



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM**  
**ÉPÍTÉSZMÉRNÖKI KAR**  
**ÉPÍTÉSKIVITELEZÉSI és SZERVEZÉSI TANSZÉK**

**dr. Neszmélyi László**

# **AZ ÉPÍTÉSI MUNKÁK IDŐTERVEZÉSE**

# Tartalom

1. BEVEZETÉS.....	4
2. AZ ÉPÍTÉSBEN ALKALMAZOTT ÜTEMTERVEK.....	5
Az időtervben foglalt műszaki-szervezési feltételek következményeként meghatározható .....	5
2.1. Az építésben alkalmazott ütemtervek fajtái.....	5
2.1.1. Vázlatos ütemterv.....	6
2.1.3. Részletes ütemterv .....	10
2.2. Az időtervek ábrázolási módjai.....	13
2.2.1. Numerikus (táblázatos) ütemtervek .....	13
2.2.2. Sávos ütemterv – (Gantt) diagram.....	13
2.2.3. Ciklogram .....	14
2.2.4. Hálós ütemtervek .....	16
2.2.5. Az erőforrásütemtervek.....	27
3. AZ IDŐTERVEZÉS .....	28
3.1. Folyamatok képzése .....	28
3.1.1. Folyamatok az építésben.....	28
3.1.2. Az építmény részelemekre bontása.....	29
3.1.3. Az építmény térbeni építési szakaszokra való felbontásának szempontjai .....	29
3.2. A folyamatok elemzése, a munkaigényesség és a folyamatidő számítása .....	30
3.2.1. A erőforrásigény számítása .....	30
3.2.2. A folyamatidő és az erőforrásszükséglet szükséges számítása .....	32
3.2.3. A folyamatcsoport mértékadó időtartam intervalluma .....	34
3.2.4. A folyamat elemzéshez felhasználható normaértékek megállapítása, a rendelkezésre álló adatok, adatbázisok.....	34
3.2.5. Az építőipari gyakorlatban alkalmazott normagyűjtemények.....	36
3.3. A folyamatok összekapcsolása, a relatív időhelyzetek meghatározása .....	38
3.3.1. Az alap folyamatkapcsolatok és a kapcsolati feltételrendszer .....	38
3.3.2. A folyamatkapcsolatok jellemző kialakításának módjai .....	38
3.3.3. Az ütemezési célhoz kapcsolódó jellemző ütemezési megoldások .....	43
3.4. A szalagszerű építés – a folyamatos építési módszerek .....	54
3.4.1. A szinkronizált szalag .....	55
3.4.3. A ritmikus szalag .....	58
3.4.3. Az aritmikus szalag .....	59
3.5. Az időtervezés ajánlott folyamata.....	60
3.6. Időtervek aktualizálása .....	62
3.6.1. Az aktualizálások fázisai.....	62
3.6.2. Az aktualizált időterv.....	63
4. ERŐFORRÁS TERVEZÉS AZ ÉPÍTÉSI MUNKÁK ESETÉBEN .....	65
4.1. Az erőforrások csoportosítása .....	65
4.1.1. Az ütemezhetőség jellege szerint .....	65
4.1.2. Az erőforrás jellege szerint lehetnek.....	65
4.2. Az erőforrás tervezés módjai .....	65
4.3. Az erőforrások tervszerű elosztása .....	67
4.3.1. Az allokálás fogalma, alapinformációi .....	67
4.3.2. Az erőforrás elosztás lehetséges módjai .....	68
4.3.3. Az erőforrás tervezési feltételek prioritásai .....	69
5. AZ ÉPÍTÉSI MUNKÁK ELŐREHALADÁSÁNAK KÖVETÉSE.....	71
5.1. Az építési munkák követésének az ütemtervekkel szembeni elvárásai .....	71
5.1.1. Az ütemtervi folyamatok kialakításának jellemzői .....	71
5.2. Az építési munkák készülségének követése.....	72
5.2.1. A munkák készülségének követése során a folyamatokra az értékelés időpontjában felmérhető, számítható munkahelyi információk .....	72
5.2.2. A munkafolyamatok előrehaladását jellemző mutatók.....	72
5.3.1. A termelés követéséhez szükséges információk .....	76
5.3.2. Az információ áramlás gyorsasága .....	76
5.4. A termelés követésének eredményközlése .....	76
5.4.1. Az ütemtervi információk.....	76
5.4.2. A folyamatok készülségi mutatói .....	76

<b>5.5. Az előrehaladás követésével kapcsolatos általánosítható megállapítások .....</b>	<b>77</b>
<b>5.5.1. A magasépítési –pontoszerű- építmények esetében .....</b>	<b>77</b>
<b>5.5.2. A mélyépítési –vonalas- építmények esetében.....</b>	<b>77</b>
<b>Irodalomjegyzék: .....</b>	<b>78</b>
<b>MELLÉKLETEK .....</b>	<b>79</b>
<b>1.sz. melléklet: Normaadatok.....</b>	<b>79</b>

# 1. BEVEZETÉS

E fejezet célja az építés időbeni lefutásának előrejelzését, majd követését segítő eszközök és módszerek feltárása, alkalmazási lehetőségeinek ismertetése. Az egyes kérdések tárgyalása során, alkalmazkodva a kézikönyvtől elvartaknak, az építési gyakorlatban alkalmazható praktikumok kerülnek döntően ismertetésre, a lehetőségekhez képest minél több alkalmazási mintával.

Az építéskivitelezési gyakorlatban az időtervezéssel összefüggő viszonylag szűk szakmai területnek is nagy jelentősége van, hiszen egy kiegyensúlyozott, időben ütemesen végzett építési munkán sokkal kevesebbszer merülnek fel a minőséget, a műszaki megfelelést rontó, valamint a pénzügyi lebonyolítást zavaró kérdések.

Az időtervezéssel összefüggő feladatok -a megbízója igényeitől függően- akár az építés gondolatának megszületésétől a műszaki átadást követő aktiválásig is eltarthat. Ebben a hosszú időszakban a munka jellegétől függően *az építéssel összefüggő információs igények eltérőek, ezért eltérő részletezettségű és tartalmú időtervekre van szükség.* További igen fontos igénye és feladata az építés lebonyolításában résztvevő szakembereknek, hogy az ütemtervekben megfogalmazott előrehaladást, az ahhoz tartozó műszaki állapotot megfelelően össze tudják vetni a tényleges állapottal, az eltéréseket értékelje, és ennek alapján megalapozott intézkedéseket hozzanak, így biztosítva a részhatáridők és a munka véghatáridejének betartását. E tevékenység során a pénzügyi következmények is jelentős súllyal bírnak, hiszen a résszámlázás lehetősége esetén a vállalkozás likviditására is komoly befolyással lehetnek az ütemezett állapottól való jelentősebb eltérések.

A szakmában igen elterjedt szemlélet szerint ütemtervre nincs szükség, hiszen azt betartani úgysem lehet. Ezt részben elismerve de előretekintve, probléma vizsgálata során mottóként kezelhetjük, hogy *„az ütemterv azért készül, hogy tudjuk, hogy mitől térünk el”.* Hogy ezt az eltérést megtudjuk határozni, kell legalább egy ütemterv és a vizsgált időpontokban ismerni kell a munka készültségi szintjét.

Természetesen az ütemtervek és kapcsolódó járulékos tervei a fentiekén túl számos igen fontos egyéb célt is teljesítenek, így készítésük indokoltsága az építőiparban a projekt gondolatának megszületésétől annak megvalósulásáig igen fontos.

A következőkben e feladat ellátásához szükséges ütemtervek, információs rendszerek kialakításának módjait vizsgáljuk meg.

## **2. AZ ÉPÍTÉSBEN ALKALMAZOTT ÜTEMTERVEK**

Az építésben az építést irányító műszaki vezető, és az építtető igényeit közvetítő, érdekeit védő műszaki ellenőr az építés időterveivel más-más összefüggésben kerül kapcsolatba.

A műszaki ellenőr -ha már az építést előkészítő munkába is bevonják-, megbízója számára a munka lefutását műszakilag megalapozó kisebb részletességű ütemtervet készít, illetve a pályázati felhívásban, a megrendelésben az általa megkövetelt időterv felépítésével, részletezettségével, kidolgozásával kapcsolatos feltételeket határozza meg.

A kivitelezési munkát irányító projektfelelős, létesítményfelelős általában az ütemezési feladatokkal az ajánlat igen fontos mellékletének, az ajánlati ütemtervnek, illetve a kapcsolódó pénzügyi ütemezésnek az elkészítésekor találkozik. A gyakorlatban igen sokszor a kivitelező számára szerződéses kötelezettségként írják elő a szerződés megkötését követő rövid időszakon belül a létesítmény kivitelezésének részletes ütemtervét tartalmazó dokumentáció elkészítését.

A kivitelezés során felmerülő információ igények kielégítésére az építésben alkalmazott időtervek meghatározzák:

- az építés során elvégzendő egyes folyamatok időigényét, illetve bizonyos esetekben kijelölik a folyamat rendelkezésére álló időintervallumot,
- a folyamatokhoz tartozó műszaki tartalmat,
- az időbeni és térbeni összefüggéseket,
- a folyamatok technológia által megkövetelt sorrendjét,
- a feladatcsoportok végrehajtási sorrendjét,
- a teljes építés időtartamát, illetve a kezdés és befejezés naptári időpontjait.

Az időtervben foglalt műszaki-szervezési feltételek következményeként meghatározható

- a munka költségeinek időbeni alakulása,
- a részszámlázási időpontokhoz, időintervallumokhoz tartozó
  - költségértékek és
  - a kapcsolódó műszaki tartalmak, amelyek

lehetőséget adnak a pénzfolyamhoz kapcsolódó elemzések, valamint likviditási kérdések vizsgálatára.

Ezeken túl jellemzően az építési vállalkozó munkájával kapcsolatban jelentkezhet igényként a feladatok elvégzéséhez szükséges

- erőforrások szükséges mértékének,
- ezek összetételének (pl. építómunkás/szakmunkás), valamint
- az erőforrásigények alakulásának az építési idő intervallumban

történő meghatározására.

### **2.1. Az építésben alkalmazott ütemtervek fajtái**

Az építés során az ütemterv a végrehajtás alapvető dokumentuma a szerződéses határidőt alátámasztó, esetleg kötbérterhes határidőket tartalmazó terv. Ezért a korrekt műszaki megítélés és pénzügyi elszámolás miatt a műszaki ellenőrnek és a műszaki vezetőnek is alapvető érdeke, hogy a megvalósítás időszakának, az elszámolás módjának, a célnak megfelelő részletességű ütemterv készüljön, illetve a kivitelezést végző vállalkozó a fenti feltételeknek megfelelő részletességű, térbeni, és időbeni bontású ütemtervet készítsen.

Az építés különböző szakaszaiban a következő eltérő részletességű és információ tartalmú ütemtervek elkészítésére lehet szükség.

### **2.1.1. Vázlatos ütemterv**

**Célja:** a nagy értékű bonyolult beruházások döntés-előkészítésének időszakában meghatározni a beruházás szempontjából fontos feladatrészek határidőpontjait, pénzübeni és kapacitási feltételeket. E terv készítésének időszakában általában még csak a kivitelezés kezdési és befejezési időpontja határozható meg, a megvalósítás részleteiről kellő mennyiségű és részletességű információ még nem áll rendelkezésre.

A terv készítése során célszerű azt is figyelembe venni, hogy a döntésekben mértékadó építetői-tulajdonosi kör, illetőleg a finanszírozással foglalkozók résztvevők egy része nem szükségszerűen építéssel foglalkozó szakember.

#### **Általában tartalmaznia kell:**

- a tervek szállítását,
- hatósági engedélyezési eljárásokat,
- vizsgálatok, engedélyek beszerzését,
- egyes létesítmények építésének és technológiai szerelésének kezdését, befejezését,
- munkaterület átadását,
- fontosabb gépek és berendezések megrendelését, szállítását,
- a beruházás üzembe helyezését,
- időben szakaszolt beruházások esetében ezen kívül az egyes szakaszok üzembe helyezési időpontjait (részhatáridők).

#### **Időlépték, az időtartamok meghatározásának adatbázisa**

- Az ütemterv időléptéke függ a létesítmény nagyságától, a teljes átfutási idő mértékétől. A gyakorlatban ez általában egy hónap.
- A tevékenységek időtartamának meghatározása történhet
  - a létesítmény és a tevékenységek becsült természetes paramétereinek ismeretében igen nagyléptékű, tapasztalati normatívák segítségével (pl. hónap/1000m<sup>2</sup>, stb.), illetve statisztika és összehasonlító normaadatok segítségével, vagy
  - termelékenységi mutatók alapján (pl.: költségvetési érték / időegység, ahol az időegység jellemzően szintén hónap)

#### **Terjedelme**

Bár jelentősen függ az építmény méreteitől, bonyolultságától, de az ütemterv által megkövetelt funkció nem enged és nem ad lehetőséget a túlzott részletességre, így általában a szokásos mérete 20-60 tevékenység.

#### **Járulékos ütemtervrészletek**

Az ütemtervtől elvárt egyik alapvető információ a beruházás pénzügyi ütemezésének feltárása, ezért a sajátosságoktól függően negyedévi, félévi, ritkábban igen nagy átfutási idejű létesítmények esetében esetleg évi bontásban a beruházási költségeket tartalmazó pénzügyi ütemterv készül.

*A mintaként bemutatott Vázlatos ütemterv a létesítmény építésének előkészítő és kivitelezésének nagyvonalúan megfogalmazott menetét mutatja be. Célja a befektető és a finanszírozó számára fontos feladatok időtartamának, időhelyzetének rögzítése. Ezek részben*

- a hitelfedezettel,
- a várható ráfordítások és árbevételek időszakának kijelölésével, valamint
- a kivitelezés főbb folyamatainak műszakilag megalapozott időbecslését és időszakát tartalmazzák.

*A vázlatos ütemtervek általában részletesebb szakmai tartalmat nem mutatnak be, célszerű a problémákat úgy megfogalmazni, hogy a kivitelezési munkákban kevésbé járatos pénzügy, jogi végzettségű szakemberek számára is jól érthető tárgyalási alap legyen.*

## Lakóház építésének generál ütemterve

Lap: 1 / 1



File: Szege\_generál\_2013

Print: 08.27. 23:59

### **2.1.2. Generálütemterv.**

**Célja:** hogy áttekintést nyújtson az egész építési folyamatról az egyes építményrészek, fontos építési szakaszok megvalósítási időpontjairól. A műszaki vezető szempontjából kiemelkedő jelentősége van az ilyen részletességű időtervnek, mivel ez szolgálhat a különféle alvállalkozókkal történő szerződéskötés feltételeinek műszaki alapjául. További feladatot jelent, hogy ezzel a részletességű tervvel célszerű a megbízói információs igényeket kielégíteni úgy hogy az építésben kevésbé jártas megbízó is követhesse a kivitelezés előrehaladását (pl. egy társasház építés esetében a leendő lakó meg tudja ítélni, hogy az ő lakása a tervezetthez képest milyen készségi fokon áll).

#### **Általában tartalmaznia kell:**

- az egyes tervezési fázisokat, a tervszállításokkal összefüggő mérföldköveket,
  - a lebonyolítással összefüggő fontosabb események mérföldköveit (pl. munka-terület átadás-átvételi időpontokat, részhatáridőket, mintahelyiségek bemutatása, jóváhagyása, stb.),
  - a különböző jelentősebb feladatot végző al-, illetve társvállalkozók munkájának időintervallumait, esetleg a térnek a technológia és a szervezési koncepciónak megfelelő részletességű felbontásával
  - a kapcsolódás szempontjából fontosabb szerkezetek, létesítménycsoportok elkészülésének mérföldköveit, valamint
  - a kivitelezés térbeni és időbeni összehangolásával összefüggő egyéb sajátos feltételeket.
- **Időlépték, az időtartamok meghatározásának adatbázisa**  
A terv időléptéke általában egy hét, hosszabb időszakot igénylő építési munkák esetében esetleg a hónap, illetve annak tört része.  
A folyamatok időbecsléséhez a vázlatos ütemtervhez hasonlóan jellemző
    - a tapasztalati normatíváknak, illetve összehasonlítási adatokon alapuló időbecslés alkalmazása, azonban a tervezés ezen időszakában
    - célszerű az al-, illetve társvállalkozói ajánlatkérésekre érkezett információkra támaszkodva becsülni a tevékenységidőket.

#### **Terjedelme**

Bár ez esetben is jelentősen függ az építmény méreteitől, bonyolultságától, de az ütemtervtől elvárt információk részletesebb kialakítást indokolnak, ezért jellemzően 30-120 tevékenység terjedelem a gyakori.

#### **Járulékos ütemtervrészletek**

A beruházás megbízható pénzügyi ütemezésének alapja. Igen sok esetben a szerződés mellékletét képező ajánlati ütemterv funkcióját is ellátja, ezért rendszeresen havi, vagy a résszámlák időintervallumainak megfelelő bontásban pénzügyi ütemterv készül hozzá. Egyéb, az erőforrás-szükségletekkel foglalkozó járulékos terv készítése nem ajánlott.

*A mintaként bemutatott generál ütemterv példájául egy többszintes társasház építése szerepel. Ennek az ütemtervnek ki kell jelölnie a megvalósítás főbb fázisait időbeni helyzetével és a hozzá tartozó műszaki tartalommal. Kiindulási kereteket kell adnia a később készítendő részletes ütemterv főbb időbeni lefutásához. Alkalmazása során az információ tartalmából az építésben jártas szakember már becsülni tudja feladat várható kapacitás igényének nagyságrendjét, a kivitelezés várható kritikus pontjait. Ez az ütemterv lehetőséget ad a rész-számlák időpontjainak és értékének kellő biztonsággal történő meghatározására is. A nem szakember építetető, esetleg a lakás későbbi tulajdonosa az „átlagos napi járókelő” szakértelmével is meg tudja ebből ítélni az építés készségi fokát.*

*Az épület térbeni szakaszolása –szintekre, esetleg több lépcsőház esetében szekciókra bontása- általában nem szüksége, a kivitelező szempontjából nem is kívánatos a túlzott kötelezettség vállalás elkerülése miatt. Folyamat részletessége jellemzően a nagyobb, fontosabb munkanemek szerint alakítható ki.*

## Lakóház építésének generál ütemterve

Lap: 1 / 1

Ssz	Továbbkérés	13 NE 4		2014 NE 1			2014 NE 2			2014 NE 3			2014 NE 4			2015 NE	
		Nov	Dec	Jan	Feb	Már	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Sze	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb
1	Előszórás költése																
2	Hatályba lépés - banki hitelek megköltése			Jan 25.													
3	Munkajuttatás átadás-átvétel befejezése			Jan 25.													
4	Köztisztviselői munkák kezdete			Jan 28.													
5	... részhatár							Máj 10.									
6	Szerkezetépítés			Jan 28.													
7	Alapozási földmunka			Jan 28.	Feb 03.												
8	Alapozás (sáv és pont)			Feb 03.	Feb 16.												
9	Függőleges vb. szerkezetek			Feb 16.	Feb 28.												
10	Földmunkák			Feb 28.	Már 09.												
11	Falazási munkák - laherfordó falak				Már 09.			Ápr 28.									
12	Vízszintes vb. Szerkezetek				Már 22.			Máj 10.									
13	Tetőszerkezet, hőjelés							Máj 11.									
14	Acélszerkezet és tetőszerkezet röntegok cserépfedés alá							Máj 11.									
15	Cserépfedés + bádgos munkák talán							Máj 23.									
16	Belső kőműves munkák																
17	Falazási munkák - válaszfalak																
18	Belső vakolatok, homlokzati nyílászárók elhelyezése																
19	Belső nyílászárók elhelyezése																
20	Ajzatszerkezetek készítése																
21	Épületgépészeti szerelések																
22	Elektromos csövezés, vezetékezés																
23	Víz, csatorna szerelése																
24	Gázvezeték szerelése																
25	Fűtés szerelése																
26	Lift szerelése																
27	Szakképzési munkák																
28	Belső lakatos szerkezetek elhelyezése																
29	Belső falalkalmazások (glettelés, festés, mázolás)																
30	Hidoburkolatok (csomópont, karántia)																
31	Moloburkolatok, parketta felletés, cserézés, lakozás																
32	Szerelvényezések																
33	Takarítás, befejező munkák																
34	Homlokzati és épületen kívüli munkák																
35	Homlokzati vakolat + mükő + bádgos munkák																
36	Homlokzati lakatos szerkezetek, garázsbejáró elhelyezése																
37	Terapondázás, növényesítés, épületen kívüli munkák																
38	Véghatár																
39	Műszaki átadás-átvétel eljárás																

Kritikus továbbkérés		Nemkritikus mérföldkő	
Nemkritikus továbbkérés		Késői időpont	
Teljes Tartalékidő		Korai időpont	
Szabad Tartalékidő		Kritikus összegzés	
Korai időhelyzet		Megjártár	
Kritikus mérföldkő		Nemkritikus összegzés	

File: Szege\_generál\_2013

Print: 08.27. 23:59

### **2.1.3. Részletes ütemterv**

**Célja:** a megvalósítási technológiai -esetleg munkafolyamatainak- részletességi szintjén a kivitelezés lefutásának részletes bemutatása. Tartalmazza az építés területi, esetleg időbeni szakaszaira bontva a technológiai sorrendnek és kötöttségeinek figyelembevételével az ütemezési cél alapján kidolgozott szervezési koncepciót. Ha korábban készült ajánlati ütemterv, akkor ezzel összevethető, ellenőrizhető formában célszerű kialakítani. Ez az ütemterv általában a kivitelező, a műszaki vezető igényeit szolgálja ki, ezért a műszaki ellenőr érdekkörébe tartozó feladatrészletességnél nagyobb részletességgel készül.

#### **Általában tartalmaznia kell:**

A technológia ill. munkafolyamat részletezettség szintjén, építési szakaszonkénti bontásban,

- a tervek szállításával,
- megrendelő által biztosítandó munkaterület és adatszolgáltatással kapcsolatos feltételekhez tartozó mérföldköveket,
- az egyes tevékenységek, munkafolyamatokat
- az alvállalkozói munkák kapcsolódási pontjához szükséges mérföldköveket,
- az üzembehelyezéssel kapcsolatos információkat, hatósági és egyéb bejelentési kötelezettséggel járó feladatokat,
- az egyes kiemelt fontosságú szerkezetek, gépek, berendezések rendelésével kapcsolatos adatokat.

#### **Az időlépték, az időtartamok meghatározásának adatbázisa.**

A részletes ütemterv időléptéke általában nap, de előfordulhat hosszabb átfutási feladat esetén a heti időlépték is. Ritkán általában egy-egy speciális technológia esetében alkalmaznak akár egy órás időléptéket is, ilyen lehet például a betontechnológiai feltételek teljesítése nagy méretű munkahézag mentes lemezek építése, vagy vágányzárban végzett vasútépítési feladatok ütemezése.

A folyamatok időtartamának meghatározása az építőmesteri és szakipari munkák körében általában a klasszikus folyamatelemzés módszereinek megfelelően normák alapján számított munkaigények összegzésével, illetve egyes alvállalkozói munkák esetében a szerződéses időpontokhoz tartozó határidők beépítésével történik. Ennek az ütemterv-fajtának is jelentősen könnyíti az elkészítését, ha az ütemterv készítője rendelkezik komplex technológiai folyamat szintű normákkal.

#### **Terjedelme**

A részletes ütemterv mérete igen tág határok között változhat. A néhány száz tevékenységtől a több ezer tevékenységű terv is elképzelhető. A terv készítése során célszerű szem előtt tartani, hogy hálós ábrázolási forma és számítógép alkalmazása esetében is egyszerre a tervező maximum mintegy 300-500 tevékenységet tud áttekinteni, ezért az ütemterv szerkezetének kialakítása akkor megfelelő, ha körülbelül maximum ekkora méretű, önállóan tervezhető modulokból áll.

#### **Járulékos ütemtervrészletek**

A beruházás legrészletesebb időütemezése. Szemben az előző nagyvonalú időtervekkel pénzügyi ütemtervet igen ritkán készítenek a részletes ütemtervhez, mivel a költségeknek a tevékenységekhez rendelése nehézkes, illetve túl nagy munkával jár kézzelfogható előnyök nélkül.

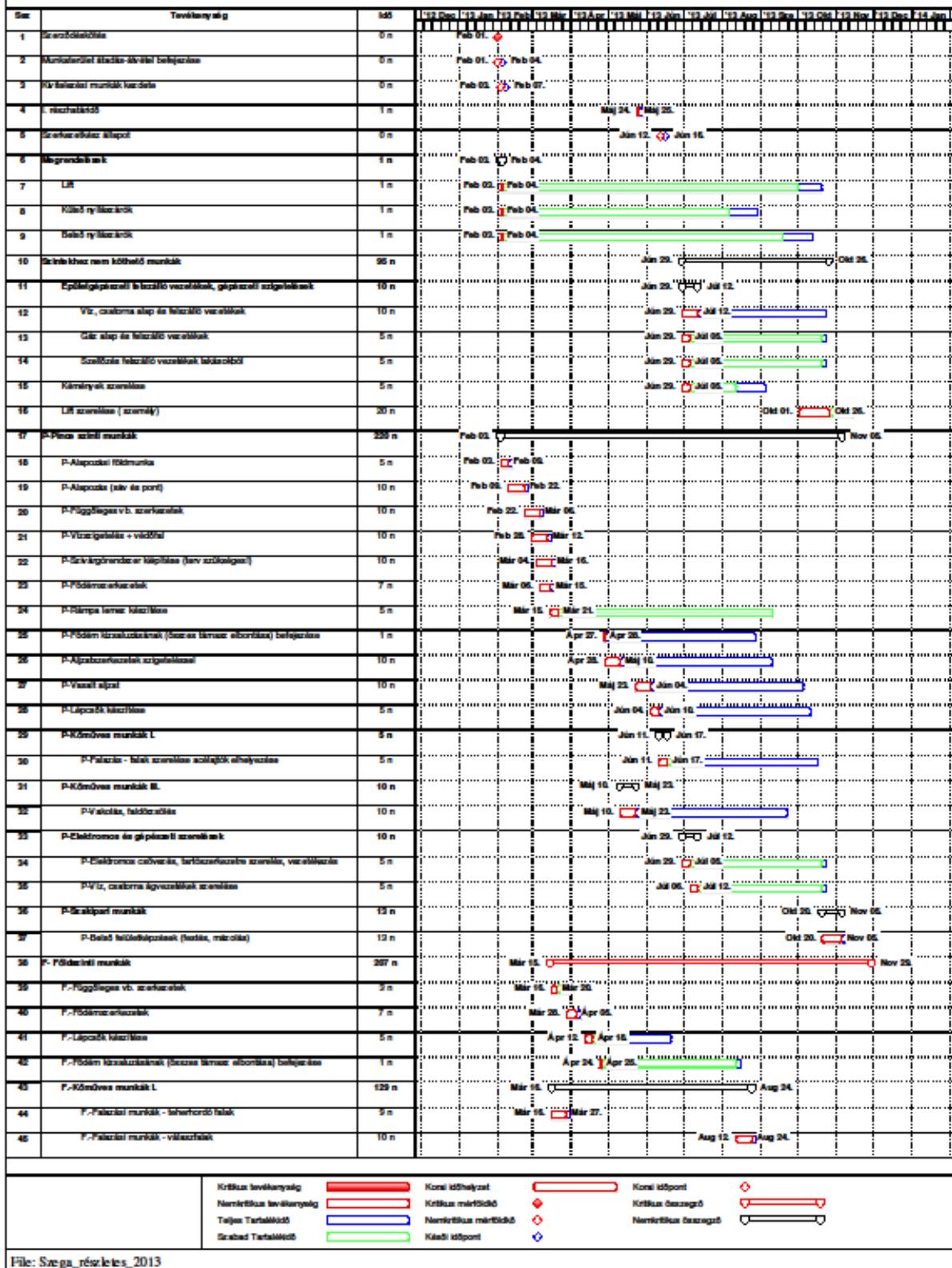
A kivitelező érdekeltségi körébe tartozó erőforrás-szükségleti információkat tartalmazó gép és anyagszükségleti ütemterv készítése szokásos. Több esetben felmerül a munkaerő szükséglet időbeni alakulását bemutató létszámütemterv készítésének igénye (főleg a megrendelő oldaláról). Ennek elkészítése nem javasolható, mert az ütemezés és a tényleges feltételek eltérése esetében a kivitelező és meg-

rendelője között a határidőket nem veszélyeztető esetekben is konfliktusokhoz vezethet.

*A generálütemtervben szereplő társasház részletes ütemterve a munkahelyi vezetés számára is alkalmas térbeni-szintenkénti- bontásban ütemezi az építés folyamatait. A folyamat részletessége a fontosabb technológiák, munkacsoportok munkájának időbeni alakulásának tervezést is lehetővé teszi, így például célszerű megkülönböztetni a falazott és a szerelt válaszfalakat, a gépészeti munkák során a strangokat és az ágvezetékeket. A térben és időben eltérően végezhető feladatokat is célszerű elkülöníteni, példánkban a hidegburkolási munkák esetében a lakásban végzett, a loggiákon készülő és a folyosók burkolatai lettek elkülönítve.*

## Lakóház építésének részletes ütemterve -részlet-

Lap: 1 / 5



## 2.2. Az időtervek ábrázolási módjai

Az időterveket a különböző alkalmazási igények, a létesítmény jellege, a tervezés időtávlata szerint különféle formában lehet ábrázolni.

Az építőiparban az alábbi alkalmazási formák terjedtek el.

### 2.2.1. Numerikus (táblázatos) ütemtervek

A legegyszerűbb ábrázolási mód, egyszerűen előállíthatók bármely táblázatot kezelő programmal is, ezért a különféle csoportosításokban is jól rendezhetőek a benne szereplő adatok.

Általában a folyamat megnevezését, mennyiségét, időtartamát, és a naptári kezdési és befejezési időpontot tartalmazza. Megjegyzésként szokásos a felelős, a vállalkozó vagy egyéb fontos körülmény megadása.

Megnevezés	Mennyiség	Időtartam	Kezdés	Befejezés	Felelős
Humuszleszedés	400 m <sup>3</sup>	2 nap	VIII.12.	VIII.13.	
Alapárok kiemelése	120 m <sup>3</sup>	2 nap	VIII.13.	VIII.14.	
Szerelőbeton	32 m <sup>3</sup>	4 nap	VIII.14.	VIII.17.	
.....					
.....					

### 2.2.2. Sávós ütemterv – (Gantt) diagram

A legelterjedtebben alkalmazott ábrázolási forma, ahol az építés folyamatait elkülönítve, idő lépték szerint a kezdési és befejezési határidejünkkel a végrehajtás folyamatos vagy szakaszos jellegének szemléltetésével mutatja be. Általában a vízszintes tengelyen a naptárosított időt, a függőleges tengelyen a folyamatokat megnevezésükkel tüntetjük fel. Az ütemvonalakhoz rendelt egyéb kiegészítő információkat is itt célszerű megadni, így például a jellemző mennyiséget, az alkalmazott erőforrások mértékét, a végrehajtó szervezet megnevezését, a munka ténylegesen elvégzett részét. Ennek az ábrázolásnak előnye egyszerű rajzolhatóság –akár ceruza és egy vonalzó, vagy akár az Excel táblázat kezelő is szóba jöhet, hátránya, hogy a folyamatok térbeni helyzetét csak áttételesen mutatja be.

Súlytámfal építése																									
Sz.	Tevékenység			Munkanap																					
	Megnevezés	Idő	Erőf.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Alapárok kiemelése	4 n	8 ém	█	█	█	█																		
2	Alap zsaluzása	6 n	4 ács		█	█	█	█	█	█															
3	Alap betonozása	6 n	6 ém			█	█	█	█	█	█														
4	Alap kiszaluzása.	3 n	2 ács					█		█		█													
5	Fal zsaluzása	8 n	6 ács						█	█	█	█	█	█	█	█									
6	Fal betonozása	7 n	8 ém								█	█	█	█	█	█									
7	Fal kiszaluzása	4 n	4 ács									█		█		█		█							

Jelentős problémát okozhat a sávós ütemterv alkalmazása esetében, ha a folyamat ütemvonalamentén

- az alkalmazott erőforrás szintek változnak, illetve
- az elvégzendő feladatmennyiség változik azonos erőforrás szint alkalmazása esetében.

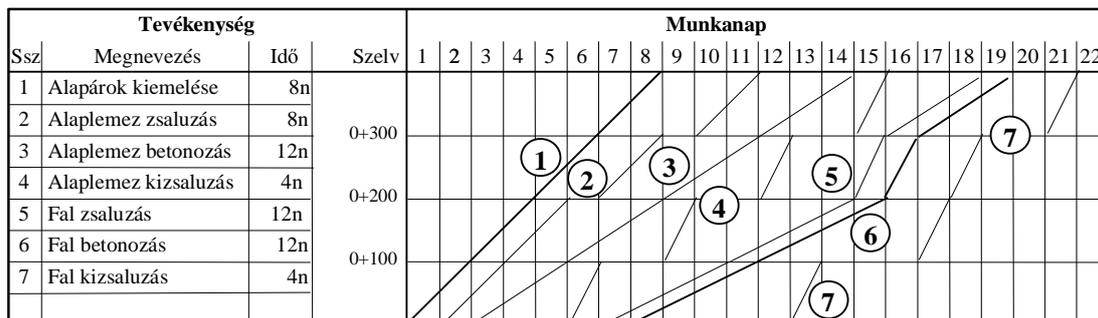
Mivel a sávos ütemtervben a folyamatok sebessége nem érzékelhető az intenzitásváltás, illetve a folyamaton alkalmazott erőforrás szint változása munkasebesség változást idéz elő. Ez akár azonos időtartamú megelőző, illetve követő folyamatok esetében a folyamatok ütközéséhez, a következőkben ismertetésre kerülő ciklogramos ábrázolás esetében metsződéshez, azaz a technológiai sorrend felrúgásához vezethet.

### 2.2.3. Ciklogram

A ciklogramos ábrázolási forma módot ad a folyamatok térbeni és időbeni helyzetének bemutatására. A derékszögű koordináta rendszerben általában -a felfelé mutató- függőleges tengelyen az építményre jellemző valamilyen térbeli kiterjedést jellemző paraméter van feltüntetve (csatorna, út szelvényezése, épületek szekciói, stb.), a vízszintes tengelyen az idő. A folyamatok e tér-idő koordináta rendszerben vannak ábrázolva a hozzátartozó azonosítóval, esetleg egyéb kapcsolódó információval (pl. alkalmazott erőforrás mértéke).

A sávos ütemtervvel szemben ez az ábrázolási forma alig ad lehetőséget a folyamatok tervezett állapotának és tényleges előrehaladásának egyidejű áttekinthető ábrázolására.

Az egyes ütemvonalak állandó feladatmennyiség és egyenletes erőforrás szint esetében egyenesek, iránytangensüket a folyamat sebessége határozza meg. Ha az előrehaladás során az egységnyi térre jutó feladat mennyiség nő, úgy változatlan erőforrás szint esetében a folyamat sebessége csökken, a ciklogramos ütemtervben az ütemvonal laposabb lesz, míg feladatcsökkenés esetében a folyamat sebessége nő, így meredekebb lesz, az ütemvonalban törés keletkezik. Az erőforrás szint változása hasonló módon okozhat törést az ütemvonalon.



A mellékelt minta a ciklogramos ütemterv egyik szokásos formáját mutatja be a járulékos tervrészekkel.



#### 2.2.4. Hálós ütemtervek

A hálós tervezés, mint az irányítás egyik eszköze, a feladatok végrehajtására, megvalósítására vonatkozó – technikai, ellátási és egyéb idővonatkozású – feltételek korszerű megfogalmazási- és ábrázolási módja: az 1950-es évek végén alakult ki.

Az egymástól függetlenül, közel egy időben kifejlesztett több módszerek közös vonása, hogy a gráfelméletben kialakított módszereket alkalmazzák.

A háló tervezési módszerek elsősorban mint összetett, bonyolult feladatok, nagy fejlesztési programok, szervezetek irányításának – számítógéppel segített – a hagyományosnál fejlettebb eszközeként terjedtek el.

Az építőipari feladatok növekedése, a munkamegosztás egyre nagyobb mértéke, a különféle együttműködő szervezet nagyszámú kapcsolódó tevékenységének összehangolása olyan módszer alkalmazását igényelte, amely lehetővé teszi a feltételek a korábinál (sávós, ciklogramos ábrázolási módok) pontosabb, részletesebb megfogalmazását, és ezek számítógépes kezelését. Ilyen kritériumoknak az 1960-as évek óta elterjedő és azóta a számítástechnikai fejlődéssel együtt fejlődő, egyre jobban felhasználóbaráttá váló hálós technika felel meg leginkább.

A kivitelezésben dolgozó műszaki szakemberek rémálma, amikor jelentősebb csúszás keletkezik a tervezett időtervhez képest, vagy a megbízó igényeinek változása követeli meg a meglévő ütemterv átdolgozását. Ezt a átdolgozott ütemterve természetesen „tegnapra” kell elkészíteni. Az előzőekben ismertetett ábrázolási technikák többnyire ceruza-papír-radir módszerrel készülnek, így a legkisebb változás átvezetése is jelentős mennyiségű munkával jár.

A hálós ábrázolási forma alkalmazása esetében az alábbi előnyökhöz juthatunk a hagyományos módszerekkel szemben:

- A hagyományos (sávós, ciklogramos) ütemtervekből nem tűnik ki, hogy az egyes folyamatok egymással szükségszerűen -technológiai, vagy szervezési megfontolások alapján-, vagy véletlenszerűen kapcsolódnak, illetve kerültek a megadott időpozícióba.
- A hagyományos ütemtervekben az egyes folyamatok ütemvonalai az egész feladat megvalósításának szempontjából egymáshoz viszonyítva azonos fontossággal szerepelnek. A valóságban azonban a véghatáridő kialakulásának, illetve tarthatóságának szempontjából vannak alapvető fontosságú folyamatok, és olyanok amelyek még adott mértékű csúszása nem befolyásolja a véghatáridőt. Azaz a háló időtervezés során meghatározható a kritikus, illetve a szubkritikus utak, az ezeken elhelyezkedő tevékenységek a kiemelten fontos határidőpontokkal.
- A hagyományos időtervezési módszerek alkalmazása nagyobb feladatok részletes leírására a folyamatok nagy száma miatt nehézkesen, vagy nem alkalmazható.
- A hagyományos ütemtervek szigorú időbeosztáshoz kötöttek, az időskála elcsúsztatása (pl. más kezdési időpont) gyakorlatilag újratervezést igényel.
- A hagyományos ütemtervek aktualizálása szintén gyakorlatilag újratervezést jelent, szemben a technológiai, szervezési összefüggéseket tartalmazó hálós tervvel, ahol csak a megváltozott feltételeket leíró kapcsolatokat és tevékenységidőket kell cserélni, és az időelemzés után már az aktualizált ütemterv áll rendelkezésünkre.
- A hálós tervek dokumentálása a ma már a munkahelyeken is rendelkezésre álló számítógépes háttér segítségével gyorsan, elegánsan, piacképesen történhet meg.

A hálós modellezést elősegítő számítógépes programok elterjedésével e technika is viszonylag széles körben alkalmazott.

A hálótechnika

- szervezési alapelemei

- a **tevékenység**, ami egy időbeli kiterjedéssel bíró folyamat, lehet aktív beavatkozást, erőforrást igénylő (pl.: tervezés, alaptest betonozása), vagy amely beavatkozást nem csak időt igényel (pl.: betonszilárdulás),
- az **esemény**, ami valamilyen számításba vett helyzet vagy állapot bekövetkezésének időpontja időbeni kiterjedés nélkül (nulla időtartammal). Szokták „mértőldkő” elnevezéssel is használni (pl.: tervek leszállítása, munkaterület átadása, betonozás befejezése). Csak időbeni pozíciója van, időterjedelme nincs
- gráftechnikai alapelemei
  - a **csomó**, amit valamilyen geometriai ábrával, legelterjedtebben téglalappal, körrel ábrázolnak,
  - az **él**, ami a gráf csomópontjait összeköti. A termelés-szervezésben használt gráfok esetében **irányított él** az alkalmazott, ami a gyakorlatban a csomók közötti nyilat jelenti.

A két szervezési és a két gráf elem megfeleltetése során négy változat lehetséges:

- amikor tevékenységet az él jelképezi, **tevékenység-él** hálónak,
- amikor a tevékenységet a csomó jelképezi, **tevékenység – csomó** hálónak nevezzük.

A fenti két esetben az ábrázolás során a tevékenységet tekintettük az ábrázolási forma alapjának, ezért a fenti két ábrázolási módot **tevékenység orientált** ábrázolási módnak nevezzük.

A megfeleltetés további lehetősége az esemény kiemelése, és az ábrázolás alapjának tekintése, így

- az eseményt az él jelképezi, **esemény - él** hálónak,
- az eseményt a csomó jelképezi, **esemény – csomó** hálónak nevezzük.

Ezt a két ábrázolási módot **esemény orientált** ábrázolási módnak nevezzük.

Az ábrázolási mód jellege szerint megkülönböztethetők:

- tevékenység-orientált hálótervek, elsősorban a termelés-szervezési, kivitelezés-szervezési, gyártási, kooperációs feladatok megoldásánál alkalmazhatók előnyösen. Az elvégzendő egyértelmű, meghatározott tartalmú tevékenységek időtartamai tapasztalati, vagy számított kiindulási információként adhatók meg. Az időelemzési feladat megoldása a tevékenységek megkezdésének és befejezésének – lehetséges legkorábbi és legkésőbbi – határidőpontjai meghatározására irányul. (A legelterjedtebbek az első fejlesztések közül CPM, mint tevékenység – élű, az MPM, mint tevékenység csomópontú ábrázolási forma).
- esemény - orientált hálótervek, elsősorban kutatási, új termék bevezetési, vagy műszaki fejlesztési feladatok időbeli tervezésénél alkalmazhatók. Ebben az esetben csak az egész feladat egyes fő állomásai (eseményei) ismertek, a kívánt állapotot létrehozó tevékenységek tartalmilag meghatározhatatlanok, alig ismertek. A kiindulási elemek az – igényelt részállapotok bekövetkezését jelző – események lesznek, amelyek bekövetkezéséhez szükséges időt – általában valószínűség-számítás alapján (pl. háromszoros időbecsléssel) határozzák meg, de az események között pontos, definiált tevékenységeket általában nem értelmeznek. Az ilyen feladat megoldása az események bekövetkezésének – valószínűsített – legkorábbi és legkésőbbi időpontjainak meghatározására irányul. (Legelterjedtebb az ún. PERT módszer.)
- Kevert- (vagy „vegyes”) orientációjú hálótervek, amelyek az előbbi két eset kombinációjából vezethetők le.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a termelészervezési feladatok modellezésére a tevékenység orientált hálótervezési módszerek a legmegfelelőbbek, ezért e jegyzet csak ezek ismertetésére szorítkozik.

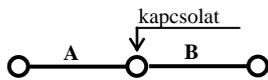
### Egyszerű függőségek ábrázolása gráfon

A gráfon használatos szimbólumok:

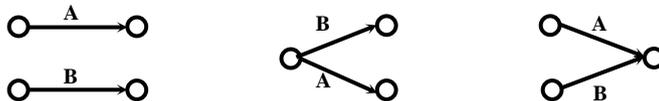
- csomó 
- él 
- irányított él 
- logikai kapcsolati jel (függőséget átadó elem) 

Az alábbiakban a függőségek kialakításának néhány lehetősége látható tevékenység élű gráf részleten.

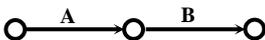
#### A és B él között kapcsolat van, a kapcsolat tartalma tisztázatlan



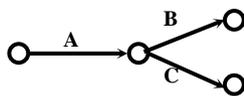
#### A és B irányított él egymástól független



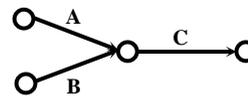
#### A és B irányított él között egyszerű kapcsolat van, A-tól függ B



#### A, B és C irányított él között összetett kapcsolat van



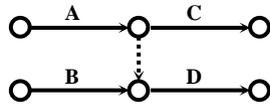
A-tól függ B és C,  
B és C egymástól független



A-tól és B-től függ C,  
A és B egymástól független

### Logikai kapcsolat (függőség) átadó elem

ha több tevékenység között kapcsolatot kell létrehozni, de a közös csomó alkalmazása nem kívánt módon közvetít függést, ebben az esetben alkalmazható az irányított logikai („látszat tevékenység”), amelynek időtartama nulla, csak irányított függőség közvetítő szerepe van.



A fenti esetben **D** tevékenységet akartuk függővé tenni **A** tevékenységtől, úgy hogy **C** tevékenység ne függjön **B**-től. A fentiek alapján **A** és **B** függetlenek, **C** függ **A**-tól, **D** függ **A**-tól, **B**-től és **C**-től.

### A termelésszervezésben alkalmazott gráfok tulajdonságai

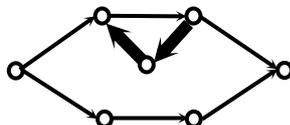
A matematikában igen tág határok között értelmezhető gráfokkal szemben a termelésszervezésben alkalmazott gráfok néhány tulajdonságát célszerű szűkített formában értelmezni. Bár a szakirányú irodalomban elfogadják az ettől való eltérést, és egyes számítógépes programok is lehetőséget adnak ezeknek a korlátozásoknak átlépésére, a tervezés során ezek betartása a logikai váz megbízhatóságát javítja.

A termelésszervezésben alkalmazott gráf legyen

- **irányított**, minden élnek irányítást kell adni („azaz minden élen legyen nyíl”)
- **zárt**, úgy, hogy
  - a gráfnak csak egy nyitó csomója legyen (aminek nincs megelőzője, azaz „nem mutat bele nyíl”), illetve
  - a gráfnak csak egy záró csomója legyen (aminek nincs követője, azaz „nem megy ki belőle nyíl”)



- **véges**, úgy hogy a nyitó csomóból a záró csomóba bármely úton el lehessen jutni, a hálóba önmagába visszatérő út („hurok”) nem lehet.

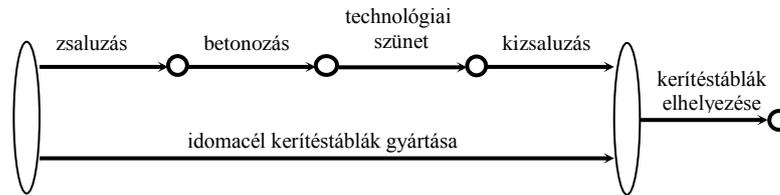


Az építőipari gyakorlatban a tevékenység-orientált hálotechnikai eljárások terjedtek el a leginkább, mivel a termelésszervezési feladatok során a tevékenységek –folyamatok- határidő adatait kell meghatározni. A tevékenység-orientált hálotechnikai eljárások közül a legelterjedtebbek

- a CPM rendszerű, amely egy tevékenység-élű gráfon modellezi a feladatot. A tevékenységek közötti kapcsolat egymásutániságot ír elő, azaz a követő tevékenység akkor kezdődhet, ha a megelőző tevékenység teljesült. E technika is lehetőséget ad a függőséget átadó nulla időtartamú látszattevékenység alkalmazására. Nincs lehetőség a tevékenységek közötti átlapolás közvetlen és egyszerű kifejezésére, ami

ennek az hálotechnikai eljárásnak alkalmazhatóságát korlátozza (pl.: vonalas létesítmények, nagy terjedelmű, nagy átfutási idejű szerkezete építése).

Az alábbi egyszerű példa egy monolit betonoszlopok közé szerelt kerítés CPM rendszerű hálóját mutatja be.



A CPM rendszerű háló tulajdonságiból adódó nehézsége miatt a gyakorlati munkában a háttérbe szorult.

- A termelésszervezési feladatokhoz a tevékenység csomópontú tervezési eljárás, az MPM rendszerű hálotechnikai módszer terjedt el. Ebben az ábrázolási módban a tevékenységet a gráf csomója jelképezi (pl.: alap betonozása), míg a csomókat összekötő élek a tevékenységek közötti függőséget írják le.  
Az építőipari szervezési feladatokban való jó alkalmazhatóságának egyik legfőbb oka az ábrázolási módnak a műszaki szakember „észjárásához” igazodó volta. E jegyzetnek terjedelmi korlátainál fogva sem célja a hálós tervezési eljárások áttekintő és feltáró mélységű ismertetése, csak az alapvető, a gyakorlati munkához szükséges ismereteket próbálja közölni úgy, hogy a hálós ütemtervet készítő praktikus tanácsokkal segítse.  
Ez a gráfelméleti alapokat alkalmazó technika lehetőséget ad többféle kapcsolattípus kezelésére, az átlapolt tevékenység helyzet leírására.

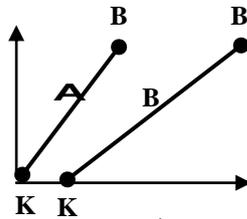
A hálós modellben az egyes folyamatok -tevékenységek-, illetve események között technológiai, szervezési kapcsolatok írhatók elő. A logikai kapcsolatok valamint a tevékenység idők ismeretében számíthatók a legfontosabb határidő adatok, így az egyes tevékenységekhez tartozóan

- a legkorábbi kezdés,
- a legkorábbi befejezés,
- a legkésőbbi kezdés,
- a legkésőbbi befejezési időpontok, valamint
- a tartalékidő.

A modellezés során a folyamatképzéssel és folyamatelemzéssel kell meghatározni a feladatot alkotó tevékenységeket és azok jellemző paramétereit (időtartam, erőforrás-szükséglet). Az egyes tevékenységek között kell megfogalmazni a végrehajtás technológiai sajátosságaiból és az ütemezési cél által meghatározott szervezési feltételekből adódó kapcsolatokat, függőségeket.

### A tevékenység - csomó (MPM) típusú több kapcsolatú háló kapcsolatai

A tevékenység csomópontú hálós ábrázolás esetében a tevékenységek és azok kapcsolatainak modellezése során feltételezzük, hogy a tevékenység **Kezdete (Start-ja)**, és a tevékenység **Befejezése (Finish-e)** között a tevékenység egyenletes lefutású (a ciklogramban törés nélküli egyenessel modellezhető).



A fenti ábrán látható A és B jeű tevékenységek közötti kapcsolat a tevékenységek kezdési és befejezési pontjai viszonyának meghatározásával leírható. E modell szerint négy féle összefüggés típus határozható meg, a **Kezdés – Kezdés (KK, vagy SS)**, a **Kezdés – Befejezés (KB, vagy SF)**, **Befejezés – Kezdés (BK, vagy FS)**, és a **Befejezés – Befejezés (BB, vagy FF)**.

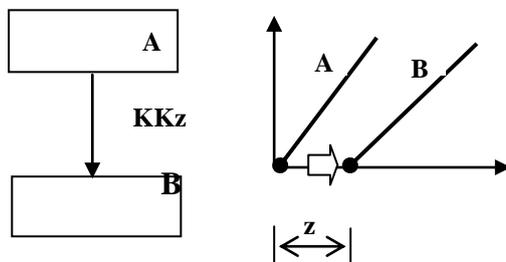
Az így meghatározott függést ki kell egészíteni egy olyan időparaméterrel, amely megadja, hogy a megadott két pont milyen időtávolságra lehet.

### A minimális megközelítési feltételek

Két tevékenység között előírható függőségek értelmezése során azokat, amely azt határozzák meg, hogy A tevékenység valamely jellemző kijelölt pontját (**Kezdés**, vagy **Befejezés**), a követő B tevékenység jellemző és kijelölt pontja milyen mértékben közelítheti meg, minimális megközelítési feltételeknek nevezzük. A megközelítés minimális mértékét a kapcsolat típusához megadott z időparaméterrel adhatjuk meg. Tehát a B tevékenység egyébként a feltételektől függően jobbra távolodhat A-tól, de közelebb nem kerülhet hozzá.

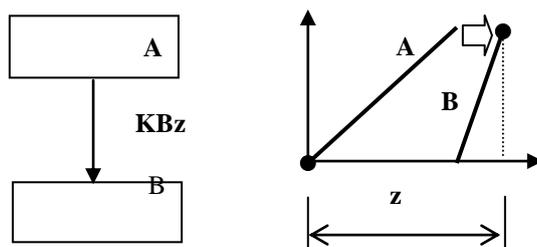
#### Az egyszerűs függés

##### Kezdés-Kezdés (KKz)



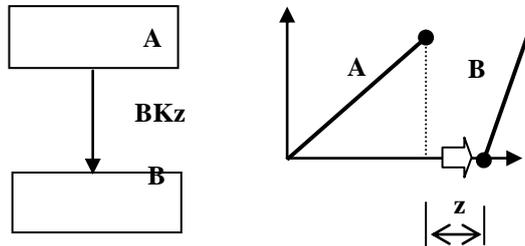
Az A és a B tevékenység között előírt KKz (SSz) kapcsolat esetében az A tevékenység kezdete után legalább z időnek el kell telnie B tevékenység kezdetéig. B tevékenység kezdetének ez a legkorábbi helyzete, ennél nagyobb eltávolodás megengedett.

##### Kezdés-Befejezés (KBz)



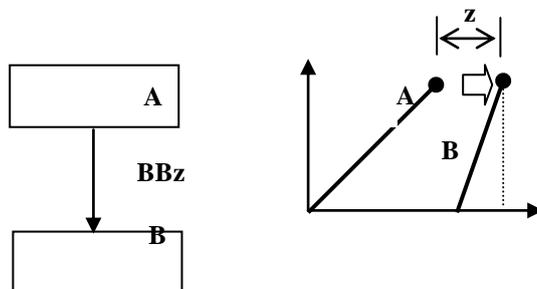
Az **A** és a **B** tevékenység között előírt **KBz** (**SFz**) kapcsolat esetében az **A** tevékenység kezdete után legalább **z** időnek el kell telnie **B** tevékenység befejezéséig. **B** tevékenység befejezésének ez a legkorábbi helyzete, ennél nagyobb eltávolodás megengedett

**Befejezés-Kezdés (BKz)**



Az **A** és a **B** tevékenység között előírt **BKz** (**FSz**) kapcsolat esetében az **A** befejezése után legalább **z** időnek el kell telnie **B** tevékenység kezdetéig. **B** tevékenység kezdetének ez a legkorábbi helyzete, ennél nagyobb eltávolodás megengedett.

**Befejezés-Befejezés (BBz)**



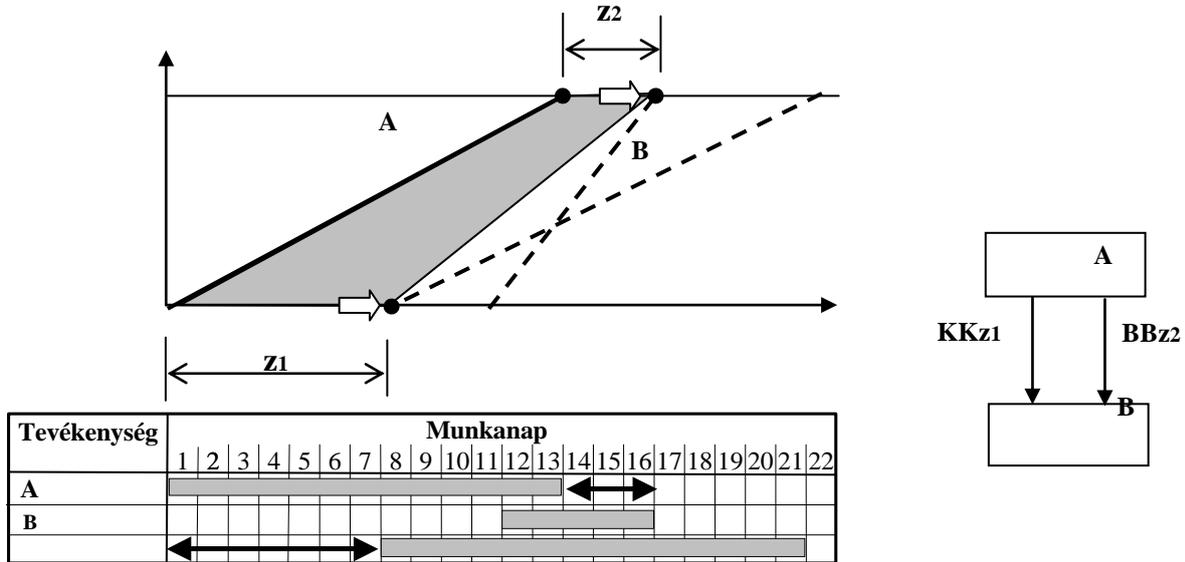
Az **A** és a **B** tevékenység között előírt **BBz** (**FFz**) kapcsolat esetében az **A** tevékenység befejezése után legalább **z** időnek el kell telnie **B** tevékenység befejezéséig. **B** tevékenység befejezésének ez a legkorábbi helyzete, ennél nagyobb eltávolodás megengedett.

**A kettős függések**

Az általános kettőskapcsolat (KKz<sub>1</sub> – BBz<sub>2</sub>)

Az egyidejűleg alkalmazott **KKz<sub>1</sub>** és **BBz<sub>2</sub>** minimális megközelítést előíró kapcsolat az **A** tevékenységet követő **z<sub>1</sub>**, **z<sub>2</sub>** méretű „tiltott zónát hoz létre, amelybe a követő tevékenység nem kerülhet, mert vagy a **KK**, vagy **BB** kapcsolat által meghatározott feltételbe ütközik.

Jellegzetes alkalmazási területe a megfelelő munkaterület előnyt biztosító feltétel leírása. (Részletesebben az alkalmazással foglalkozó fejezetben.)

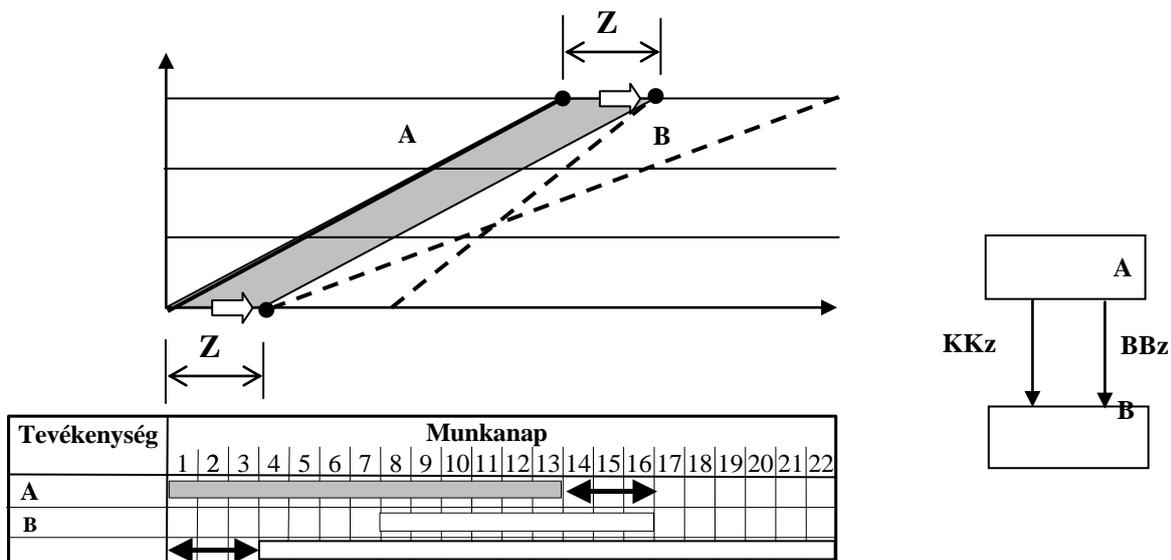


A kritikus megközelítés (KKz – BBz), vagy (CRz)

E kapcsolat az általános kettőskapcsolat speciális esete, amikor a **z<sub>1</sub>=z<sub>2</sub>=z**. Ebben az esetben az **A** tevékenységgel párhuzamos, **z** méretű tiltott zóna alakul ki. Hasonlóan az általános kettős kapcsolatnál leírttal, ebbe a zónába a követő tevékenység nem kerülhet. Megállapodás alapján több helyen használják a **KKz** és **BBz** kettős jelölés helyett a **CRz** jelölést.

Jellemző alkalmazási területe nagy terjedelmű és időtartamú, vagy vonalas létesítmények technológiai szünetének előírása.

**z= konstans (technológiára jellemző)**



E kapcsolatokkal az építőiparban felmerülő problémák jelentős része megfelelően modellezhető. Az elterjedt hálós számítógépes programok egy része csak az egyszeres minimális megközelítési feltételeket ismeri, és nem használja a két tevékenység között egyidejűleg több kapcsolat előírásának lehetőségét, kettős függőségi viszonyokat.

### A maximális eltávolodási feltételek

A mérnöki gyakorlatban felmerült olyan igény, hogy nem elég csak a minimális megközelítési feltételekkel leírható megközelítés mértékének előírása, hanem legyen mód a tevékenységek maximális eltávolodásának korlátozására is.

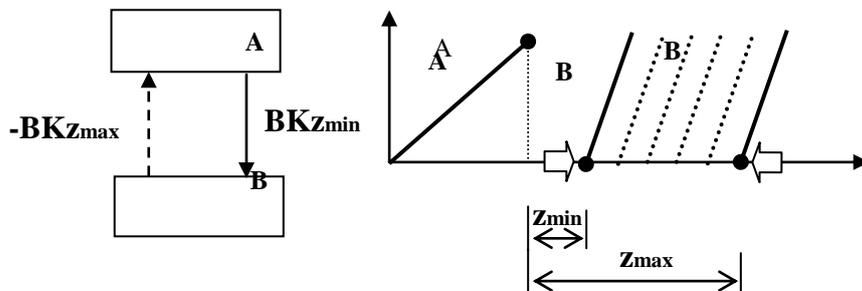
Erre adnak lehetőséget a maximális eltávolodási feltételek, azonban a tervezési munka során igen nagy figyelemmel kell alkalmazásukra, mert igen könnyen logikailag lehetetlen ellentmondó feltételek alakulhatnak ki.

Az alábbiakban a befejezés-kezdés kapcsolaton látható az eltávolodási feltétel, azonban bármely más kapcsolat esetében hasonlóan alkalmazható.

A maximális eltávolodási feltételt a gráfon történő ábrázolásnál a minimális feltételtől eltérő módon, például szaggatott vonallal ábrázoljuk, megfordított nyíliránnyal. Elnevezésében is meg kell különböztetni, és például – (mínusz) jelet tehetünk a kapcsolati jel elé.

**A** és **B** tevékenység között előírt  $BKz_{min}$  és  $-BKz_{max}$  kapcsolat hatása a következő

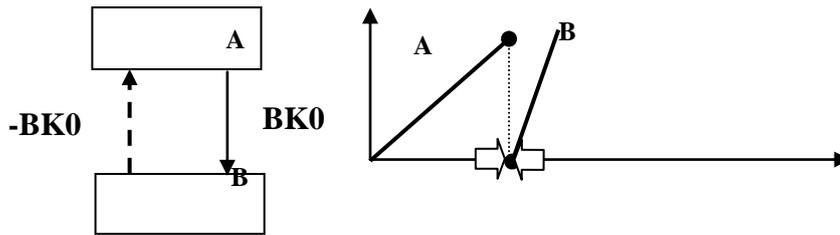
- a  $BKz_{min}$  minimális megközelítési feltétel nem engedi meg **A** tevékenység befejezése után **B** tevékenység kezdete  $z_{min}$  értéknél közelebb kerülni,
- a  $-BKz_{max}$  maximális eltávolodási feltétel nem engedi meg **A** tevékenység befejezése után **B** tevékenység kezdete  $z_{max}$  értéknél távolabb kerülni, azaz
- **B** tevékenység kezdetének a  $z_{min} - z_{max}$  intervallumban kell elhelyezkednie.



A fenti általános helyzet speciális esete, az ún. azonnali követés, amikor  $z_{min} = z_{max} = 0$ . Ebben az esetben

- **A** tevékenység befejezését nulla időre közelítheti meg **B** tevékenység kezdete a  $BK0$  kapcsolat hatására, tehát **A** befejezése után azonnal kezdődhet **B**,
- **A** tevékenység befejezésétől **B** tevékenység kezdete a  $-BK0$  kapcsolat hatására nulla idővel távolodhat el legfeljebb, azaz
- **A** tevékenység befejezése után **B** tevékenység kezdetének azonnal be kell következnie.

Ezt a feltételt jellemzően erőforrások megszakítás nélküli átállításának kifejezésre lehet használni.



A modell időelemzése során -melyet ma már csaknem kizárólag számítógéppel végzünk- a tevékenység határidő adatain túl a kritikus úttal kapcsolatos információkat és többféle tartalékidőt is eredményül kapunk.

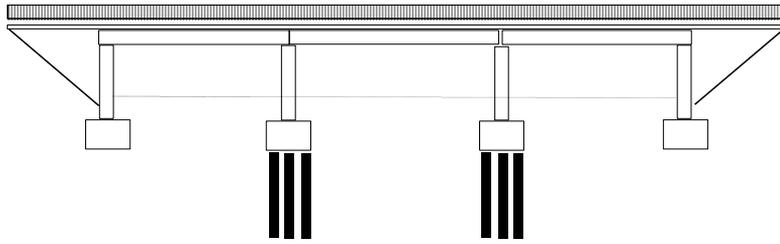
A hálón **kritikus útnak** tekintjük azon csomópontok és közöttük lévő domináns élek halmazából alkotott részgráfot, ahol a lehetséges legkorábbi és a megengedett legkésőbbi időpont megegyezik, azaz nincs tartalékideje.

A tartalékidők fajtájuktól függően az alkalmazó számára eltérő jelentőséggel bírnak. A két legfontosabb ezek közül

- a **szabad tartalékidő**, egy a tevékenységre vonatkozó időtartalék, amely felhasználása (csúszás, időtartam növekedés) esetén sem az őt követő tevékenységek határideje, sem a teljes átfutási idő nem változik.
- A **teljes tartalékidő** tevékenység láncra vonatkozik, így ennek felhasználása esetén a teljes átfutási idő nem, de a tevékenység láncban a tartalék időt felhasználó tevékenységet követő tevékenységek bekövetkezési ideje tolódni fog.

Ennek a kétféle tartalékidőnek a felhasználása az építésvezetési hierarchiában különböző szinteken lehetséges. A teljes tartalékidőnek felhasználását az építés egészét átlátó projektfelelős építésvezető, illetve a műszaki ellenőr hatáskörébe tartozhat. A szabad tartalékidő felhasználása, mivel csak egy-egy tevékenységet érint, más folyamatokat a csúszás nem zavar, akár művezetői szinten is eldönthető.

A következő ábra egy tevékenység csomópontú mintahálót mutat be. A tevékenységek pajzsába az időelemzés határidő eredményei vannak feltüntetve, megjelölve a kritikus tevékenységet, és az azokat összekötő kritikus kapcsolatokat. A háló felépítésével a műszaki probléma topológiája is kifejezhető, így a logikai tervezés is egyszerűbbé válhat. A gráf felszerkesztése során célszerű a vízszintes tengely mentés a létesítmény valamely térbeni kiterjedését (esetleg időben többszöröződő szakaszokból álló feladatok esetében időbeni szakaszolását) feltüntetni, a függőleges irányban pedig az elvégzendő feladat folyamatait –ha mód van rá- a technológiai sorrendnek megfelelően megadni. Az így kialakult mátrix egyes pontjain a feladat előfordulásának függvényében találhatóak meg a tevékenységek



Terület előkészítés

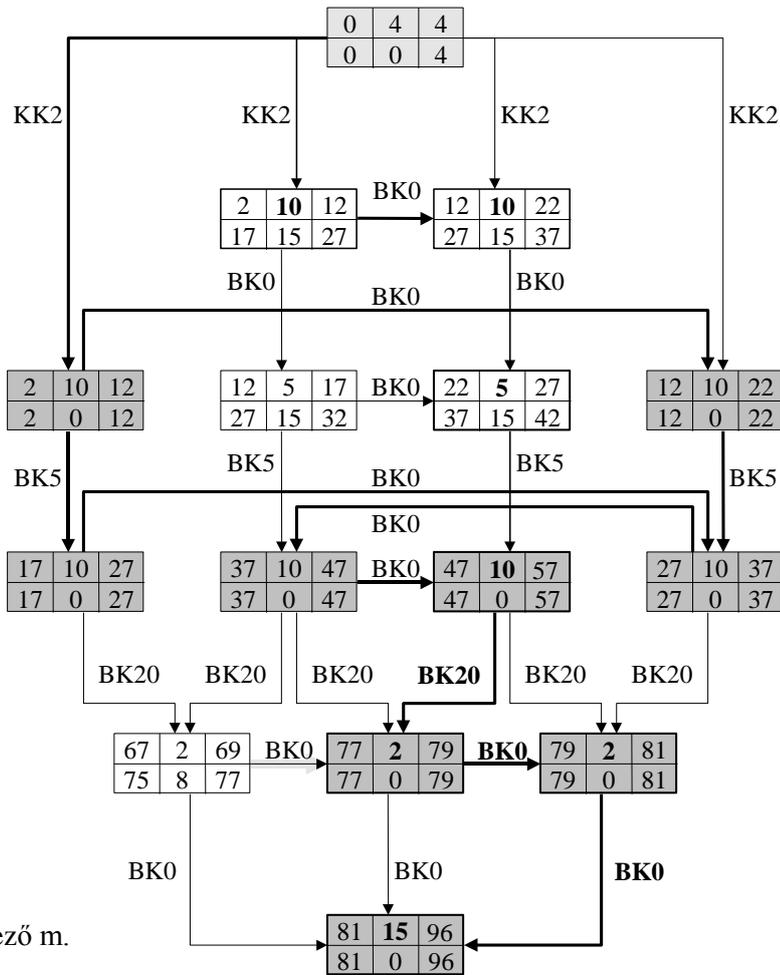
Cölöp alapozás  
(egy cölöpverőgép)

Síkalapozás  
(két munkacsapat)

Felmenő szerkezet  
(egy munkacsapat)

Hídgerenda beemelés  
(egy daru)

Pályaszerkezet + befejező m.



Időtartam

Legkorábbi kezdés

81	15	96
81	0	96

Legkorábbi befejezés

Legkésőbbi kezdés

Legkésőbbi befejezés

Teljes tartalékidő

### 2.2.5. Az erőforrásütemtervek

Az elkészült időtervek egyes ütemvonalaihoz rendelhetőek munkaerő, gép, anyag és pénz felhasználásával kapcsolatos információk. Ezeknek időbeni alakulásának bemutatására szolgálnak a „következmény” ütemterveknek nevezhető erőforrás felhasználási ütemtervek.

Ezek mindegyikének jellemzője, hogy általában az időterv időegységében az egyes időegységekre vonatkozó szükségletet kell meghatározni.

Az erőforrás csoportonként jellemzően az alábbi információkat tartalmazzák a fontosabb erőforrás fajtákra ezek az ütemtervek általában sávos, illetve numerikus formában:

- Munkaerő-szükségleti ütemterv
  - a munkaerő fajtájának (szakma, foglalkoztató vállalkozás, stb.) megnevezését,
  - az átlagos létszámot,
  - a maximális létszámot, és
  - a minimális létszámot, esetleg
  - az un. létszámváltozási együtthatót, amely a maximális és a minimális létszám hányadosaként számítható, és a munkaerő foglalkoztatás egyenletességére utal az 1,0-hoz minél közelebbi értéke, valamint
  - az időegységenként tervezett létszámokat (sávos, esetleg oszlopdiaagram formájában).
- Gépszükségleti ütemterv
  - az alkalmazott gép megnevezést, típusát,
  - a számított szükségletet műszakórában,
  - az alkalmazás során előírányzott szükséglete műszakórában, esetleg

## 3. AZ IDŐTERVEZÉS

### 3.1. Folyamatok képzése

#### 3.1.1. Folyamatok az építésben

Az építésben alkalmazott folyamatok részletessége, jellege, fontossága igen szerteágazó, ezért csoportosításuk is igen sokféleképpen lehetséges. Az időtervezés szempontjából legfontosabbnak tekinthető szempontok szerint a folyamatok csoportosítása és jellemzése a következők lehetnek.

##### 3.1.1.1. A folyamatok csoportosítása részletezettségük szerint

A folyamatok részletezettségét a készítendő időterv alkalmazási területe, az építési feladatról rendelkezésre álló információk határozzák meg. Az alábbi, alap csoportosításon túl az egyes részletességi szintek közötti egyéb folyamat részletességek is előfordulnak a gyakorlati munka során.

- **Építési folyamat,**  
amely egy építmény teljes megvalósítását magába foglalja, például komplett épület a teljes belső kialakítással, a telekhatáron belüli külső út-, és parkolóépítéssel, és növényesítési munkákkal.
- **Építési részfolyamat,**  
amely egy-egy önálló létesítmény elkészítését tartalmazza, az előző példa szerint az épület építése, a külső útépítés, stb.
- **Technológiai folyamat,**  
amely az építmény alapvető jelentőségű, technológiailag elkülönült szerkezetinek megvalósítását, a kapcsolódó technológiailag szükséges időkkel együtt tartalmazza, például monolit vasbetonvázas épület szerkezetének építése esetében a vízszintes tartószerkezetek (födém, lépcső) építése, ami tartalmazza a szükséges zsaluzási, vasszerelési és betonozási munkákat.
- **Munkafolyamat,**  
amely egy-egy szerkezet (pl.: zsaluzás, vasszerelés, stb.), vagy állapot (pl.: tükör készítése) létrehozását egy-egy munkacsoport munkájaként eredményezi, általában úgy, hogy érvényesül az **egy időben, egy helyen, egy munkacsoport** feltétele (például így nem lehet a zsaluzás egy klasszikus munkafolyamat, mert a bezsaluzás és a kizsaluzás a végrehajtás időszakában jelentősen eltérhet).

##### 3.1.1.2. A folyamatok csoportosítása az ütemezés során való jelentőségük szerint

A folyamatok a készítendő időtervben a feladat elvégzése szempontjából eltérő fontosságú szereppel bírnak, mivel vannak alapvető fontosságú, az egész időterv lefutását meghatározó folyamatok és olyanok, amelyek időbeni helyzete megenged valamilyen mértékű szabadságot. E szempontok szerint megkülönböztethetjük az alábbi módon a folyamatokat jelentőségük szerint.

- **Főfolyamat,**  
amely az építési cél elérése szempontjából meghatározó szerepű. A főfolyamat végrehajtásához kell hangolni az építési munka többi folyamatát. A főfolyamat kialakulását az alábbi tényezők valamelyike, illetve együttes előfordulása idézheti elő
  - a folyamat által létrehozott szerkezet, vagy állapot meghatározó szerepű a létesítményben (felmenő vb. szerkezetek, vb. födém),
  - a nagy szerkezeti mennyiség, döntő fontosságú erőforrásból jelentős igény esetén,

- nagy bonyolultsági fok, ami esetleg az erőforrások sokféleségében, vagy a kapcsolódó folyamatok nagy számában nyilvánul meg.
- **Mellérendelt folyamat,**  
amely a főfolyamattal szoros technológiai, szervezési kapcsolatban áll végrehajtási ideje a főfolyamat által determinált, ezért időbeni helyzete a főfolyamathoz alkalmazkodik.
- **Mellékfolyamat,**  
amely végrehajtásának időszaka, időtartama az építési cél elérése szempontjából alig korlátozott. Az építés időtartamára nincs meghatározó hatása, a fő és a mellérendelt folyamatokkal való technológiai, szervezési kapcsolata jelentéktelen, ezért azok megkezdhetőségének, vagy befejezhetőségének nem feltételei (pl.: útépités esetében az övárkok építése a földmunka elkészülte után megkezdhető, de befejezni a teljes útépités befejezéséig kell).

### 3.1.2. Az építmény részelemekre bontása

A folyamatképzés során az építési feladatot a rendelkezésre álló tervek és egyéb információk figyelembevételével az őt létrehozó részfeladatokra adott kritériumok alapján bontjuk fel.

A folyamatképzés során az alábbi szempontokat célszerű figyelembe venni:

- a folyamat részletessége illeszkedjék az időtervezés részletességi szintjéhez
  - a szolgáltatott információs szint, és
  - a rendelkezésre álló alapadatok részletességével legyen összhangban,
- egy-egy folyamat lehetőleg térben és időben egyidejűleg végezhető építési részfeladatot tartalmazzon,
- a folyamat elvégzéséhez szükséges erőforrások elkülönítése szakma, szakmacsoportok illetve gép és gépláncok szerint a lehetőségekhez mérten biztosított legyen,
- a folyamat időtartamok lehetőleg jelentősen ne térjenek el egymástól,
- biztosítani kell a folyamatok között az ütemtervi összekapcsolási lehetőséget, azaz a folyamatok térbeni helyzete lehetőleg egyezzen.

### 3.1.3. Az építmény térbeni építési szakaszokra való felbontásának szempontjai

Az építményeket -nagyságtól és bonyolultságtól függően- építési szakaszokra kell bontani. A kivitelezésben dolgozó vezető munkájának szempontjából ez különösen fontossá válhat, mivel a későbbiekben az előre haladás vizsgálatánál a mindenkori állapot, készültség egyértelműbben határozható meg.

Az építményeket jellegük szerint megkülönböztethetjük térbeni kiterjedésük szerint, mint pontszerű, vonalas, illetve területi kiterjedésű. Az alábbiakban felsorolt térbeni szakaszolási szempontok alkalmazása ezek figyelembevételével célszerű.

Célszerű a térbeni szakaszoként kezelni, ha

- a szerződéses, vagy egyéb feltételek miatt időben elkülönülő létesítményelemeket, szerkezeteket lehet meghatározni,
- az adott munkaterület önálló építési egység (pl. különálló épület),
- az épületen belül részben önállóan építhető egység (pl. dilatációs egység, lépcsőházankénti szekciók),
- az önálló egységen belül műszaki-technikai okok szerint elkülöníthető egység (pl. szint, strang),
- ha az önállóan kezelhető területi egységen belül a jellemző munkamennyiségek, vagy a mértékadó technológia változik (pl. pincei, fölszíni, és általános emeleti szint, vagy útépités esetén jelentősen megnő a burkolat szélessége, vagy megváltozik a burkolat fajtája, pl. öntött aszfaltról elemes kőburkolatra).

### **3.2. A folyamatok elemzése, a munkaigényesség és a folyamatidő számítása**

Az ütemtervek készítése során az előző pontban leírtak szerint eljárva rendelkezésünkre állnak az építményt létrehozó folyamatok építési szakaszonkénti bontásban. Az ütemezés során meg kell határozni, hogy a folyamatoknak mennyi az építési ideje, és ehhez az időtartamhoz milyen mértékű erőforrás szükséges.

A erőforrások csoportjába sorolható

- az élómunka szükséglet, munkaigény,
- a gépszükséglet, a gépigény,
- az anyagszükséglet, valamint
- a költség és a fedezet („a pénz”).

Ezeket az értékeket a folyamat erőforrás (**R**), illetve munkaigényességének (**W**) meghatározásával lehet számítani.

#### **3.2.1. A erőforrásigény számítása**

##### **Idő és erőforrásnormák (*n*) alapján**

Az erőforrásnormák szerkezeti elemek, szerkezetek, (ritkábban műveletek, műveletcsoportok) egységének megvalósításához szükséges erőforrások fajlagos mennyiségét adják meg. Az erőforrás normák alkalmazásának lehetősége az építőiparban többcélú, alkalmazhatók a termelés-szervezési-ütemezési feladatok alapadataként, de ugyanezeket a normákat alkalmazhatjuk a költség-számítás során.

Az erőforrásigény számítható

- az időnorma *n* (ó/termékegység) és
- a mennyiség *V* (a szerkezet termékegysége) ismeretében az

$$W=V*n$$

összefüggés szerint.

Egy-egy szerkezetet azonban jellemzően nem egy-egy erőforrásfajta készít el, hanem együtt dolgozva különböző szakmák, esetleg gépek alkotta csoportok hoznak létre. Például a legtöbb esetben a szakmunkást igénylő folyamathoz kiegészítő segédmunkát is hozzá kell rendelni, így egy ilyen munkához két munkanorma tartozik. (Pl. zsaluzás esetében ács és építőmunkás.)

A fenti összefüggés szerint minden vizsgálandó erőforrásra ki kell számolni a munkaigényességet, így egy-egy folyamathoz az alkalmazandó erőforrások darabszámával megegyező elemszámú vektorban értelmezhetjük a munka-, és erőforrásigényeket.

$$W(i)=V*n(i)$$

összefüggés adja az erőforrás igény vektorát.

##### **Teljesítmény norma (*N*) alapján**

Az erőforrásnormákhoz hasonlóan a teljesítménynorma (köznyelvben a teljesítmény, bár e fogalom már a fizikában másra lefoglalt), szerkezeti elemek, szerkezetek egységének megvalósítása során az adott erőforrás időegység alatti munkavégző képességét –teljesítményét- adja meg.

A teljesítménynorma és az időnorma egymással reciprok összefüggésben van,

$$N=1/n$$

Az erőforrásigény számítható

- az időnorma  $N$  (termékegység/óra), és
- a mennyiség  $V$ (termékegység) ismeretében az

$$W=V/N$$

összefüggés szerint.

Ez esetben is igaz az időnormákkal kapcsolatban már leírtak szerint, hogy az egy-egy folyamaton dolgozó több erőforrás esetében a számítást mindegyikre el kell végezni. A teljesítménynormákat általában gépi munkák jellemzésére szoktuk használni, ezért jellemzően a géplánc elemei, illetve a gépi igény mellett a folyamaton kiegészítő feladatokat elvégző élőmunka kapcsolódik hozzá.

$$W(i)=V/N(i)$$

összefüggés adja az erőforrás igény vektorát.

### Termelékenységi mutató ( $T$ ) alapján

Megfelelő statisztikai adatgyűjtés és hosszabb távon állandó árszínvonal esetében képezhetők olyan mutatók, amely valamely termék egységnyi költségéhez tartozó munkaráfordítást adja meg  $eFt/(fő*Hó)$ ,  $eFt/(fő*év)$  meghatározásával. E mutatók a képzéshez szükséges kontírozás nagy munkaigénye miatt a szerkezeteket azok jellemzői szerint igen kis mértékben differenciálják, ezért az alkalmazás során jelentős bizonytalanságot tartalmaznak.

A munkaigényesség számítható

- a termelékenységi mutató  $T$  ( $eft/fő*Hó$ ) mértékegységgel, és
- a szerkezet költsége  $Kg$  ( $eFt$ ) ismeretében az

$$W=kg/T$$

összefüggést alapján számítható a munkaigényesség

Ebben az esetben a számítás normatív alapjának, a termelékenységi mutatónak nagyfokú átlagosító jellege miatt a több erőforrás szükségletét vizsgáló vektor számítására általában nincs mód és szükség.

Az építőipari gyakorlatban a fenti összefüggések közül, a folyamat erőforrás szerkezetének függvényében

- a döntően munkaerőt alkalmazó magasépítési és szakipari folyamatok esetében az időnormával történő,
- a nagy gépesítéssel dolgozó mélyépítési folyamatok esetében a teljesítménynorma alkalmazása javasolható,
- a termelékenységi mutató alapján történő számítást csak nagyléptékű időbecsléshez célszerű alkalmazni, ez esetben is csak fenntartásokkal javasolható nagy bizonytalanságai, így
  - az anyagárak szórása,
  - a mutató képzése során számításba vett feladatok műszaki tartalmának szórása, valamint

- termelékenységi mutatóhoz és a vizsgált feladathoz tartozó műszaki tartalom megfeleltetésének bizonytalansága miatt.

### 3.2.2. A folyamatidő és az erőforrásszükséglet szükséges számítása

A folyamat erőforrásigényéből származtatható le a folyamat idő az alkalmazott erőforrás szint ismeretében. Az alapvetően egyszerűnek tűnő

$$d=W/C$$

összefüggés határozza meg, ahol

- a  $d$  a folyamat építési ideje,
- az  $W$  az erőforrásigény, és
- a  $C$  a folyamaton tervezett erőforrás mértéke.

Megvizsgálva a kérdést látható, hogy az összefüggésben két ismeretlen van, ezek közül -a folyamatidő ( $d$ ), illetve az alkalmazott erőforrásszint ( $C$ )- valamelyikét az ütemezési feltételek, a folyamat technológiai jellemzői figyelembevételével fel kell venni, majd ezután számítani a másik értéket.

Az adott folyamat elvégzéséhez alkalmazott erőforrások ( $C$ ) mennyiségének meghatározásakor a figyelembe kell venni, hogy

- az adott technológiához,
- a gépesítési módhoz, illetve
- az építéshely adottságaihoz (terjedelme, megközelíthetősége, stb.), valamint
- az ütemezés céljaként az átfutási idővel kapcsolatban milyen elvárások vannak.

A tervezés eredményeként minden folyamathoz hozzárendelhető a erőforrásoknak egy műszakilag legkisebb ( $C_{min}$ ) és egy legnagyobb ( $C_{max}$ ) értéke. Így ha a folyamatnál ezzel a két értékkel számolunk, akkor a folyamatidőre is két határérték, a legnagyobb ( $d_{max}$ ), illetve a legkisebb ( $d_{min}$ ) adódik a

$$d_{min}=W/C_{max}, \text{ illetve} \\ d_{max}=W/C_{min}$$

összefüggések alapján. Ezt a vizsgálatot a folyamatnál alkalmazott erőforrásra elvégezve állapítható meg a folyamat minimális és maximális építési ideje

$$d1_{min} = W1/C1_{max} \quad d2_{min}=W2/C2_{max} \quad \dots\dots\dots dn_{min}=Wn/Cn_{max}, \text{ míg a} \\ d1_{max} = W1/C1_{min} \quad d2_{max}=W2/C2_{min} \quad \dots\dots\dots dn_{max}=Wn/Cn_{min}$$

ahol az 1, 2, ...n index az erőforrás fajtát jelöli.

A minimális és a maximális erőforrásszint értékének megállapításánál az ütemezési munkát végző szakembert több tényezőt korlátozza. Ezek közül a legfontosabbak:

- az erőforrásszükséglet nagysága,
- a folyamat közvetlen környezet milyen méretű munkaterületet igényel,
- a teljes munkaterület mérete, tagoltsága,
- a folyamathoz szükséges anyagok beszerzési lehetőségei,
- a beszállítási lehetőségek, földrajzi helyzet, szállítási viszonyok, valamint
- a erőforrások rendelkezésre állásának felső határai.

A fentiekből következően megállapítható, hogy

- a  $C_{min}$  értékét a folyamat elvégzéséhez szükséges, a mértékadó erőforrás minimális kapacitás szinte adja meg (pl.: tükörcsízítés minimum 3 fő)

- a **C<sub>max</sub>** értékét
  - a mértékadó erőforrás rendelkezésre álló maximális mértéke, valamint
  - az adott munkaterületen, munkafázisban elhelyezhető erőforrás legnagyobb mennyisége korlátozhatja.
- a **d<sub>max</sub>** értékét
  - az előbb említett **C<sub>min</sub>**, és
  - a folyamatra jellemző egyéb, általában állagmegóvási feltételek,
- a **d<sub>min</sub>** értékét a folyamaton alkalmazható maximális erőforrás szint, a **C<sub>max</sub>** határozza meg.
- a folyamaton alkalmazott összes erőforrásra elvégzett vizsgálat alapján jelölhető ki a folyamatra jellemző mértékadó idő és erőforrásszint minimális és maximális értéke.

A munkaigényesség, tevékenységidő, erőforrásükséglet összefüggésének problémáit vizsgáljuk meg az alábbi néhány példán:

- Szennyvízcsatorna épül 600 m hosszban közművesített területen. A közművek miatt az 1200 m<sup>3</sup> föld kiemelése csak kézi erővel lehetséges. A földkiemelés munkanormája  $n = 3 \text{ óra/m}^3$ .
  - A feladat munkaigényesség  $W = 1200 \text{ m}^3 * 3 \text{ óra/m}^3 = 1800 \text{ óra}$ . Ez a szám azt jelenti, hogy a munka elvégzéséhez a létszám és az időtartamtól függetlenül összesen 1800 munkaórát kell ráfordítani. Az egyszerűség kedvéért számoljunk 10 órás napi műszak-idővel, így a munkaigényesség 180 műszak lesz.
  - A következő kérdés, hogy hány ember, mennyi idő alatt végzi el ezt a feladatot. A  $d = W/C$  összefüggés alapján határozhatjuk meg a fenti két értéket. Ez látszólag egyszerű, azonban láthatjuk, hogy az egyenlethez két ismeretlenünk, van és nincs még egy egyenletünk. A megoldás során a feladat jellegétől, az elvárt időintervallumoktól, a rendelkezésre álló kapacitások mértékétől függően ez egyik ismeretlent fel kell venni, majd az ehhez tartozó másik elemet lehet a fenti összefüggéssel meghatározni. Ez a döntés az időterv tervezőjétől hozzáértést és tapasztalatot igényel. Nézzük meg ezt a példánk esetében.
    - próbálkozzunk a létszám előzetes rögzítésével, legyen mondjuk 1 fő. A megoldás nyilvánvalóan lehetetlen, mert a munka így 180 napig tartani, ami állagmegóvási szempontból is alkalmatlan.
    - A létszámot növelve például 10 főre a hozzá tartozó tevékenységidő 18 nap, ami reális létszám tevékenységidő párnak tekinthető. A kívánság az, hogy gyorsabban kell a feladatot elvégezni, ezért a létszám növelésével tovább csökkenthető az építési idő. Így 30 fő 6 nap alatt, 60 fő 3 nap alatt, és egészen abszurd megoldásként 180 fő 1 nap alatt, ami nyilvánvalóan nem valós megoldás. A folyamaton alkalmazható kapacitások mértékét korlátozza az erőforrás jelleg és a munkaterület geometriai mérete, megközelíthetősége.

A fenti kissé goromba példa kapcsán megállapítható, hogy csak gondos mérlegelés eredményeképpen határozható meg az építési idő, kapacitás összetartozó értéke.
- Az előző példához hasonlóan szennyvízcsatorna épül 600 m hosszban, de nem közművesített területen. 900 m<sup>3</sup> föld kiemelése egy függesztett munkaeszközű traktorral történik, aminek hasznosítható teljesítménye 10 m<sup>3</sup>/óra. A megfelelő munkagödör profil miatt az 300 m<sup>3</sup> föld kiemelése csak kézi erővel lehetséges. A földkiemelés munkanormája  $n = 3 \text{ óra/m}^3$ . Meg kell határozni, hogy a munka elvégzéséhez mennyi idő szükséges, és a kotró mellé rendelt brigád milyen létszámú legyen.
  - Első lépésben meg kell határozni a munkaigényességet erőforrásonként. A  $W = V/N$  összefüggés alapján a kotró munkaigényessége 9 műszak. A kézi földmunka munkaigényessége a  $W = V * n$  összefüggés szerint számítva 90 műszak.
  - Ezután műszaki-gazdasági megfontolások alapján ki kell választani, hogy a szükséges erőforrások közül melyiket tekintjük mértékadónak a folyamatnál. Jelen esetben a kotrógépet választhatjuk ki mértékadóként.

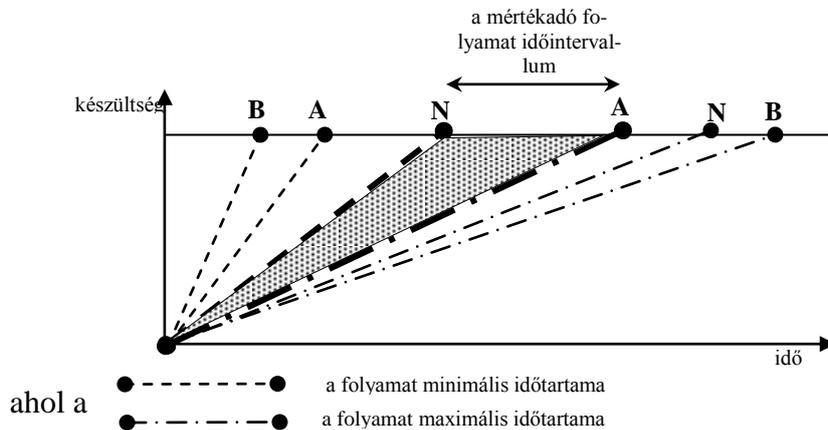
- *Meg kell a mértékadó erőforráshoz tartozó építési idő. Döntésünk szerint egy darab kotrógép alkalmazásával a  $d=W/C$  összefüggés alapján a kotrógépnek 9 műszakot (napot) kell dolgoznia.*
- *Hogy a kotrógép mellé rendelt munkások a kotróval azonos sebességgel haladjanak, nekik is 9 nap alatt kell a munkával végezni. Ezért az előző összefüggést átrendezve, az építési időhöz tartozó kapacitást kell meghatározni, ami a  $C=W/d$  szerint számítva 10 fő*

*A csatornaépítési feladathoz a fentiek alapján 1 db kiskotrót, és 10 fős kubikus csapatot rendelünk ki.*

### 3.2.3. A folyamatsorozat mértékadó időtartam intervalluma

Az A, B, C, .....N folyamatból álló folyamatsorozat mértékadó időintervallumának meghatározása során az előzőekben ismertetett módon minden folyamatra rendelkezésre áll a folyamatra jellemző  $d_{Amin}$ ,  $d_{Amax}$ ,  $d_{Bmin}$ ,  $d_{Bmax}$ , ..... $d_{Nmin}$ ,  $d_{Nmax}$  érték.

A mértékadó folyamatidő minimális értéke a folyamatok minimális időtartamai közül a leghosszabb, a maximális értéke a folyamatidők maximális értékei közül a legkisebb.



$$MIN (d_{max}) \Rightarrow d_m \leq MAX (d_{min})$$

A folyamatelemzés során előfordulhat olyan helyzet is amikor az időtartam viszonyok valamely folyamat esetében nem teszi lehetővé a mértékadó időintervallum kialakulását (pl. egy a többi folyamatnál lényegesen gyorsabb folyamat előfordulása esetében, mint például grédeses tükörképzés, szivattyús betonozás). Ebben az esetben a folyamatelemzés, esetleg a folyamatképzés lehetőségeit, feltételeit is célszerű felülvizsgálni, illetve a későbbi fejezetekben ismertetett folyamat megszakításával elérhető virtuális időtartam változtatás lehetőségével lehet élni.

A fent leírt módon elemzett és jól kialakított mértékadó időintervallum ad lehetőséget a következő fejezetben ismertetett szervezési céloknak megfelelő folyamatkapcsolatok kialakítására.

### 3.2.4. A folyamat elemzéshez felhasználható normaértékek megállapítása, a rendelkezésre álló adatok, adatbázisok

#### A norma értékek meghatározásának módjai

Az előzőekben a leírtak szerint az építőiparban a feladatok ütemezéséhez az egyik alapvető információ az egyes szerkezetek, szerkezeti elemek elkészítéséhez szükséges erőforrásigényeket tartalmazó norma adatok ismerete. Több elterjedt normagyűjtemény áll az időtervező szak-

ember rendelkezésére, azonban az ezekben található normaértékek értelmezése, illetve adott feladatra való alkalmazása során hasznos, ha ismeri a normaértékek meghatározásának lehetőségeit. Ennek birtokában az egyedi, illetve az átlagostól eltérő esetekben is megfelelő pontossággal végezhető az ütemezési munka.

A normaértékek megállapíthatók:

- **Méréssel**

Időméréssel egyedileg megállapíthatók az egyes folyamatokhoz tartozó munka-, és gép-szükségleti normák. Az így meghatározott időnormák, megfelelő számú mérés és a mérési körülményeknek a feltételezett helyzethez való hasonlósága esetében igen megbízhatónak tekinthető. A normaértékek méréséhez részletesen meg kell határozni a technológiai előírásokat, munkakörülményeket és az egyéb feltételeket, amelyeket a folyamat műszaki tartalmával együtt rögzíteni kell a tétel szöveges leírásában, ezzel biztosítva az alkalmazás során a lehető legpontosabb megfeleltetés lehetőségét.

- **Normaalapok segítségével**

Normaalapnak nevezzük a műveletelemek, vagy műveletek technológiai és a munkakörülmények által meghatározott időszükségletét. Bár napjainkban építőipari normaalapokat tartalmazó kiadvány igen kis számban található meg, azonban a módszer más adatbázisok esetében is alkalmazható, ezért ismerete hasznos lehet.

Ez esetben a normakészítési munka során meg kell határozni a folyamatba tartozó műveletek, műveletelemek folyamategységre vonatkoztatott mennyiségeit. A műveleti mennyiségek és a hozzájuk tartozó normaalapok alkalmazásával megállapított azonos kategóriába (szakképzettség, bérkategória, stb.) sorolt szükségletek összegzésével kapható a folyamathoz (tételhez) tartozó normaérték. A megfelelő pontosságú normaalap adatbázis esetében a méréshez hasonlóan nagy pontosság érhető el kisebb munka és idő ráfordításával.

- **Statisztikai módszerrel**

Adott -műszaki tartalmában, munkafeltételeiben és körülményeiben- hasonló szerkezetre (állapot létrehozására) az előállítására hosszabb időszak alatti erőforrás ráfordítások és az előállított szerkezet mennyiségének ismeretében határozható meg a norma. Pontosságát befolyásolja az adatok felvételének tekintett bázis időszak szervezési, műszaki, munkaintenzitási feltételei mennyire felelnek meg a jövőben tekinthető átlagos feltételeknek. A nem megfelelően megválasztott körülmények közötti adatfelvétel előrevetítheti a korábbi bázisidőszak termelési, szervezési, gazdálkodási fogyatékoságait. Alkalmazása esetén célszerű a tételhez részletesen leírt feltételek vizsgálatának alapján a tényleges munkakörülményeknek megfelelő korrekció elvégzésére.

- **Összehasonlítással**

Meg lehet határozni a normaértékeket a vizsgálthoz hasonló szerkezetek normáinak felhasználásával, annak módosításával. A két szerkezet technológiai, geometriai jellemzői, szervezési, a munkakörülmények és egyéb, a megvalósítás feltételeinek elemzésével, összehasonlítással lehet származtatni az új szerkezetre vonatkozó normaértéket. Ehhez a normaértéket képző szakembernek igen nagy technológiai, szervezési és normaképzési gyakorlattal kell rendelkeznie. Ebben az esetben viszonylag nagy műszaki tartalom eltérés esetében is megfelelő pontosságú lehet az új szerkezetre vonatkozó normaérték. E módszer alkalmazása estében kisebb műszaki tartalom korrekcióhoz tartozó normaérték korrigálásra jelentősebb kockázat nélkül vállalkozhat a kivitelezési gyakorlatban járatos szakember is.

- **Műszakilag megalapozott becsléssel**

A kivitelezésben és a norma készítésében jártas szakemberek tapasztalatai, összegyűjtött adatai, információi alapján - műszakilag megalapozott becsléssel- is megállapíthatók normaértékek. Ez esetben is a szerkezet technológiai jellemzőit, a kivitelezéssel kapcsos-

latos előírásokat, munkakörülményeket és az egyéb feltételeket igen nagy gondossággal kell felmérni és a korábban szerzett információkhoz, tapasztalati adatokhoz tartozó körülményekkel összevetni. A módszer jellegéből következik, hogy a meghatározott normaértékek jelentős mennyiségű szubjektív elemet is tartalmaznak, ezért közelítő pontosságúak.

A kivitelezésben dolgozó műszaki vezető és műszaki ellenőr gyakorlatában a fenti módszerek közül javasolható a választás az alábbiak mérlegelésével:

- A méréssel történő normaérték meghatározása viszonylag kis idő ráfordításával, kevés háttér-információk rendelkezésre állása nélkül megoldható. Alapvető feltétel az átlagosnak tekintett körülmények meghatározása, és az ennek megfelelő helyszín, illetve munkavégzés kiválasztása (pl.: előregyártott szerkezet elhelyezésének daruzási munkája esetében az emelés magassága, a daru elfordulási szöge, szélsőséges esetben a macska és a horog közötti kötélhossz).
- A statisztikai módszer annak ajánlható, aki többször azonos jellegű, tipizálható szerkezetek építésén dolgozik és van türelme az adatok fegyelmezett és rendszerezett gyűjtéséhez, így kellő alapsággal igen megbízható adatok birtokába kerülhet.
- Az összehasonlítással képzendő normaérték meghatározására csaknem minden az építésben dolgozó irányító szakember rákényszerül, a meglévő tapasztalati, illetve normakönyvi adatoktól kisebb mértékben eltérő műszaki tartalmú szerkezet időszükségletének meghatározása során. Ezzel a módszerrel is megfelelő pontosságú értékek birtokába juthat akár jelentősebb normakészítési gyakorlat nélkül is.
- A műszakilag megalapozott becslés minden tapasztalt szakembernek ajánlható, feltételezve a körülmények, a műszaki tartalom ismeretét.

### **3.2.5. Az építőipari gyakorlatban alkalmazott normagyűjtemények**

A magyarországi építőipari gyakorlatban csak nagyrészletességű –szerkezet, szerkezeti elem részletességű- normarendszerek terjedtek el. Ezek több kötetben igen nagy részletezettséggel határozzák meg az egyes tételekhez tartozó erőforrás (munkaerő, anyag esetleg gép) normákat. Ezek közül a napjainkban használatos

- **ÖN (Összevont Építőipari Normarendszer)**, az EU direktíváinak megfelelő tételrend,
- továbbá a korábban elterjedt, és alkalmazott normagyűjtemények
  - az **EN (Egységes Építőipari Normarendszer)**
  - az **ENK (Egységes Építőipari Normarendszer Kisüzemi Körülmények Között)**
  - az **EMIR (Építőipari Műszaki Iránynormák)**
  - a **FEMIR (Fenntartási Építőipari Műszaki Iránynormák)**

A fenti normagyűjtemények közül a legelterjedtebb az **Egységes Építőipari Normarendszer, valamint az (TERC Kft.)**, valamint egy-egy szakterületen az **EMIR**.

Napjaink igényeit kielégítő, az EU elvárásainak is megfelelő a közel múltban megjelent **ÖN**. A többi normagyűjtemény felépítése és tartalma sem tér el jelentősen az **EN**-től, ezért az **ÖN** felépítését, tartalmát célszerű bemutatni.

#### **Az ÖN felépítése, tartalma**

Az **Összevont Építőipari Normarendszer** (továbbiakban **ÖN**) tartalmazza az építőipari termelés döntő többségét adó feladatokat leíró normatételeket az új és meglévő épületeken végzett építésszerelési, valamint a víz-, és útépítési munkákra (részletesebben a költségvetéssel foglalkozó fejezetben).

Az **ÖN** munkanemi tagolás szerint van felépítve.

Az **ÖN** kötet, illetve munkanemi tájékoztatói tartalmaznak egy általános útmutatót, amely általános elveket és tájékoztatást adnak, illetve az alkalmazáshoz kapcsolódó alapvetően fontos tartalmi kérdéseket és előírásokat, így

- a normák tartalmát, az ezzel összefüggő értelmezési feltételeket, valamint
- a mennyiségek számításának szabályait.

Az egyes tételekhez tartozóan megtalálható

- a tétel szöveges leírása, a műszaki tartalom pontos megfogalmazásával,
- a tétel elszámolási egysége,
- a tétel azonosítója, amely tartalmazza a munkanem számát és további tételcsoportot, tételszámot és tételváltozatot azonosító numerikus karaktert,
- a munka részletezését, részletesen felsorolva az elvégzendő feladatokat,
- a tétel megvalósításához szükséges
  - az anyagnormákat (az anyag természetes egységben),
  - a munkanormákat szakma szerinti bontásban (műszakóra egységben),
  - a gépi erőforrások normáit (műszakóra egységben), továbbá tartalmazhatja
  - a tétel műszaki jellemzőit.

Az Egységes Építőipari Normarendszer (**ÉN**), és az Építőipari Műszaki Iránynormák (**ÉMIR**) tartalma szűkebb az **ÖN** tartalmánál, nem tartalmaz részletesebb műszaki jellemzőket, valamint a munkahelyen dolgozó műszaki szakember számára alig használható mértékegységgel (kWh) adja meg a gépnormákat.

A fenti normarendszerek az időtervezési alapadatok meghatározása során elsősorban a munkanorma értékek meghatározása során nyújtanak segítséget. A gépnormák esetében az **ÖN** ma használatos reprezentatív gépek normaadatainak műszakóra egységben való meghatározásával nyújthat jelentős segítséget. A reprezentatív gép jellemzőit minden esetben célszerű összevetni a várhatóan ténylegesen alkalmazott géppel és a munkaigények esetleg szükséges korrekciója után végezni el az ütemezési munkát.

*Az egyéb rendelkezésre álló normarendszerek esetében a kWh egységgel megadott, a gép jellemző alkalmazási paramétereit nem kellő pontossággal alátámasztott gépnormaértékek az ütemezés során a gyakorlatban alig alkalmazhatók.*

Általában megállapítható, hogy az ilyen nagy részletesség nem alkalmas közvetlenül az ütemezési munkákhoz, mivel egy-egy ütemtervi folyamatot több normakönyvi tétel alkot. Ezért az egyes alkotókhoz rendelt számított munkamennyiségeket erőforrásonként összegezni kell, és a folyamat elemzést e szerint elvégezni.

A kivitelezési gyakorlatban ennél kevésbé részletesebben megfogalmazott folyamatokkal dolgoznak az időtervezés, illetve a termelés követés során. Ehhez azonban normaadatbázis egységes tételrenddel Magyarországon nincs.

*Az ütemezés során igen gyakran technológiai folyamat részletességű, összevontabb, több munkafolyamatot tartalmazó szerkezetet szeretnénk feltüntetni. Ilyen például a vasbetongerenda készítése lehet. E munka elvégzése során az alábbi munkafolyamatok munkaigényességével kell számolni:*

- gerenda zsaluzása, m<sup>2</sup> egységgel,
- vasszerelése tonna egységgel, és
- gerenda betonozása m<sup>3</sup> egységgel.

*A gerendakészítés folyamatának ütemezéséhez az összes alkotó folyamat munkaigényességét a korábban ismertetett módon, a saját egységéhez tartozó normaértékek segítségével meg kell határozni, majd ezeket erőforrás fajtánként összegezve lehet a gerendakészítés időtartamát és szükséges kapacitások mértékét számítani.*

### **3.3. A folyamatok összekapcsolása, a relatív időhelyzetek meghatározása**

A folyamatok kapcsolatainak megválasztását a tervezés törekvései, térbeni helyzetük, technológiai feltételeik, erőforrás-gazdálkodási szempontok és lehetőségek, valamint egyéb, a munkára jellemző feltételek határozzák meg.

#### **3.3.1. Az alap folyamatkapcsolatok és a kapcsolati feltételrendszer**

Az ütemtervi folyamatok összekapcsolásának módját alapvetően mindig az ütemezési cél, a szerződésben rögzített feltételek határozzák meg. Ezeken túl alapvető meghatározó jellegű tényező az adott technológiák megvalósíthatóságának módja, illetve a technológiák (folyamatok) sorrendje.

További igen széles és jellegében változatos korlátozó feltételek befolyásolhatják az időtervezés során a folyamatok közötti kapcsolatokat. Ilyenek lehetnek a munkaerő, a gép és az anyagellátás lehetőségei, az időjárás feltételek okozta, akár technológiai folyamatonként eltérő korlátok.

#### **3.3.2. A folyamatkapcsolatok jellemző kialakításának módjai**

##### **A folyamatkapcsolatok modell szintjén az alábbiak lehetnek**

- soros –egyidejűséget kizáró- folyamatkapcsolat,

Tevékenység	Munkanap																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A																						
B																						
C																						

- párhuzamos –független, egyidejű- folyamatkapcsolat,

Tevékenység	Munkanap																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A																							
B																							
C																							

- átlapoló –párhuzamosított-folyamatkapcsolat

Tevékenység	Munkanap																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A																						
B																						
C																						

A fenti folyamatkapcsolati típusok közül az adott feladat esetében az alkalmazandó megválasztását számos tényező mérlegelése befolyásolja, így

- a folyamatok időtartamának nagysága,
- a folyamatok közötti technológiai, szervezési függőségi viszonyok,
- az építmény terjedelmi viszonyai, méretei és jellege (nagykiterjedésű, pontszerű, vagy vonalas),
- az építés erőforrásokkal való ellátásának lehetőségei,
- a munkahely felvonulási és logisztikai lehetőségei,

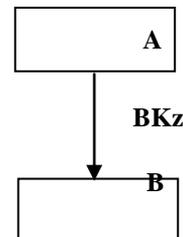
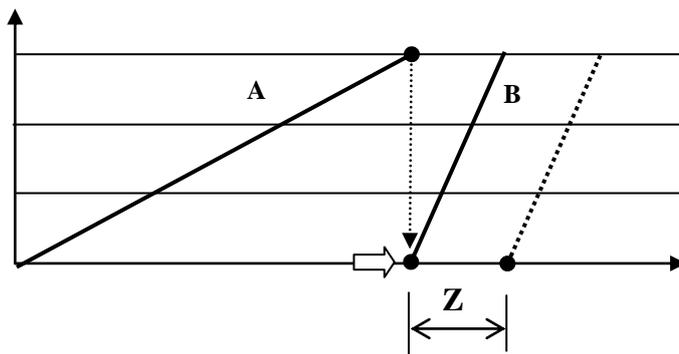
- a vizsgált folyamatok elvégzésénél számításba vehető munkaszakaszok, munkafrontok száma és terjedelme.

A felsorolt szempontrendszer szerteágazó volta miatt a folyamatkapcsolatok megválasztása körültekintő munkát igényel, mert a megfelelő döntések esetében jelentősen befolyásolhatjuk az építmény megvalósulási idejét. A mérlegelés során ellentmondó feltételek alkalmazásánál a tervező döntési helyzetben van, ilyenkor feltétlenül azt kell szem előtt tartania, hogy a szervezési döntéseknek sohasem szabad alárendelni az építmény műszaki terveiben rögzített szerkezeti, technológiai, minőségi követelményeket.

Az ütemezési célok eléréséhez a folyamatok közötti kapcsolatok kialakításáról kell dönteni a műszaki tartalom, a technológiai feltételek és egyéb tényezők ismeretében. A jellegzetesen előforduló műszaki tartalomhoz tartozó problémák szervezési megoldása az alábbiak szerint javasolható.

### 3.3.2.1. A soros folyamatkapcsolat kialakítása

Olyan esetekben kell alkalmazni a soros folyamatkapcsolást, amikor a kis terjedelmű munkaterület, illetve a rövid tevékenységidő nem teszi lehetővé a folyamatok átlapolását. Ebben az esetben az **A** tevékenység befejezése után, a **B** tevékenység kezdetének helyzetét kell meghatározni. Ez általában azt jelenti, hogy a megelőző tevékenység befejezése után kezdődhet a követő tevékenység. A megfogalmazandó műszaki problémától függően előfordulhat, hogy a két tevékenység vizsgált pontja között nullától eltérő pozitív illetve negatív értéket kell előírni. A kapcsolati időköz a tevékenység időktől független, az erőforrás átállítástól, a technológiától függő érték.

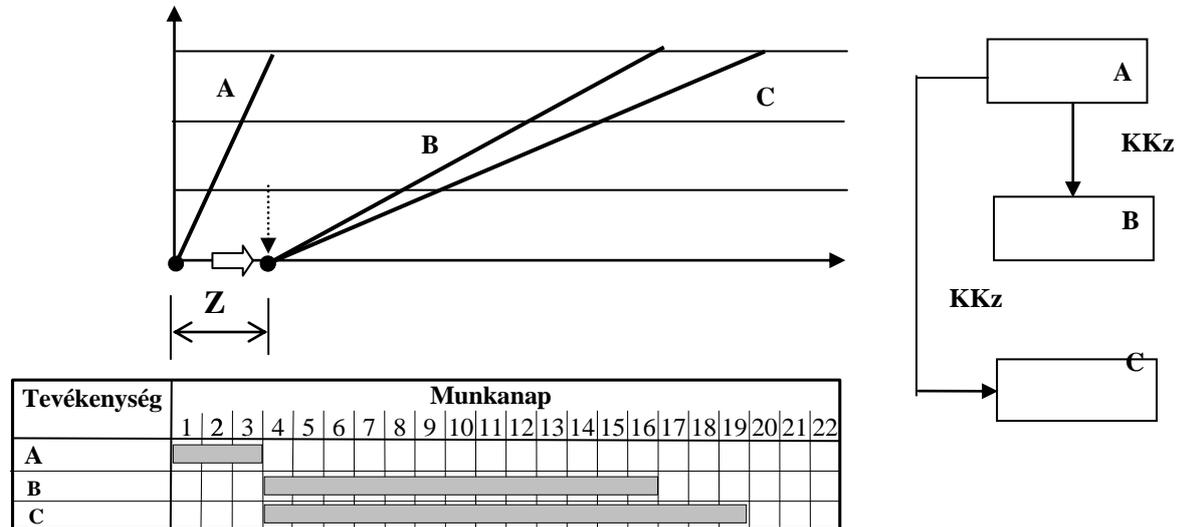


Tevékenység	Munkanap																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
B																						

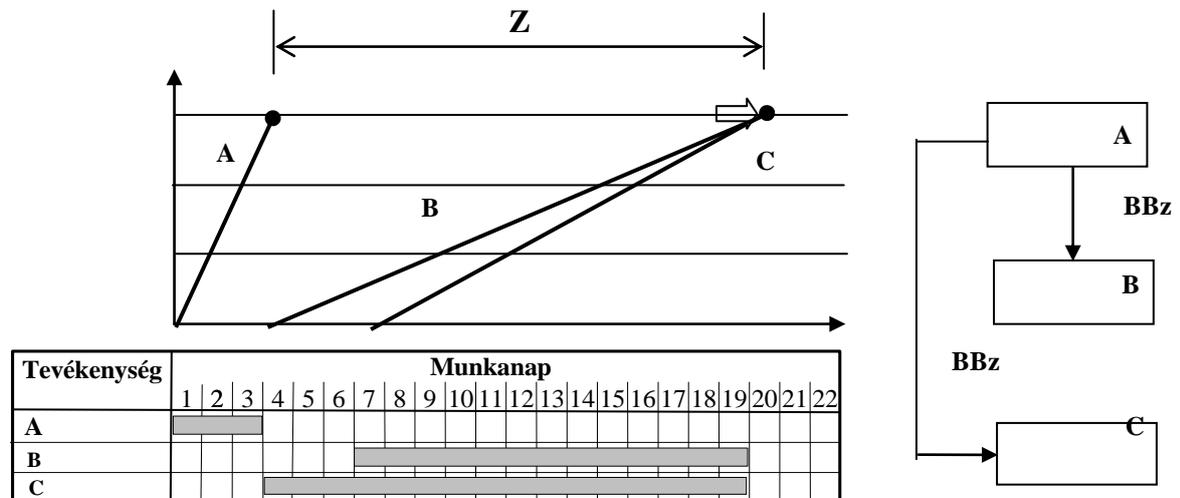
### 3.3.2.2. A párhuzamos folyamatok kapcsolatainak kialakítása

A párhuzamosan végezhető folyamatok jellemzően egymástól függetlennek, így közöttük nincs kapcsolat előírva. Helyzetüket az őket megelőző folyamatok határozzák meg.

A folyamatok kezdésétől párhuzamos folyamatok kapcsolata



A folyamatok befejezésével párhuzamos folyamatok kapcsolata



### 3.3.2.3. Az átlapoló folyamatok kapcsolatainak kialakítása

A már közepes méretű építőipari létesítmények kivitelezésénél is az átlapoló folyamat kapcsolása a jellemző. Ebben az esetben különös figyelmet kell szentelni mind a tervezésnél, mind az ütemterv felülvizsgálata során a folyamatok között technológiailag szükséges területelőny meglétére. A folyamat által elfoglalt terület nagyságát, illetve a két folyamat között megkövetelt, elvárt terület előnyt többféle módon fejezhetjük ki. Lehetséges, hogy megadjuk

- a folyamatok minimális százalékos készülségének mértékét, amikor a követő folyamat munkát végezhet,
- a naturálisan kijelölhető terület, hossz nagyságát a követő folyamat munkájának kezdeti feltételeként, amely esetben a teljes feladat mennyiségének ismeretében meghatározható a készülség relatív aránya is, valamint

- az építési feladatot munkaszakaszokra, munkafrontokra bontva határozzuk meg azt, hogy egy-egy szakaszon csak egy-egy munkafolyamat végzése lehetséges egy időben.

Az átlapoló tevékenység kapcsolatok esetében meg kell különböztetni, hogy a megelőző és a követő folyamat időtartam viszonyai milyenek.

Átlapolás gyors-lassú ( $t_a < t_b$ ) időtartamú folyamat estében

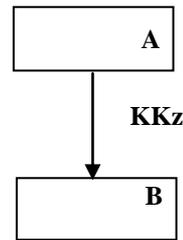
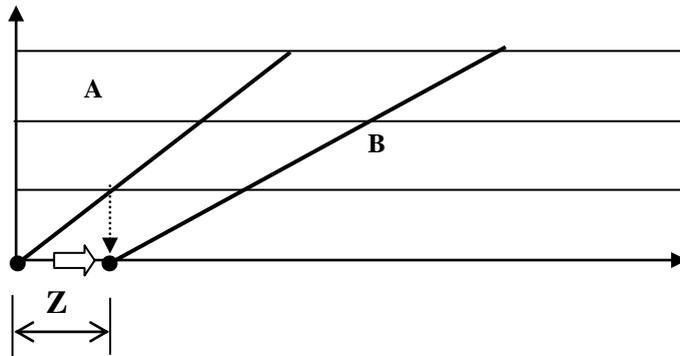
A gyors-lassú követés esetében az elvárt terület előny meglétét az **A** tevékenység kezdetéhez képest a **B** tevékenység kezdetének megfelelő idővel történő késleltetése biztosítja. Ez hálón kifejezve **Kezdet - Kezdet (KK)** kapcsolatot jelent. A területelőnyre jellemző időparaméter nagysága ( $z$ ) az ábrán látható módon a megelőző tevékenység időtartamának függvényében írható le.

$$z = da/n, \text{ illetve } z = da * k$$

ahol

**n** - a munkaszakaszok, munkafrontok száma,

**k** - a megkívánt készütség mértéke (ahol a 100% esetében a  $k=1$ )



Tevékenység	Munkanap																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
A																											
B																											

Átlapolás lassú - gyors ( $d_a > d_b$ ) időtartamú folyamat estében

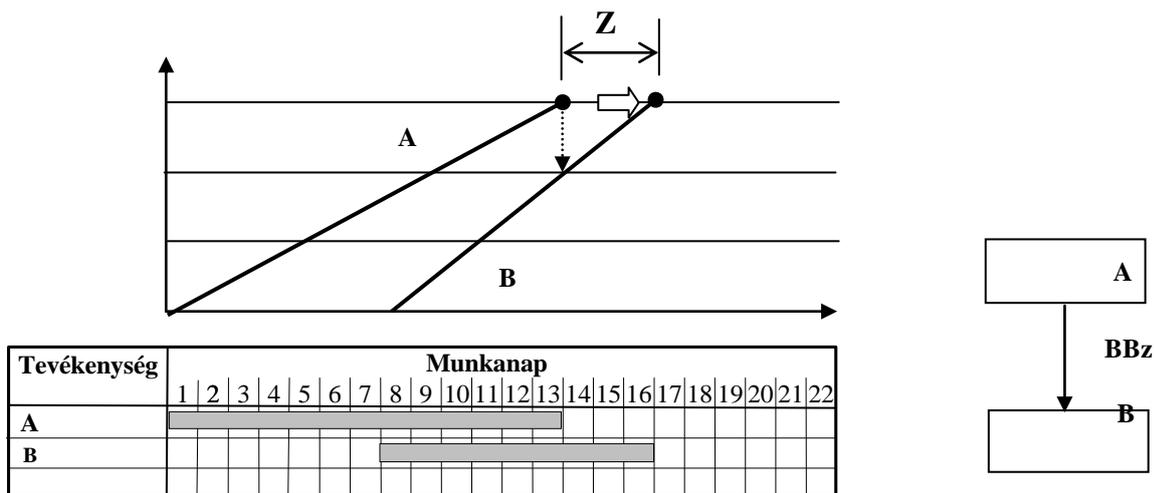
A lassú-gyors követés esetében az elvárt terület előny meglétét az **A** tevékenység befejezéséhez képest a **B** tevékenység befejezésének megfelelő idővel történő késleltetése biztosítja. Ez hálón kifejezve **Befejezés - Befejezés (BB)** kapcsolatot jelent. A területelőnyre jellemző időparaméter nagysága ( $z$ ) az ábrán látható módon a követő tevékenység időtartamának függvényében írható le.

$$z = db/n, \text{ illetve } z = db * k$$

ahol

**n** - a munkaszakaszok, munkafrontok száma,

**k** - a megkívánt készütség mértéke (ahol a 100% esetében a  $k=1$ )



### 3.3.2.4. Technológiai szünet előírása

A szerkezetek kivitelezése során, az anyagjellemzőktől függő mértékű technológiai szünet előírására lehet szükség. A szerkezet geometriai jellemzőitől függően eltérően kell értelmezni a technológiai szünetet a

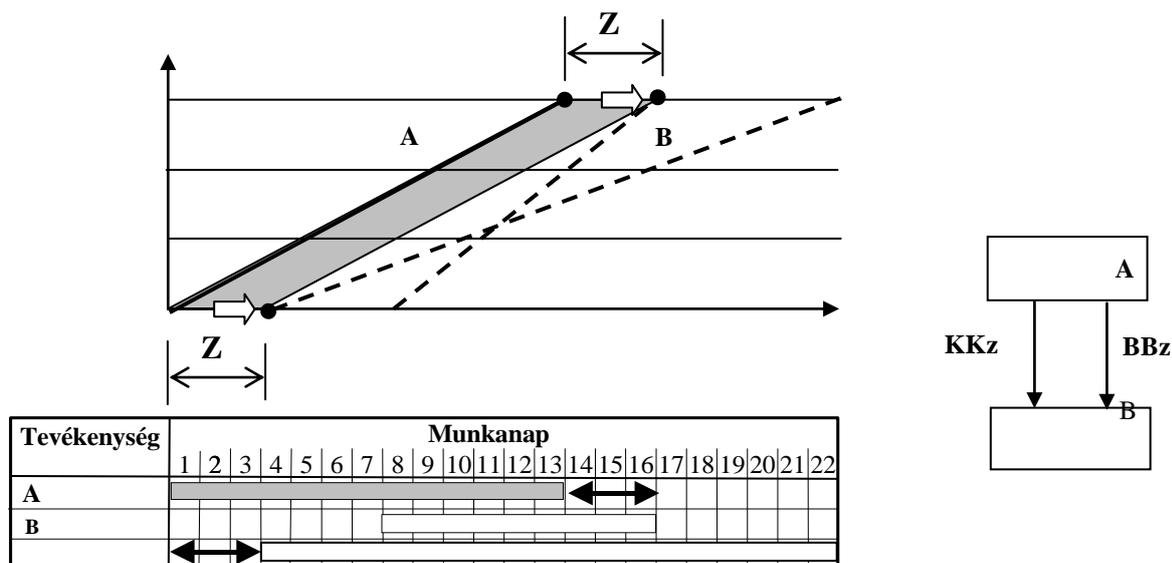
- vonalas (pl. útalap beton), és a nagyterjedésű (pl. nagy felületű térburkolat) létesítmények, valamint
- a pontszerű szerkezetek (pl. híd felmenő pillére) esetében.

A vonalas, illetve nagyterjedésű létesítmények esetében –kellően nagy kivitelezési idő esetében- lehetőség van a követő folyamatokkal való átlapolásra. Ebben az esetben a technológiai szünetet igénylő folyamatot egy a technológiai szünetnek megfelelő méretű kizárt zónának kell „védenie”. Ez azt jelenti, hogy a ciklogramban a folyamat kezdésénél és befejezésénél egyaránt meg kell lennie a technológiai időnek.

Hálós ábrázolás esetében e feltétel előírása a **KKz** és a **BBz** feltételek egyidejű alkalmazásával lehetséges. Ha olyan számítógépes programot használunk, amely egy tevékenység között több feltétel előírását nem engedi meg, ebben az esetben a tervezőnek kell a tevékenységidők viszonyának függvényében meghatároznia, hogy melyik feltétel a mértékadó.

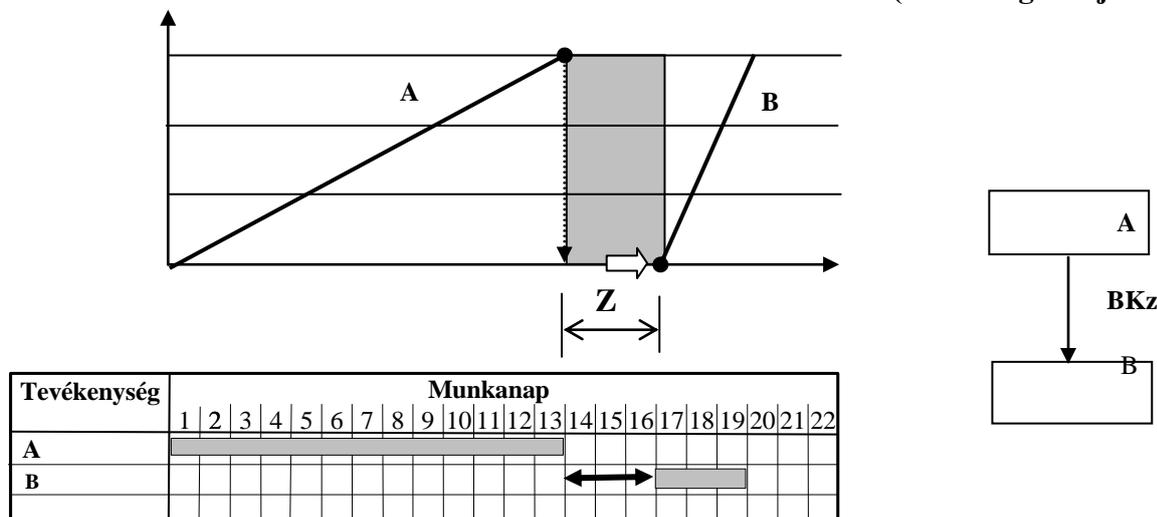
A **z** kapcsolati időköz paraméterének értéke a technológiára jellemző konstans érték, a tevékenység végrehajtási idejétől független (pl.: beton szilárdulása, vakolat száradása, földmű konszolidáció).

$z = \text{konstans (technológiára jellemző)}$



A pontszerű létesítmények, szerkezetek esetében a technológiai szünet a szerkezet elkészülte után kezdődik, majd a technológiára jellemző idő eltelte után követheti őt a követő folyamat. Hálós ábrázolással ezt a helyzetet a soros folyamatkapcsolással **BK** kapcsolattal, a technológiai szünet mértékének megfelelő értékű  $z$  kapcsolati időközzel írható le.

$z = \text{konstans (technológiára jellemző)}$



### 3.3.3. Az ütemezési célhoz kapcsolódó jellemző ütemezési megoldások

Az ütemezési cél határozza meg a tervező törekvéseit ütemtervben alkalmazandó folyamat-idők és kapcsolatok megválasztása során.

Az ütemezési cél alapesetben

- Az időkorlátos ütemezés, amikor a teljes átfutási idő, esetleg meghatározott szerkezetek munka közbeni készütségének részhatárideje is kötöttek. Az építőiparban is, a kínálati piac esetében ez a jellemző helyzet. Ekkor az ütemezésnek a minimá-

lishoz közelítő építési idő meghatározása a feladata. Ebben az esetben az erőforrások gazdaságos alkalmazása kisebb súllyal szerepel az ütemezési célok között.

- A korlátos kapacitás szerinti tervezés arra a feltételezésre épül, hogy a feladat végrehajtása során a kapacitások egy része korlátozottan áll rendelkezésre. Ez a keresleti piac körülményei között lehet gyakori. A feladat megoldása bonyolult számítógéppel segített tervezési módszerekkel lehetséges, többnyire jelentős kompromisszumok vállalása mellett. E problémát a jegyzet későbbi fejezeti tárgyalják részletesen, de néhány konkrét megoldást a felhasználó a hálós időtervező számítógépes programok eszköztárában találhat.

#### 3.3.3.1. A minimális építési időre való tervezés

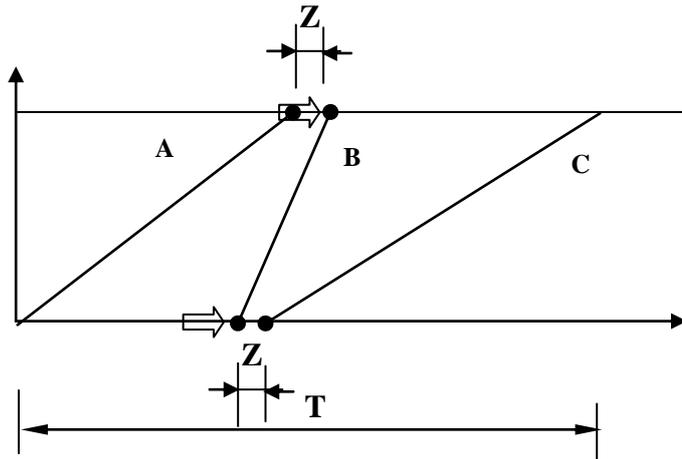
A minimális építési időre való tervezéshez kapcsolódóan célszerű megismerni a folyamat-szervezés egyik sajátos esetét, az úgynevezett *relatív gyorsítási paradoxont*.

Szervezési szempontból sajátos esetet jelent a **lassú – gyors - lassú** időtartam viszonyú folyamatcsoport. A folyamatok közötti követési időközt (**z**) állandónak tekintve a kiindulási ütemtervben a megadott folyamatidők figyelembe vételével a teljes átfutási idő **T**.

A megfontolás tárgya az, hogy hogyan lehet a teljes átfutási időt csökkenteni úgy, hogy többlet kapacitás nem áll rendelkezésre, azaz a folyamatok időtartama nem csökkenthető.

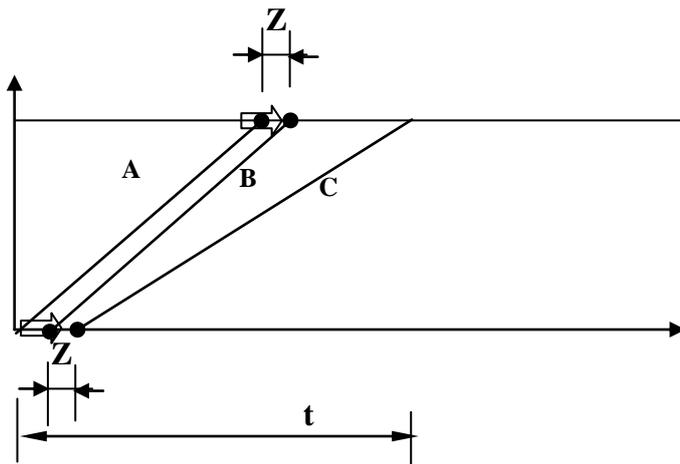
**Osztható erőforrások** (pl. nagyobb létszámú brigádok, több önállóan dolgozni képes gép) esetében a középső **B** jelű folyamat időtartama növelhető úgy hogy a folyamaton alkalmazott erőforrásszintet csökkentjük. Ennek kívánatos mértéke az lehet, hogy a folyamat azonos időtartamú legyen a megelőző **A** jelű folyamatéval. Ennek korlátja az erőforrások minimálisan alkalmazható szintje lehet, így ebben az esetben meg kell elégednünk az így adódó maximálisan ütemezhető folyamatidővel. A **C** folyamat helyzetét a szükséges követési idő betartásával határozhatjuk meg. Ezzel az eljárással a kiindulásnál kisebb teljes átfutási időt kaphatunk eredményül.

Kiindulási állapot



Tevékenység	Munkanap																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	█																					
B										█	█	█	█	█								
C																					█	█

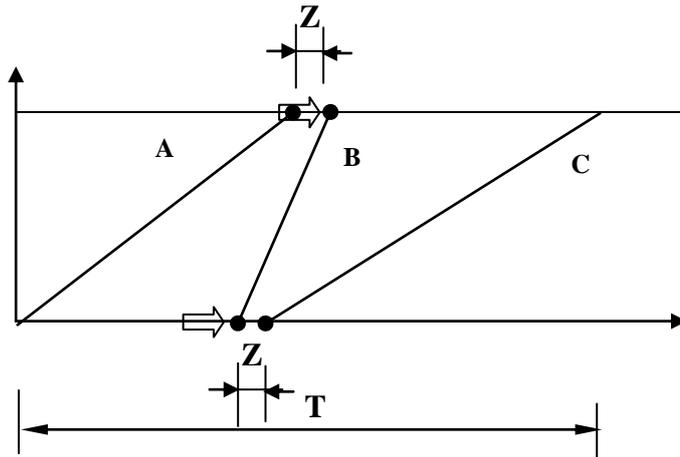
Korrigált állapot osztható erőforrások esetében



Tevékenység	Munkanap																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	█																					
B										█	█	█	█	█								
C																					█	█

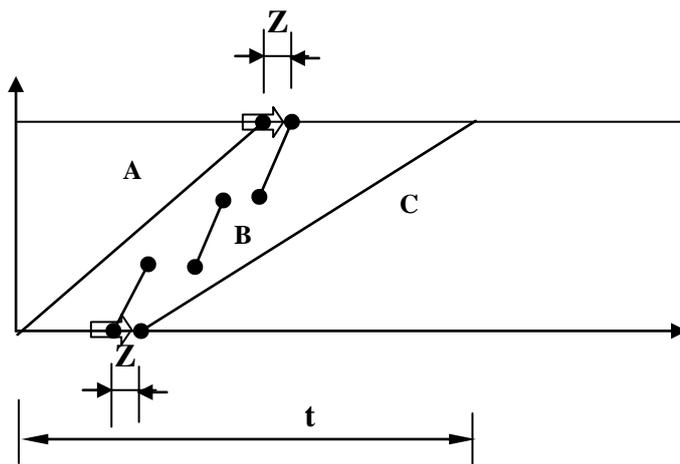
**Nem osztható erőforrások esetében** a közbenső **B** folyamat idejét virtuálisan, a folyamat megszakításával csökkenthetjük, és ez is a teljes átfutási idő csökkenéséhez vezet. A folyamatok megszakítása a munkahelyi rendet, szervezési lehetőségeket zavarhatja, ezért ennek alkalmazását meg kell fontolni, hogy a nyert átfutási idő csökkenése arányba áll-e az okozott zavarok mértékével.

### Kiindulási állapot



Tevékenység	Munkanap																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A																							
B																							
C																							

### Korrigált állapot nem osztható erőforrások esetében



Tevékenység	Munkanap																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A																							
B																							
C																							

A fenti példa alapján is megállapítható, hogy a minimális építési idő meghatározása esetében törekedni kell „paradox” helyzetek elkerülésére. Ezt elérni a folyamatidők azonos, közel azonos értéke esetében lehet.

A minimális építési idő meghatározásának javasolt lépései az alábbiak:

1. meg kell határozni az ütemterv folyamatait, a kapacitás korlátok, és a folyamatidő korlátainak mérlegelése után megállapítható a folyamat minimális és maximális időtartama,
2. ki kell választani a folyamatok közül a fontosságuk, valamint időtartam korlátaik alapján a főfolyamatot (esetleg folyamatokat) és ehhez a minimális folyamatidejét rendeljük hozzá, a többi folyamat idejét úgy kell korrigálni, hogy az előzőekben ismertetett

mértékadó folyamatidő intervallum lehetővé tegye a szinkronhoz közeli helyzet kialakítását,

3. az olyan folyamatok esetében, ahol a folyamatidők maximális értéke is lényegesen kisebb a megválasztott főfolyamat mértékadó idejénél, mérlegelni kell a folyamat megszakításával való virtuális időtartam növelést,
4. az összehangolt időtartamú folyamatokat úgy kell az ütemtervben összekapcsolni, hogy a megengedhető legnagyobb mértékű legyen az átlapolás,
5. végül a kapott átfutási idő megfelelőségének vizsgálata után a szükséges műszaki – technológiai – szervezési feltételek változtatásával korrigálni kell, és az ütemezést a fentiek szerint újból el kell végezni.

A fenti algoritmus szerinti tervezés esetében az építési idő minimalizálásra a következő lehetőségek, illetve korlátozó feltételek fordulhatnak elő:

**A., Terjedelmes, egy időben igénybe vehető, több munkaszakaszra bontható építmények** esetén, **jelentős folyamat időtartam** határértékek esetén

az ilyen ütemezési feladatoknál a technológiailag megengedhető legnagyobb mértékű egyidejűség – a folyamatok átlapolása- eredményezheti a minimális építési időt. Az átlapolások mértéke akkor lehet a legnagyobb és szervezési szempontból ajánlott, ha

- az építmény folyamatainak, esetleg csak folyamatcsoportjainak haladási sebessége –időtartama- közel azonosak, és
- a folyamatok közötti szervezési és technológiailag szükséges térközök, illetve az ezekből származtatott követési idők minimálisak, azaz a paradox helyzetnél megállapított feltételek nem fordulnak elő.

Az előzőekben leírt harmonizálási, szinkronizálási törekvéseket jellemzően az alábbi két folyamat típus akadályozhatja.

- A nagy időtartamú, lassú folyamat  
Ezek a folyamatok jellemzően nagy élőmunka igényű folyamatok, ahol részben a munkaerő kapacitás, illetve a szerkezet technológiából adódó alkalmazható erőforrásszint korlát akadályozza a munkasebesség növelését. Ezek általában olyan szakképzettséget igénylő munkák, amelyek a piacon korlátozott számban állnak rendelkezésre (egyedi ácsmunkák, téglahomlokzat burkolatok, stb.).
- A jellemző folyamatidőhöz képest kis időtartamú, igen gyors folyamat  
Ilyen folyamatok általában a jól gépesített nagyteljesítményű gépláncok által végzett munkák (szivattyús betonbedolgozás, nagyteljesítményű földmunkagépek alkalmazása lassú folyamatok, pl. dúcolással épített csatornázás esetén). Előfordulhatnak kis erőforrás-igényű folyamatok, amelyeken az alkalmazható legkisebb erőforrásszint is a környező folyamatokhoz képest igen gyors lefutást eredményez (pl.: tükör készítése kézi erővel, aminek a munkaigénye igen kicsi, de az elvégzéséhez a munka jellegéből adódó minimálisan szükséges 3 fős létszám általában jelentősen gyorsabb a megelőző és a követő folyamatok idejénél). Az ilyen beékelődő folyamatok okozta paradox helyzet feloldását vagy a már ismerttetett virtuális lassítással azaz a megszakítással (annak minden kellemetlen munkaszervezési következményét viselve), vagy a folyamatképzés újragondolásával a feladatot beépíteni a megelőző, vagy követő folyamatot végző csoport feladatai közé (pl.: az előző példát folytatva tükör + ágyazat készítése).

Amennyiben a szerkezet, a technológia tulajdonságaiból következően az építmény valamennyi folyamatára a fenti feltételek nem alakíthatóak ki, akkor az építményt

célszerű több olyan folyamatcsoportra tagolni, ahol folyamatcsoportonként teljesül a közel azonos sebesség (folyamatidő).

### **B., Kis terjedelmű, vagy pontszerű, egy vagy kevés számú munkaszakaszra bontható feladatok esetében**

A pontszerű, vagy kis terjedelmű feladatok esetében az átlapolás egyáltalán, vagy csak igen kis mértékben lehetséges, a soros folyamatkapcsolás a jellemző ilyen esetekben.

Ezt a helyzetet jellemzően akkor áll elő, ha

- a munkafeladat kis terjedelme nem engedi meg több munkafolyamat egyidejű végzését (pl. híd pillérjének építési folyamatai: alaptest, felmenőszerkezet, fejgerenda, .. stb.)
- a munkafolyamatok lehetséges leghosszabb átfutási idejei (**t<sub>max</sub>**) olyan rövidek, hogy bár a munkaterület terjedelme lehetővé tenné az átlapolást, az értelmetlenné válik (pl.: napi ütemezési időegység esetében az egy-két napos folyamatok átlapolása nem vagy alig ad alkalmat az átfutási idő csökkentésére).

A minimális építési időre való tervezési törekvés során –a soros folyamat kapcsolatokból adódóan- a folyamatok minimális építési idejét (**t<sub>min</sub>**) kell megválasztani, a legrövidebb építési időt csak ezúton lehet elérni.

#### 3.3.3.2. A korlátos kapacitás szerinti tervezés

E fejezet a korlátos kapacitás szerinti tervezés legalapvetőbb, a manuális tervezés esetében elvégzendő lépéseit mutatja be, ezzel a feladat jellegére, és bonyolultságára rámutatva. Az erőforrás-tervezés igen bonyolult feltételrendszerre épülő, jellemzően hálós formában kidolgozott ütemterv segítségével, számítógépes programok alkalmazásával megoldható feladat. E problémakör részletesebb ismertetése az erőforrás-tervezéssel foglalkozó 4. fejezetben található meg.

A korlátos kapacitás szerinti tervezés manuális (*ceruza – papír- radír módszerrel*) elvégzése többlépéses iteratív eljárás. Az alapvető feltétel az, hogy az építési feladat végrehajtásához alkalmazható kapacitások egy része korlátozottan áll rendelkezésre, bár ez jellemzően csak keresleti piac esetében áll fenn, azonban lokálisan egy-egy erőforrás esetében kínálati építőipari piac esetében is előfordulhat.

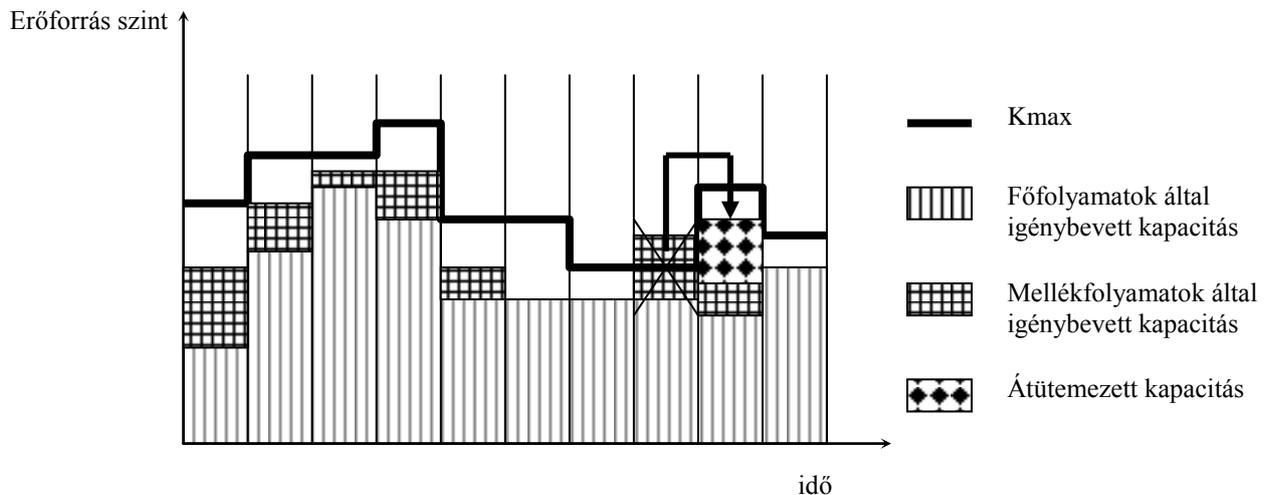
A manuális –humán mérnöki elme segítségével- a tervezés során az alábbi lépéseket kell elvégezni:

1. A folyamatok közül kiválasztjuk a főfolyamatot (főfolyamatokat) és a mellérendelt folyamatokat.  
A korábban ismertetett módszer szerint a főfolyamatokra megállapítjuk a minimális (**d<sub>min</sub>**) és maximális (**d<sub>max</sub>**) folyamatidőket, majd a főfolyamat-csoportra vonatkozó mértékadó folyamatidő intervallumot. Az erőforrásszintek felvételénél meg kell vizsgálni, hogy a főfolyamatra tervezett kapacitás mérték rendelkezésre áll-e.
2. A mellérendelt folyamatok minimális és maximális időtartamainak megállapítása után e folyamatok időtartamait állapítjuk meg a főfolyamatokhoz való összehangolással, törekedve a leginkább harmonizáló párhuzamos lefutású helyzetre.
3. A folyamatok közötti kapcsolatokat kell meghatározni úgy hogy a technológiailag és szervezésileg maximálisan átlapolt helyzetet hozzuk létre.
4. Az így kialakított legkedvezőbb átfutású ütemterv erőforrásigényét a vizsgált erőforrásra meghatározva össze kell vetni a rendelkezésre álló kapacitás szinttel.

Ha az erőforrás szükséglet

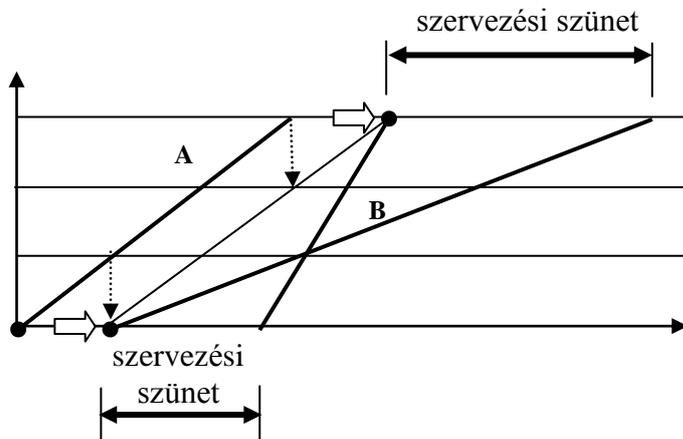
- az időskála egyetlen pontján sem haladja meg a kapacitáskorlátot, akkor tovább folytathatjuk a tervezési munkát az 5. pontban leírtak szerint, de

- ha meghaladja, akkor például a folyamatkapcsolatokat meg kell változtatni úgy, hogy a kapacitás hiány időszakába eső, a vizsgált kapacitást igénylő folyamatok egybeesése megszűnjön, azaz a folyamatokat „szét kell húzni”, úgy hogy a technológiai feltételek ne sérüljenek, vagy az erőforrás intenzitás változtatással is korrigálható az erőforrás szükséglet szintje. Ez esetben a 3. pontban foglaltakat kell korrigálva újra elvégezni a kapacitás viszonyok ellentmondásos időszakaiban.
5. A mellékfolyamatokat a technológiailag lehetséges helyzetükben úgy kell elhelyezni, hogy azok kapacitás igénye a vizsgált erőforrásból a kapacitás korlát és a már beütemezett folyamatok szükséglete közé essen.
  6. Az ütemterv valamennyi –beütemezett-, folyamatára el kell végezni a vizsgált erőforrás aggregációját, és össze kell vetni időegységenként a rendelkezésre álló kapacitással.  
Ha minden időegységben az igényelt erőforrásszint a kapacitás szint alatt van, a tervezés befejeződött, ha a halmozódás miatt nem, akkor a technológiailag lehetséges olyan időszakba kell áthelyezni a mellékfolyamatot, ahol van még szabad kapacitás, és az 5. pontban foglaltaktól újra kell a vizsgálatokat elvégezni.
  7. Abban az esetben, ha nem teljesül a kapacitáskorláttal kapcsolatos feltétel az előzőekben leírtak szerinti visszacsatolásokkal, úgy az 1. pontra visszatérve a főfolyamatok időtartam elemzésére kell a tervezést újra és újra elvégezni.



### 3.3.3.3. Állagmegóvási problémák

Az állagmegóvás során a sérülékeny állapot létrejötte után a lehető legrövidebb időn belül el kell készíteni azt a szerkezetet, amely ezt az állapotot megvédi (pl.: tükör – szerelőbeton). Az ütemezés szempontjából ez azt jelenti, hogy a sérülékeny állapotot létrehozó folyamatot az őt követő folyamatnak a lehető legjobban meg kell közelítenie. Ezt a megközelítést a korábban tárgyalt technológiai feltételek, a munkaterület jellemzői és egyéb körülmények befolyásolják.



Az állagmegóvási céljaink azonban a legnagyobb mértékű megközelítés esetében sem teljesülnek, ha a megelőző és a követő folyamat ideje (jelentősen) eltér, mivel lassabb követő esetében a folyamat végén, gyorsabb követő folyamat esetében a folyamat elején keletkezik szervezési szünet.

Az előzőek alapján megállapíthatjuk, hogy az állagmegóvási feltételek teljesítése hasonló módon érhető el a mint a legrövidebb építési időre való tervezés

- ez esetben is a folyamatidőket a lehetőségekhez képest azonos értékre kell választani, és
- a műszakilag legnagyobb átlapolást kell kijelölni.

Néhány egyszerű példa a fent ismertetett problémákhoz tartozó ütemezési megoldásokra:

1./ Egy fedett fatároló építésén egy brigád dolgozik szombat és vasárnap is. Az elvégzett munkák:

Munka megnevezése	Idő (nap)	munkanapok
Alaptest földkiemelése	1	■
Alaptest és lábazat zsaluzása	2	■ ■
Alaptest betonozása	1	■
Felmenő falak falazása	2	■ ■
Tető és héjalás elhelyezése	1	■

A fenti feladatban egy igen kis méretű létesítményen egy termelőszerkezet –a család- dolgozik. A terület méretéből és rendelkezésre álló erőforrás lehetőségéből is a soros folyamatkapcsolás adódik megoldásként.

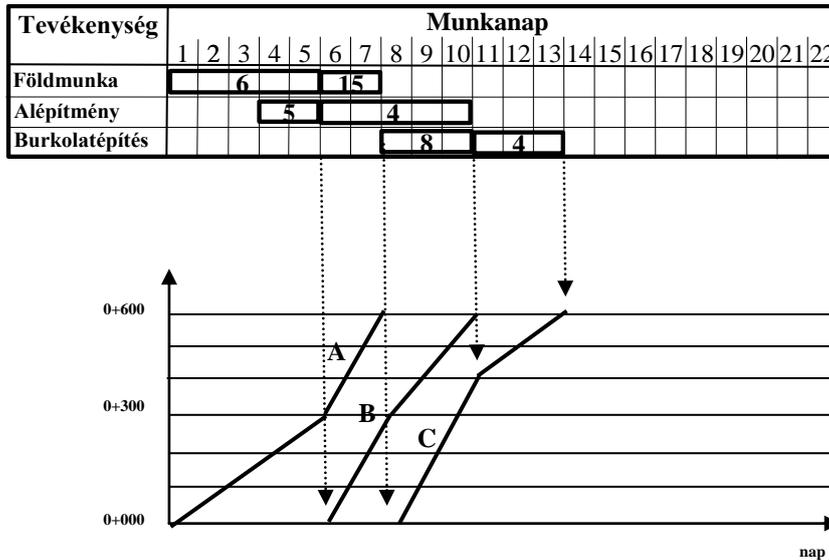
2./ Egy építkezésen 60 méter hosszú, 3 m magas betonfalat építenek. A munkán két brigád dolgozik, az egyik földmunkát és betonozást, a másik zsaluzási munkákat végez. A munka heti 5 napos munkarendben folyik. Technológiai feltétel, hogy az alaptest betonja legyen legalább

egy napos, amikor ráteszik a fal zsaluzatát, szervezési feltétel, hogy a folyamatok 20 méternél nem kerülhetnek közelebb egymáshoz, vagy a minimális követési idő a folyamatok között 1 nap. !

Munka megnevezése	Idő (nap)	naptári napok																	
		H	K	S	C	P	S	V	H	K	S	C	P	S	V				
Földkiemelés	3	■	■	■			■	■							■	■			
Alap zsaluzás	3		■	■	■		■	■								■	■		
Alap betonozás	3				■	■	■		■	■							■	■	
Fal zsaluzás	3					■	■		■	■	■						■	■	
Fal betonozás	3						■	■			■	■	■					■	■

A fenti feladatban a szakosodott folyamatokon egy-egy eltérő képzettségű brigád dolgozhat. Ebből adódik, hogy az azonos erőforrással végzett folyamatok soros folyamatkapcsolással, egymás után következhetnek, A két eltérő munkacsoport által végzett munkák átlapolhatóak. Ebben az esetben meg kell vizsgálni az átlapolhatóság mértékét, azaz, hogy a munkaterületen a folyamat és a munkaterület jellemzőitől függően mekkora területelőnyt kell tartania a követő folyamatnak. Példánkban 60 m fal épül, és a műszaki megfontolások alapján minimum 20 m területelőnyt kívánunk biztosítani a követő folyamatok előtt. A követési távolság mértéke napi előrehaladás számításával határozható meg. Esetünkben 60 métert 3 nap alatt készítenek el, így naponta 20 métert haladnak. A feltételek között szereplő 20 minimális követési távolság ezek alapján a folyamatok között 1 nap követési idő betartásával biztosítható.

3./ Egy 600 fm hosszúságú járda építésének sávos ütemterve látható. Az ütemvonalakon a munkáslétszám van feltüntetve. Szerkesszük meg a sávos ütemterv ciklogrammos megfelelőjét.

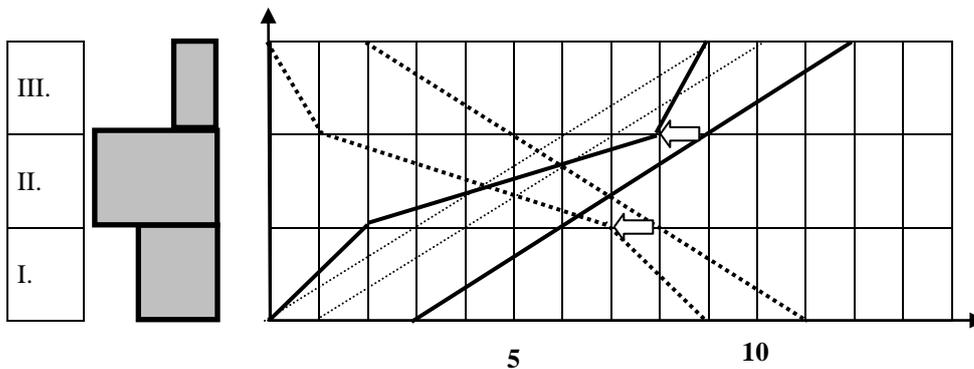


A sávos ütemterv ütemvonalainak időben megfelelő vetületébe esik a ciklogrammos ütemvonal is. Ha az előrehaladás egyenletes, akkor a munka kezdőszelvényétől a záró szelvényig egy egyenes írja le a folyamat előrehaladását. Esetünkben a járda építésének munkamennyiségei a teljes hosszön azonosak, azonban az ütemvonalakra ráírt, időben változó létszámmal folyik a munka. Az egyenletes munkamennyiség esetében az erőforrásszint változásával jár. Ez a ciklogrammos ábrázolás esetében az ütemvonal meredekségének változását okozza.

A töréspontok helyének meghatározása a munkaigények időbeni arányainak számításával lehetséges. Az „A” folyamat esetében 5 napon keresztül 6 fő munkája 30 műszakot, 2 napon keresztül 15 fő szintén 30 műszakot jelent. A folyamat összes munkaigénye 60 műszak, így az első 5 nap alatt elvégzett 30 műszaknyi munka 50%-os, 300 m előrehaladást jelen. A következő két nap alatt 15 fő a teljesített 30 műszaknyi munkával végzi el a hátralévő további 300 méteren a munkát.

4./ Változó magasságú támfalat kell építeni. A falépítést az építésvezető 3 munkaszakaszra bontotta. A rendelkezésre álló egy munkacsoport első munkaszakaszt 2 hét alatt, a másodikat 6 hét alatt, a harmadikat 1 hét alatt végzik el.

Rajzoljuk fel e munka ciklogrammos ütemtervét, és állapítsuk meg, hogy a falépítést követő védőkorlátot és tartozékokat szerelő brigád — mely 9 hét alatt végez — mikor indulhat, hogy a falépítésnek mindig legyen legalább 1 hét előnye!



*A fenti feladatban az állandó erőforrásszint (egy munkacsoport) térben változó mennyiségű feladatot végez. Ha nem vesszük figyelembe az egyes folyamatoknak a térben változó munkasebességét, eltérő munkasebességek esetében szervezési hibákat követhetünk el. Esetünkben mind a fal építése, mind a felépítményi tartozékok elhelyezése 9 hét. Ha egyenletes haladást feltételezésével tervezzük meg a munkát, a vékony szaggatott vonal szerinti eredményre jutunk. Ha a munka modellezése során a jellemző támfal magasságokhoz tartozó munkaszakaszokénti sebességeket a fal építése során figyelembe vesszük (amiért az építésvezető ezt három szakaszra osztotta), akkor a vastag vonallal jelölt megoldás szerinti 12 hetes átfutási idő az eredmény. Az előző két megoldás összevetésével megállapíthatjuk, hogy az egyenletes haladást feltételező megoldás helytelen, mivel az ütemvonalak metsződnek, azaz olyankor akartunk tartozékokat építeni, amikor a támfal bizonyos szakaszokon el sem készült még.*

*A tervezés során még egyéb megoldás is felmerülhet, így a munkavégzés irányának eltérő megválasztása, azaz a szakaszok közötti munkába vételi sorrend hatásának vizsgálata. Példánkban az ellenkező irányból történő munkavégzés azonos kapacitások és szervezési feltételek mellett egy héttel korábbi átadási időt eredményezett.*

### 3.4. A szalagszerű építés – a folyamatos építési módszerek

Az előzőekben megismert szervezési problémák nagy részének megoldása során biztosítani kellett

- egy a technológiára jellemző, esetleg a szervezési célból adódó terület előnyt a folyamatok között –amit egy-egy építési szakaszként is értelmezhetünk-, és
- a folyamatok időtartamait célszerű volt úgy megállapítani, hogy azok közel, esetleg teljesen azonosak legyenek az építési szakaszon belül.

A fenti igények teljesülése során megállapíthatjuk, hogy a szervezési módszer igen hasonlít a telepített ipari üzemekben a tömeges termelés esetében alkalmazott futószalag rendszerhez. A nagy sorozatban készülő termékek előállítására olyan szervezési módszer alkalmazása esetén a legkedvezőbb, amely a munkamegosztás -a szakma szerinti elkülönítés-, mellett biztosítja a folyamatosságot a termék megmunkálásában és az erőforrások igénybevételeiben, valamint azok intenzitásában.

Bár az építőipar sajátosságai nem kedveznek a szalagszerű építési mód egyszerű és széles körben való kialakításához, mert

- a termékek egyediek, a munkaigényük széles határok között változik,
- az építmény (a termék) helyhez kötött,
- jellemzően szabad ég alatt készül, így az időjárás viszonyosságainak ki van téve, a technológiák jellegétől függően eltérő mértékben.

Mindezek ellenére igen sok folyamat csoport esetében válik szükségessé a szalagszerű építés kialakítása (pl.: monolit betonszerkezetek zsaluzás – vasszerelés – betonozás – kiszaluzás folyamatcsoport esetében a zsalufordulási időcsökkentése érdekében, ami a zsalubérleti díjak csökkentése miatt igen fontos gazdasági érdek).

Megállapíthatjuk, hogy a tömegszerűség feltételei az építési munkák végzése során is létrejöhethet, így lehetőséget adva a helyhez kötött terméken áthaladó munkacsoportok megszakításmentes foglalkoztatására, az építmény folyamatos megmunkálására.

A folyamat csoportra jellemző tömegesség és az ismétlődések mértékétől függően eltérő szalagszerű időtervezési módszerek határozhatók meg. Ezek az alábbiak

- a **szinkronizált szalag** alkalmazható teljesen azonos megfelelő mennyiségben, előállítandó építmények építése, vagy folyamatokból álló folyamatcsoport elvégzése esetében,
- a **ritmikus szalag** alkalmazása célszerű az előző esetben leírt feltételek fennállása esetében akkor, ha egyes folyamatokat valamilyen blokádnak tekinthető feltétel adott időszakra megszakít, ilyen lehet például a téli munkavégzésre alkalmatlan időjárás egyes folyamatok esetében, vagy a hétvégi munkavégzés tiltása folyamatos munkarend esetében (belvárosi rekonstrukciók, foghíj beépítések, stb.)
- az **aritmikus szalag** nagyszámú, méreteiben eltérő de egymáshoz hasonló, szerkezetiben és fontosabb technológiai folyamataiban megegyező építmények esetén alkalmazható.

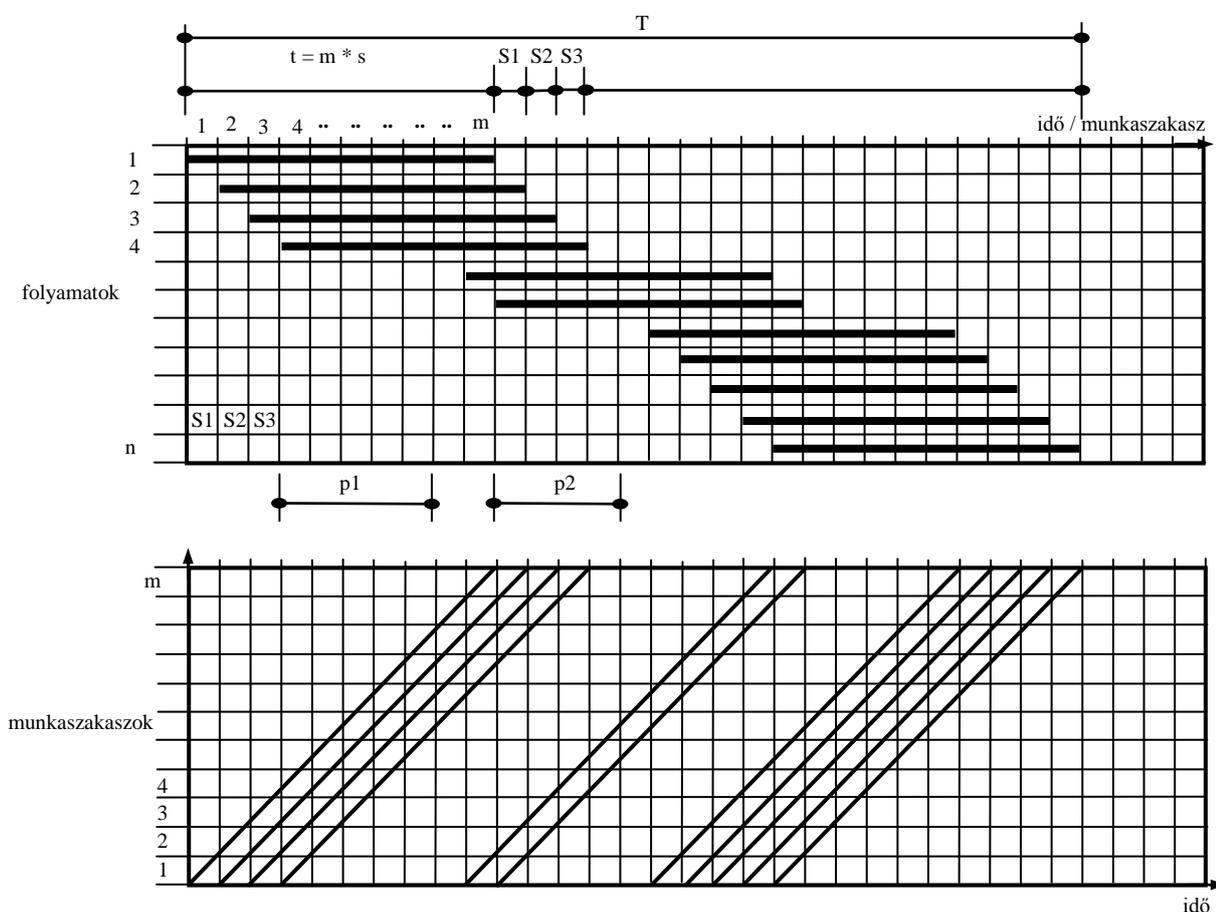
A folyamatos termelésszervezési módszerek tömegszerűségi feltételeit és jellemzőit az alábbi táblázat foglalja össze.

A tömegszerűség megvalósul	Az építmény szintjén		
	Teljesen azonos építmények szakaszok		Azonos technológiájú építmények
A folyamatos termelés-szervezés formája	Szinkronizált szalag	Ritmikus szalag	Aritmikus szalag
Jellemzők	- folyamatosság - egyenletesség - azonos ütem - ritmikusság	- folyamatosság - egyenletesség - <u>nincs</u> azonos ütem - ritmikusság	- folyamatosság - egyenletesség - <u>nincs</u> azonos ütem - <u>nincs</u> ritmikusság

### 3.4.1. A szinkronizált szalag

A telepített ipar szalag jellegű gyártósortainak építőipari megfelelőjeként akkor tervezhetünk a szinkronizált szalag módszerével, ha

- a létesítmény, vagy szerkezetcsoport nagyszámú azonos feladatra, munkaszakaszra bontható (pl.: lakópark azonos típusú épületei, több lépcsőházas társasház lépcsőházai, ipari csarnok keretállásai, nagyobb számban épülő azonos műtárgyak),
- az építmények, illetve az építési feladat munkaszakaszain a specializált munkacsoportok azonos nagyságú időt töltenek (ütemidő), változatlan szakmai összetétel és intenzitás mellett,
- a munkacsoportok úgy követik egymást az építményen, hogy egy munkaszakason egy időben csak egy munkacsoport végez munkát.



#### Az építési feladatok térbeni megosztása

A szinkronizált szalag kialakítása során a munkák térbeni megosztása, szakaszolása alapvető módon határozza meg a módszer alkalmazhatóságát. Döntéseink során mérlegelni kell, hogy

- építmény, vagy
- folyamatcsoportok

szervezését végezzük ilyen módon.

Összességében az alábbi feladatokat kell elvégezni:

- meg kell határozni az építmények, illetve a folyamatcsoportok által érintett munkaterületek munkabavételi sorrendjét,

- az egyes szakaszokon belül a munkakezdés helyét, és
- haladási irányát.

Az építési sorrend kialakításánál a következő szempontok mérlegelése célszerű

- az azonos típusú építmények egy szalagba kerüljenek (pl.: kerethidak, lemezhidak) a technológia által megkövetelt sorrend, és egyéb technológiai elvárásoknak megfelelően,
- a haladás iránya feleljen meg a munkaterület sajátosságainak, szállítási viszonyainak, megközelíthetőségi lehetőségeinek,
- alkalmazkodjon az építőgépek átállítási sajátosságaihoz,
- vegye figyelembe a munkacsoportok által igénybevehető mozgáskörzetet, illetve munkaterület igényt (pl.: álpadló, álmennyezet, elektromos kábeltálca szerelése),
- az önállóan igénybe vehető egységek elkülönítése,
- a munkaterület részleges igénybevétel lehetőségei, megfelelő méretű, azonos technológiával épülő területek megosztása (pl. több ezer négyzetméteres alaplemez több egyszerre készíthető méretű területre bontása).

Az építési szakaszok kialakítása jellemzően

a magasépítési feladatok esetében az építmény térbeni kialakításától függően

- egy lépcsőházhoz tartozó szekció,
- a szekcióhoz tartozó általános emeleti szint,
- egyéb magasépítési szerkezetek esetében az ismétlődő jelentősebb munkaigénnyel járó azonos jellegű területek, pl.: a csarnok hajói, stb.

a mélyépítési feladatok esetében

- a vonalas létesítményeknél az útpálya, a csatorna meghatározott hosszúságú szakasza,
- a különféle jellegű ismétlődő műtárgyak (pl.: csóáteresz, kerethíd, lemezhid)

### Az építési feladatok időbeni megosztása

Az építési munkák ütemezésénél általánosságban leírtakhoz hasonlóan az ütemezési munka menete

- az előzőekben ismertetett folyamatképzés, majd ezt követően
- a folyamatelemzés során a főfolyamat ütemidejének és a szükséges kapacitás mértékének meghatározása követi,
- a mellék és a mellérendelt folyamatoknak a szinkronizálással már determinált időtartamaihoz a szükséges kapacitás mértékek megállapítása, és realitásának ellenőrzése, végül
- a főfolyamatnak az egy szakasz feladatainak elvégzésére megtervezett ütemidőhöz tartozó terület, illetve szakasz hosszúság ellenőrzése a folyamatokon tervezett erőforrások által igényelt terület összevetésével.

Az ütemidő, valamint az építési szakaszok és a folyamatok száma, a tervezendő technológiai idők ismeretében a teljes építési idő is meghatározható az alábbi összefüggés segítségével.

$$T = d + (n-1) * s + \sum p$$

ahol,

<b>T</b>	a szalag teljes átfutási ideje
<b>d</b>	egy folyamat időtartama
<b>n</b>	a folyamatok száma
<b>m</b>	a munkaszakaszok száma
<b>s</b>	az ütemidő
<b>p</b>	az ütemidőn kívüli, technológiai és szervezési szünetek összegzett ideje

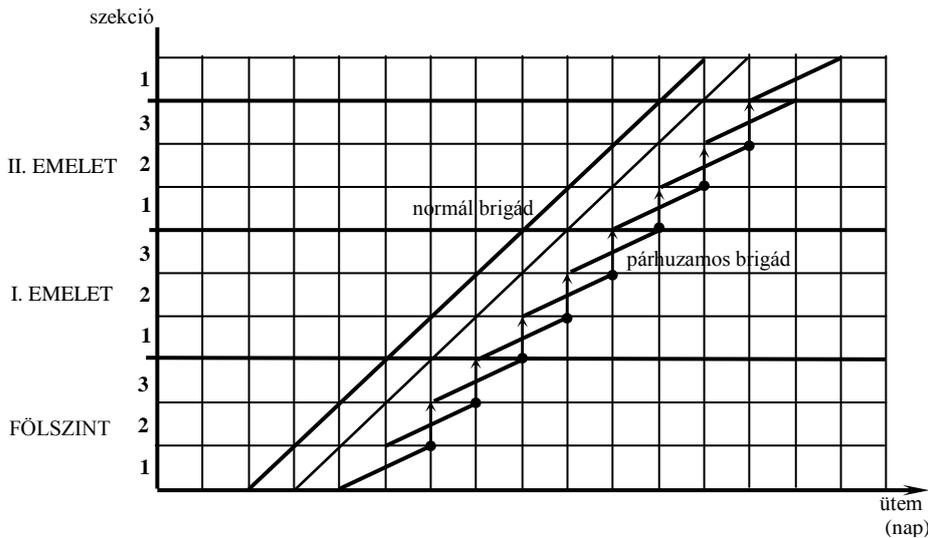
mivel a

$$d = m * s$$

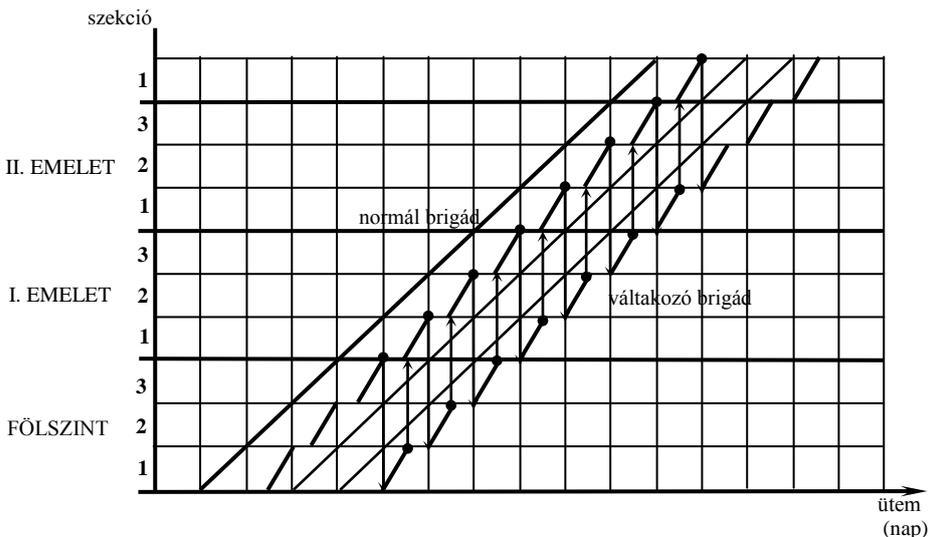
a teljes építési idő

$$T = (m+n-1) * s + \sum p$$

Az egyes folyamatok erőforrás igényeinek számítása és a folyamatidő meghatározása a folyamatelemzésnél tárgyaltak szerint történik. Amennyiben – a kötött folyamat-időtartamokhoz (t) – egyes folyamatok esetében nagyobb erőforrás mennyiség szükséges, mint amekkora egy munkaszakaszon – akadályoztatás nélkül – dolgozhat, úgy párhuzamos munkacsoport foglalkoztatására kerülhet sor.



Olyan esetben, amikor – minimális erőforrásszint esetén is – kisebb folyamatidő adódna, mint az általánosan alkalmazott érték, akkor egy (pl. komplex) munkacsoport két folyamaton történő – váltakozó – foglalkoztatására kerülhet sor.



Szinkronizált szalag alkalmazásakor biztosítani kell:

- a meghatározott ütem betartását,
- a munkacsoportok – meghatározott – erőforrásintjének (intenzitásának) egyenletességét, állandóságát,

- váratlan akadályok gyors elhárításának lehetőségét.

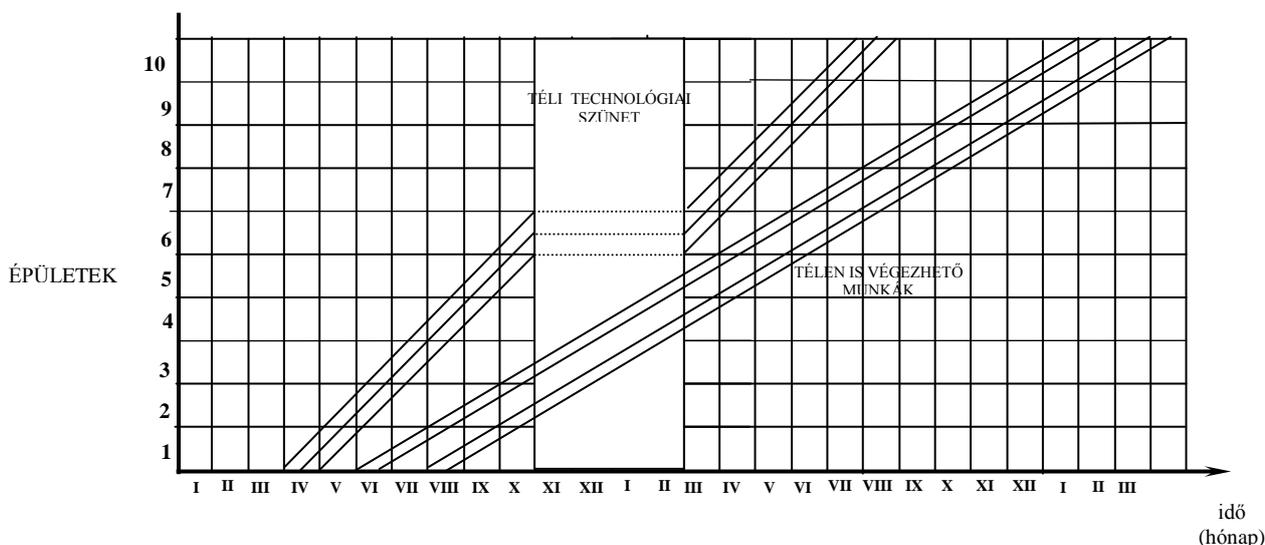
Az akadályok elhárításánál – annak jellegétől függően – átmenetileg igénybe vehetők a mozgáskörzeten belüli, nem szalagszerű építések kapacitásai, mint potenciális tartalékok, és munkafeladataik mint tartalék munkahelyek. A kiesések hatását mérsékelheti (főként induló szalagok esetében) a kritikusnak ítélt folyamatok közötti – ütemidőt meghaladó – biztonsági időközök beiktatása; mérlegelni célszerű továbbá – a szabadságok – teljes leállással járó – egy időben való kiadását.

Az építmények egyedi jellegének erősödése csökkentheti a szinkronizált szalagszerű építés tömegszerűségi feltételeit és így alkalmazási lehetőségeit.

### **3.4.3. A ritmikus szalag**

A ritmikus szalag a szinkronizált szalaghoz hasonló feltételek fennállása esetében használható, így

- a folyamatokat folyamatonként szakosodott szervezetek végzik,
- egy építési szakaszon, munkaterület egységen csak egy folyamat munkái folynak, de
- a szinkronizált szalaghoz képest azzal a különbséggel, hogy nem az összes folyamatideje azonos, hanem elégséges, ha az építési feladat egy-egy nagyobb összefüggő egységére lehet összeállítani a szinkron helyzetéhez tartozó azonos időtartamú folyamatcsoportokat.



A ritmikus szalag szemben a szinkronizált szalaggal, az építőipari feladatok jelentős területén alkalmazható szervezési módszer, amely segítségével a munka jól ütemezhető, a munkahelyi irányítás által jól kezelhető időütemezést eredményez.

(Például a ciklogram mintán bemutatott támfalépítés esetében)

- az alaptest építés folyamatai egymáshoz hangolva
  - alap zsaluzás,
  - alap vasszerelés,
  - alap betonozás,
  - alap kizsaluzás,
- a fal építésének folyamatai, egymással összehangolva, azonos, de az alapozásétól eltérő időtartammal

- fal zsaluzás,
- fal vasszerelés,
- fal betonozás,
- fal kizsaluzás.)

### 3.4.3. Az aritmikus szalag

Alkalmazására akkor kerülhet sor, ha a tömegszerűség olyan építési feladatok esetében jön létre, amelyeknél az építmények méretei különbözőek, tehát nem bonthatók egyenlő munkacígnyű munkaszakaszokra. Ebben az esetben nem tartható fenn a szalag ritmikussága, tehát az azonos ütemidő, de a szalag lényeges tulajdonsága – a folyamatosság – részben megmarad.

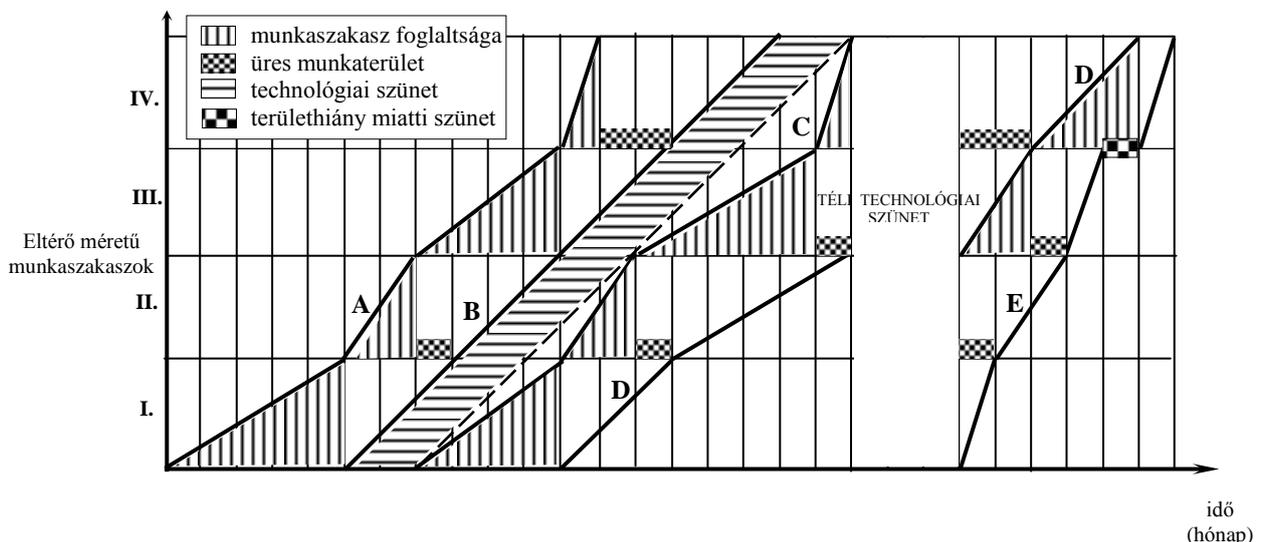
A folyamatosság feltételei:

- a termelőszervezet megszakítás nélküli foglalkoztatása és
- a termék állandó megmunkálása közül csak az első – a munkacsoport munkával való folyamatos ellátásának – kritériuma elégíthető ki maradéktalanul.

Az aritmikus szalag alkalmazására akkor kerülhet sor, ha nagytömegű, hasonló, méreteiben eltérő, de szerkezeteiben azonos – építmény (épület) kivitelezésére folyamatos építése a feladat (ilyen lehet autópálya építése esetében a vasbeton lemezhidak, kerethidak, csőátereszek építése, mikor az egyes feladatsportokon haladnak végig a szakosodott termelőszervezetek).

A szalagszerű szervezés bevezetése szükségessé teszi:

- a vállalkozás termelőszervezeteinek technológiai specializációját, illetve a szerződött specializált alvállalkozói kör kiépítését, és
- a megfelelő méretű rendelésállomány az azonos jellegű feladatokból,
- a szalagban dolgozó termelőszervezetek folyamatos foglalkoztatását biztosító ütemtervek elkészítését.



A termelésprogramozás egyik alapvető feladata, hogy minden termelőegység megfelelő munkaterülettel rendelkezzen. A folyamatok olyan összehangolására célszerű törekedni, amely a folyamatosság mellett az egyes építmények rövid átfutási idejét eredményezi.

Gyakran a lassítási paradoxon elvének alkalmazásával – az előnytelenül gyors folyamat erőforrászinjének csökkentésével – érhető el az egyes építmények elkészítési idejének és a szalag teljes átfutási idejének lerövidítése.

Aritmilus szalag esetében figyelembe kell venni, hogy az építmények munkabavételi sorrendje hatással van az építési időre.

A helyes sorrend megállapítása nagyszámú építmény és folyamat esetében – a változatok nagy száma miatt ( $n!$ ) – a mérnöki megfontolásokon túl jelentős tervezési munkaráfordítással jár, ezért ezt célszerű számítógép segítségével elvégezni ezeket a vizsgálatokat.

### **3.5. Az időtervezés ajánlott folyamata**

Az előzőekben leírt formai és módszertani feltételek alapján a tervezés menete összefoglalva az alábbiak szerint javasolható manuális tervezés esetében.

1. A feladat műszaki tartalmát meghatározó dokumentáció –a beruházás előkészítő dokumentációja, a tendertervek, műszaki tervek, a költségvetési kiírás- alapján az ütemezési céloknek megfelelő részletességű folyamatjegyzéket kell összeállítani.
2. A folyamatok mennyiségeinek meghatározása, valamint a hozzá tartozó norma-normatíva értékek feltárása, vagy tapasztalati adatok alapján meg kell határozni az erőforrásszükségletek mértékét, célszerűen a legfontosabb mértékadónak tekintett erőforrásokra.
3. A folyamatonkénti és a mértékadónak tekinthető erőforrás esetében az igénybe vehető erőforrásszintek minimális és maximális értékének meghatározása.
4. Az egyes folyamatok legkisebb és legnagyobb időtartamának számítása.
5. A mértékadó folyamat időtartamának meghatározása az előzőekben számított határértékek figyelembevételével.
6. A folyamatok közötti függőségi viszonyok meghatározása,
  - a rendelkezésre álló erőforrás szintek, bevonható alvállalkozói kapacitás szintek figyelembevételével,
  - a technológiai és állagmegóvási feltételek betartásával,
  - az egyes folyamatokhoz tartozó minimális és a tervezés során elvárt terület előnyök betartásával, valamint
  - a szükséges technológiai szünetek figyelembevételével.
7. Az egyed-egy folyamatok időhelyzetének (határidő pontjainak) meghatározása, a naptári időhelyzetnek megfelelően a folyamat időjárás érzékenységének megfelelően korrigálva.
8. A teljes ütemterv vizsgálata a szerződéses, a technológiai és szervezési feltételek szerint, a szükséges korrekciók végrehajtása.
9. A felmerült igények szerint a következmény ütemtervek elkészítése, a pénzügyi, a gépfelhasználási diszpozíciók, esetleg (kivételesen) a munkaerő felhasználási ütemterv meghatározása.
10. A tervezett erőforrás szintek és a tényleges lehetőségek összevetése, a szükséges ütemtervi korrekció elvégzése.
11. Az idő és erőforrás ütemtervek dokumentálása a 2.2. pontban leírtak és bemutatottak szerint.

Ha az időtervezéshez rendelkezésünkre áll valamilyen hálós időtervező szoftver (pl. MS Project, Project Director, stb.) az időtervezés lépései kis mértékben eltérnek a manuális tervezési módnál leírtaktól, mivel lényegesen több információ áll rendelkezésünkre a tervezés közben az időelemzés eredményeinek azonnali megismerése miatt. Ez nyújt lehetőséget több változat megvizsgálására, az időtervezés és az átfutási idő szempontjából fontos –a kritikus- és a ke-

véssé fontos –a tartalékidővel rendelkező- tevékenységek megkülönböztetésére. Az időtervező hálós programok szolgáltatásaiban, gráftechnikai képességeiben jelentősen különbözhetnek, ezért a tervezés javasolt lépései csak a legáltalánosabb teendőket tartalmazza, amelyek az alábbiak:

1. A tervezés első fázisa azonos a manuális tervezésnél 1.- 5. pontban leírtakkal. Ezzel rendelkezésünkre állnak a háló tevékenységei azonosítójukkal, megnevezésükkel, a végrehajtás időtartamával (illetve időtartam intervallumával)
2. A folyamatok közötti függések műszaki, technológiai, szervezési megfontolásai azonosak a manuális tervezésnél leírtakkal, azonban feltárásuk, megfogalmazásuk attól eltérő „filozófiát”, gondolkodásmódot igényel. A folyamat függésének célszerű módja, ha megállapítjuk, hogy mely más folyamattól függ, ezzel a tevékenység-csomópontú hálóban a gráf élét létrehozva. A függéshez hozzá kell rendelni a függés típusát és a kapcsolati időparamétert.

Mindezt az összes műszaki, technológia, és szervezési feltételre el kell végezni a vizsgált tevékenységre. Ez esetleg azt jelentheti, hogy egynél több, néha akár több tíz megelőzője van egy-egy tevékenységnek.

Ha minden tevékenységre elvégeztük ezt a tevékenység mikro környezetére vonatkozó elemzést és nem felejtettünk el semmit, a hálóban (a kezdő tevékenység kivételével) minden tevékenységnek van megelőzője, hiszen ezt vizsgáltuk, és (a záró tevékenység kivételével) minden tevékenységnek van követője, hiszen nem valószínű, hogy olyan tevékenységet vettünk fel amitől semmi nem függ, azaz nincs rá szükség a záró csomóban megfogalmazott tartalomhoz. Ezzel teljesítettük a termelés-szervezésben alkalmazott zárt gráffal szembeni elvárást.

3. A hálós időtervező programokkal való munka megkezdését, a program által bekért általános adatokon (megnevezés, azonosító jellege, és egyéb a programonként változó információk) túl, a naptárak definiálásával célszerű kezdeni. A naptárakat hozhatunk létre
  - az eltérő napi munkaidő,
  - a heti munkarend (5 napos, 6 napos, folyamatos, stb.) szerinti,
  - a folyamatok eltérő időjárás érzékenysége miatt a munkavégzésből kizárt időszakok meghatározásával (pl. téli munkavégzés)

Alapnaptárként definiálni célszerű a legtöbb tevékenységre jellemző munkavégzést meghatározó naptárt.

4. A tevékenységekre vonatkozó adatok beírása közben az addig megadott adatok szerinti időhelyzetet tartalmazó, jellemzően sávos ütemtervben a képernyőn folyamatosan követhetjük munkánk eredményét. A képernyőn megjelenő eredmények megjelenítési formáját célszerű úgy beállítani, hogy eltérő jelöléssel, színnel ábrázolja a kritikus, a nem kritikus tevékenység helyzeteket, valamint látható legyen a tevékenységhez tartozó szabad és teljes tartalékidő.
5. Az összes tevékenységre vonatkozó adat megadása után kialakul a teljes ütemtervhez tartozóan a tevékenységek
  - legkorábbi helyzete (legkorábbi kezdés és befejezés),
  - legkésőbbi helyzete (legkésőbbi kezdés és befejezés),
  - szabad tartalék ideje,
  - a teljes tartalék ideje, továbbá
  - a kritikus tevékenységek és a kritikus út (utak), valamint
  - a teljes átfutási idő

6. A kapott eredmények értékelése során

- először a tevékenységek legkorábbi időhelyzetében meg kell vizsgálni, hogy megfelel-e a technológiai és szervezési elképzeléseinknek a munka lefutása, ezután
  - a tartalékidőket kell áttekinteni úgy, hogy a legkésőbbi helyzetet feltételezve elképzelhető a tevékenység magvalósításának lehetősége. Ezt a vizsgálatot úgy kell elvégezni, hogy az egy láncon lévő tevékenységek teljes tartalékideje összefügg.
7. A megfelelőnek tekintett időterv dokumentálása során a célnak megfelelően megválasztott időlépték beállításával állítható elő
- a sávos ütemterv, vagy
  - a tevékenységek ütemvonalai között a függőségek feltüntetésével (a háló éleinek megjelenítésével) az időléptékes hálós ütemterv,
- mint minden munkahelyen jól használható eredmény.
- A szoftverek képesek a tevékenység-csomópontú gráf előállítására és nyomtatásban eredményként való elkészítésére, azonban ennek széleskörű alkalmazása elvont jellege miatt az építéshelyen nem ajánlott.

### **3.6. Időtervek aktualizálása**

Az időtervek aktualizálására igen sok esetben sor kerülhet. Ennek általában lényegesebb okai a következők:

- a kiindulási (aktualizálni kívánt) időterv alapjául szolgáló műszaki megoldások részben megváltoztak vagy pontosabbá váltak (csak részben, mert ha alapvető változtatásokról van szó – az új tervezési helyzetet jelent),
- a tervezett munkavégzés nem az elhatározott ütemben folyik, aminek okai lehetnek
  - nem várt időjárási viszonyok (átázott talaj, hosszú, hideg tél, stb.)
  - váratlan erőforrás hiányok, amik nem pótolhatók a tervezett folyamat időn belül,
  - alvállalkozói késedelmes teljesítés
  - anyaghiány
  - gépmeghibásodás, stb.
- munkavégzés nem vállalkozótól függő feltételek hiánya
  - késői tervszolgáltatás
  - megbízó által vállalt feladatok késése (pl. lakó kiköltöztetés, megbízó által biztosított anyag, megbízói jóváhagyási kötelezettség, stb.)
  - hatósági engedélyek hiánya, stb.
- az időterv nem jó
  - a szerződés feltételeinek nem megfelelő értelmezése,
  - váratlan munkaidő korlátozás (pl. városi környezetben napi munkaidő korlátozása)
  - rosszul megválasztott időtartamok,
  - hibás kapcsolatok, átlapolások stb.

Mindezeket figyelembe véve látható, hogy – különösen hosszabb átfutási idejű szervezési terveknél – az aktualizálás igénye sok esetben szükségszerű.

#### **3.6.1. Az aktualizálások fázisai**

Az építményi vagy építőszervezeti időtervek aktualizálásának fázisai a következők:

- helyzetfeltárás

- értékelés,
- a szükséges intézkedések feltárása, megtétele.

### **Helyzetfelmérés**

A helyzetfeltárás során össze kell hasonlítani a munkavégzés előrehaladását, készült-ségét a kiindulási tervben foglaltakkal.

Ennek során meg kell vizsgálni az egyes folyamatok aktualizálási időpontjáig elért készségét. A készségi fok – a felhasznált időhöz viszonyított – megállapítása történhet természetes mértékegységek vagy termelési érték alapján.

### **Helyzetértékelés**

A feltárás alapján történő helyzetértékelés során vizsgálni kell az eredeti időtervben feltételezettől való eltéréseknek nemcsak a vizsgált időpontbeli, hanem a jövőbeni hatásait is.

Az eredetileg tervezetthez képesti eltérés megváltoztatja a vállalaton belüli koordinációs, al- és társvállalkozók esetében a külső kooperációk feltételeit, vagy a változott időpontban várhatóan kedvezőtlen időjárási viszonyok közé kerül a munkafolyamat, stb.

A helyzetértékelés eredményeképpen megállapítható, hogy az aktualizált terv kezdő időpontja és a teljesítendő rész vagy véghatáridő közötti időszakban (a hátralévő időben) az egyes folyamatok terv szerinti befejezéséhez milyen fajtájú és volumenű erőforrásszintek igénybevétele szükséges.

### **Szükséges intézkedések feltárása, elvégzése**

A kitűzött feladatok (tervcélok) elvégzéséhez szükséges lehet olyan intézkedések megtételére, amelyek a kapacitások átcsoportosítását, alvállalkozók, szolgáltatók bevonását, túlmunka elrendelését eredményezik.

Amennyiben sikerül feltárni az eltérések, késések okait, azután a szükséges intézkedéseket megtenni és a megfelelő feltételeket biztosítani, kialakítható az aktualizált időterv.

## **3.6.2. Az aktualizált időterv**

Kiindulási adatok és információk:

- az aktualizált terv kezdő időpontja,
- a kiindulási (aktualizálni kívánt) szervezési terv,
- az aktualizálás időpontjáig elvégzett munkák adatai, a feltárás eredménye, az eredeti tervnek megfelelő bontásban és részletességben,
- az aktualizált terv időszaka alatt elvégzendő (hátralévő) munkák adatai fontos, ha a műszaki megoldások részben változtak,
- az aktualizált terv időszaka alatt igénybe vehető kapacitások (megfelelő bontásban és mennyiségben).

Az új feltételek, adatok alapján az építmények időtervezésénél és a termelőszervezetek munkáinak időtervezés fejezetnél kifejtett tervezési szempontokat alkalmazva, készíten-dő el az aktualizált időterv.

### **Az aktualizálás gyakorisága függ**

- a bevezetőben leírt okok bekövetkezésétől,
- az építés időtartamától,
- nagyságától, jelentőségétől.

### **Az aktualizálás időpontját meghatározhatja**

- az előre meghatározott, és pl. szerződésben rögzített időpont,
- a foglalkoztatott erőforrás mennyiségek jelentős mértékű változása,

- a befejezési határidő közelsége, (a hátralévő idő jó kihasználása égetően szükséges)

#### Az aktualizálás részletessége és időléptéke

- Az eredeti terv bontásával megegyező (esetleg részletesebb)
- Az aktualizált terv részét képezheti az eredetihez hasonlóan:
  - a munkameneterv, a határidőterv a folyamatok aktualizált kérdései és befejezési időpontjaival, egymás közötti kapcsolataival,
  - az erőforrás ütemtervek
    - munkaerőterv
    - gépütemterv
    - anyag ütemterv
    - pénzügyi (árbevételi) ütemterv

## **4. ERŐFORRÁS TERVEZÉS AZ ÉPÍTÉSI MUNKÁK ESETÉBEN**

### **4.1. Az erőforrások csoportosítása**

#### **4.1.1. Az ütemezhetőség jellege szerint**

az erőforrások az ütemezés jellege szerint a következők lehetnek:

- Raktározható erőforrások  
Ebbe a csoportba azok az erőforrások tartoznak, amelyek adott feladatok elvégzése előtt vagy annak során – esetleg egy ismert kapacitás mértékéig – a felhasználó termelőszervezetek részére készletként rendelkezésére állnak. Felhasználásuk nincs konkrét időponthoz kötve. Jellegüket tekintve ilyen a raktározható anyagok döntő többsége (pl.: kő- és kavicsanyagok, előregyártott vb. elemek, stb.).
- Nem raktározható erőforrások  
E csoportot azok az erőforrások alkotják, amelyek felhasználása időhöz kötött. Az adott időintervallumban fel nem használt kapacitás – mint potenciális lehetőség – örökre elvész, mivel későbbi időpontban ugyanaz a kapacitás már nem hasznosítható. E kapacitások közé tartozik a munkaerő, és a gép kapacitás, de néhány anyag is minősülhet nem raktározhatónak, mint például a melegaszfalt, és a friss betonkeverékek.

#### **4.1.2. Az erőforrás jellege szerint lehetnek**

- Természetes (naturális) egységben meghatározottak, (például munkaerő (óra), beton (m<sup>3</sup>))
- Értékben – pénzegységben – mérhetők  
Jellemzően e csoportban az összetett, általában pénzegységgel mért erőforrások tartoznak, mint pl. a termelési kapacitás időegységre jutó hitelfedezet, a létrehozott befejezetlen állomány értéke.

### **4.2. Az erőforrás tervezés módjai**

Az erőforrások tervezése az emberiség egész történetében fellelhető mint tudatos, vagy spontán tevékenység. Minden munkát végző csoport vagy szervezet vezetője meg kell hogy fontolja, tervezze, hogy a rendelkezésre álló kapacitások birtokában mennyi és milyen feladat elvégzésére képes.

Az erőforrások tervezésének két, minőségben eltérő módja van:

- Az erőforrások és kapacitások tömeges megfeleltetésének vizsgálata.  
E vizsgálat során a feladatok elvégzéséhez szükséges erőforrások mennyiségét kell összességében megállapítani, ezt összevetni a szervezet rendelkezésére álló kapacitással. Ez tehát az abszolút mennyiségek szintjén történő tervezés, ahol csak az erőforrásonkénti összes igény és a kapacitások számbavételére kerül sor.  
Az építőipari vállalkozások esetében a tömeges megfeleltetés alapján történő erőforrás szükségleti vizsgálat a tervezési időszak –jellemzően negyedév, év – erőforrás szükségletei és a mobilizáció kapacitás-értékek összevetésével történik.
- Az erőforrás-szükségletek időben történő tervezése  
Az időtervezéssel összekapcsolt erőforrás-tervezésnél a szükséges és a rendelkezésre álló erőforrás mennyiségeket (féleségenként) minden időegységben össze-

vetni. Így e módszer alkalmazása lehetőséget ad a lokális kapacitás feleslegesek, illetve hiányok megállapítására.

Az építőipari termelőszervezetek rendelkeznek valamely ismert mértékű, összetételű mobilizálható kapacitással, mint kiindulási erőforrás mennyiséggel. Az elvállalt, vagy tervezett feladatok erőforrás szükségletei meghatározhatók az előző fejezetekben megismert módon.

A tervezés első lépcsőjében az erőforrások tömeges megfeleltetésével a kiindulási kapacitás-mennyiségeket és a szükségleteket kell (abszolút mennyiségben) szembeállítani. Az esetek döntő többségében a kapacitás-szükséglet viszony összetételében, vagy volumenében egyenlőtlenséget mutat.

Kapacitáshiány esetében a feladatokat a kivitelező a figyelembe vett meglévő eszközeivel nem tudja megoldani, ezért a vállalkozás gazdálkodási feladata a kiindulási kapacitások és szükségletek viszonyának átalakítása oly módon, hogy a fenti egyenlőtlenség megszűnjön.

A megoldás útja egyrészt a szükségleteknek megfelelő erőforrás összetétel. Másrészt az igények abszolút mennyiségeinek megfelelő kapacitás szint kialakítása. A szükségletek módosítása történhet:

- a feladat oldaláról
  - a feladat-összetétel megváltoztatásával, a vállalkozási koncepció módosításával,
  - az elvállalt feladatok technológiai átalakításával, helyettesítő erőforrások alkalmazásával, stb.
- A kiindulási kapacitás mennyiségének bővítésével
  - a létszám növelésével, gép beszerzéssel, gép kölcsönzéssel,
  - alvállalkozók bevonásával, stb.

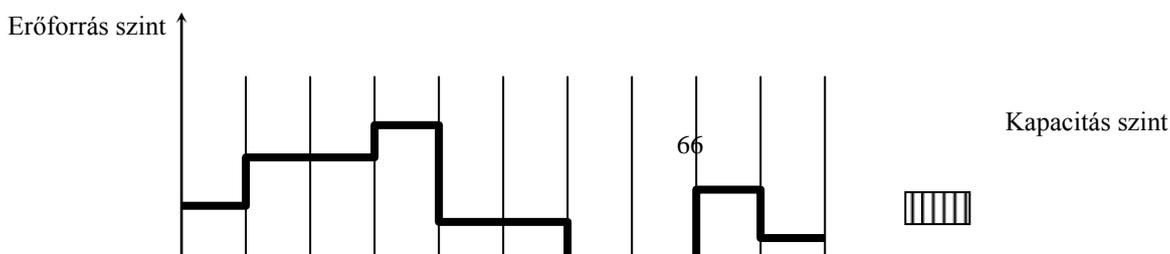
Kapacitás felesleg esetén a termelőszervezet eszközeit nem tudja teljes mértékben kihasználni. A nem raktározható kapacitások elvesznek, így csökken a vállalati termelés eredményessége.

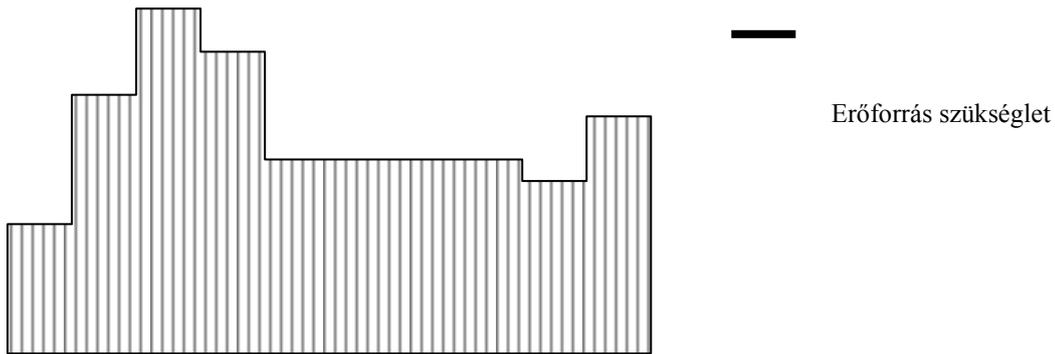
A megoldást a kapacitáshiányhoz hasonló, de ellenkező előjelű intézkedések adhatják meg, az erőforrás szükségletek növelésével, illetve a vállalati feladatok elvégzésére rendelkezésre álló kapacitások mennyiségének csökkentésével.

A szükségletek módosítása történhet

- a feladat oldaláról az
  - új, a kihasználatlan kapacitást igénylő munkák elvállalásával, illetve
  - a meglévő feladatok technológiai átalakításával
- a rendelkezésre álló kapacitások oldaláról
  - a kapacitás felesleget jelentő erőforrások bérbeadásával,
  - hosszú távú felesleg esetén a létszám csökkentésével, a gépek eladásával.

Az egyes időszakokban – a kapacitások mennyiségének és a szükségletek tömeges megfelelésének ellenére – lokális hiányok vagy feleslegek mutatkozhatnak a kapacitás és a szükséglet között. Ezért a tervezés második szakaszában – az időtervezéssel összefüggően – a kapacitás és a szükséglet viszonyának minden időegységben a tervezési céloknak megfelelő alakulását kell elérni.





Az erőforrás tervezés célja, hogy a szükségleteket (különösen a nem raktározható erőforrások esetén) úgy rendezni, hogy az egyes időpontokban változó mennyiségekben rendelkezésre álló kapacitásokat mint határértéket -- minden időegységben –

- ne lépje át, azaz mint korlátot kezelje, illetve más célkritériumként
- a lehető legjobban megközelítsék., vagy
- az erőforrás szükséglet felhasználás a legkiegyenlítettebb legyen.

Ezt a célt szolgálják a különféle korlátos erőforrás kezelő –u.n. allokációs – eljárások.

### **4.3. Az erőforrások tervszerű elosztása**

#### **4.3.1. Az allokálás fogalma, alapinformációi**

Az allokálás olyan optimalizálási feladat megoldását jelenti, ahol a tevékenységeket – erőforrás tartalmuk mérlegelésével, - időben úgy kell elhelyezni, hogy a célfüggvényt és a célfüggvényhez tartozó kapacitás korlátokat betartsa.

Az erőforrás allokálásához szükséges:

- a műszaki feladatokat logikailag egzakt módon meghatározó időterv elkészítése, amely általában valamilyen hálós ütemterv, valamint
- az időterv tevékenységeinek elvégzéséhez műszaki-gazdasági megfontolások alapján megállapított erőforrás szükségletek megadása, továbbá
- a célfüggvény és a hozzá tartozó kapacitás korlátok időegységenkénti és erőforrásonkénti meghatározása.

Az allokálás célfüggvényei

Az allokálás célfüggvényeinek legfontosabb alapesetei a következők:

- Időkorlátos allokálás, amikor kötött megvalósulási idő mellett kell a kiválasztott erőforrások kiegyenlített leterhelését biztosítani,
- Kapacitáskorlátos allokálás esetén adott kapacitás korlátok mellett a legrövidebb megvalósítást kell elérni,
- Idő-, és kapacitáskorlátos allokálás kombinációja, amikor célszerű megvalósulási idő és kapacitás lekötés mellett egyidejűleg más kritériumokat is érvényesíteni lehet (pl. önköltségminimum).

Az építőipari gyakorlatban igen sok célfüggvényt és feltételrendszert kell egyidejűleg kielégíteni, illetve a korlátozásokat betartani. Minél célt tűzünk feltételül annál nehezebb egzakt megoldást találni. A feltételrendszerben szereplő korlátozottan kezelt erőforrások számának növekedése tovább nehezíti a probléma megoldását, könnyen belátható, hogy egyidejű optimumot elérni számtalan korlátozó feltétel betartása mellett egyre nehezebb, vagy lehetetlen.

#### Az allokáció korlátozó feltételei

A korlátozó feltételeknek két alaptípusát különböztetjük meg:

- Kapacitáskorlátokat, amikor műszaki-gazdasági megfontolások alapján időegységekre vonatkoztatva van megállapítva a kapacitás határértéke. (Például a létszám – (fő/időegység), a gépi kapacitás – (termékegység/időegység) dimenzióval meghatározva.
- Időkorlátokat, amikor valamilyen zárt időintervallumban kell a feladatok elvégezni. Az időkorlát megadható az átfutási idővel, illetve az előre rögzített naptári időpontokkal. Naptári határidő lehet pl. munkaterület átadás, műszaki átadás, esetleg közbenső részhatáridők (u.n. „mértékök”).

#### A korlátok jellegük szerint lehetnek:

- feltételes korlátok, amelyek:
  - mennyiségi korlát esetén a gazdaságosan igénybe vehető erőforrás mennyiségét
  - időkorlát esetén – a célszerű megvalósítási időintervallumot határolja be.

Amennyiben a feltételes korlát az ütemezés során nem betartható, úgy átlépése megengedett.

- feltétlen korlátok, amelyek azt a határértéket adják meg, amelyet nem szabad túllépni. A feltételes korláthoz hasonlóan alkalmazása mind mennyiségi, mind időkorlát esetében lehetséges,
- kétkorlátos feltételek – az előző kettő kombinációi – amelyek alkalmazása esetén meg lehet adni (feltételes korlátként) egy értéket, melynek túllépése az előre meghatározott feltétlen korlát értékéig lehetséges.

### **4.3.2. Az erőforrás elosztás lehetséges módjai**

Az alkalmazott erőforrás allokációs eljárások döntő többsége heurisztikus. Az allokálás elvégzésénél alkalmazott (az építési feladatot megfogalmazó) hálóterv időelemzésével nyert határidők és tartalékidők adhatják meg a lehetőségét a folyamatok (tevékenységek) olyan időhelyzetbe állítását, amely a célfüggvényben, illetve a korlátok által meghatározott feltételeknek megfelel. Az erőforrás allokálás során először a vizsgált erőforrásokra elő kell állítani a tevékenységek legkorábbi kezdésére vonatkozó aggregált (időegységenként összegzett) erőforrás-szükségleti ütemterveket. Ezekben a kiindulási tervekben szereplő szükségleteket össze kell vetni a korlát által az egyes időegységekben megadott értékekkel. Ahol, és amikor kapacitáshiány mutatkozik, meg kell állapítani (pl. a hálóterv összefüggései alapján) a tevékenységek pozitív idő irányában való elmozdulásának lehetséges mértékeit és ennek erőforrás következményeit úgy, hogy a korlát által megszabott feltétel teljesüljön.

#### A tevékenységek elmozdításának alapesetei lehetnek

##### **1., A tevékenység szabad tartalék idejében való elmozdítás**

Ha a vizsgált erőforrást igénylő tevékenység legkorábbi kezdésének időszakában kapacitás hiány van, és e tevékenység szabad tartalék idővel rendelkezik, úgy a tevékenység elmozdítható a szabad tartalékidő mértékével, anélkül, hogy a hálóban lévő más tevékeny-

ségek legkorábbi időhelyzete megváltozna. Ezzel a vizsgált erőforrás aggregált szükséglete csak ehhez a tevékenységhez tartozó erőforrásigény elmozdulásával változik.

E módszer a legegyszerűbb lehetőség, mivel a tevékenység elmozdítását követően a háló nem kell újra időelemezni. Gyakorlati alkalmazhatóságának az szab határt, hogy az építési feladatok tevékenységeinek csak igen kis hányada rendelkezik szabad tartalékidővel.

## **2., A tevékenység teljes tartalék idejében történő elmozdítással**

A tevékenység elmozdítható a teljes tartalékidő intervallumában, ezzel az előzőekben tárgyaltaknak megfelelően a legkorábbi kezdésnek megfelelő helyzetből elmozdul az erőforrásigénye is. A teljes tartalékidő tevékenységláncre vonatkozik, azaz a tevékenység elmozdítása az őt követő tevékenységek legkorábbi helyzetének elmozdulásával jár. Az időtervben a tevékenység teljes tartalékidőben történő elmozdításának határidő következményeit a háló újabb (esetleg részleges) időelemzésével lehet meghatározni. Ezután újra kell számolni az aggregált erőforrás-szükségleti ütemtervet, majd ismét meg kell vizsgálni a korláthoz való viszonyát. E módszer az előzőekhez képest lényegesen nagyobb lehetőséget ad a tevékenységek elmozdítására, azonban alkalmazása igen nagy ismétlődő számítási munkával jár.

## **3., A tevékenységek időtartamának változtatásával**

Az erőforrás elosztás során az aggregált erőforrás szükséglet változását a vizsgált erőforrást igénylő folyamatokon alkalmazott kapacitások intenzitásának változtatásával is el lehet érni. A változtatás mértékének határt szab az alkalmazható kapacitások minimuma és maximuma, illetve a tevékenységekre vonatkozó építési idő lehetséges minimális és maximális értéke. A kapacitások változtatása természetesen magával vonja a tevékenység időtartamának változását is, aminek következményeit a következő tevékenységek esetében újbóli időelemzéssel kell megvizsgálni az aggregált erőforrás szükséglet változásának vizsgálatával egyetemben. Az intenzitás változtatását is alkalmazó erőforrás tervezési eljárások igen bonyolultak, sok a tevékenységekre, és az erőforrásokra vonatkozó információt igényelnek, ezért gyakorlati alkalmazásuk nehézkes lehet.

Az ismertetett alapeseteket az erőforrás tervezési eljárások – bonyolultságtól függően – különböző kombinációkban együttesen is alkalmazhatják.

Az erőforrás allokálás több célfüggvény, korlátozó feltétel esetén bonyolult, mivel minden feltétel és korlát legkedvezőbb egyidejű teljesülése alig lehetséges, így az elvárható eredmény is valamilyen kompromisszum formájában jelenik meg, figyelmeztetve az eljárás alkalmazóit a túlzottan sok feltétel előírásának hátrányaira.

### **4.3.3. Az erőforrás tervezési feltételek prioritásai**

Az erőforrás tervezés során több feltételt lehet megadni. Nyilvánvaló – ahogy ezt már az előzőekben tárgyaltuk – hogy optimumot csak egy feltételre lehet elvárni. Több feltétel alkalmazása esetén ezért meg kell határozni a kompromisszum készségét a különböző feltételek esetén. A feltételek rangsorolását – prioritását – meg lehet állapítani a

- korlátozó feltételekre, az erőforrások fontossági sorrendjére, valamint
- az ütemterv (háló terv) tevékenységeire, tevékenység csoportjaira vonatkozóan.

Az erőforrások prioritását a gazdasági megfontolásokon túl, elsősorban a vállalat erőforrás lehetőségei határozzák meg.

Az ütemterv tevékenységeinek rangsorolását több – esetleg egymásnak ellentmondó + tényező befolyásolja. Meg kell vizsgálni e műszaki – gazdasági – technológiai (gazdálkodási feltételeket és környezeti hatásokat. Az így kialakuló prioritási szabályban határozható meg a tevékenységek elmozdíthatóságának sorrendje.

A tevékenységekre vonatkozó leggyakrabban használt prioritási elvek a következők lehetnek:

- a létesítmények szerint,
- a kritikus úton levő tevékenységek előnye szerint,
- a folyamatban lévő megkezdett tevékenységek előnye szerint,
- a belépő tevékenységek előnye szerint,
- a feltételes tartalék idejű tevékenység előnye szerint,
- a szabad tartalékidejű tevékenységek előnye szerint,
- a tevékenységek teljes tartalék ideje szerint,
- a tevékenységek időtartamának nagysága szerint.

Az erőforrásokra vonatkozó leggyakrabban használt prioritási elvek:

- a felelős szervezetek szerint,
- a kiemelt erőforrások szerint.

A prioritási elvekből, illetve azok kombinációiból lehet gyakorlati és hálótechnikai megfontolások alapján az aktuális tervezési feladat esetén célszerű prioritási szabályt összeállítani, ezzel az erőforrás tervezés során használt tevékenységek rangsorát megállapítani.

Például az előzőekben leírtak alapján egy adott prioritási szabály szerint az ütemezés a következőképpen történhet:

A prioritási szabály legyen:

- első szempontként a létesítmény,
- második szempontként a teljes tartalékidő,
- harmadik szempontként a tevékenység időtartam.

Ezen paramétersor megadásából következően az ütemezéskor mindenekelőtt előnyben részesülnek azok a beütemezésre várakozó tevékenységek, amelyek a legfontosabb létesítményekhez, ill. az ennek megfelelő prioritásszámú alhálókhöz tartoznak. A továbbiakban az ütemezhető tevékenységek közül a választás a tartalékidő növekvő sorrendjében történik.

Amennyiben azonos volna több tevékenység teljes tartalékideje, úgy a választás a legkisebb időtartamú tevékenységre esne.

## **5. AZ ÉPÍTÉSI MUNKÁK ELŐREHALADÁSÁNAK KÖVETÉSE**

### **5.1. Az építési munkák követésének az ütemtervekkel szembeni elvárásai**

Az építési munkák megtervezése során csaknem minden jelentősebb feladat esetében a munka kezdete előtt el kell készíteni a megvalósítás időtervét, ennek pénzügyi vonzatait, esetleg néhány kiemelt erőforrás-szükségleti tervét is. A feladat jellegétől függően ezek készülhetnek manuálisan, illetve bonyolultabb feladatok esetében valamilyen hálótervezési eljárással.

Az ütemterv folyamatainak részletességét az alkalmazás célja, az időléptékét alapvetően a beruházás teljes átfutási ideje határozza meg. A gyakorlatban az egyik legfontosabb követelmény az ütemtervtől elvárt pontosság, amely nagy részletességű folyamatok kidolgozását teszi szükségessé. Ezt korlátozza a rendelkezésre álló, illetve gazdaságosan előállítható információk mennyisége és jellege, valamint az ütemterv mérete, mivel a túlzottan magas tevékenység szám az áttekinthetőséget jelentősen csökkentheti.

#### **5.1.1. Az ütemtervi folyamatok kialakításának jellemzői**

##### **5.1.1.1. A folyamatokra jellemző mennyiség-hordozók megválasztása**

A folyamatképzés során a létesítmény jellegétől, és az alkalmazási céloktól függően határozzuk meg az ütemtervben alkalmazott folyamatok részletességét.

A folyamat időtartamának megállapításához, valamint a munkavégzés során vizsgált készülség méréséhez célszerű meghatározni a folyamatra jellemző, jól számítható, illetve mérhető mennyiségi paramétert, a hozzátartozó mértékegységgel.

A folyamatokhoz rendelhető mennyiségi paraméterek főbb csoportjai az alábbiak lehetnek:

- a legjobban használható, a feladat szempontjából a legpontosabb mennyiségi jellemző a folyamathoz tartozó jellemző munkamennyiség természetes egységében. Ez a mennyiség alkalmazható a folyamatvizsgálat során a folyamat időtartamok, valamint a munkahelyi felmérések során a készülség meghatározásához. Ilyen például töltéscsúszkák (m<sup>3</sup>), homokoskavics ágyazat (m<sup>3</sup>), stb.
- olyan többféle munkafajtából álló folyamatokon, ahol jellemző közös mértékegységet meghatározni nem lehet, célszerűen alkalmazható jellemző mennyiségként a folyamat elvégzéséhez szükséges munkaigényesség műszak, vagy műszakóra egységgel jellemezve. Ezt az egységet jellemzően a kevés gépi munkaigényű, de sok feladattal összetevődő tevékenységek, - például vízrendezés, befejező rendezési munkák – esetében célszerű alkalmazni.
- azoknak a folyamatoknak esetében ahol a gépi munka mértéke jelentőssé válik, de a munka igen több azonos egységgel nem jellemezhető feladattal áll, szükségből az egyetlen közös egységnek tekinthető költségértéket Forint, vagy valamely más pénzegységgel jellemezhetjük.

A tervezés során törekedni kell a természetes egységgel jellemzett folyamatok minél nagyobb arányban való alkalmazására, mivel ez adja a létesítmény szempontjából a legjellemzőbb, legmegbízhatóbb eredményt, amelyet a felmérések során az építés vezetője és a műszaki ellenőr legnagyobb biztonsággal tud használni és ellenőrizni.

A munkaigénnyel jellemzett folyamatok esetében a becsléssel meghatározott tervezett és ténylegesen teljesített munkaigények összevetése valamelyest nagyobb pontatlansággal jár, mint az előző esetben leírtaknál, mivel a megítélésben szubjektív tényezők is vannak.

A folyamat költség mértékegységével való tervezést tartjuk a legbizonytalanabbnak, mivel az információk műszaki tartalmának torzulására ebben az esetben van lehetőség. A költségadatok tartalmazzák az építési díj értékét és az anyagköltségeket is. Adott folyamatokon a nagy anyagköltségű, de kis élőmunkaigényű feladatrészek elvégzésre kerülnek, ezzel a költségben való teljesítés időarányos értéke teljesül, esetleg túlteljesül, ezzel szemben a nagy élőmunkaigényű feladatrészek elmaradnak, akkor ez esetben a munka tényleges előrehaladása lényegesen kisebb is lehet a költségekkel számolt mutató által meghatározottnál. Ez a mutató könnyű lehetőséget kínál az előrehaladás mértékének manipulálására, „a munka kirablására”.

#### 5.1.1.2.A teljesítések eloszlása a folyamatokon A tervezett teljesítések eloszlása szempontjából

- homogén (egyenletes eloszlású) folyamatnak abban az esetben tekinthetjük, ha az építési feladatok ütemezése megoldható úgy, hogy az ütemterv egyes folyamatainak mentén a modell szerint a tervezett munkavégzés (közel) egyenletes. A teljesítések eloszlása szempontjából homogén folyamatokat tartalmazó ütemtervek általában a kis-közepes építési feladatok esetében alkalmazhatók, ahol a munkafolyamat részletességi szint a jellemző.
- heterogén (egyenletlen eloszlású) folyamatnak nevezzük, ha a folyamatokon a tervezett teljesítések időegységenként eltérőek lehetnek. A heterogén teljesítés eloszlású folyamatok alkalmazása szükséges csaknem minden esetben, ha egy létesítményhez tartozó több részütemterv aggregációjával származtatunk le egy a teljes létesítményt átfogó ütemtervet. Ebben az esetben az azonos folyamatokra az aggregáció során időegységenként nagy valószínűséggel eltérő értékeket kapunk eredményül. Általában az erőforrás eloszlás szempontjából heterogén folyamatokat tartalmazó ütemterveket kell alkalmaznunk
  - több építési szakaszra bontott létesítmények esetében, illetve
  - több egymással párhuzamosan dolgozó vállalkozó által végzett azonos jellegű feladatok aggregált „generál ütemterv” készítésénél.

## 5.2. Az építési munkák készülségének követése

### 5.2.1. A munkák készülségének követése során a folyamatokra az értékelés időpontjában felmérhető, számítható munkahelyi információk

Az előzőekben leírtak szerint a folyamatot jellemző mennyiségi egységhez tartozóan a készülség vizsgálatának időpontjában meghatározandó

- a naturális egységgel jellemzett folyamatok esetében a folyamaton elvégzett feladat mennyisége
- a munkaigénnyel jellemzett folyamatokon az erőforrás ráfordítás alapján becsülhető a vizsgálat időpontjáig ráfordított összes munkaigény, hasonló módon
- a %-os tervezett készülséggel jellemzett folyamatokon meg kell állapítani a vizsgálati időponti készülségi %-ot, esetleg ezekből számíthatóak
- a pénzügyi teljesítések a vizsgálati időpontig

### 5.2.2. A munkafolyamatok előrehaladását jellemző mutatók

#### 5.2.2.1.A tervezett teljesítések szempontjából homogén folyamatok esetében

Az egyenletes teljesítésre tervezett folyamatok előrehaladásának megítélése az alapesetnek minősíthető, egyetlen mutató, a készülségi fok meghatározásával jellemezhető. Ennek számítása bármely folyamat egység alkalmazása esetében 4.2.1. pontban leírtak szerint előállított a vizsgálat időpontjában elért folyamatonkénti összegzett teljesítések és az összes feladat mennyiség hányadosaként jól értelmezhető.



### 5.2.2.2. A tervezett teljesítések szempontjából heterogén folyamatok esetében

Azon folyamatok esetében, ahol a tervezett teljesítések eloszlása nem egyenletes, a készülség megítélése egyetlen, az előző pontban leírt mutatóval nem kellőképpen megalapozott, adott esetben félrevezető lehet, így az építést vezető, és a műszaki ellenőr nincsen kellő információs szinten. Ezért az előző esettől eltérően több, a termelés előrehaladásának megítélését segítő mutató alkalmazására lehet szükség. Ezeknek javasoljuk az alábbiak meghatározását:

- meg kell határozni folyamatonként a vizsgált időpontig a tervadatok összegezett – görgetett- értékét, amelyből számítható a teljes tervezett érték ismeretében a tervezett görgetett %-os készülségi mutató,
- a teljes munka mennyiség és a vizsgált időpontig ténylegesen a felmérés alapján teljesített, a folyamat egységében értelmezett mennyiség összevetésével határozható meg a tényleges görgetett %-os készülségi mutató,
- folyamatonként a vizsgált időpontig ténylegesen a felmérés alapján teljesített, a folyamat egységében értelmezett görgetett mennyiség, és a tervadatok összegezett – görgetett- értékének összevetésével a relatív készülségi mutató,
- a havi – időegységre – meghatározott tényleges teljesítés, és az azonos időszakra vonatkozó értékek összevetésével a havi teljesítés %-os készülségi mutató.

A fenti mutatók lehetőséget adnak a műszaki ellenőrnek, illetve az építetőnek a munka készülségének komplex vizsgálatára, így

- a görgetett terv és görgetett tény adatok összevetésével a munka egészének készülségére következtethetünk, ezzel lehetőséget biztosítva a megvalósítás szempontjából a stratégiaileg legfontosabb „középtávon” értelmezett készülség megítéléséhez. Ennek vizsgálatával kiszűrhető a jelentős lemaradások észrevétlen maradása,
- a havi teljesítések százalékos értékeinek összevetése a rövidebb időszak munkájának értékelését segíti elő, amely ismeretében célszerű áttekinteni az adott időszak – hónap – teljesítmény alakulását, az ezt befolyásoló konkrét tényezőket (pl.: időjárás, anyagihiány, tervhány, kooperáció hiánya, stb.)
- a relatív készülségi mutató folyamatonként a tervszerűség alakulását, mintegy a „tervfegyelmet” jellemzi.

A fenti mutatók természetesen a kiemelt erőforrásként tekinthető költségmutatókra is alkalmazhatóak. Ez lehetőséget nyújt

- átalányáras szerződések esetében a munka „kirablásának” megakadályozására. Nyomon követhető az építés szempontjából jelentős időigénnyel járó, de kis költségű munkák ütemessége, illetve elhagyása. A számlázáskor lehetősége van a nagy értékű munkák ezekkel való összhangjának vizsgálatára. Ez esetben az egy elszámolási egység esetében van módja a számlázási érték jelentősebb, az időbeni előrehaladással arányos érték kifizetésére,
- tételáras szerződések esetében a nem munkaigény alapú számlázás szintén megakadályozható, és lehetőség van a pénzügyi előrehaladás reális megítélésére.



### 5.3. A készütség követés információs rendszerének kialakítása

#### 5.3.1. A termelés követéséhez szükséges információk

Minden termelés követési rendszer életképességének alapja, hogy a működtetéséhez szükséges adatok előállítása a felhasználó –a vállalkozó munkahelyi megbízottjai, a felelős műszaki vezető, illetve a műszaki ellenőr- számára, milyen plusz munkával jár. Alapvető cél, hogy a meglévő amúgy is készülő forrásbizonylatok felhasználásával a termelés követésre is mód nyíljon. Ennek alapja az, hogy a munkák lefutását leíró ütemterv tevékenységei, ezek jellemző mértékegységei azonosak, vagy könnyen – pl. kevés számú aggregálással – származtathatóak legyenek a rendelkezésre álló adatokból.

Kézenfekvőnek tűnik, hogy az ütemtervi adatok és a munka pénzügyi – számlázási, elszámolási adatok összefüggjenek, illetve egymásból származzanak, származtathatók legyenek.

Természetesen ez nem a véletlen műve, egy tudatos, már a munka tenderkiírásakor figyelembe veendő tényező. Ha a tender kiírója olyan időszakonkénti – havi – felmérési és elszámolási rendszert ír elő a vállalkozóknak, amely alkalmas az ütemtervvel való kapcsolatra, úgy a rendszerben redundáns módon előállított információkra nincs szükség.

#### 5.3.2. Az információ áramlás gyorsasága

Az időszakonkénti – havi – termelésekövetés során a felmérések adatait a műszaki ellenőrnek olyan módon célszerű kezelni, hogy azok szerkezete közvetlen, többcélú számítógépes feldolgozásra alkalmasak legyenek. Ezzel biztosított az is, hogy az adatok igen egyszerűen és gyorsan „dróton”, elektronikus levél mellékleteként továbbíthatóak. A hazai számítógépes környezetben adja magát az Excel használata, amely az adathalmaz rendezettségét segíti elő és biztosítja a további felhasználások, átrendezések, aggregációk lehetőségét. Ezzel lehetőség van a tényadatok ismeretében igen rövid időn belül egy nagyberuházás esetében is a készülségek korrekt megítélésére.

### 5.4. A termelés követésének eredményközlése

#### 5.4.1. Az ütemtervi információk

A készülség eredményeinek közlésére kézenfekvő az időterv tervezésére használt valamely hálós program alkalmazása. E programokkal általában alapkiépítettségükben lehetőséget adnak a homogén teljesítés eloszlású folyamatok készülségének a sávos ütemtervben való ábrázolására.

A heterogén teljesítés eloszlású folyamatok esetében lehetőség van különböző numerikus és grafikus elemeknek a bevitelére a programba, amellyel a sávos ütemtervben feltüntethetők a tervezett időegységre vonatkozó teljesítésekkel és az előrehaladással kapcsolatos numerikus és grafikus információk. Ezzel biztosíthatjuk az időtervben az adatok komplexitását, és jó áttekinthetőségét.

#### 5.4.2. A folyamatok készülségi mutatói

Mivel a tervezett és a tényadatok a munka során amúgy is táblázatkezelő programok alapján lettek feldolgozva, adódik a lehetőség, hogy e programok valamely diagram rajzoló adta lehetőségét kihasználva egymással összevethető módon jelenítsük meg a különféle termelésekövetési mutatókat.

## **5.5. Az előrehaladás követésével kapcsolatos általánosítható megállapítások**

### **5.5.1. A magasépítési –pontoszerű- építmények esetében**

#### Az ütemtervi folyamatok kialakítása

Törekedni kell a természetes, a szerkezetre jellemző természetes mértkegység megválasztására, hiszen az időszakonkénti felmérés közvetlenül beépíthető az előrehaladási jelentésbe, ezzel lényegesen könnyítve az építést vezető munkáját. A magasépítési folyamatok döntő többsége igen komplex, ezért a természetes mutató alkalmazása nem lehetséges, így jól elkülöníthető szerkezetcsoportokra megadott százalékos értékekkel jellemezhetjük az előrehaladást.

#### A teljesítések eloszlása a folyamatokon

A magasépítési létesítményeken a homogén eloszlás alkalmazása ajánlható, a jellemzően munkanemi csoportosítás és munkanemenként egy-egy vállalkozó alkalmazása miatt.

#### Az alkalmazott ütemterv ábrázolási formája

A magasépítési feladatok időterveit sávós ütemterv formájában célszerű ábrázolni (ajánlott formája a korábbi fejezetekben található meg). Még elfogadható a numerikus időterv is, ahol érdemes mind az időegységre vonatkozó, mind a göngyöltett értékek feltüntetése

### **5.5.2. A mélyépítési –vonalas- építmények esetében**

#### Az ütemtervi folyamatok kialakítása

Ez esetben is törekedni kell a természetes, a szerkezetre jellemző megválasztására. A mélyépítésben jellemzően nagy értékű és gépesítettű folyamatok fordulnak elő, ezért csak a legszükségesebb esetekben célszerű a százalékos, vagy a pénzegységben való tervezés, illetve mérés.

A teljesítések eloszlása a folyamatokon

A mélyépítési létesítményeken is a homogén eloszlás alkalmazása ajánlható, de a nagyobb építési feladatokon több azonos feladatot végző vállalkozó, illetve az aggregált jelentési rendszerek miatt heterogén eloszlás a jellemző.

#### Az alkalmazott ütemterv ábrázolási formája

A magasépítési feladatok időterveihez hasonlóan sávós ütemterv formájában célszerű ábrázolni. Igen hasznos (bár az előrehaladás követésének ábrázolására csak korlátozottan alkalmazható) a ciklogramos ütemterv elkészítése is a tervezés időszakában. A ciklogramból származó információk alapján tudjuk a termelés követésekor megítélni a tényleges építési irányok és pillanatnyi térbeni pozíciók helyességét. A magasépítéshez hasonlóan alkalmazható a numerikus időterv is, ahol érdemes mind az időegységre vonatkozó, mind a göngyöltett értékek feltüntetése.

## **Irodalomjegyzék:**

1. Építési műszaki ellenőrök kézikönyve (TERC Kft. 2001.)
2. Kakukk Lajosné – Molnár Miklós – dr.Neszmélyi László- dr.Papp Péter  
Építési műszaki ellenőri szakképzés Pénzügyi ismeretek jegyzet
3. Helbig/Schwarzkopf  
Bauleiterhandbuch für den Bauleiter des Bauherrn (Verlagsgesellschaft Rudolf Müller  
Köln 1988)
4. Bacher – dr.Monori – dr.Neszmélyi  
Építésszervezés I/1, I/2 (Budapesti Műszaki Egyetem)
5. Nezvál J.  
A szalagszerű építkezés elmélete (Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1958)
6. Palotás László: Mérnöki Kézikönyv (Műszaki Kiadó 1990.)
7. Tátrai Tibor: MS PROJECT 98 (ComputerBooks Kiadói Kft. 1999)
8. dr.Neszmélyi László – dr.Vattai Zoltán Monitoring progression in construction  
(Moscenica Draga 2003.)
9. Felelős műszaki vezetők kézikönyve (2005. Terc Kft.)
- 10.Építéskivitelezés-szervezés (Takács Ákos –dr. Neszmélyi László - Somogyi  
Miklós) Szega Books Kft.
- 11.Pénzügyi ismeretek tankönyv (dr. Papp Péter – dr. Neszmélyi László – Molnár  
Miklós – Wéber László) 2011. TERC Kft.
12. dr.Hajdú Miklós – Bószin Gyula Project Director Felhasználói kézikönyv
13. Egységes Építőipari Normarendszer (TERC Kft.)

## MELLÉKLETEK

### 1.sz. melléklet: Normaadatok

Néhány a kivitelezési gyakorlatban leggyakrabban előforduló komplex munkafolyamat tapasztalati időnormája, és a jellemzően alkalmazott kapacitás mértéke időtervezési feladatokhoz

Munkafolyamat	Egység	norma	Minimális brigád-egység (fő)
<b><u>Épület alapozás (földmunkával)</u></b>			
Beton sávalap	m3	10.50 ó	3-5
Vasbeton sávalap	m3	12.20 ó	3-5
Monolit vb. pilléralap	m3	24.25 ó	3-5
<b><u>Függőleges teherhordó szerkezetek</u></b>			
<b>Falazott szerkezetek</b>			
Tégla pillér km. téglából	m3	13.5 ó	2
Falazat km. téglából	m3	9.40 ó	3-4
Falazat blokk téglából	m3	4.40 ó	3-4
Falazat terméskőből (40 cm)	m2	6.80 ó	3-4
<b>Monolit vasbetonszerkezetek</b>			
Monolit vb. pillér	m3	8.10 ó	3-5
Monolit vb. gerenda	m3	16.50 ó	3-5
Monolit vb. fal	m3	9.6 ó	3-5
<b>Előregyártott vb. elemek</b>			
Egy. pillérek elhelyezése	db	3.00 ó	4
Egy. teherhordó falpanelek elh.	db	3.90 ó	4
<b><u>Függőleges térelhatároló szerkezetek</u></b>			
<b>Falazott szerkezetek</b>			
km. féltéglafal	m2	1.75 ó	3
Kerámia válaszfaltégla	m2	1.20 ó	3
Nagyméretű (600/200)	m2	0.50 ó	3
<b>Szerelt válaszfalak</b>			
Gipszkaron profilvázra szerelve	m2	1.65 ó	3-4
<b><u>Aljzatszerkezetek</u></b>			
Homokoskavics réteg (15 cm)	m2	0.07 ó	3
Aljzatbeton (4-6 cm)	m2	0.35 ó	3
<b><u>Vízszintes teherhordó szerkezetek</u></b>			
<b>Monolit vb. födém</b>			
Síklemmez hagyományos zsaluval	m2	16.5 ó	3-5
Síklemmez táblás zsaluval	m2	10.50 ó	3-5
<b>Előregyártott födémek</b>			
Vb. gerendás födém béléstesttel	m2	1.8 ó	4
Könnyített gerenda és béléstest, beton	m2	2.9 ó	4
<b>Lépcsők</b>			
Monolit beton lépcső	m3	5.85 ó	4
Monolit vb. lépcső	m3	12.8 ó	4

<b><u>Tetőszerkezetek</u></b>			
<b><u>Ácsszerkezetek</u></b>			
Fa fedélszékek bármely rendszerben	m2	1.60 ó	3-6
Vonóvasas torokgerendás fedélszerkezet	m2	2.50 ó	3-6
<b><u>Héjazatok, tetőfedések</u></b>			
Fémlemezfedés	m2	1.00 ó	3
Cserépfedések	m2	0.30 ó	3
Lécezők, deszkázások	m2	0.65 ó	3
<b><u>Vakolások, felületképzések</u></b>			
<b><u>Belső vakolatok, felületképzések</u></b>			
Fal és mennyezetvakolat	m2	1.22 ó	3
Meszelés	m2	0.35 ó	2
Diszperziós festés	m2	0.40 ó	2
Tapétázás	m2	0.90 ó	2
<b><u>Homlokzatvakolatok</u></b>			
Sima homlokzati vakolat	m2	1.10 ó	3
DRYVIT rendszerű vakolat	m2	1.30 ó	3
Lábazati cementhabarcsos vakolat	m2	2.70 ó	3
Homlokzatfestés	m2	0.45 ó	3
<b><u>Burkolatok</u></b>			
<b><u>Hidegburkolatok</u></b>			
<b><u>Falburkolatok</u></b>			
Csempeburkolat	m2	1.60 ó	2
Kerámiaburkolat	m2	1.80 ó	2
Téglaburkolat keresztmetszeti téglából	m2	2.80 ó	2
Terméskőburkolat	m2	6.85 ó	2
Helyszíni műkőburkolat	m2	5.85 ó	2
Előregyártott műkőburkolat	m2	3.00 ó	2
<b><u>Padlóburkolatok</u></b>			
Beton padlóburkolat	m2	0.65 ó	2
Kerámia lapburkolat	m2	1.45 ó	2
Helyszíni műkőburkolat	m2	3.40 ó	2
Kőlap burkolat	m2	4.40 ó	2
<b><u>Melegburkolatok</u></b>			
PVC padlóburkolat	m2	0.45 ó	2
Szőnyegpadló	m2	0.40 ó	2
Csaphornyos parketta	m2	1.85 ó	2
Szalagparketta	m2		2
<b><u>Nyílászáró szerkezetek</u></b>			
Ajtó elhelyezése	db	2.50 ó	2
Kapu elhelyezése	db	5.50 ó	3
Ablak elhelyezése	db	3.00 ó	2
<b><u>Gépszeti és elektromos szerelés</u></b>			
Víz és csatorna szerelés	légm3	0.1-0.4 ó	
Fűtés	légm3	0.1-0.2 ó	
Klíma-szellőzés	légm3	0.1-0.3 ó	
Elektromos szerelés	légm3	0.2-0.5 ó	

A fenti normatívák alkalmazása során a műszaki tartalom függvényében kisebb nagyobb eltérésekkel lehet számolni, mivel a táblázatban szereplő értékek átlagos szerkezetek és intenzitás esetére vonatkoznak. A gépészeti és elektromos munkákra vonatkozó ráfordítási értékhatárok alkalmazás különösen gondos mérlegelést igényel a műszaki tartalom, és a figyelembe vehető erőforrásszintek megállapításakor.