokták a CPM–hálót tevékenységre orientált hálótervnek is nevezni.

Minden tevékenység elkezdődik valamikor – az első kapavágással, az autó elindításával, sípszóval –, egy adott pillanatban, amikor a feltételek megteremtődtek a cselekvés elkezdéséhez. Ugyanígy minden tevékenység befejeződik valamikor – letesszük a kapát, megáll az autó, beér a célba a versenyző, átadjuk a munkát. A tevékenységnek van eleje és vége, kezdő és befejező pillanata. Azokat a pontokat, amelyek a tevékenység kezdő és befejező határát jelzik, a hálóban eseménynek nevezzük.

Összegezve: a CPM–hálónak két fő eleme van

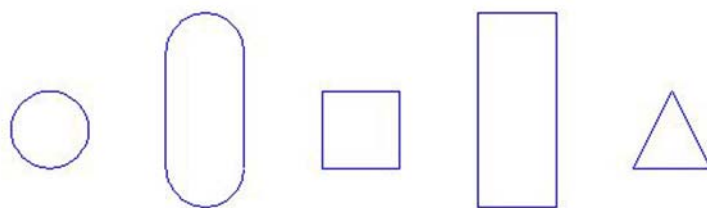
1. Tevékenység:



3. ábra. A tevékenység jele

- Mindig időtartama van, legyen az építési folyamat, munkafolyamat vagy mozdulat, esetleg technológiai szünet, pl. 5 nap, 2 hét, 11 hónap.
- Erőforrásigénye van, ez alól kivétel a technológiai szünet, amely a tevékenység része.
- Egyik eseménytől a másik eseményig tart.
- A nyíl hossza nem arányos a tevékenység idejével.

2. Esemény:



4. ábra. Az esemény jelölésének módjai

- Mindig időpontot jelöl, pl.: 5. nap, 2. hét, 11. hónap.
- - Erőforrásigénye nincs.
- - A tevékenység kezdő vagy befejező időpontját jelzi.

A hálóban a tevékenységet nyíllal, egészen pontosan egy folytonos vonal végén elhelyezkedő nyíllal, a tevékenységeket határoló eseményeket pedig síkidommal (pl. körrel, négyszöggel, háromszöggel) jelöljük, amelyeket a jobb áttekinthetőség kedvéért kissé megnyújtunk.

A hálódiaagram elsősorban ennek a két alapelemnek a felhasználásával, ezekből épül fel. A tevékenységek végrehajtásához időtartamra és erőforrásra van szükség (de legalább az egyiknek teljesülnie kell, így a technikai szünet esetében), míg az események nem igényelnek időt és erőforrást, csupán időpontot jelölnek.

Az „esemény-tevékenység-esemény” kapcsolatot mutatja a következő ábra:



5. ábra. "Esemény-tevékenység-esemény" kapcsolat

Az ábra kifejezi, hogy a tevékenység akkor kezdődhet, ha az i jelű esemény bekövetkezett. A j jelű esemény viszont akkor következik be, ha a tevékenység véget ér.

Nézzük meg azt az esetet, amikor az építőipari folyamatot két részre, tervezésre és kivitelezésre bontjuk. Mind a két részfolyamat tekinthető tevékenységnek, mert időt és erőforrást igényelnek. Amennyiben feltételezzük, hogy minden ideális körülmények között zajlik, nincsenek komplikációk, tervszolgáltatási csúszások, akkor ez a két tevékenység egymás után zajlik, azaz sorosan kapcsolódik egymáshoz. Tételezzük fel, hogy a tervezés (a megbízástól indul, az engedélyezési eljárást is magába foglalva a kiviteli terv elkészítésével zárul), összesen 8 hónapot igényel. A kivitelezés (a kiviteli tervdokumentáció elkészültétől, a kivitelező kiválasztását, a szerződés megkötését, a felvonulást és a kivitelezési munkákat tartalmazva a munka átadás-átvételéig tart), teljes időtartama 21 hónapot vesz igénybe. Lássuk ezeket az információkat hálódiaagramos formában:



6. ábra. Kéttevékenységes háló

Amennyiben a 6. ábrát elemezzük, megállapíthatjuk, hogy egyértelmű egymás utáni sorrendet mutat, balról jobbra haladnak a tevékenységek, az események 1-től számozottak a haladás irányának megfelelően. Az ábráról leolvasható a tevékenység időigénye, azonban annak nagyságával nem arányos a nyilak hossza (nem is feladata). A TERVEZÉS–KIVITELEZÉS ábrából egy, a CPM-hálóra jellemző megállapítást is tehetünk:

A tevékenységek az eseményeken keresztül kapcsolódnak egymáshoz.

Bonyolítsuk egy kicsit a feladatot, azaz bontsuk kisebb részekre, mondjuk négy tevékenységre.

- Az egyik tevékenység legyen továbbra is a TERVEZÉS, de tartalmát tekintve a megbízástól az engedélyezési tervdokumentáción át az engedélyezési eljárás befejezéséig, azaz a jogerős építési engedélyig tart. Az ideje legyen 6 hónap.
- A második tevékenység a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE, amely 2 hónap alatt teljesül.
- A harmadik tevékenység a KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA (akár versenyeztetve az engedélyezési tervdokumentáció alapján), amely a szerződéskötést is tartalmazza. Ez a tevékenység tartson 3 hónapig.
- Végül a negyedik feladat maga a KIVITELEZÉS, amely a terület átadásától a munka megvalósításáig, az átadás-átvételi eljárásig tart, és az ideje 18 hónap.

Amint látjuk, az időadatok összességében megegyeznek az előző feladattal, csupán jobban részleteztük, kisebb részekre bontottuk, de azt is megállapíthatjuk, hogy vannak egymást szükségszerűen követő tevékenységek és olyanok, amelyek azonos időben is megvalósíthatók. Egymás után, tehát soros kapcsolással végezhető a TERVEZÉS és a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE, valamint a KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA és a KIVITELEZÉS tevékenységek. Egymás mellett, azaz párhuzamosan szervezhető, bonyolítható a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE és a KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA tevékenységek. Amennyiben ezt a feladatot CPM-hálóval szeretnénk elkészíteni, először ismernünk kell a háló szerkesztésének szabályait, és meg kell ismerkednünk a háló igen különleges, speciális és rendkívül fontos elemével, a látszattevékenységgel. Azért kapta ezt a nevet, mert ez nem tevékenység, nem igényel időt, nem igényel erőforrást, csupán a logikai összefüggést, logikai kapcsolatot fejez ki.

A CPM-háló kiegészítő eleme tehát:

3. Látszattevékenység:



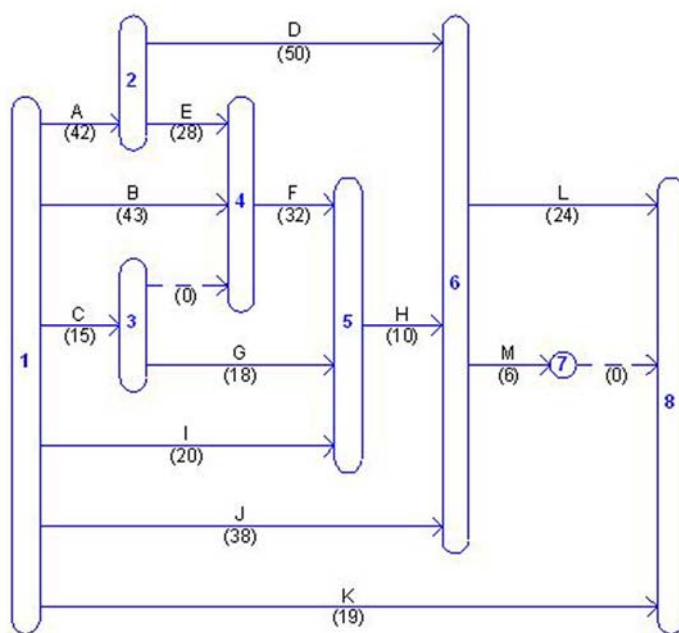
7. ábra. A látszattevékenység jele

- Nincs időtartama, ezért 0-t írunk a jele alá.
- - Erőforrásigénye nincs.
- - Logikai kapcsolatot jelöl.

SZERKESZTÉSI SZABÁLYOK ÉS A LOGIKAI HÁLÓ ELKÉSZÍTÉSE

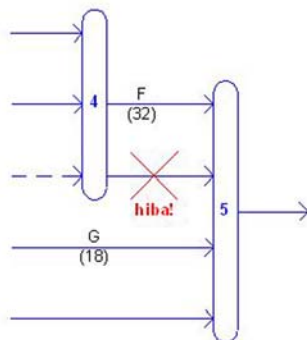
Mint a különböző kártya- vagy más társasjátékok megismerésénél és az első meccs lejátszásánál, vagy egy új műszaki cikk alkalmazásánál, úgy a hálótervezésnél is az a legfontosabb feladatunk, hogy megismerkedjünk azokkal az előírásokkal, amelyek nélkül nem lehet pontos és a kivitelezésben jól alkalmazható munkát végeznünk.

A legegyszerűbben egy helyesen megszerkesztett háló tanulmányozásán keresztül ismerhetjük meg a szerkesztési szabályokat.



8. ábra. Megszerkesztett logikai háló

- Két eseményt csak egy tevékenység köthet össze! A hálón a 4. és 5. esemény között egyetlen tevékenység található, így teljes mértékben beazonosíthatóvá válik. Tételezzük fel, hogy szükségünk van egy újabb tevékenység elhelyezésére, amely technológiailag éppen az F jelű tevékenységgel azonos időben végezhető el.

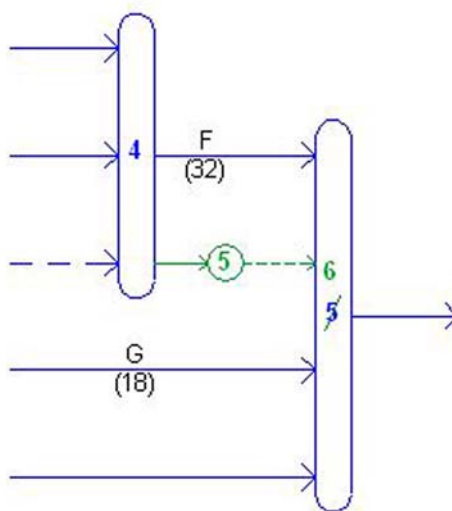


9. ábra. Hibás szerkesztés

Hogyan javítsuk ki? A megoldást a következő szabály adja!

- Amennyiben egy esemény bekövetkezésével 2 tevékenység indulhat el, de mindkettőnek befejeződése szükséges ahhoz, hogy egy harmadik tevékenység elkezdődhessen, úgy egy látszattevékenységet iktatunk közbe.

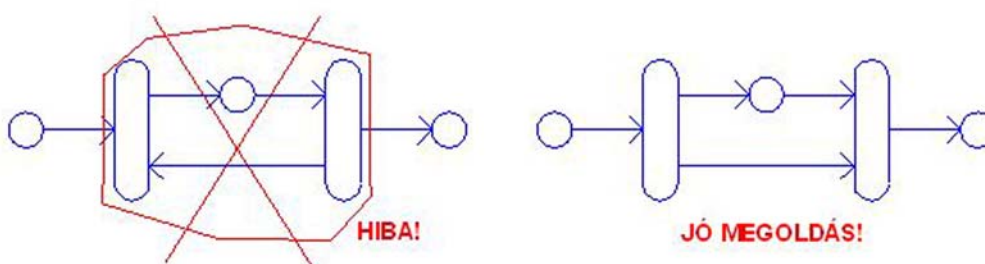
Nézzük az előző hiba kijavítását:



10. ábra. A tevékenység helyes elhelyezése

Az új tevékenység egy látszattevékenységgel került beillesztésre, majd az események átszámozása vált szükségessé, így lett az 5. eseményből 6.

- A háló hurokmentes legyen, azaz nyílütközés nem lehet benne! Jól látható, hogy az 1. eseményből folyamatos előrehaladással el lehet jutni a 8. eseménybe. Az alábbi képen a pirossal bekeretezett területen nyílütközés látható, amely olyan hatást eredményezhet, mint amikor egy körforgalomból nem lehet kijutni.



11. ábra. A háló hurokmentes legyen!

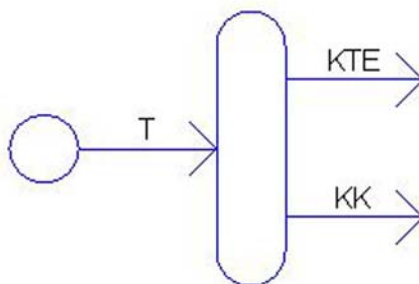
- A tevékenységek keresztezhetik egymást, azonban célszerű elkerülni az alkalmazását, mert megnehezíti a háló áttekinthetőségét, értelmezését.
- Egy hálóban csak véges (meghatározott) számú esemény lehet.
- Egy hálónak csak egy kezdő és egy befejező eseménye lehet.
- Egy eseményből több tevékenység is kiindulhat, illetve egy eseménybe több tevékenység is érkezik. Szép példa erre a 6. esemény, amelybe három tevékenység érkezik, és ha mind a három tevékenység befejeződött, akkor két tevékenység indulhat el.
- Az események számozása növekvő legyen, azaz a kezdő eseménytől a nyilak irányának megfelelően növekedjen. Célszerű az esemény számozását 1-gyel kezdeni.
- A háló időben összefüggő és irányfolyamatos legyen, azaz bármelyik kiválasztott eseményből el tudunk jutni az őt követő eseménybe.

Mindezek ismeretében már könnyedén el tudjuk készíteni „A CPM-háló elemei” fejezetben felvetett példát.

Összegezzük az információkat:

- a) TERVEZÉS, ideje: 6 hónap. Jelöljük T-vel.

Erről a tevékenységről tudjuk, hogy a befejeződésével el lehet kezdeni a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE és a KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA tevékenységeket.



12. ábra. Háló szerkesztésének menete

- b) KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE, ideje: 2 hónap. Jelöljük KTE–vel.

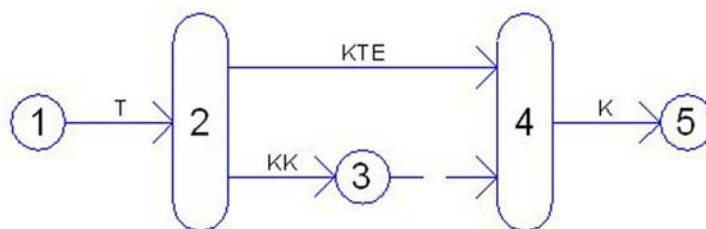
Erről a tevékenységről azt tudjuk, hogy a TERVEZÉS befejezése után kezdhető el, befejezése után pedig a KIVITELEZÉS kezdhető el.



13. ábra. Háló szerkesztésének menete

- c) KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA, ideje: 3 hónap. Jelöljük KK–val.

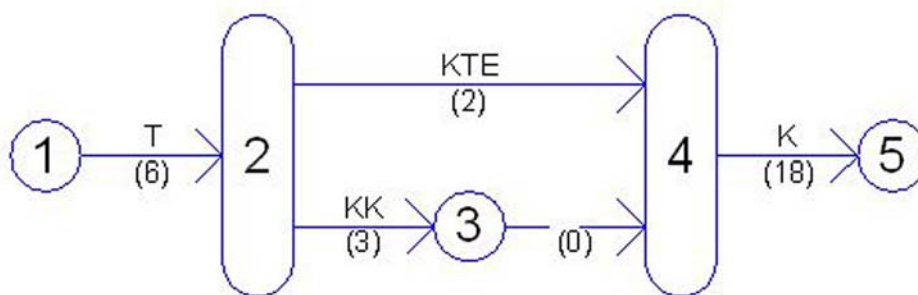
Ezt a tevékenységet úgy határoztuk meg, hogy a TERVEZÉS után, a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE tevékenységgel egyszerre kezdhető meg, de csak a befejeződése után indulhat a KIVITELEZÉS tevékenység.



14. ábra. Elkészült logikai háló

- d) KIVITELEZÉS, ideje: 18 hónap. Jelöljük K–val.

Erről a tevékenységről azt tudjuk, hogy csak akkor kezdhető el, ha mind a három előtte lévő tevékenység „elkészült”, ahogy ez az előző ábrán teljesült. Már csak egy feladatunk van, az időadatok felvitele és az események számozása.



15. ábra. Az elkészült logikai háló a tevékenységek időszükségletével

A logikai háló elkészítésével a feladat áttekinthető, ellenőrizhető, az elvégzendő munkának mintegy térképe, amely a feladat szervezésének, a végrehajtás ellenőrzésének alkalmas eszköze.

Amint az látható, a hálótervezés az alakjától kapta a nevét, ugyanis a munkafolyamatokat vagy azok részeit az adott feltételek figyelembevételével és a szerkesztési szabályok alkalmazásával egymáshoz rendeljük, függőségi viszonyukat meghatározva és felvázolva egy hálóra emlékeztető, hálós rajzolatú alakzat alakul ki.

Azok az építési tevékenységek, amelyeknél a hálótervezést alkalmazzuk, általában jóval több, leginkább több száz vagy több ezer tevékenységből állnak.



16. ábra. A budapesti 4-es metró építése²

Nem árt, ha tudjuk, hogy az első alkalommal elkészített hálónk a leggyakrabban még további átgondolást, átrajzolást igényel, azonban ne adjuk fel, kezdjük neki ismételtten. Törekedjünk az áttekinthető, lehetőleg kevés látszattevékenységet tartalmazó, technológiailag átgondolt, a háló szerkesztési szabályait figyelembe vevő, mások által is érthető hálót szerkeszteni.

² Forrás: http://www.metro4.hu/galeria_popup.php?id=495&path=db/galeria/images

A TEVÉKENYSÉGEK IDŐELEMZÉSE

Mint minden időterv elkészítésénél, úgy a hálóterv esetében is ismerni kell az elvégzendő munka mennyiségét, az erőforrások közül a rendelkezésre álló szakmunkások létszámát, gépesített munkánál a gépparkot, az alkalmazandó gépeket, továbbá a műszakórát és természetesen a szükséges időnormákat. Amikor ezek a rendelkezésünkre állnak és az építési munkát, a technológiát ésszerű elemekre, ún. tevékenységekre bontottuk, megkezdhetjük a számítást a már ismert összefüggés felhasználásával:

$$\frac{V \cdot n}{8} = L \cdot t$$

ahol:

- V – az elkészítendő feladat mennyisége (m²; m³; db;... stb.): megtalálható a tételes költségvetésben, vagy számítandó;
- n – időnorma 1 fő esetén (h/m²; h/m³; h/db; ... stb.): megtalálható a normagyűjteményekben;
- 8 – egy műszak óraszám (a kivitelező munkarendje szerint lehet bármilyen más érték, pl. 9 vagy 10 óra);
- L – munkafolyamat létszáma (fő);
- t – a munkafolyamat időtartama (nap, műszak).

A hálótervezéshez a tevékenységek munkaidejére vagyunk kíváncsiak, ezért t -re rendezzük át az egyenletet, és az ismert adatokat behelyettesítve számoljuk ki az egyes tevékenységek időintervallumát:

$$t = \frac{V \cdot n}{8 \cdot L}$$

A TEVÉKENYSÉGJEGYZÉK

A hálóterv készítésének sorrendjében első helyen szerepel a tevékenységek meghatározása, majd a logikai kapcsolatok elemzése, azaz a háló elkészítése következik. Utána meghatározzuk az egyes tevékenységek időtartamát a rendelkezésre álló erőforrások alapján. A tevékenységek meghatározásánál célszerű valamilyen formában rendszerezett listát vagy jegyzéket készíteni, ahol a feltételek és időadatok egyaránt feltüntetésre kerülnek, a háló elkészítése után pedig mintegy kóddal kiegészítve, a tevékenységeket kezdő és befejező eseményük számával ellátni. Ezt a listát nevezzük tevékenységjegyzéknek.

Tevékenységjegyzék a logikai háló elkészítése előtt:

A tevékenység		
jele	megnevezése	időtartama

		(hónap)
a)	TERVEZÉS (befejeződésével elkezdhető a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE és a KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA)	6
b)	KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE (elkezdhető a TERVEZÉS befejezése után, befejeződése után indulhat a KIVITELEZÉS)	2
c)	KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA (elkezdhető a TERVEZÉS után, befejeződése után indulhat a KIVITELEZÉS)	3
d)	KIVITELEZÉS (a KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE és a KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA után kezdhető el)	18

Tevékenységgjegyzék a logikai háló elkészülte után:

A tevékenység		
jele	megnevezése	időtartama (hónap)
1-2	TERVEZÉS	6
2-3	KIVITELEZŐ KIVÁLASZTÁSA	3
2-4	KIVITELI TERV ELKÉSZÍTÉSE	2
3-4	Látszattervékenység	0
4-5	KIVITELEZÉS	18

Az első táblázat tartalmazza a szükséges információkat ahhoz, hogy a logikai hálót el tudjuk készíteni. Szükséges megjegyezni, hogy ezen adatokat kell gépre vinni, amennyiben számítógépes program segítségével oldjuk meg a hálótervezési feladatot.

A második táblázat tartalmazza az elkészült logikai háló adatait, vagyis a jel ez által átalakult a tevékenység kezdő és befejező eseményének azonosítószámára.

A hálótervben a tevékenységek között egyértelműen meghatározható technológiai, logikai és időbeli kapcsolat áll fenn.

Bármely tetszőlegesen kiválasztott tevékenység megkezdése előtt be kell fejeződniük bizonyos más tevékenységeknek.

Egy-egy tevékenység befejeződésével új tevékenységek kezdésének feltétele teremthető meg.

A CPM-háló hátránya, hogy az átlapolás megvalósítása komplikált, amit csak az eredeti tevékenységek részletesebb felbontásával, majd az így keletkezett új tevékenységek egy részének párhuzamosításával lehet megoldani.

A sávos ütemtervvel összehasonlítva azonban nagy előnye a hálótervnek, így a CPM-hálónak is, hogy kiemeli a tevékenységek közötti függőségi viszonyt és rámutat azokra a tevékenységekre, amelyek a teljes építési munka határidőre történő végrehajtása szempontjából lényegesek. Innen kapta a **CPM**-háló a nevét: **Kritikus Út Módszere**, amely módszer szerint a kezdő eseménytől a befejező eseményig több úton is el lehet jutni a tevékenységeken keresztül, azonban létezik legalább egy út, amelyik mindegyik másíknál hosszabb. Ez lesz az az időintervallum, amelynél rövidebb idő alatt nem lehet megvalósítani az adott építőipari feladatot. A **Kritikus Út** meghatározását a háló **időelemzésével** lehet végrehajtani.

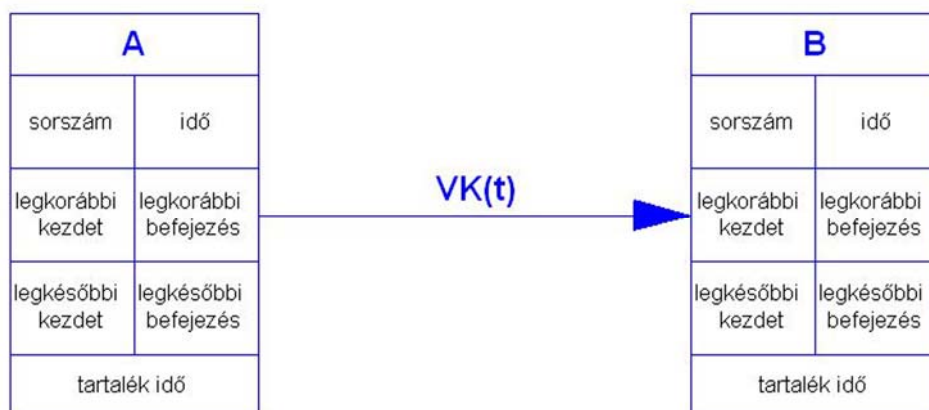
GONDOLATOK AZ MPM-HÁLÓRÓL

A háló egyik jellemzője, hogy tevékenység-csomópontú, legfontosabb elemei a csomópontokhoz rendelt tevékenységek és az éleken jelölt kapcsolatok.

megnevezés	
sorszám	idő
legkorábbi kezdet	legkorábbi befejezés
legkésőbbi kezdet	legkésőbbi befejezés
tartalék idő	

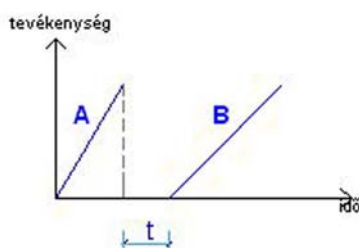
17. ábra. A tevékenységtábla tartalma

A tevékenységek közötti „élek” nyíllal irányítottak, a kapcsolatot a nyilakon tüntetjük fel.



18. ábra. Két tevékenység és a közöttük fennálló „Vége – Kezdet” kapcsolat

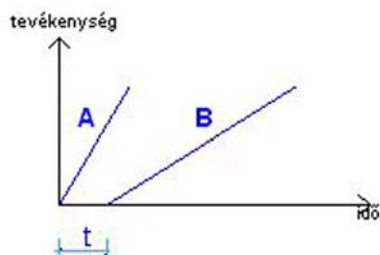
A 12. ábrán egy **„Vége – Kezdet” kapcsolat** látható, amely azt fejezi ki, hogy a követő tevékenység mennyivel később kezdődjön el az előző tevékenység végéhez képest. Ezt a minimálisan betartandó időt (t) írjuk a VK rövidítés után. Természetesen a B jelű tevékenység később is kezdhető (13. ábra), amennyiben rendelkezik tartalékidővel. A hálót alkalmazók szívesen magyarázzák ezeket a kapcsolatokat a ciklogram háttérével, a szalagok egymáshoz viszonyított kapcsolatával. Jele: **VK(t)**.



19. ábra. Vége – Kezdet kapcsolat

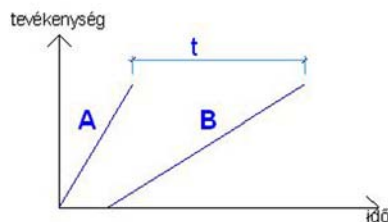
A tevékenységek további kapcsolatai a következők:

A **„Kezdet – Kezdet” kapcsolat** (14. ábra) jellemzője, hogy a követő tevékenység kezdetét a megelőző tevékenység kezdetéhez viszonyítják, és az így megadott idő (t) a kezdőpontok közötti minimális követési távolságot adja meg. Jele: **KK(t)**.



20. ábra. Kezdet – Kezdet kapcsolat

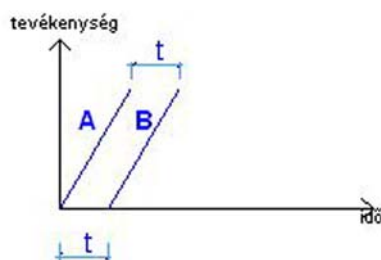
A **„Vége – Vége” kapcsolat** (15. ábra) jellemzője, hogy a tevékenységek befejezése közötti időminimumot adják meg, azaz hogy a követő tevékenység befejezése és a megelőző tevékenység befejezése között legalább mennyi idő teljen el. A követő tevékenység befejezése későbbi időpontra is eshet, amennyiben lesz tartalékideje. Jele: **VV(t)**.



21. ábra. Vége - Vége kapcsolat

Elméletben létezik még egy alapkapsolat, ez a „Kezdet - Vége” kapcsolat, ezt azonban a gyakorlatban nem lehet alkalmazni.

Meg kell említeni azonban egy speciális kapcsolatot, amelynél az eddig megismert két kapcsolati módot alkalmazzák, ezért ezt kettős kapcsolatnak is nevezik. Ez a **„Kritikus közelítés”** (16. ábra), ahol a tevékenységek kezdete és a befejezésük egyaránt minimális követési idővel (t) van ellátva. Jele: **CR(t)**.



22. ábra. Kritikus közelítés, vagy Kezdet - Kezdet és Vége - Vége kapcsolat

A tevékenységek kezdetét és befejezését, azaz a kezdési és befejezési időpontokat **időelemzéssel** lehet meghatározni, amely a többfajta kapcsolat miatt összetett feladat.

Az MPM-háló készítését szerkesztési szabályok alapján kell végezni.

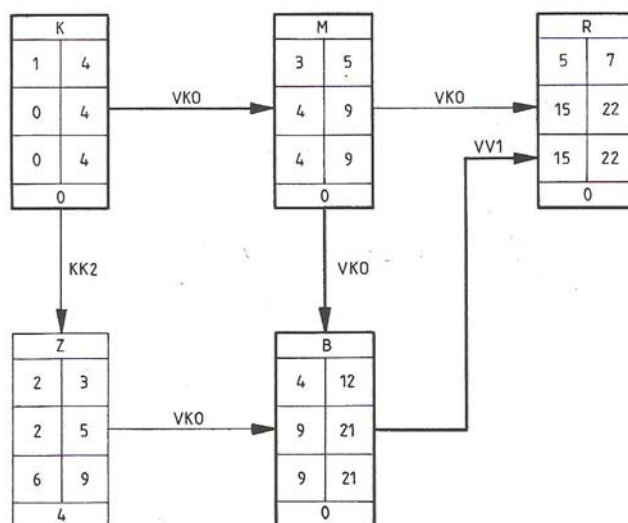
Időelemzéssel határozzák meg a tevékenységek kezdési és befejezési időpontját.

Kritikus Utat határoznak meg az időelemzés eredményeként oly módon, hogy kiemelik azokat a tevékenységeket, amelyek legkorábbi és legkésőbbi időpontjai azonosak.

Tevékenységgjegyzéket készítenek, ahol minden szükséges adatot feltüntetnek.

A tartalékidőket figyelik, nyilvántartják, amennyiben szükséges, felhasználják.

Az építőipari szervezési feladatokban nagyon jól lehet alkalmazni ezt a hálótechnikát a többféle kapcsolattípus kezelése, az átlapolott tevékenységek alkalmazhatósága miatt.



23. ábra. MPM-háló időelemzés

GONDOLATOK A PERT-HÁLÓRÓL

A legelterjedtebb eseményorientált hálóterv a PERT-módszerrel készülő háló. Ebben az esetben a teljes munkafeladat fő elemei az események, amelyek idővel rendelkeznek. Ennél a módszernél is a feladat megoldása az események bekövetkezésének legkorábbi és legkésőbbi időpontjainak meghatározására irányul. A legeredményesebben elsősorban kutatási, műszaki fejlesztési feladatok, vagy új termék bevezetésére irányuló feladatok időbeli tervezésénél alkalmazható.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Tanárunk múzeumlátogatás megszervezésével bízta meg Önt és másik három társát. Írja össze az elvégzendő feladatokat! Határozza meg, hogy ki miért felel, azaz mit fog az adott feladatsorból elvégezni, majd készítse el (tanára irányításával) a feladat hálótervét!

³ Tóti Magda – Wehner Marianna: Építésszervezés, építéskivitelezés, Budapest, MSZH Nyomda és Kiadó Kft., 1999. (70. oldal, 3.30. ábra.)

2. Az időadatok nélküli tevékenységjegyzék alapján készítse el az alépítményi munkákra vonatkozó CPM-hálót!

A munkavégzés feltételei:

A feladatban két azonos épület épül egymás mellett (az egyiket „A”-val, a másikat „B”-vel jelöltük). Ugyanazon munkacsoportok dolgoznak mind a két épület építésénél.

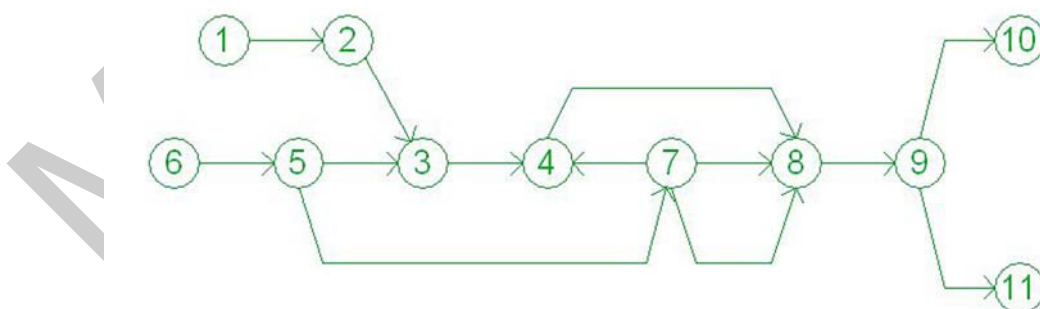
A tevékenység	
jele	megnevezése
1–2	Humusz eltávolítása „A” és „B” épület helyén
2–3	Kitűzés „A”
3–4	Földkiemelés „A”
3–5	Dúc beépítése „A”
3–6	Kitűzés „B”
4–5	Látszattevékenység
5–6	Látszattevékenység
5–7	Zsaluzat készítése „A”
6–8	Földkiemelés „B”
6–9	Dúc beépítése „B”
7–9	Látszattevékenység
7–10	Alaptest betonozása „A”
8–9	Látszattevékenység
9–11	Zsaluzat készítése „B”
10–11	Látszattevékenység
10–12	Technológiai szünet
11–13	Alaptest betonozása „B”
12–14	Zsaluzat bontása „A”
13–15	Technológiai szünet
14–15	Látszattevékenység
14–16	Dúcolat bontása „A”
14–17	Földvisszatöltés „A”
15–18	Zsaluzat bontása „B”
16–18	Látszattevékenység
17–18	Látszattevékenység
18–19	Dúcolat bontása „B”

18–20	Földvisszatöltés „B”
19–20	Látszattervevényesség

3. Tanulmányozza (tanára segítségével) Takács Ákos – Dr. Neszmélyi László – Somogyi Miklós: Építéskivitelezés-szervezés, Szega Books Kft., 2007-ben kiadott könyvének 224–226. oldalain leírt tevékenység-csomópontú MPM-rendszerű hálótechnikai módszert, a tevékenységek kapcsolatainak modellezését valamint a 228–229. oldalakon leírt és bemutatott hídépítési feladatot!

4. Keresse meg (tanára ellenőrzése mellett) a hálón található hibákat! A keresésbe vonja be osztálytársait is!

HIBÁS HÁLÓ!
Keresse meg a szerkesztési hibákat!



24. ábra. Hibakeresés hálóterven

5. Nézze meg a Szega Books Kft. kiadásában megjelent Szerényi Attila: Építőipari közös feladatok (kiadás éve: 2008) című könyvben a 350. oldalon bemutatott egyszerű CPM-rendszerű háló ábráját, amely egy monolit betonlábazatra szerelt kerítés elkészítésére vonatkozik! Mutassa be osztálytársainak is a hálót, és szakmai ismeretei alapján indokolja a tevékenységek kapcsolatát!

6. Készítse el (tanára segítségével és ellenőrzése mellett) azt a logikai hálótervet, amely egy háromszintes épület belső szakipari munkáira vonatkozik. A hagyományos, kiselemes építési móddal épült épület szerkezete már elkészült, a feladat a vakolást, burkolást és festést foglalja magába!

7. A képeken monolit vasbeton talpgerenda elkészítésének folyamatát látja. A 25. ábrán bezsaluzva, betonozás előtt, a 26. ábrán betonozva, tömörítés után.



25. ábra. Talpgerenda bezsaluzva⁴



26. ábra. Talpgerenda betonozva, tömörítés után⁵

Szakmai ismereteit felhasználva készítsen tevékenységjegyzéket a felvonulással kezdődően, az alapozáson át a talpgerenda elkészítéséig.

Határozzák meg az egyes tevékenységek szükséges elkészítési idejét, majd (tanári segítséggel) készítsenek CPM-hálótervet!

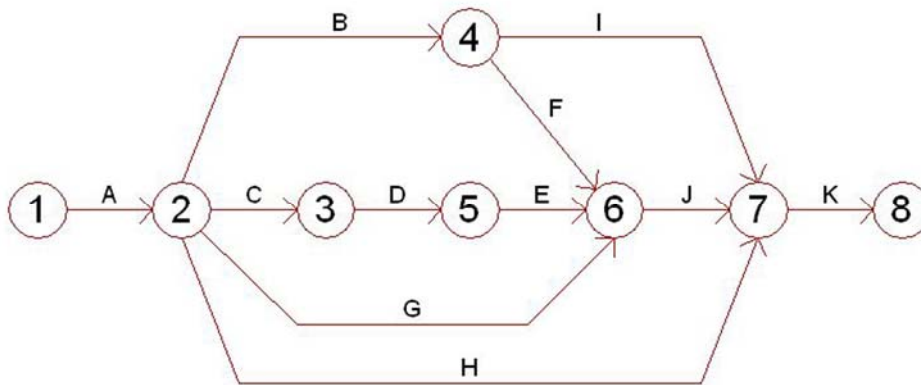
⁴ Forrás: <http://www.pellekft.hu/content/view/18/46/>

⁵ Forrás: <http://www.pellekft.hu/content/view/18/46/>

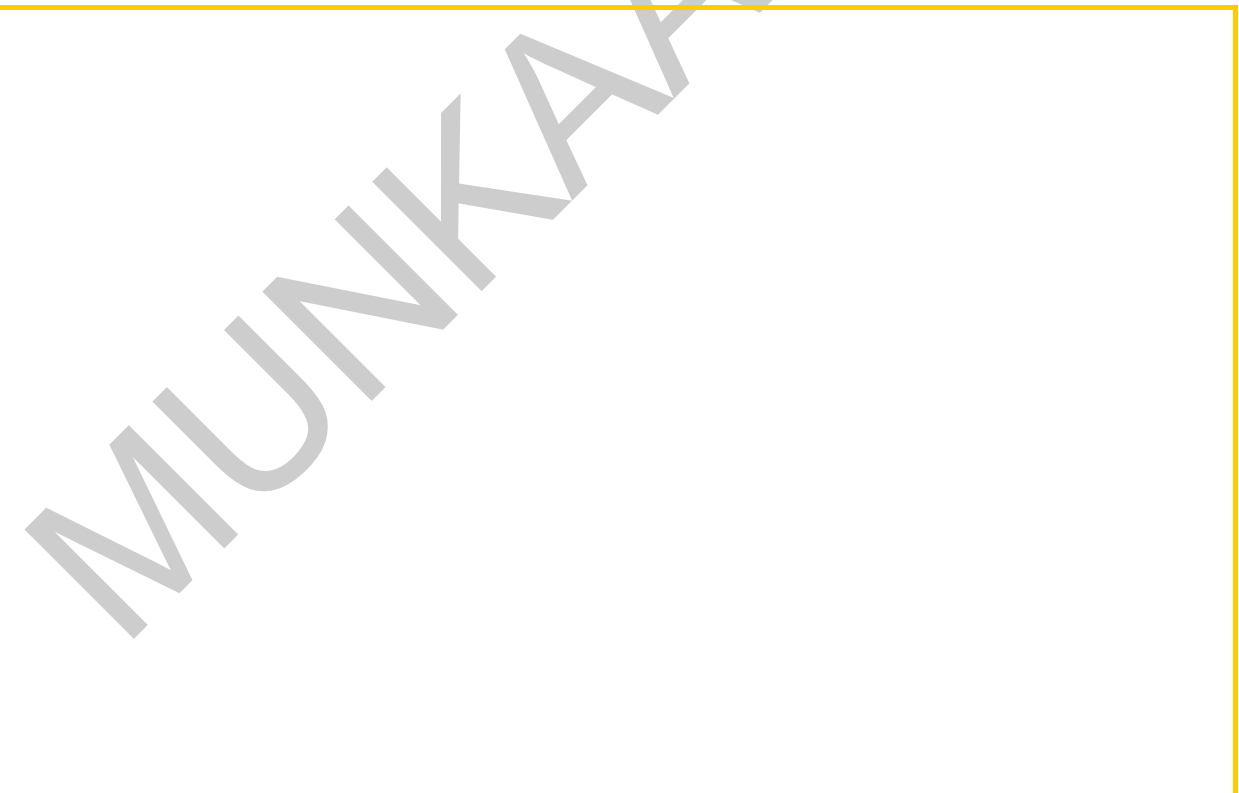
MUNKANYAG

3. feladat

Rajzolja meg úgy a CPM-hálót, hogy a tevékenységek párhuzamos vonalakból, az események körökből és „nyújtott körökből” álljanak!



27. ábra. Logikai háló "kisimítás" előtt



4. feladat

Szedje pontokba a CPM-háló legfontosabb szerkesztési szabályait!

5. feladat

Készítse el a logikai hálót a megadott tevékenységek alapján, majd az elkészített logikai hálóról növekvő eseményszámú teljes tevékenységjegyzék elkészítésével fejezze be a munkát!

A feladat egy előregyártott vasbeton vázas csarnok és a terület lehatárolása, a kerítés és a bejárat kapu megépítése.

A tevékenység	
jele	megnevezése
A	Felvonulás az építési területre
B	Az elvégzett munka leszámlázása
C	Levonulás az építési területről
D	Daru szállítása az építési területre (a lehető legrövidebb időt töltsön az építkezésen, de a szerkezet és a tető elkészítésénél szükség van rá)
E	Daru elszállítása az építési területről
F	Vasbeton elemek szállítása a helyszínre
G	Az építéshez szükséges anyagok szállítása
H	Végleges bejárat kapu építése (az építési feladat része)
I	Végleges kerítés építése (az építési feladat része)
J	Földkiemelés és alapozás
K	Szerkezet építése

L	Tető elkészítése
M	Vázkitöltő fal építése
N	Befejező munkák

TEVÉKENYSÉGJEGYZÉK

[illegible]

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Legismertebb változata a CPM (Critical Path Method), azaz Kritikus Út Módszere, a PERT (Program Evaluation and Review Technique), azaz Programellenőrző és Kiértékelő Eljárás, vagy az MPM (Metra Potential Method), azaz Potenciálok Módszere, de Erőforrások Módszerének is szokták nevezni.

2. feladat

A CPM-háló elemei:

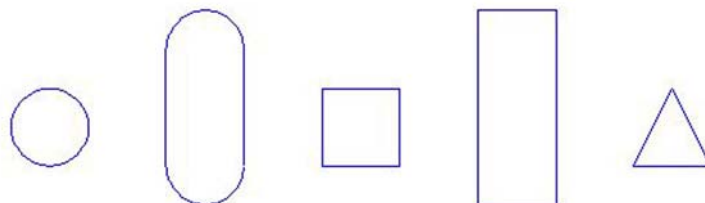
Tevékenység:



28. ábra. A tevékenység jele

- Mindig időtartama van, legyen az építési folyamat, munkafolyamat vagy mozdulat, esetleg technológiai szünet, pl. 5 nap, 2 hét, 11 hónap.
- Erőforrásigénye van, ez alól kivétel a technológiai szünet, amely a tevékenység része.
- Egyik eseménytől a másik eseményig tart.
- A nyíl hossza nem arányos a tevékenység idejével.

Esemény:



29. ábra. Az esemény jelölésének módjai

- Mindig időpontot jelöl, pl. 5. nap, 2. hét, 11. hónap.
- Erőforrásigénye nincs.
- A tevékenység kezdő vagy befejező időpontját jelzi.

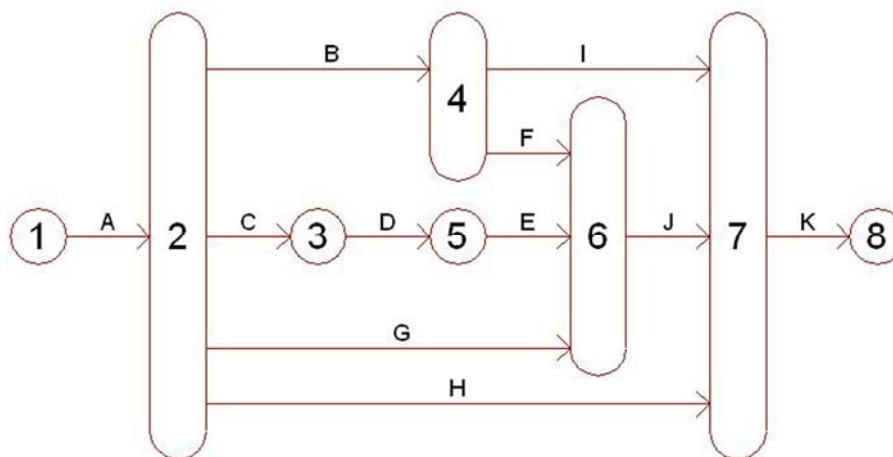
Látszattevékenység:



30. ábra. A látszattevékenység jele

- Nincs időtartama, ezért 0-t írunk a jele alá.
- Erőforrásigénye nincs.
- Logikai kapcsolatot jelöl.

3. feladat



31. ábra. "Kisimított" háló

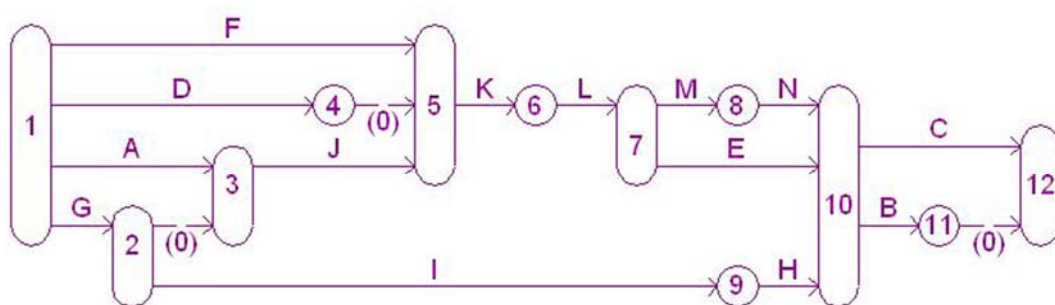
4. feladat

- 1) Két eseményt csak egy tevékenység köthet össze!.

- 2) Amennyiben egy esemény bekövetkezésével 2 tevékenység indulhat el, de mindkettőnek befejeződése szükséges ahhoz, hogy egy harmadik tevékenység elkezdődhessen, úgy egy látszattevékenységet iktatunk közbe.
- 3) A háló hurokmentes legyen.
- 4) A tevékenységek keresztezhetik egymást.
- 5) Egy hálóban csak véges számú esemény lehet.
- 6) Egy hálónak csak egy kezdő és egy befejező eseménye lehet.
- 7) Egy eseményből több tevékenység is kiindulhat, illetve egy eseménybe több tevékenység is érkezhetsz.
- 8) Az események számozása növekvő legyen.
- 9) A háló időben összefüggő és irányfolyamatos legyen.

5. feladat

Egy megoldás a logikai háló elkészítésére:



32. ábra. Előregyártott vasbeton vázas csarnok és kerítés építésének hálóterve

TEVÉKENYSÉGJEGYZÉK

A tevékenység	
jele	megnevezése
1-2	Az építéshez szükséges anyagok szállítása
1-3	Felvonulás az építési területre
1-4	Daru szállítása az építési területre
1-5	Vasbeton elemek szállítása a helyszínre
2-3	Látszattevékenység
2-9	Végleges kerítés építése
3-5	Földkiemelés és alapozás
4-5	Látszattevékenység

5-6	Szerkezet építése
6-7	Tető elkészítése
7-8	Vázkitöltő fal építése
7-10	Daru elszállítása az építési területől
8-10	Befejező munkák
9-10	Végleges bejárati kapu építése
10-11	Az elvégzett munka leszámítása
10-12	Levonulás az építési területől
11-12	Látszattervek készítése

IRODALOMJEGYZÉK

AJÁNLOTT IRODALOM

Takács Ákos – Dr. Neszmélyi László – Somogyi Miklós: Építéskivitelezés-szervezés, Szega Books Kft., 2007. (221–226. o.)

Tóti Magda – Wehner Marianna: Építésszervezés, építéskivitelezés, MSZH Nyomda és Kiadó Kft., 1999. (61–64. o. és 66–69. o.)

A(z) 0688–06 modul 020–as szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 582 04 0000 00 00	Mélyépítő technikus
54 215 01 0000 00 00	Műemlékfenntartó technikus
54 582 05 0000 00 00	Vízépítő technikus
54 582 03 0000 00 00	Magasépítő technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
10 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató