

## 4. A GYÁRTÁS ÉS GYÁRTÓRENDSZER TERVEZÉSÉNEK ÁLTALÁNOS MODELLJE (Dudás Illés)

). A gyártás-előkészítés-irányítás funkcióit, alrendszerait egységbe foglaló (általános gyártási) modellt a 4.1. ábra szemlélteti

Ezen a „**gyártásirányítás**” és **felette** lévő rendszereknek a **termelés tervezési, gyártmánytervezési** és **irányítási funkciókat** valósítják meg, az **alatta** lévők pedig a **kivitelezési** (gyártási) funkciókat.

A **kivitelezés bemenetét** a **tervezési és irányítási információk** (felülről), az anyag (balról), az energia (alulról), az előkészített gyártóeszközök (felülről) alkotják. **Kimenetét** a **készáru** kibocsátás **jelenti**. A tervezési irányítási fázis bemenete: a gazdasági terv (felülről), a rendelés-kezelés (balról-jobbról), a gyártórendszer állapotát tükröző információk (alulról)

***Termelés tervezés + Gyártmánytervezés + Gyártástervezés = A gyártás műszaki előkészítése***

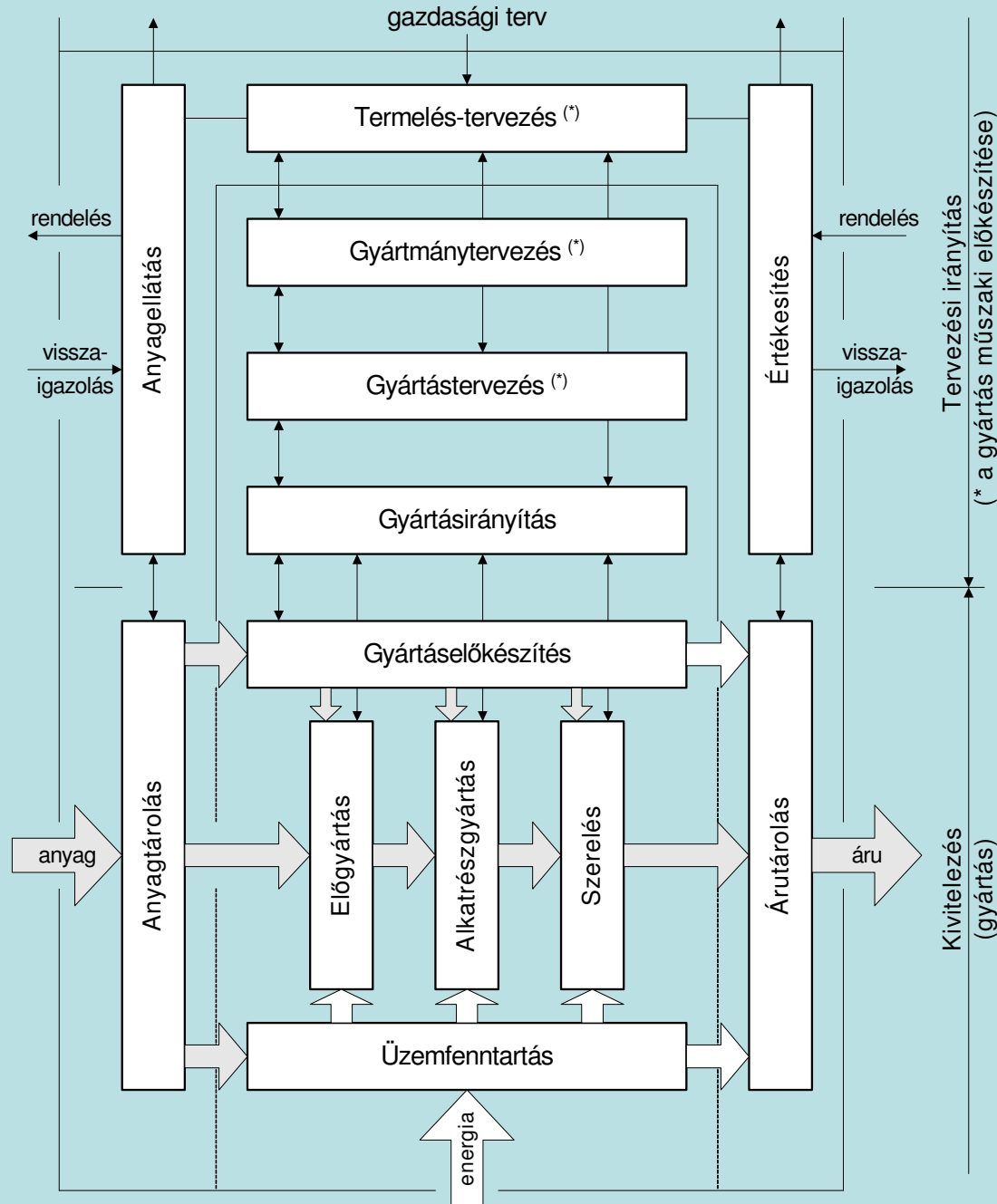
## **4.1. A gyártástervezés CAPE fogalomköre, fő feladatai, célszerű iparvállalati modellje**

A **technológiai tervezés** a gyártmány, alkatrész állapotának változtatására irányuló **technológiai folyamat tervezésével** foglalkozik, tehát a gyártási **főfolyamatra teszi a hangsúlyt**.

A **gyártástervezés** a gyártási folyamat minden (fő- és segédfolyami) **tevékenységének a tervezését előirányozza**, (4.2. ábra) vagyis a technológiai folyamaton kívül hatáskörébe tartozik [30], [38]:

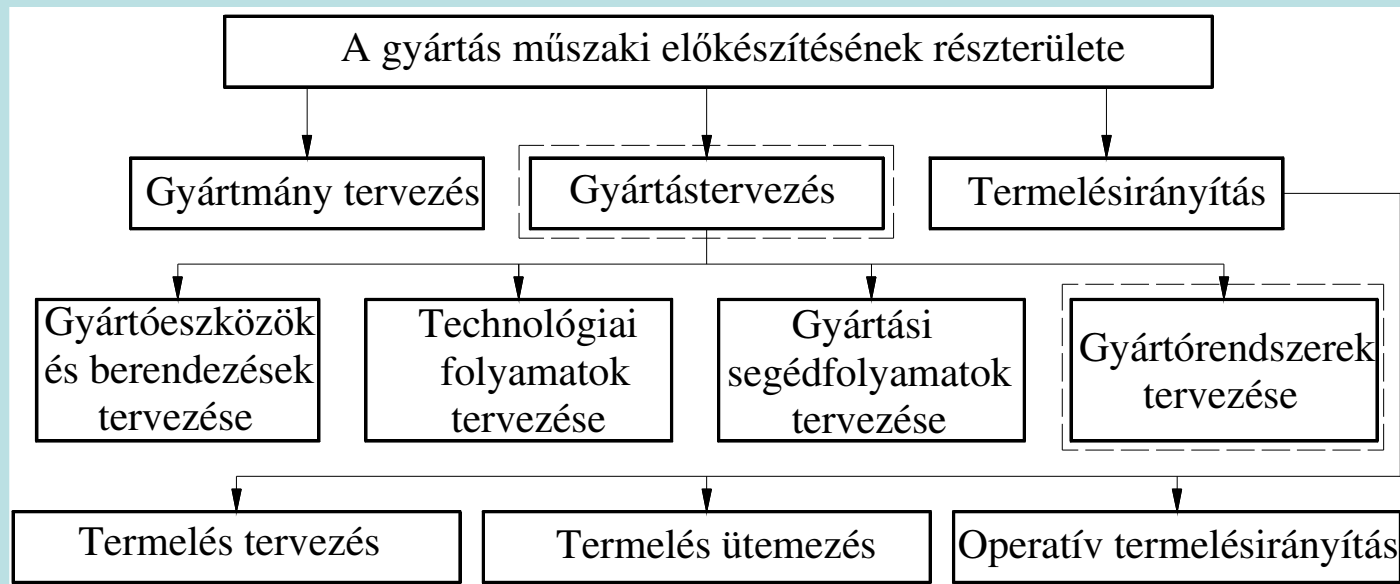
- a **műszaki ellenőrzés,**
- a **szállítás,**
- a **raktározás,**
- a **gépek és berendezések elrendezése,**
- az **energiaellátás,**
- a **szolgáltatás tervezése, stb.**

# VÁLLALATI VEZETÉS



4.1. ábra  
Gépgyártó vállalt  
(általános gyártási)  
modellje: a gyártási,  
a gyártás-  
előkészítési és  
irányítási  
alrendszerek

- ⇒ a gyártással közvetlenül összefüggő anyagi (nyersanyag, munkadarab, alkatrész, készülékek, szerszám, segédanyagok, külső forrásból származó gyártmányelemek, stb.) folyamatok
- ⇒ a gyártáshoz közvetve kapcsolódó anyagi folyamatok (karbantartás, energiaellátás, takarítás, stb.)
- információs kapcsolatok



4.2. ábra

*A gyártás műszaki előkészítésének rendszere*

## A gyártástervezés fő feladatai (4.3. ábra):

- új gyártmányok, megnövelt gyártási volumen **gyártási rendszerének kialakítása**,
- a gyártáshoz **szükséges terület, gyártóberendezés, létszám** meghatározása,
- a működtető **szervezetre** és **ügyrendre javaslat** kidolgozása,
- a **segéd és kiegészítő** folyamatok meghatározása,
- a gyártási **szűk keresztmetszetek** feltárása, megszüntetése,
- a **kapcsolódó szakterületi feladatok** megfogalmazása,
- a megtervezett **gyártási folyamat bevezetése**.

## 4.2. A gyártórendszer tervezése

A **gyártmányok**, az adott **tömegszerűség**, a **vállalaton belüli folyamatokban** alkalmazható **technológiák** meghatározzák a munkahelyek térbeli csoportosításának, a **gyártási rendszernek formáját**. [7], [38]

## A gyártórendszer-tervezés **alapadatai**:

- a **gyártmányválaszték**, termék struktúra,
- a **tömegszerűség** (egyedi, sorozat, tömeggyártás),
- **gyárlétesítmények** (gyárterület elrendezése, épület struktúra),
- a **vállalat vertikálitása** (előgyártástól a szerelésig mely gyártási szakaszok tartoznak a vállalat hatáskörébe),
- **termelési folyamat** (a **gyártás** jelenlegi, meglévő **rendszer**, karbantartás, szervezési elvek),
- **pénzügyi helyzet** (kalkulációs eljárások, költség súlypontok),
- anyag-, energia-, információ áramlás,
- személyi feltételek,
- a termék **bonyolultsága**.

Sorozat és tömeggyártásban: a nagy áru-kibocsátási program, a gyártás állandósága, a gyártmány kiforrottsága, a cserélhetőség (csereszabotosság) elvének alkalmazása lehetővé teszik a gyártási folyamat fejlett szervezési formáinak alkalmazását. A gyártási rendszerek szervezési formáját döntően a gépek és munkahelyek elrendezése jellemzi, amely a 2.2., 3.8. és 3.9. ábrákon már be lett mutatva.

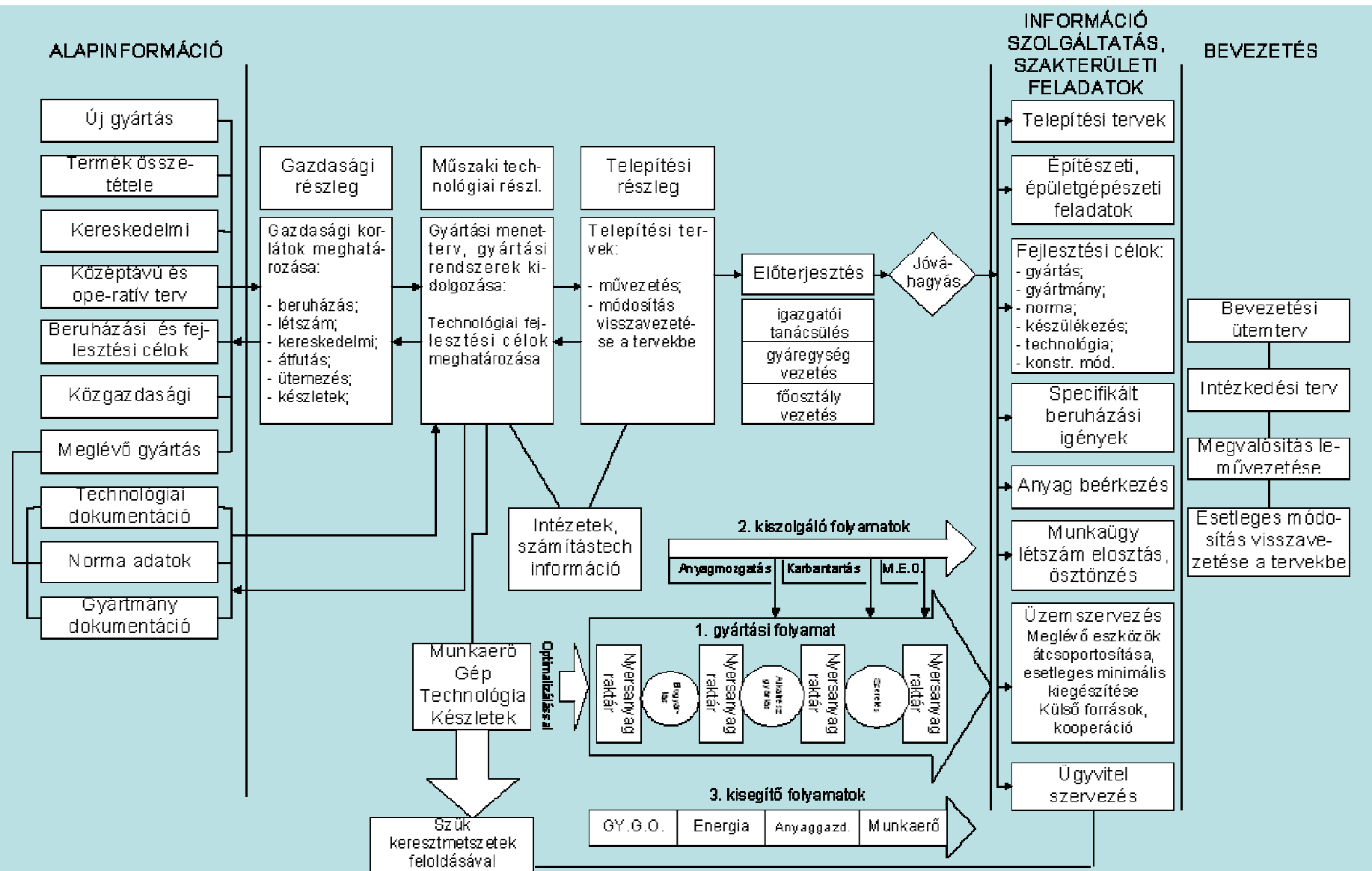
A **gyártástervezési tevékenység** (nagyvállalati) modelljét a 4.3. és 4.4. ábra szemlélteti (Dudás Illés és Less Nándor munkája alapján **1975 DIGÉP** [30], [38], [39], [52], [57]). A 4.3. ábrából világosan látható, hogy a tervezés az **alapinformációk** birtokában (új termék gyártása, meglévő gyártás szervezése, technológiai adatok, stb.) egy **gazdasági**, egy **műszaki technológiai** és egy **telepítési részleg** készíti el **előterjesztésre**, ill. **jóváhagyásra** a gyártási fő- és segédfolyamatok terveit. A jóváhagyást követően az **információszolgáltatás** és **szakterületi feladatok** sorában megtaláljuk az elvégzendő tevékenységek sorát, majd a **bevezetéshez** szükséges terveket.

A gyakorlatban a vállalatnál a gyártás formái kombinálva jelentkeznek: a gyártás egyes szakaszaiban (pl. a jelentősebb alkatrészek és szerelés) a folyamrendszer, többiekben a csoport vagy műhelyrendszer dominál. A korszerűbb gyártási forma alkalmazásához növelni kell a tömegszerűséget. Ennek egyik eszköze a **csoporttechnológia (GT)** alkalmazása, ezzel a relatív tömegszerűség növelése.

Az ebben a **fejezetben** tárgyalt gyártástervezési munkák alkotják bármely **gyártási rendszer megtervezésének alapját**. Az egyes különböző gyártási rendszerek megtervezése tulajdonképpen az itt tárgyalt tervezési munkának különleges alkalmazása, a mindenkor eset specicális követelményeinek megfelelően. Általában bármely **gyártási rendszer megtervezésének** alapját szolgáló tervezési munkákat a **T1-T12** pontokban **foglaltak szerint végezzük**.

A tervezési feladatnak **két esete** fordul elő, aszerint, hogy a már folyó gyártást valamely **magasabb gyártási rendszerbe szervezzük** át vagy **teljesen új gyártás megtervezését** végezzük.

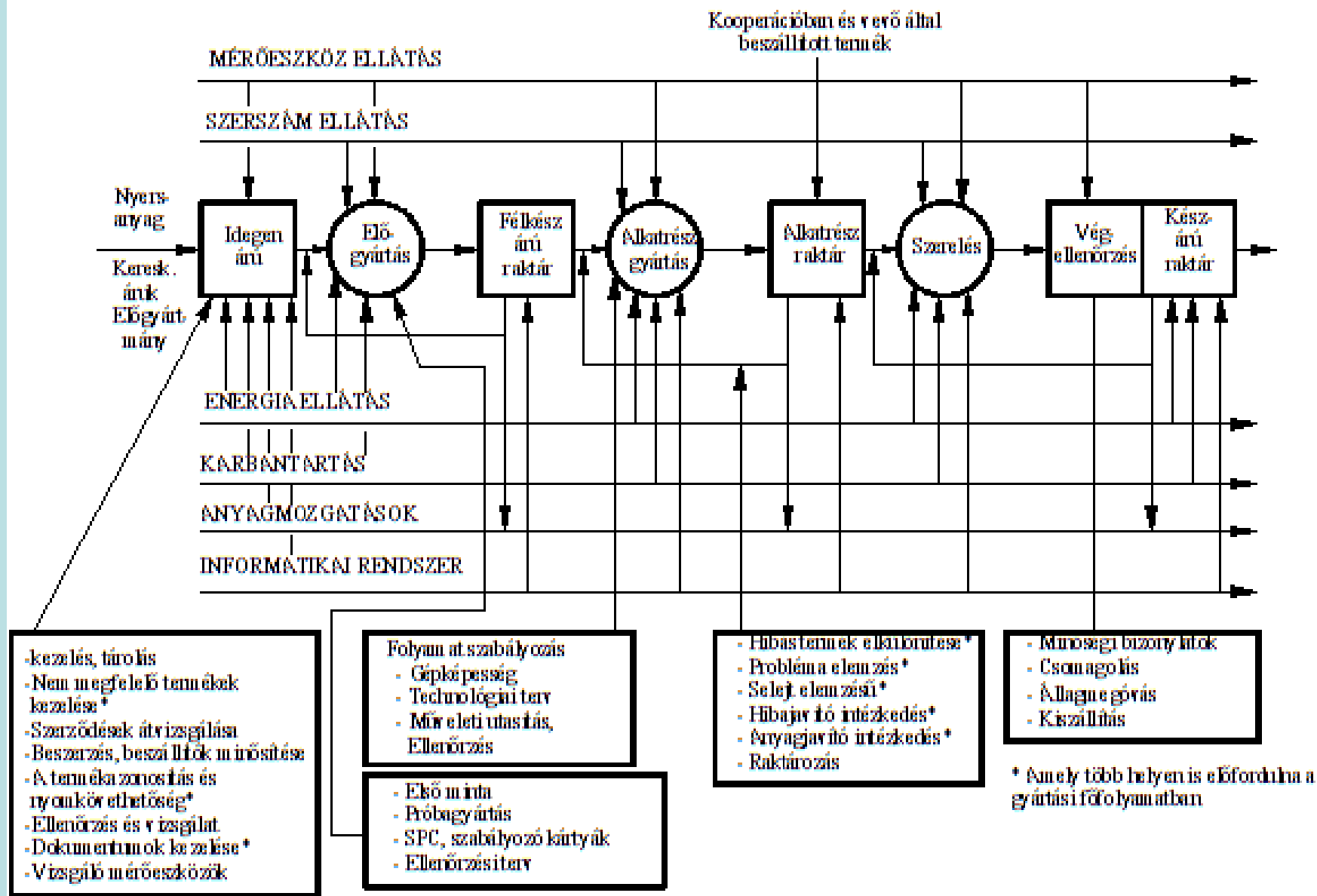




4.3. ábra

*A gyártás- és gyártórendszer tervezés tevékenységi modellje (I.)*

[21], [30], [38]



4.4. ábra

A gyártástervezési tevékenység modellje (II.), gyártási főfolyamatok a minőségirányítás (GAO) szempontjából

## **T1. A gyártási meneterv előzetes megtervezése, a meglévő termelési eszközök felmérése**

E munkának **két esete** fordulhat elő:

- már folyó gyártás esetén a **gyártási menet felvétele**,
- új gyártás megtervezésénél a **gyártási menet megtervezése**.

A **továbbiakban az utóbbi** esetet **tárgyaljuk**, mint általánosabb érvényűt. A gyártási meneterv, új gyártás esetén, a tervezési munka eme első lépésében még nem fektethető le véglegesen és csak előzetes – a további tervezési munkák alapjául szolgáló – jelleggel tervezhető meg. A gyártási meneterv a műveleteknek az egész gyártási folyamat minden lépésének megfelelően és azok sorrendjében való feltérképezése. **A gyártási meneterv**

**megszerkesztése:**

- **a szerelési családfa,**
- **a művelettervek,**
- **a normaidők, stb.**

**alapján történik.**

Új gyártmány esetén a gyártás technológiai folyamatait a következők alapján végezzük. A gyártási meneterv megszerkesztésekor szerelvényenként csoportosítunk, minden alkatrész gyártási menetét feltérképezzük, **vázlatosan ábrázoljuk a műveletek láncolatát**. Az egyes produktív műveleteket azonos jellel, például körökkel, az ellenőrzési műveleteket pedig például négyyszögletű jelekkel ábrázoljuk és azokat vonalakkal kötjük össze. Minden egyes jel mellé felírjuk a művelet idejét. (lásd még **4.21. ábra**) Az egyes szerelvényekhez tartozó összes alkatrészek műveletláncolatait párhuzamos vonalakon felrajzoljuk és mindegyik fölé rávezetjük az alkatrész darabjelét, majd ezeket a műveletláncolatokat összekötve megszerkeszthetjük a szerelvény gyártási menetervét.

**Ha összegyűjtjük a gyártási időket gép- és berendezés fajtánként és méretenként és az így kapott időket megszorozzuk az alkatrészeknek gyártmányonkénti darabszámával, megkapjuk a terhelést egy darab gyártmány esetében.**

## **T2. A kapacitások és terhelések megállapítása, egybevetése, kapacitásterhelés egyensúlyi vizsgálata**

A gyártás során biztosítani kell a termékek kibocsátási határidőinek betartását, az összes szükséges művelet elvégzését, ezek csatlakozását, és eközben a gépek berendezések egyenletes terhelését. Mindehhez egy összefüggő számítási metodika nyújt segítséget, melynek részét képezi a kapacitás és átbocsátóképesség, valamint az átfutási idő meghatározása.

### ***Gyártási kapacitás és átbocsátóképesség számítása***

Alapfogalmak:

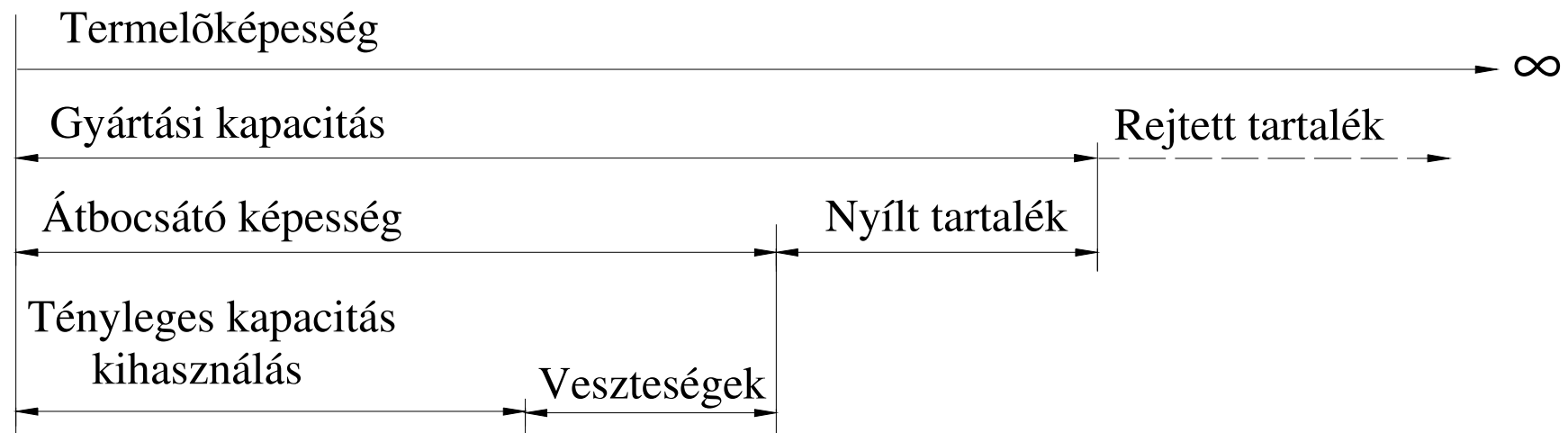
**Gyártási kapacitás:** az a (valamely mértékegységben) kifejezett termékmennyiség, amely az adott termelőberendezésen adott idő alatt a fennálló műszaki és szervezési feltételek mellett maximálisan előállítható.

**Átbocsátó képesség:** a vizsgálati időszakban megvalósítható reális teljesítmény, a termelés valóságos lehetőségének mutatója.

A termelőképesség szintjeit mutatja a 4.5. ábra.

$$\text{Gyártási kapacitás} = \frac{\text{Potenciális gyártási lehetőség}}{\text{A gyártási feladat egységének igénye}}$$

Természetes mértékegység  
Időszak



**4.5. ábra**  
*A termelőképeség szintjei*

## T2.1. A gyártási kapacitás számítása

A gyártási kapacitás számítását a termelésben résztvevő berendezések egységein kell kezdeni. Az egyes önálló munkahelyek, majd a homogén gépcsoportok kapacitásának ismeretében határozható meg a műhelyek, üzemek, s végül az egész gyár kapacitása. A számítás alapösszefüggésénél feltételezzük, hogy egyféle termék gyártásáról van szó. Később térünk ki a több termék párhuzamos gyártásakor alkalmazandó módszerekre. A **számítás menete** a következő:

1. **Homogén munkahelycsoportok kialakítása.**
2. A homogén munkahelycsoportban előállított gyártmány munkaigényességének, **kapacitásnormájának meghatározása.**
3. Az **időalapok** számítása.
4. A **kapacitás** kifejezése természetes mértékegységben.

A **homogén gépcsoport** a vállalat legalsó olyan irányítási szintje, amelyen a dolgozók a gyártás sajátosságaitól (tömegszerűség, gyártási forma, géptípus, automatizáltsági fok, stb.) függően értelmezhető körülmények között egyenértékű munkát végeznek.

A **kapacitásnorma** annak a gyártmány egységnek a munka igénye, amely a vizsgált homogén gépcsoporton előállításra kerül.

$$K_n = \frac{N_i}{T_{\max} \%} \cdot 100 \quad [\text{idő/természetes mértékegység}] \quad (4.1)$$

ahol:

$K_n$  : a kapacitásnorma,

$N_i$ : a megmunkálás normaideje,

$T_{\max}\%$ : a tartósan elért legnagyobb dolgozói teljesítményszázalék



A **termelőberendezések időalapja** egy elméleti maximumtól a tényleges üzemeltetés időmennyiségéig széles intervallumban változhat. A **naptári időalap** a vizsgált időszakban maximálisan igénybe vehető üzemórákat mutatja.

$$T_n = N \cdot m_{sz} \cdot m_ó \cdot g_{sz} \quad [\text{óra/időszak}] \quad (4.2)$$

ahol:

$T_n$ : a naptári időalap,

$N$ : a naptári napok száma,

$m_{sz}$ : a napi maximális műszakszám,

$m_ó$ : egy műszak maximális óraszám,

$g_{sz}$ : a homogén gépcsoportba tartozó gépek száma, függetlenül attól, hogy igénybevételük az adott termék gyártásánál megtörténik-e.

A kapacitászámításhoz a naptári időalaphól **le kell vonni** a tervszerű megelőző **karbantartás időigényét**. Így jutunk el a **hasznos időalaphoz**, amely az elméletileg felhasználható üzemórák mennyiségét tükrözi:

$$T_h = T_n - t_{\text{TMK}} \quad [\text{óra/időszak}] \quad (4.3)$$

ahol:

$T_h$ : (elméleti) hasznos időalap,

$t_{\text{TMK}}$ : a tervszerű megelőző karbantartás időigénye  
(a naptári időalap 5 - 10 %-a).

Ezek ismeretében a **gyártási kapacitás** egyféle termék gyártása esetén:

$$C = \frac{T_h}{K_n} \quad [\text{természetes mértékegység/időszak}] \quad (4.4)$$

## T2.2. Eltérések az átbocsátóképesség meghatározásánál

A rövid lejáratú tervek kidolgozásához a **tényleges** adatokra épülő **kapacitást**, az átbocsátóképességet kell használni. Nem az alapelvben, csupán a számítás adataiban van eltérés. Az **átbocsátóképesség-norma** meghatározásánál a **dolgozók átlagos teljesítményét** vesszük alapul:

$$K'_n = \frac{N_i}{T_{\text{átl}} \%} \cdot 100 \quad [\text{idő/természetes mértékegység}] \quad (4.5)$$

Az időalapok számításánál sem a lehetséges maximumot, hanem csak a munkarendből fakadó tényleges üzemórákat vehetjük alapul. Így a **munkarend szerinti időalap**:

$$T'_n = N' \cdot m'_{sz} \cdot m'_o \cdot g'_{sz} \quad [\text{óra/időszak}] \quad (4.6)$$

ahol:

- $T'_n$ : a munkarend szerinti időalap,
- $N'$ : a vizsgált időszakban lévő munkanapok száma,
- $m'_{sz}$ : a napi tényleges műszakszám,
- $m'_{\acute{o}}$ : egy műszak valóságos óraszám (tervezett szünetek nélkül),
- $g'_{sz}$ : a gépcsoportba tartozó, a gyártmány előállításán ténylegesen dolgozó gépek száma.

A **munkarend szerinti hasznos időalap** pedig:

$$T'_h = T'_n - t_{TMK} \quad [\text{óra/időszak}] \quad (4.7)$$

az ismert adatok szerint.

Az **átbocsátóképesség** az:

$$\acute{A} = \frac{T'_h}{K'_n} \quad [\text{természetes mértékegység/időszak}] \quad (4.8)$$

összefüggés alapján határozható meg.

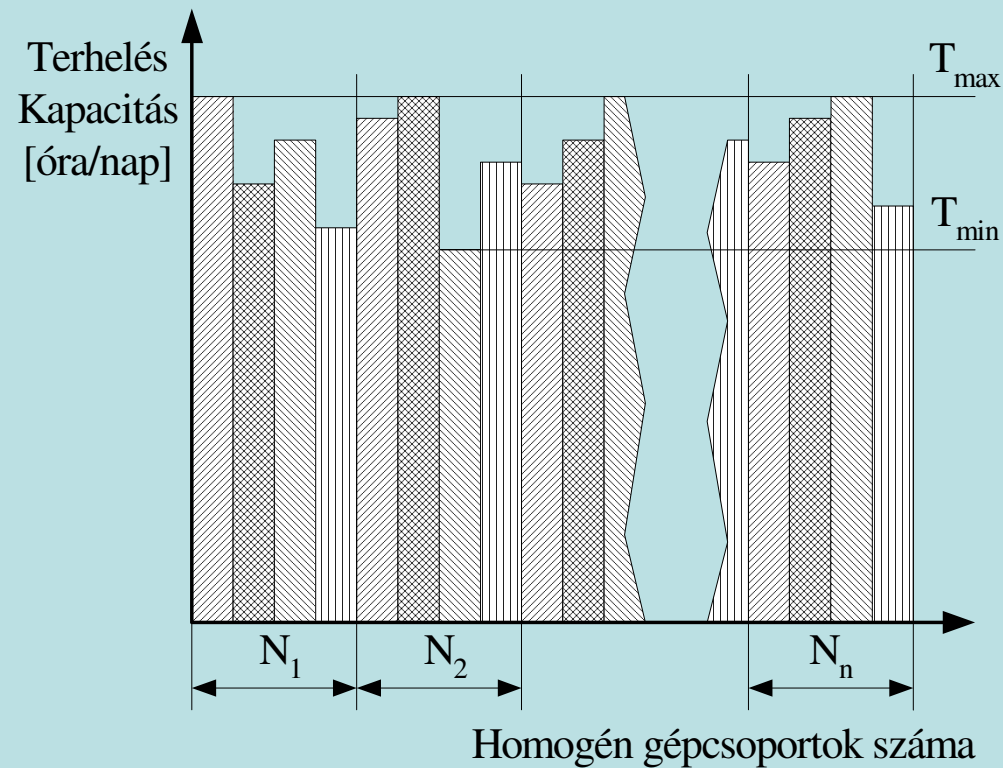
**Kapacitás:** ami rendelkezésre áll. Új gyártórendszer esetén a szükséges gyártási kapacitás, ami a terhelésből kiindulva kerül meghatározásra. (4.7. ábra)

**Terhelés:** amit az adott gyártási program megvalósítása jelent.

**Terhelési diagrammok:** Az egész üzem terhelésének tanulmányozásához célszerűnek mutatkozik az egyes homogén munkahelycsoportok terhelését szemléltető módon ábrázolni.

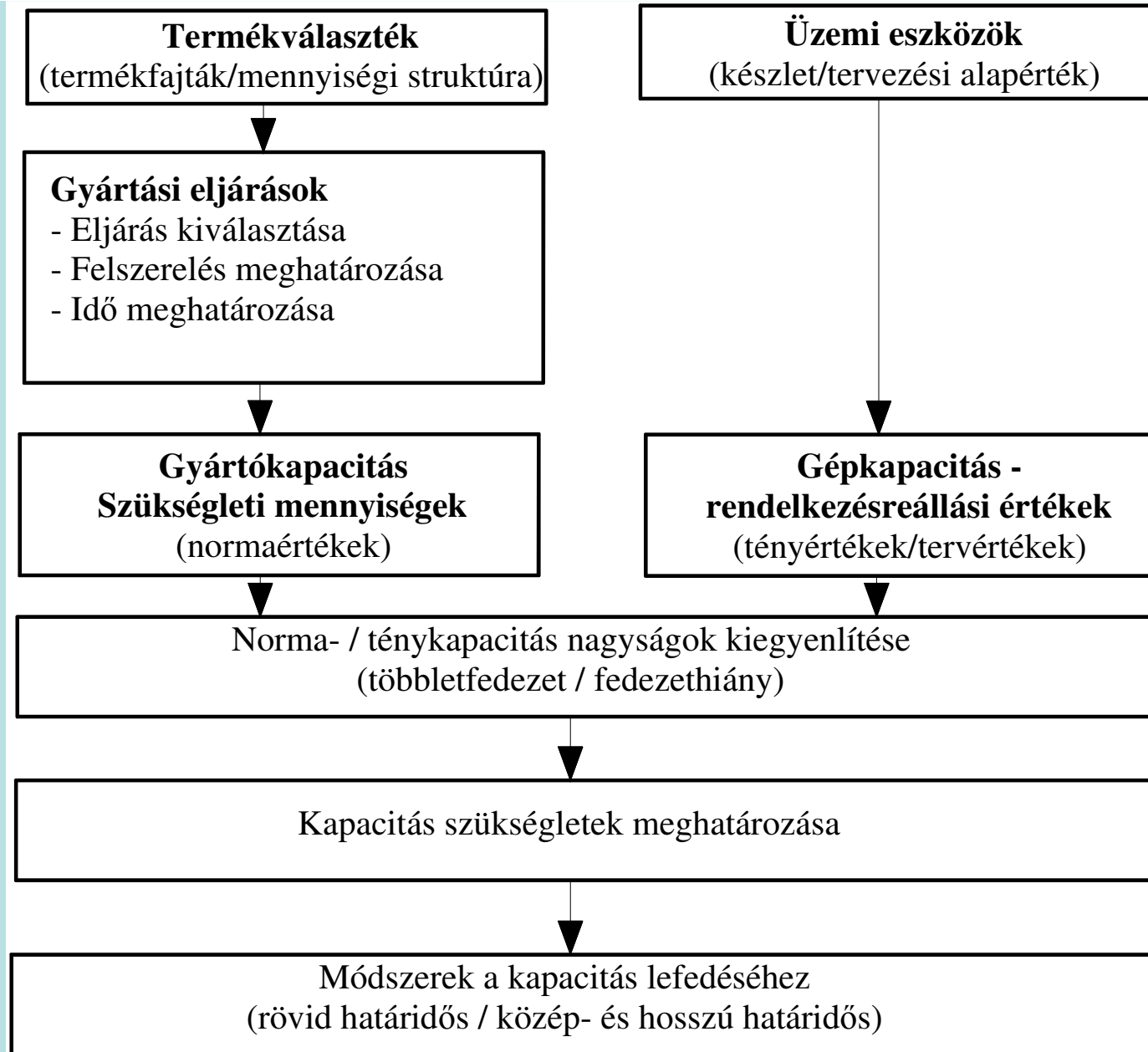
Az  $T_{max}$  vízszintes vonal által és az egyes homogén munkahelycsoportok munkahely számának megfelelő  $x$  hosszúságú szakaszokat határoló függőlegesek által bezárt oszlopok ábrázolják az egyes homogén munkahelycsoportok ideális kapacitását. a  $T_{min}$  érték a gyártási szűk keresztmetszetet (kapacitást) mutatja.

A 4.6. ábra a kapacitás és terhelési diagram megszerkesztésének szemléltetésére szolgál. A 4.7. ábra a kapacitásszükséglet számítás alapelveit szemlélteti.



4.6. ábra

*A kapacitás és terhelési diagram megszerkesztése*



4.7. ábra

### ***T3. A gyártási forma (gyártórendszer) kiválasztása figyelembe véve – a tömegszerűségen túl – az adott épület és térviszonyokat***

A **tervezett gyártási volumen** és szerkezet alapján meghatározható a gyártás formája (lásd még 3.5.4. pontban foglaltakat), rendszere. Itt vizsgálandó meg a csoporttechnológia alkalmazásának lehetősége, a gyártási fő és segéd folyamatok szervezésének, rendszereinek alkalmazható változatai.

Az alkatrész előállítására tervezendő technológiai folyamat mechanikai megmunkálásokat tartalmazó műveletei becsült időigénye, és az évenként gyártandó mennyiség alapján meg kell határozni a várhatóan célszerű gyártási jelleget és szervezési típust is.

Ehhez a technológiai folyamat **átlagos tömegszerűségi együtthatójának kiszámítása** nyújt támpontot azáltal, hogy jellemzi az azonos feladatok előfordulásának gyakoriságát a technológiai folyamatban [61].



A technológiai folyamat átlagos tömegszerűségi együtthatójának definíciója:

$$K_s = \frac{q}{\bar{t}_n}; \quad q = \frac{I_m}{Q} \quad (4.9)$$

ahol:

$q$ : a kibocsátási ütem [min/db],

(az ütemidő még elégséges értéke, amely mellett a kívánt termékmennyiség előállítható),

$Q$ : az alkatrészekből egy év alatt gyártandó mennyiség [db/év],

$I_m$ : a termelőberendezések munkarend szerinti időalapja,

$\bar{t}_n$  a technológiai folyamat mechanikai megmunkálásokat tartalmazó műveleteinek becsült átlagos normaideje.

A gyártás jellege és ahhoz tartozó, a gépiparban ma még általános, gyártásszervezési típusok  $K_s$  függvényében a következők:

- $K_s > 20$ : **egyedi és kissorozatgyártás**, műhelyrendszerű, igen ritkán szakaszos csoportrendszerű gyártásszervezéssel,
- $10 < K_s < 20$ : **középsorozat-gyártás**, csoportrendszerű, ritkán szakaszos folyamrendszerű gyártásszervezéssel,
- $2 < K_s < 10$ : **nagysorozatgyártás**, szakaszos folyamrendszerű gyártásszervezéssel,
- $K_s \approx 1$  **tömeggyártás**, folyamrendszerű gyártásszervezéssel.

A tömegszerűségi együttható csökkenésével a gyártás tömegessége nő, s ezzel arányosan a nagyobb átbocsátóképességű és gazdaságilag hatékonyabb technológiai folyamatok tervezésének indokoltsága is.

## **T4. Gyártási szűk keresztmetszetek megállapítása, a terhelések kiegyenlítése**

### *Kapacitászámítás szűk termelési keresztmetszet alapján*

A gyártási kapacitás és átbocsátó képesség meghatározási szempontjából fontos szerepük van a termelési keresztmetszeteknek. Megkülönböztetünk bő, szűk és alapvető termelési keresztmetszteket [S-3].

A **bő keresztmetszet** olyan munkahely vagy munkahely csoport, ahol a termelési igénynél nagyobb volumen előállítására van lehetőség.

A **szűk keresztmetszet** az a munkahely, ahol a meglévő adottságok teljes kihasználása mellett a tervezett igénynél kevesebb termék bocsátható keresztül. Jellemzője, hogy belső erőforrásból a keresztmetszet bővítése megoldható (pl.: műszakszám emelése, technológiai fejlesztés).

Az **alapvető keresztmetszet** az a szűk keresztmetszet, melynek bővítése csak nagyobb beruházással és hosszabb idő alatt

Meghatározó szerepe a szűk és az alapvető keresztmetszetnek van. Ebben az esetben a számítás úgy történik, hogy termelési keresztmetszetenként meghatározzuk az alapképlet alkalmazásával a kapacitást, majd ezek közül a legkisebb lesz a géprendszer együttes kapacitását kifejező érték.

$$C_{\text{szűk}} = [C_i]_{\min} \quad (4.10)$$

$$C_i = \frac{[T_h]_i}{[K_n]_i} \quad (4.11)$$

ahol:

$C_i$ : az  $i$ -edik vizsgált termelési keresztmetszet kapacitása.

$T_h$ : (elméleti) hasznos időalap,

$K_n$ : a kapacitásnorma.

A magasabb rendszer (műhely, üzem, gyár) kapacitásának megállapítása lépcsőzetesen történik, az alacsonyabb szintű egységek szűk keresztmetszetei alapján.

## *Kapacitákszámítás vezértípusban*

A teljesítőképesség mérésének és elemzésének legelőnyösebb mértékegysége a **termékdarabszám**. Több gyártmánytípus gyártása esetén azonban ez nehézkes. Azonos keresztmetszeten történő párhuzamos áthaladással készülő gyártmányok előállításánál lehetőség van vezértípusban, vagy feltételezett átlagtermékben kifejezni a teljesítőképességet.

**Vezértípusnak** tekinthető az a gyártmány, amelyhez a technológiában hasonló, de munkaigényességben eltérő többi gyártmány egyenértékszámmal viszonyítható (pl.: különböző nagyságú motorok, aggregátegységek, gépcsaládok).

A vezértípus szerinti kapacitás megállapításának módja a következő:

az egyenértékszám a kapacitásnormák hányadosa, tehát az  $x$  termékénél:

$$e_x = \frac{(K_n)_v}{(K_n)_x} \quad (4.12)$$

- a vezértípusban számított kapacitás:

$$C_v = \frac{T_h}{(K_n)_v} \quad (4.13)$$

- ezt tetszőleges x termékre alkalmazva:

$$C_x = \frac{T_h}{(K_n)_x} = \frac{C_v \cdot (K_n)_v}{(K_n)_x} = C_v \cdot e_x \quad (4.14)$$

### *Kapacitászámítás választékarány szerint*

Amennyiben a követelmény nem egy-egy típus gyártása, hanem a rendelkezésre álló időalap alatt meghatározott választékarány szerinti összetételben kell előállítani többféle terméket, akkor egyenértékszám felhasználásával meghatározható az egyes tételekből gyártható darabszám.

A számítás módja a következő:

Meghatározandó az egyik jellemző típusban kifejezett kapacitás:  $C_v$  [darab/időszak]. A  $v$  vezértípus mellett az  $a, b, c, \dots$ , stb. termékeket kell gyártani a szóban forgó időalap alatt, a  $C_v$  kapacitás terhére, előírva ezek megkívánt választékarányát. Ekkor felírható, hogy

$$v : a : b : c : \dots = 1 : x : y : z : \dots, \quad (4.15)$$

ahol:

$x, y, z, \dots$ , stb. ismert számok jelzik a választékarányt.

Az egyenértékszámok:

$$e_a = \frac{(K_n)_v}{(K_n)_a} \quad e_b = \frac{(K_n)_v}{(K_n)_b} \quad (4.16)$$

A hasznos időalap:

$$T_h = (K_n)_v \cdot v + (K_n)_a \cdot a + (K_n)_b \cdot b + (K_n)_c \cdot c + \dots = (K_n)_v \cdot C_v \quad (4.17)$$

Átrendezéssel adódik:

$$v + \frac{(K_n)_a}{(K_n)_v} \cdot a + \frac{(K_n)_b}{(K_n)_v} \cdot b + \frac{(K_n)_c}{(K_n)_v} \cdot c + \dots = C_v \quad (4.18)$$

$$v + \frac{1}{e_a} \cdot a + \frac{1}{e_b} \cdot b + \frac{1}{e_c} \cdot c + \dots = C_v \quad (4.19)$$

A választékarányi egyenleteket felírva:

$$\begin{aligned} v : a &= 1 : x & a &= v \cdot x \\ v : b &= 1 : y & b &= v \cdot y \\ v : c &= 1 : z & c &= v \cdot z \end{aligned}$$

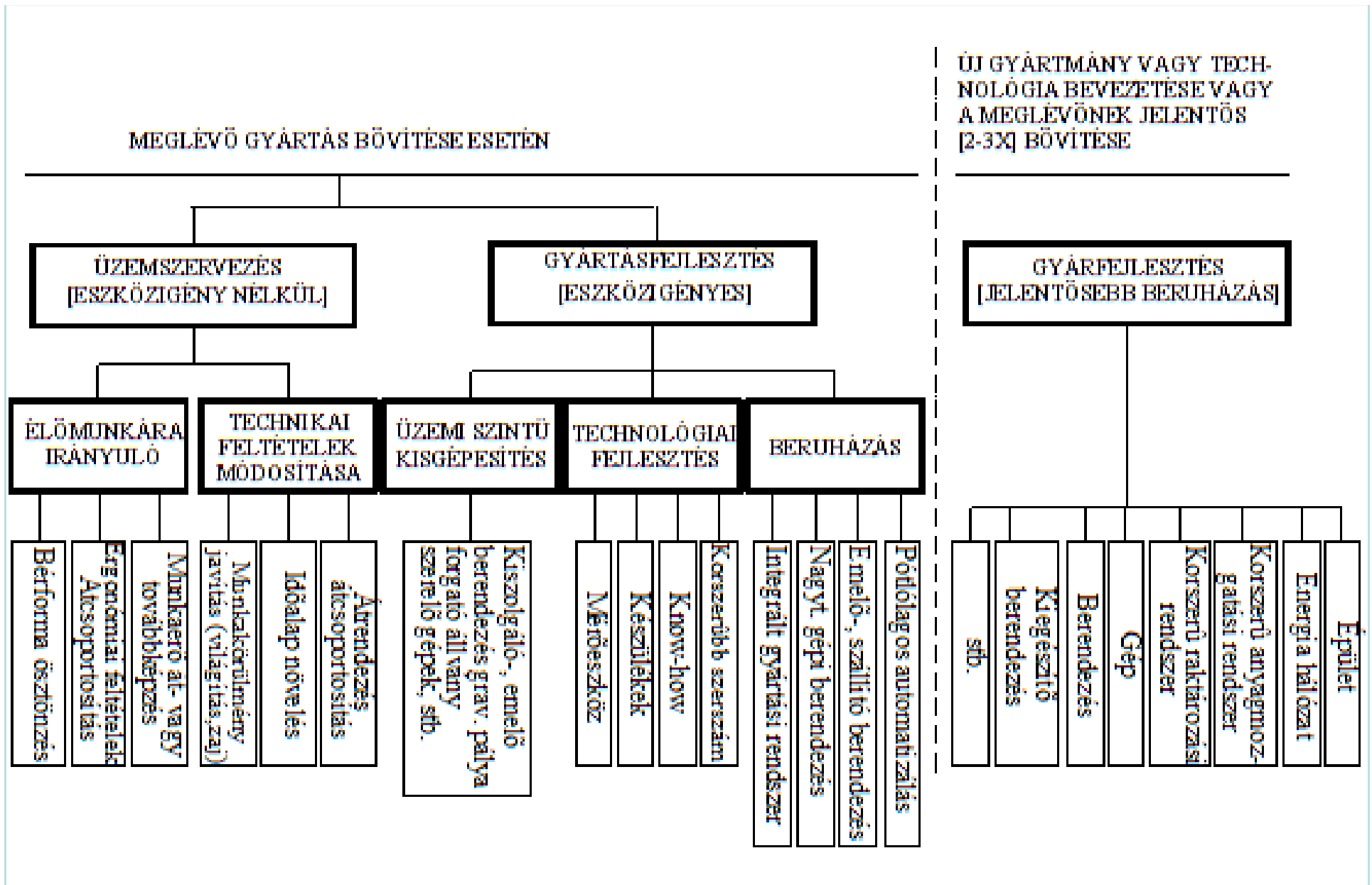
Behelyettesítés után:

$$v + \frac{1}{e_a} \cdot v \cdot x + \frac{1}{e_b} \cdot v \cdot y + \frac{1}{e_c} \cdot v \cdot z + \dots = C_v \quad (4.20)$$



Az egyenletből  $v$  értéke meghatározható, majd a választékarányi egyenletek felhasználásával a többi termékből **gyártandó darabszámok** ( $a, b, c, \dots$ , stb.) is **kiszámíthatók**.

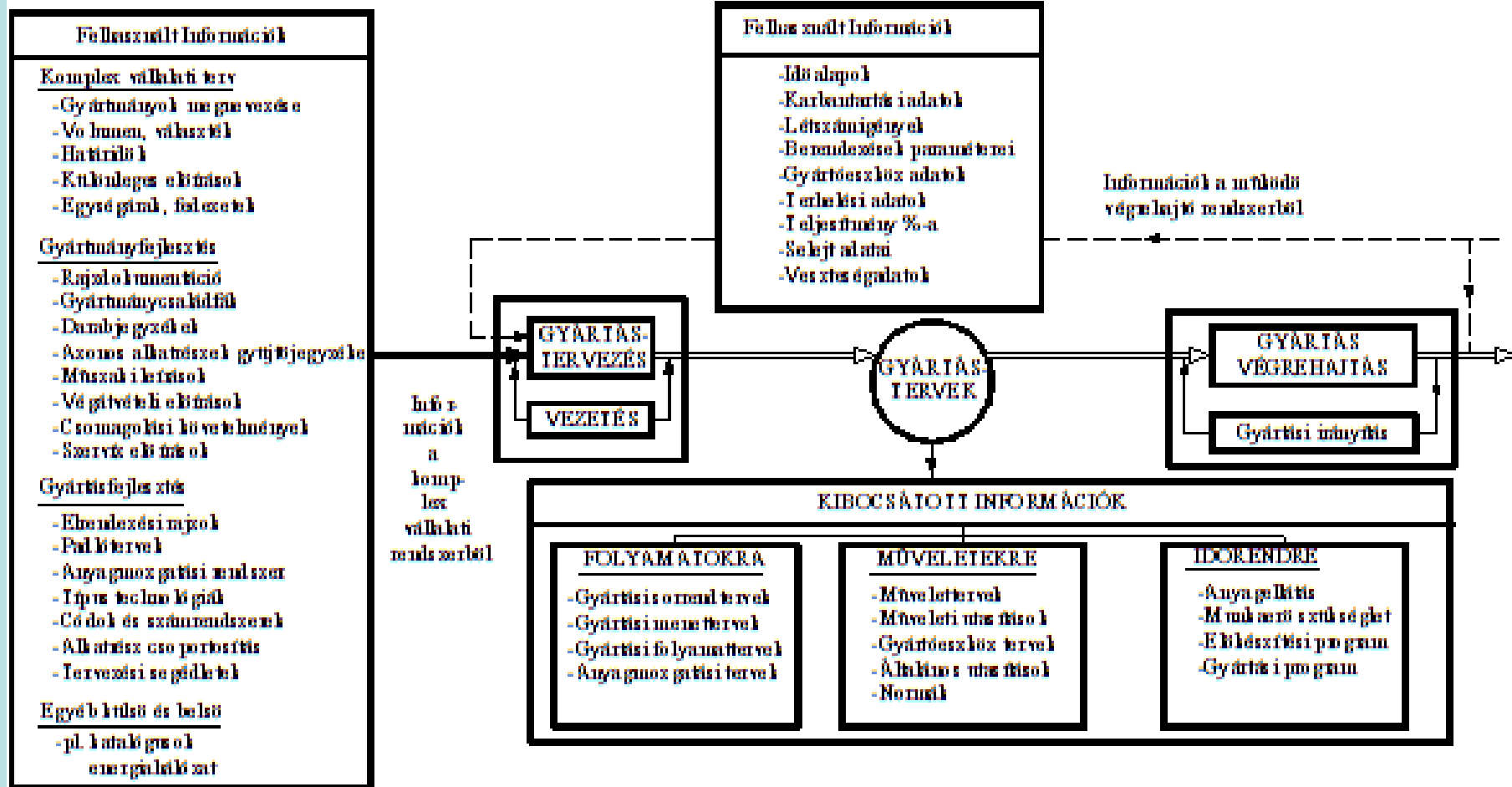
A 4.8. ábra jól szemlélteti a **gyártási szűk keresztmetszetek feloldásának** javasolt lehetőségeit. Fő területek meglévő gyártás bővítése esetén **üzemszervezés** vagy **gyártásfejlesztés** révén oldható fel a szűk keresztmetszet. Néhány homogén gépcsoport szűk keresztmetszete esetén a külső kooperáció fokozásával, nagyobb, jelentősebb, **két-háromszoros bővítés** esetén csak **gyárfejlesztés** révén **nagyobb beruházással** oldható meg a feladat. A 4.9. ábra szemlélteti a gyártórendszer tervezéshez szükséges információkat.



4.8. ábra

A szűk keresztmetszet feloldásának

lehetőségei [38]



4.9. ábra

*A gyártás és gyártórendszer-tervezés információ áramlásának egyszerűsített, sémája*

## *Kapacitákszámítás optimális termékválaszték szerint*

Sokféle, de egyenértékszámmal nem hasonlítható termék esetén optimális választék számítással oldható meg a kapacitás meghatározása. Optimális választékarány megállapítása akkor szükséges, ha a gyártandó termékek és a gyártási keresztmetszetek száma nagy, valamint a termelési keresztmetszetek rugalmasak (a különböző összetételek egyaránt leterhelik a berendezések kapacitását). **A cél olyan termékösszetétel kiválasztása, amely a rendelkezésre álló időalapokat optimálisan kihasználja.** Elvileg több ilyen gyártmányösszetétel is lehetséges ezért a szűkítés további kritériumok, korlátozó feltételek felállításával történhet. **Az optimális termékválaszték számítás legáltalánosabb módszere a lineáris programozás.**

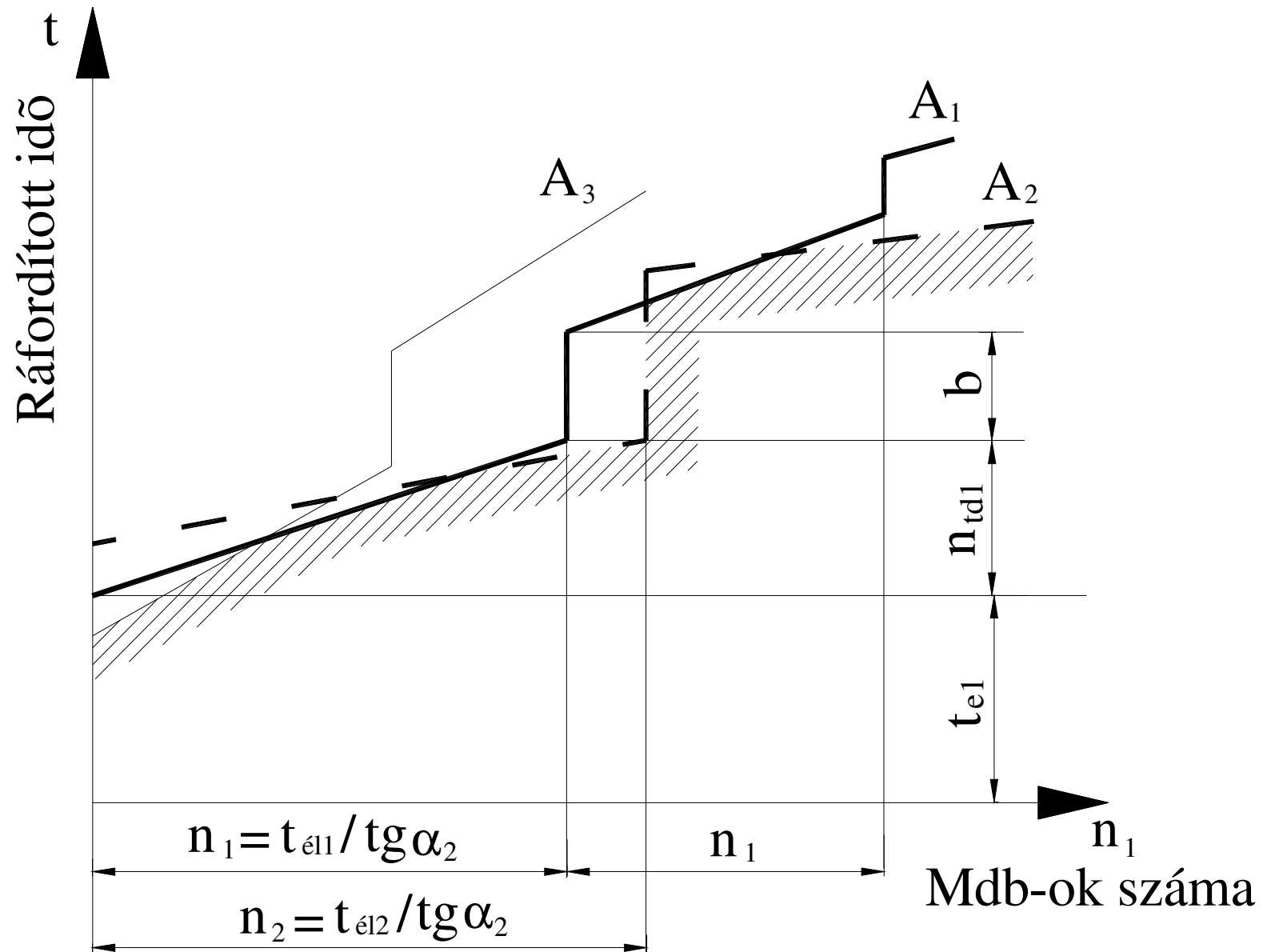
Meglévő gyártókapacitások esetében van jelentősége a szűkkeresztmetszet vizsgálatnak, mivel új gyártórendszer tervezésekor, elvben nem fordulhat elő szűkkeresztmetszet, hiszen a szükséges kapacitásból kiindulva határozzuk meg a gyártórendszert.

A szűk keresztmetszetek feloldásának egyik útja a technológiai változatok felhasználása (visszacsatolás a technológiai tervezéshez). További lehetőségek a 4.8. ábra szerint következhetnek [34] alapján.

### ***T5. A gyártóberendezések kiválasztása (véglegesítése)***

Mind adott géppark esetén, mind újonnan beszerezendő géppark megválasztásánál valamely munkadarab megmunkálásához leggazdaságosabb gép kiválasztását nem elegendő csak az ismert módon a gép méretei, teljesítőképessége, valamint az azon beállítható darabidő alapján végezni. A gép megválasztását akkor ha az egy sorozatban leggyártott munkadarabszám meghatározott a fent felsoroltakon kívül az előkészületi (gép-beállítási) idő és a gépen gazdaságosan beállítható szerszám élettartam (forgácsolásnál élettartam) is befolyásolja.

Nemcsak technológiai, hanem gazdaságossági kérdés is. A gyártandó sorozatokkal összefüggésben az előkészületi és befejezési időigény, forgácsolás esetén a tervezhető szerszám, élettartam hatása is vizsgálendő. (Újabb visszacsatolás a technológiai tervezéshez.). A gazdaságos gép és élettartam megválasztásának diagramjai a 4.10. és 4.11. ábrán láthatók [7].



4.10. ábra

*Gazdaságos gép megválasztásának idődiagramja*

Azt, hogy egy sorozatban legyártandó munkadarabszámhoz melyik leggazdaságosabb gép tartozik, a következő gondolatmenet alapján állapítjuk meg. Legyenek A1 A2 A3... azok a különböző fajtájú és típusú gépek, amelyek valamely művelet elvégzéséhez alkalmasak (pl.: különböző típusú esztergák, revolveresztergák stb.). **Ezeken a meghatározott műveletet különböző gépbeállítási idővel, különböző éltartamnál különböző darabidővel lehet elvégezni.** Ezeket figyelembe véve a diagramm megszerkeszthető.

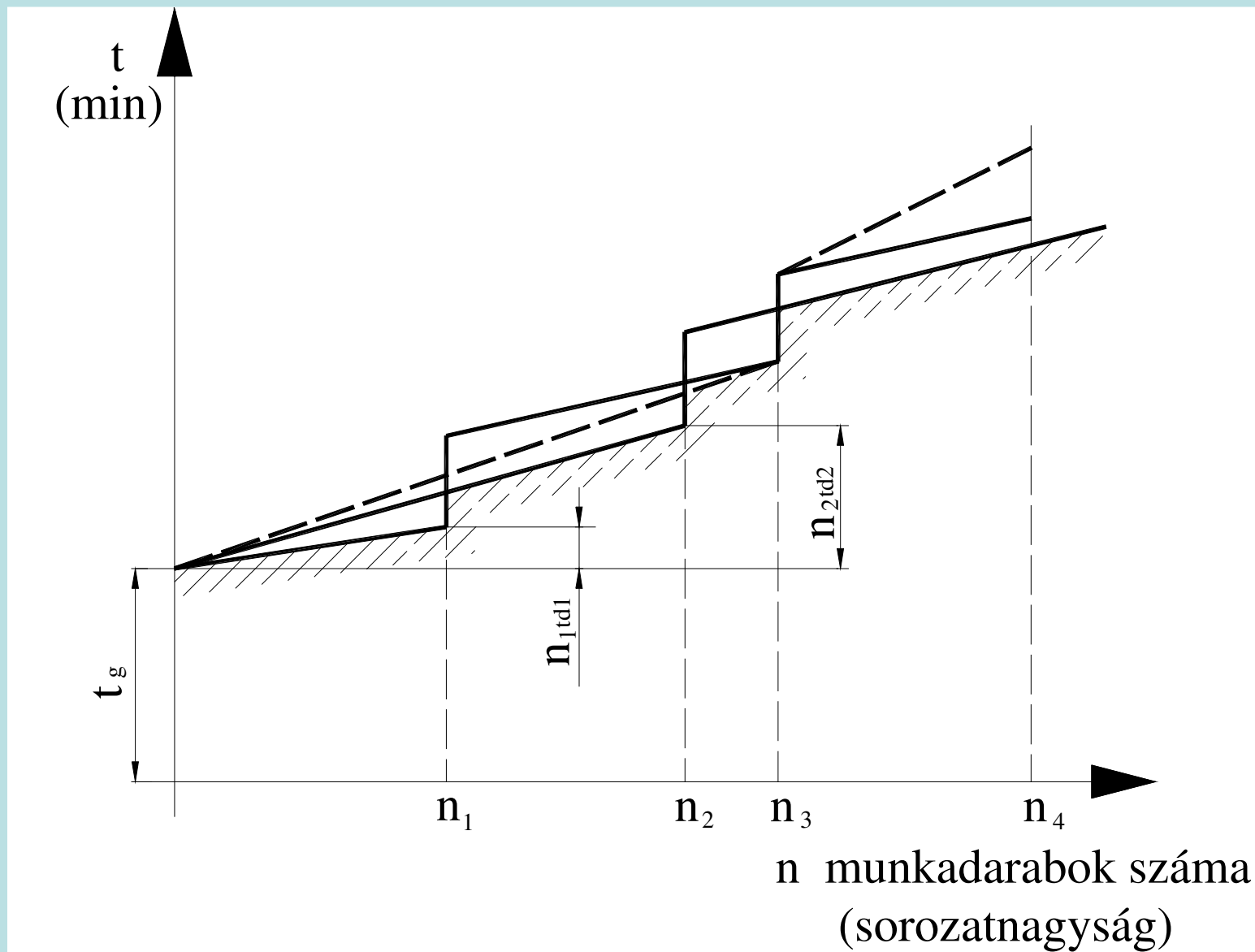
### **A gazdaságos szerszámélettartam (éltartam) megválasztása**

A gazdaságos szerszámélettartam megválasztásával kapcsolatban főképp a forgácsoló szerszámok esetét tárgyaljuk és így a továbbiakban mindig éltartamról beszélünk. Minden forgácsolási megmunkáláshoz, az alkalmazott szerszám alakja és minősége (egyben költsége), valamint a megmunkálást végző gép fajtája szerint, meghatározott gazdaságos átlagos éltartam tartozik.

Gyakorlatilag ma már kialakultak a gazdaságos éltartamok gyors- és keményfém esztergakésekre, továbbá revolver- és automata késekre, valamint különböző méretű és alakú maróra stb. Sorozatgyártásnál viszont nem elegendő csak ezekkel a gazdaságos átlagos éltartamokkal számolni.

A fejlettebb gyártási rendszereknél a késéltartamot már úgy kell megválasztani, hogy a késcsere bekövetkezésének időpontja ne hasson zavarólag a munka ütemességére. A meghatározott műveletekre, szerszámra és gépre, különböző tél éltartamokat felvéve megállapíthatjuk  $tg\alpha$  értékeit, valamint a hozzá tartozó előkészületi és darabidőket. Ezek ismeretében egy koordináta rendszerben az abszcisszára felvisszük a munkadarabok számát, az ordinátára pedig az összes ráfordítási időt. A diagram megszerkesztésével megállapíthatjuk minden  $n$  darabszámú sorozat leggyártásához tartozó legmegfelelőbb tél éltartamot.





4.11. ábra

*A gazdaságos éltartam megválasztásának diagramja*

## ***T6. A helyesbített gyártási menetterv szerkesztése***

A **terhelések kiegyenlítésével**, a **gazdaságos gép kiválasztásával** a művelettervek **helyesbítése** vált szükségessé. A művelettervek átdolgozásával az **előzetesen** megszerkesztett **gyártási menetterv** is **átdolgozásra** szorul. Ez azt jelenti, hogy a helyesbített helyzetnek megfelelően a gyártási menettervet újra kell szerkeszteni. A megszerkesztés a T1 pontban megadott módon történik. A **helyesbített gyártási menettervek** egyben az anyag (alkatrészek) elméleti útját is adják, tehát **alapját alkotják a gépek elrendezésének is**.

A korábbi feladatok megoldásával pontosított gyártási környezet figyelembe vételével pontosítandók a gyártás technológiai tervei. A pontosított gyártási menettervek jelentik az **alapot a gépek elrendezéséhez**.

## ***T7. Az anyag elméleti útjának megtervezése, a gépek és berendezések elrendezése***

Aszerint, hogy a gyártás zárt termelési csoportban, vagy folyamatrendszerben fog történni, gépek elrendezése csak részben – a főbb alkatrészekre – vagy teljesen – minden alkatrésze – felel meg, a gyártási menettervben szereplő műveletek sorrendjének. A **gépek elrendezésének lefektetését** a gyártási rendszer követelményeinek megfelelő **elméleti anyag-utak megtervezése előzi meg**.

A gépek elrendezésének megtervezésére ma már számos optimalizáló eljárás létezik. Mindegyiknek az alapja az anyagáram mátrix, amely a gépek közti relációkban tartalmazza a szállítandó anyagok mennyiségét. Ezeket a gyártási menetervben szereplő műveletek sorrendje adja, összegezve az összes gyártmányra, illetve a vezérgyártmányra kifejezett összes gyártmány munkadarabjaira.

$$Q = \begin{array}{c} \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ n \end{array} \\ \begin{array}{c} n+1 \\ \vdots \\ n+m \end{array} \end{array} \left[ \begin{array}{c|c} \begin{array}{c} 1 \ 2 \ 3 \ \dots \ n \end{array} & \begin{array}{c} n+1 \ \dots n+m \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} Q_{11} \\ \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} Q_{12} \\ \\ \\ \\ \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} Q_{21} \\ \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} Q_{22} \\ \\ \\ \\ \end{array} \end{array} \right]$$

$i = 1, 2, \dots, n$  telepített gépek  
 $i = n+1 \dots n+m$  telepítendő gépek  
 pl.:  $q_{23}$  a 2. gépről a 3. gépre irányuló anyagmennyiség vagy intenzitás

Az anyagáram mátrix particionálásával a lehetséges esetek feltérképezhetők:

- $Q_{11}$ : a telepített gépek közti relációkban az anyagáram
- $Q_{12}, Q_{21}$ : a telepített és telepítendő gépek közti anyagáram
- $Q_{22}$ : a telepítendő gépek közti anyagáram

Az anyagáram mátrixhoz tartozó útmátrix megadja a foglalt és üres helyek közötti távolságokat, így az anyagáramlás az anyagmozgatás az anyagmozgatási munka minimalizálásával optimálisan tervezhető, azaz a gépelrendezés optimális lesz. Az egyes relációkban megadott anyagáramlási intenzitások támpontot nyújtanak az adott relációban szükséges szállítóeszköz igényre is (pl.: görgősor, konvektor, targonca, daru, stb.).

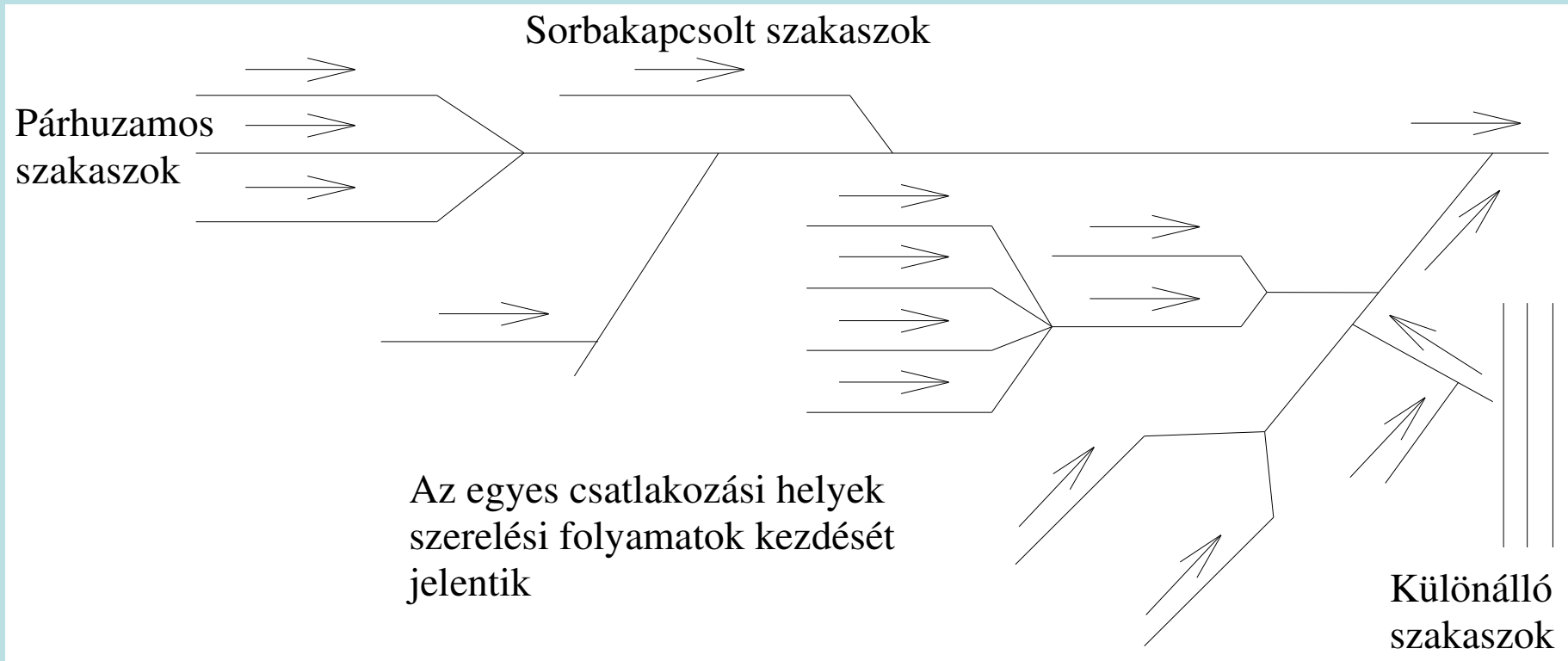
### Részfeladatok:

- a) **készülék és szerszámellátás beiktatása** a gyártási folyamatba,
- b) **minőségbiztosítás**, ellenőrzés berendezéseinek és eszközeinek beiktatása a gyártási folyamatba, (4.4. ábra)
- c) az **elméleti anyagutak** megtervezése,
- d) az előbbiek tervezése. figyelembe vételével a gépek és berendezések elrendezésének

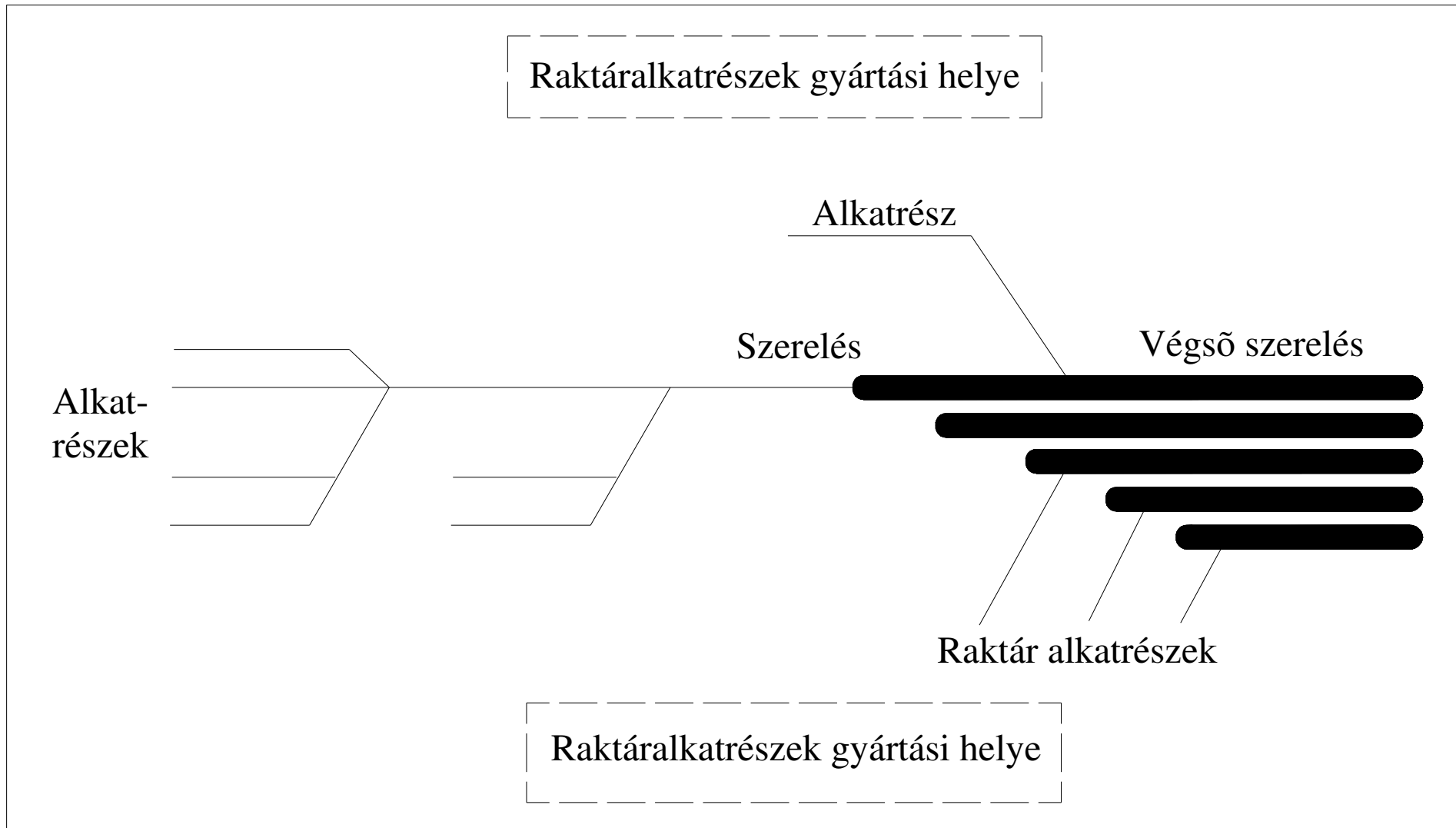
## Szemponatok:

- a gépek, berendezések **elrendezése** feleljen meg az **anyagfolyam irányának**, a csatlakozási pontok ésszerű elrendezésének (4.12. ábra),
- a **legrövidebb szállítási utak** biztosítása,
- **többgépes munkahely** kiszolgálás lehetőségének feltárása és biztosítása,
- műveletközi **tárolás** (puffer) és mérés biztosítása,
- **energia ellátás**, sűrített levegő, stb. hozzáférés biztosítása.

A 4.12. ábra vázlatosan mutat be egy tetszőlegesen megválasztott anyagutat folyamatrendszerű gyártásnál. Az anyag útjának zárt termelési csoport esetén való megválasztását példaképpen a 4.13. ábra tükrözi.



4.12. ábra  
Anyag útja folyamrendszerben



4.13. ábra

*Az anyag útja csoportrendszerű gyártásnál*

A gépek elrendezésénél felmerülő kérdésekre, mint a rendelkezésre álló terület jobb kihasználása, a szállítási utak rövideje és közvetlensége, a több gép egyszerre való kezelésének lehetősége és a dolgozónak előnyösebb elhelyezkedése a szállítási utakhoz képest, a következő 4.14., 4.15., 4.16. ábrák adnak szemléltető példát. (lásd még a 3.5.5.2. pontot)

Gépek jelölése:

a – eszterga

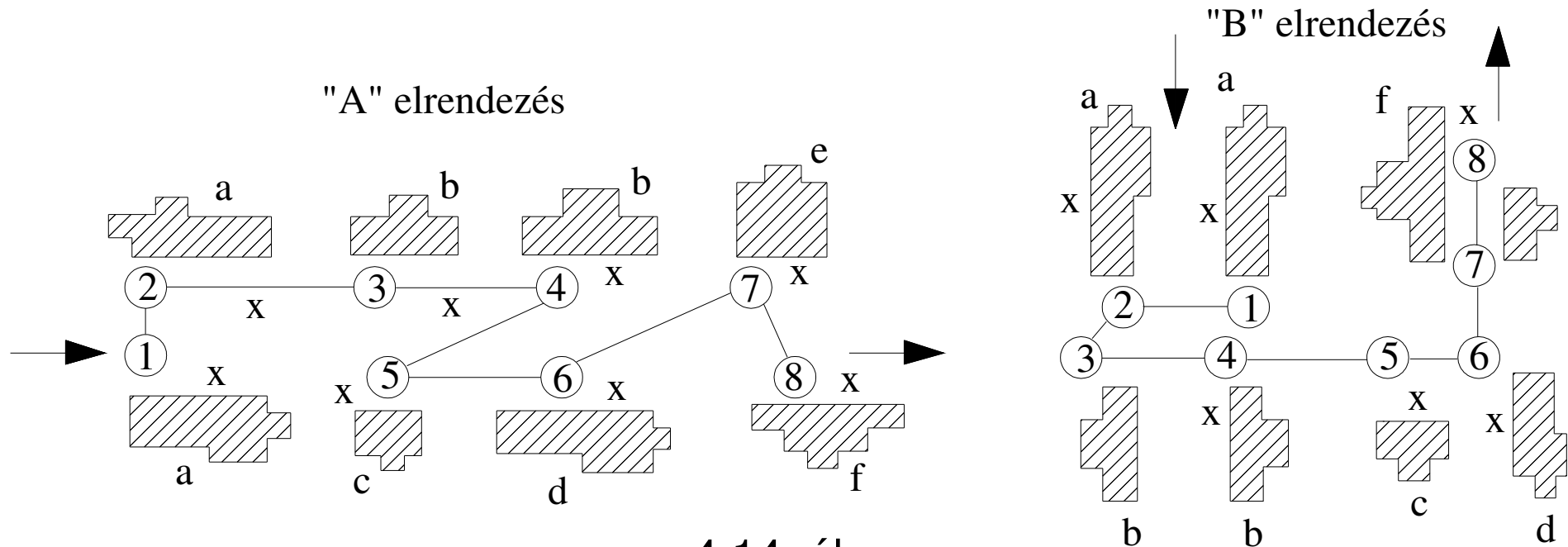
b - maró

c - fúró

d - köszörű

x - a dolgozó helye.





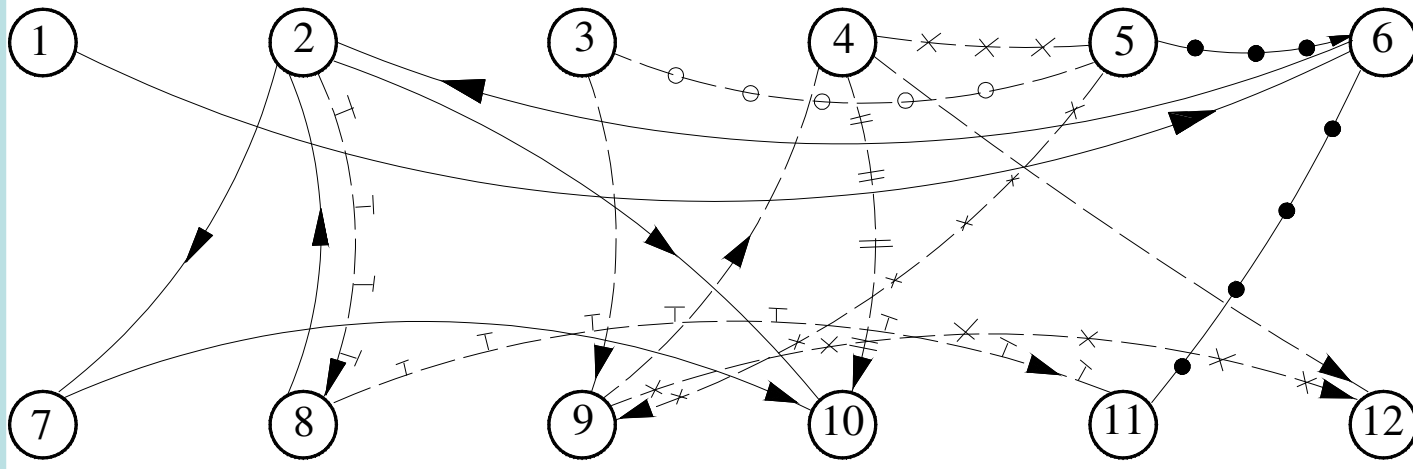
4.14. ábra

### Gépelrendezési séma

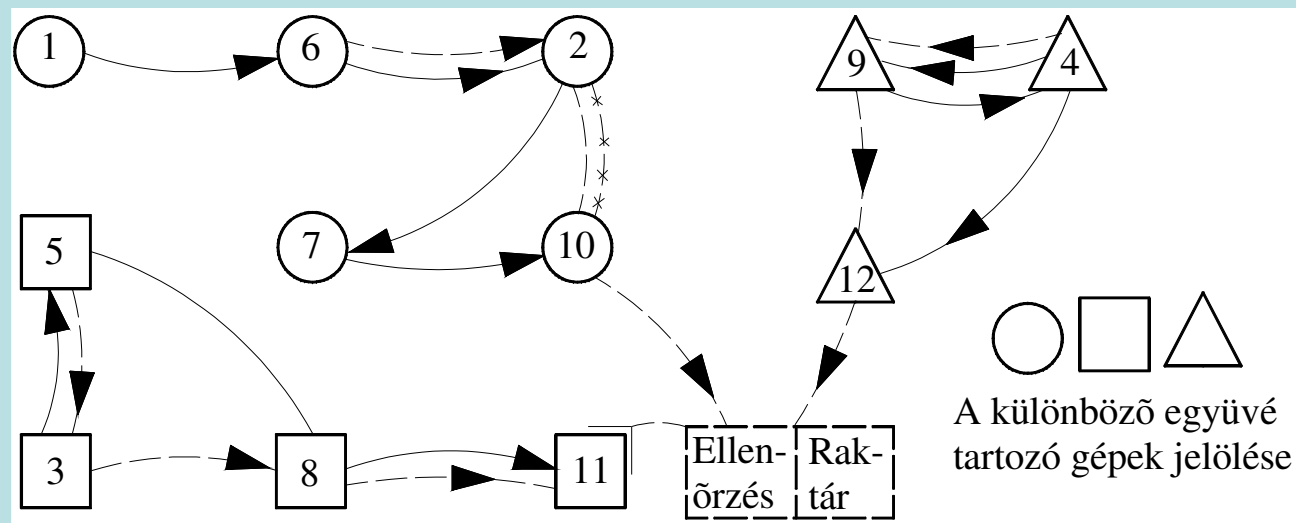
**A elrendezés:** a szükségelt **terület nagyobb**,  
a **szállítási utak hosszúak** és nem közvetlenek,  
minden gép kiszolgálása csak külön történhet meg,  
a dolgozó **háttal áll** a szállítási útnak.

**B elrendezés:** a szükségelt **terület kisebb**,  
a **szállítási utak rövidek** és közvetlenek,  
**két gép** egyszerre való **kiszolgálása lehetséges**,  
a dolgozó csak 90°-os elfordulással már átveheti a

szállítmányt.



4.15. ábra  
*Az anyag útja önkényes gépelrendezésnél*

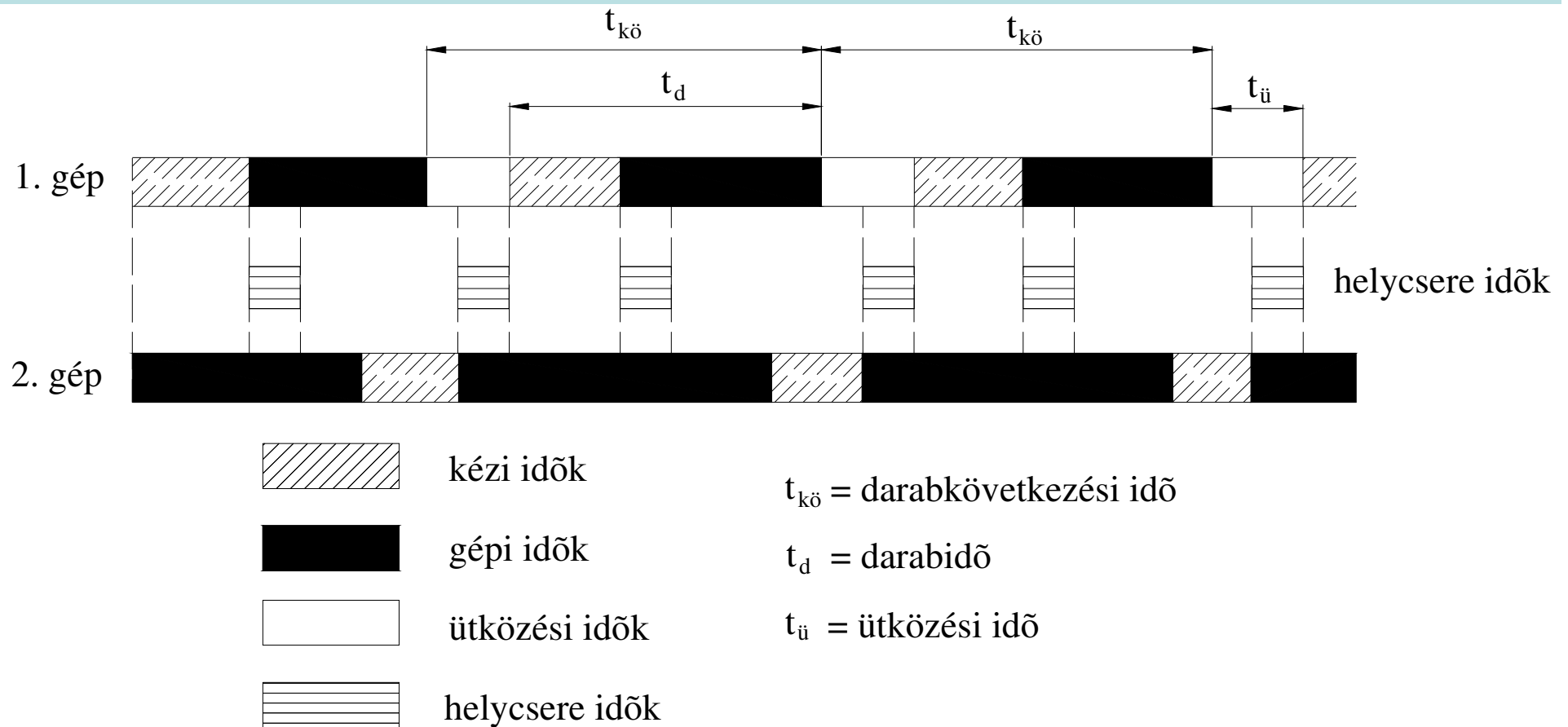


4.16. ábra  
*Az anyag útja a gépek helyes elrendezésével*

## **T8. Ütközések megállapítása (többgépes munka esetén)**

Az egyes műveletek elkészülésének idejét, többgépes munka esetén, sok esetben nem lehet csak a kiszámított darabidő alapján meghatározni, hanem meg kell állapítani az ütközési időket és azokat is figyelembe kell venni. **Ütközési idők** általában akkor **keletkeznek**, ha több gépes munka esetén **a gépkezelő jelenléte egyidőben több gépnél szükséges** és így a gépek munkájában bizonyos fokú fennakadás áll fenn, ami az egy munkadarabra eső munkaidőt meghosszabbítja.

Az egyes munkahelyekre, ahol ütközési idők fellépnek a darabkövetkezési idők helyes megállapításakor meg kell szerkeszteni a többgépes munkák vonalas ábrázolását, az ún.: **ütközési diagramot**. (4.17. ábra).


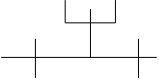
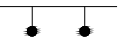
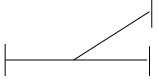
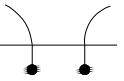
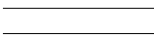
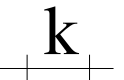
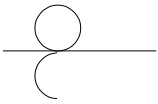
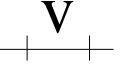
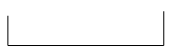


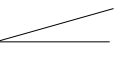
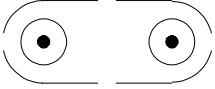
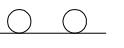
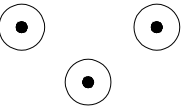
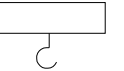


4.17. ábra  
 Ütközési diagram (példa)

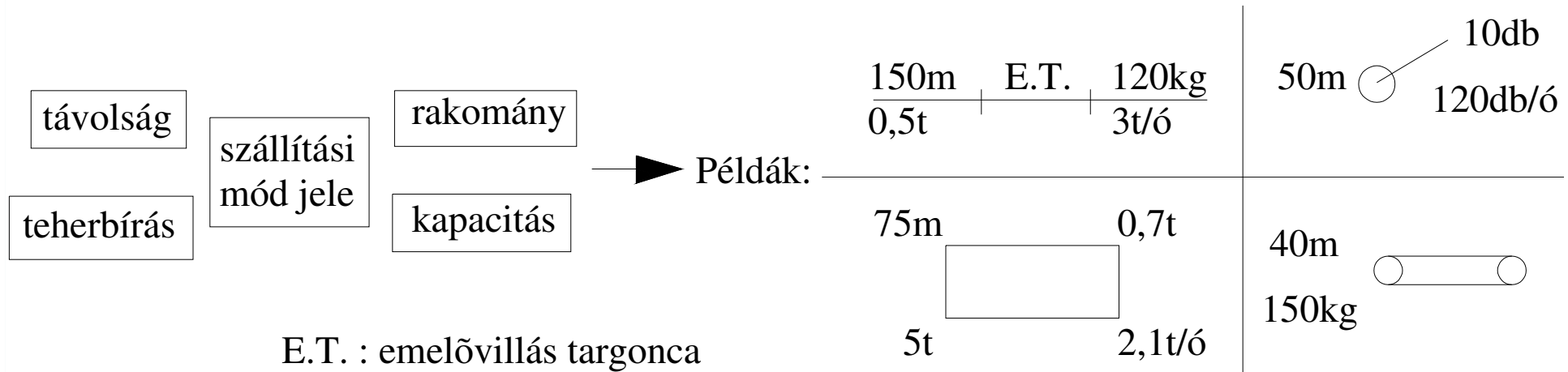
## 19. **Az anyagmozgatási terv megszerkesztése**

Az **anyagmozgatás**, fejlettebb gyártási rendszerekben, **ugyanolyan fontossággal bír**, mint a gépek és berendezések kérdése. Tekintettel a nagymennyiségű anyagok mozgatására, az egyöntetű és ütemezett terhelésre, mind a szállítási utak, mind a szállító berendezések és eszközök kapacitása, mérete és kivitele, meg kell, hogy feleljen az anyagáramlatok zavarmentes lefolyásának. Abból a célból, hogy az anyagmozgatási utak méretei, a szállítóeszközök és berendezések kapacitása, elrendezése, stb., biztosíthassák az anyagmozgatás folytonosságát, szükséges azok kiválasztása, ill. megszerkesztése előtt részletes anyagmozgatási tervet készíteni.

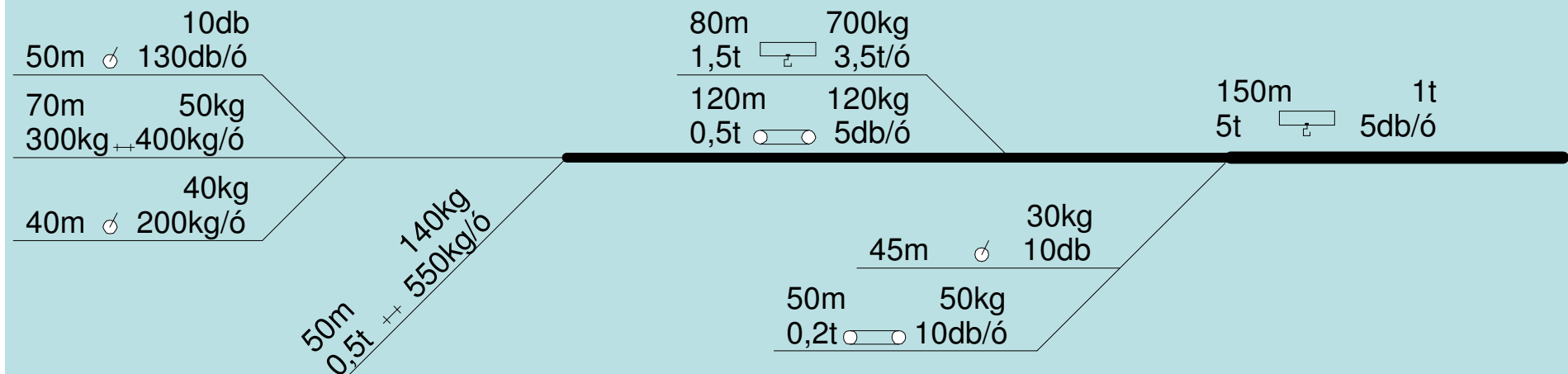
A **gyártási menetterv, az anyag elméleti útja, a gépek és berendezések elrendezése alapján**. Az anyagmozgatási **eszközök** és berendezések megválasztása. E feladat legalább olyan fontossággal bír, mint a gyártóberendezések elrendezése. Az anyagmozgatás szakszerű megtervezésével **jelentős veszteségidők takaríthatók** meg. A szállítási mód jelölésének egy példáját a 4.18. ábra adja, az adatok feljegyzésének rendszerét pedig a 4.19. ábra. A 4.20. ábra példaképpen ábrázolja egy anyagmozgatási terv egyik szakaszát. Alapvető fontosságú lehet a szerkesztésben a gyártórendszer szimulációs eredménye, mely az anyagmozgató rendszer vizsgálatát is tartalmazza.

	Kézi szállítás		emelőkaros targonca
	Platós kézikocsi		forgó gémdaru
	csille		futódaru
	kézi		Demág pálya
	villamos		felvonó (páternoszter)
	motoros		szállítószalag hajlékony
	gravitációs pálya		görgős pálya
	függőpálya		szállítószalag tagos
	konvektor		

4.18. ábra  
*Szállítási módok jelölése*



4.19. ábra  
*Feljegyzések az anyagmozgatási terven*



4.20. ábra  
*Anyagmozgatási terv [7]*

## **T10. A teljes gyártási folyamat összefoglaló dokumentálása**

A **gyártástervezés** eddig ismertetett tervezési munkájának eredményei, a **művelettervek**, a **gépelrendezés**, a **helyszínrajz**, az **anyag útja**, a **szállítási megoldások**, lehetőségét adják annak, hogy az **egész gyártási folyamat**, annak minden egyes lépésében **lefektethessék**. A teljes gyártási folyamat lefektetése részletes és teljes összefoglaló képet ad a gyártás minden eseményéről, megadja minden tevékenység rövid, szabatos meghatározását és az azokra előírányzott időket. A teljes gyártási folyamat lefektetése minden egyes alkatrész, valamint minden szerelvény és szerkezet gyártására kiterjed. Azok felsorolásának sorrendjét a gyártási menetterv és az anyag útja szabja meg. A teljes gyártási folyamat lefektetésénél vázlatosan ábrázoljuk az egymásután következő műveleteket, szállításokat, ellenőrzéseket, raktározásokat.

A technológiai tervek, a gépelrendezés, az anyagmozgatási (és raktározási) terv alapján a teljes gyártási folyamat részletes és összefoglaló dokumentálása. A teljes gyártási folyamat lefektetését végezni. A munkafolyamat ábrázolását úgy végezzük, hogy az egyes tevékenységek sorrendjében a vonatkozó jeleket folytonos vonallal **összekötjük** (4.21. ábra). [7]



Mdb jele	Tevékenység jele	M. hely jele	Tevékenység leírása	Meny-nyiség	Száll táv m	Mûv idő perc	Száll idő perc	Ell. idő perc	Ütk idő perc	Rakt idő perc
	○ ◡ □ ▭ △		Ellenőrzés	1				3		
	○ ◡ □ ▭ △		Szállítás	1	50		2			
	○ ◡ □ ▭ △		Mûvelet	1		27				
	○ ◡ □ ▭ △		Szállítás	1	50		2			
	○ ◡ □ ▭ △		Ellenőrzés	1				48		
	○ ◡ □ ▭ △		Szállítás	1	30		1			
	○ ◡ □ ▭ △		Raktározás	1						120
Tevékenység száma	1 3 2 1		Összesen:		130	27	5	51		120

○ Mûvelet    □ Ellenőrzés    ◡ Szállítás    ▭ Ütközés    △ Raktározás

4.21. ábra

*Teljes gyártási folyamat lefektetése [7]*

## **T11. A gyártási idő és a gyártmány átfutási idő megállapítása**

### *A gyártás átfutási idejének meghatározása*

A **gyártás átfutási ideje** alatt a nyersanyag munkába adásától a készgyártmány kibocsátásáig terjedő időtartamot értjük. Az **átfutási idő** háromféle időráfordításból tevődik össze:

**A. Technológiai ciklus** ( $T_c$ ): az az időtartam, amely alatt a gyártmány előírás szerű alakítása, formálása történik. A **technológiai ciklus**:

az **előkészületi és befejezési** időből,  
a megmunkálás **darabidejéből** tevődik össze.

Ehhez járul **természeti folyamatok ideje** ( $T_f$ ), amennyiben technológiailag nem befolyásoljuk (fémek öregbítése, szárítás, lehűlés, stb.).

**B. Műveletközi időtartam** ( $M_{\ddot{u}}$ )

Összetevői:

- a belső szállítás időigénye,
- a minőség ellenőrzés ideje,
- a mennyiségi számbavétel ideje.

## C. Megszakítások időtartama (M)

A megszakítások időszakának elemei:

- a munkaidő-rendszerrel kapcsolatos, **tervezett szünetek** (szünnap, stb.),
- a **szervezési** okokból előálló **szünetek** (rajzhiány, szállítóeszközre kell várni, stb.),
- a **minőségi hibákból** fakadó szünetek (selejtjavítás, stb.).

A **teljes átfutási idő** ( $\hat{A}_i$ ) tehát:

$$\hat{A}_i = (T_c + T_f) + M_{\bar{u}} + M \quad (4.21)$$

## A technológiai ciklus számítása

A gyárási folyamatban a különböző műveletek indítása történhet egymás után, (folytatólagosan) átlapolva, párhuzamosan. A különböző továbbítási módoknál a technológiai ciklus hosszára más-más eredményt kapunk. (4.22. ábra)

## I. Folytatólagos, egymás utáni alkatrésztovábbítás

A következő műveletre a teljes sorozat megmunkálása után továbbítunk. Ebben az esetben a technológiai ciklus átfutási ideje:

$$T_c^f = s \cdot \sum t_i \quad (4.22)$$

ahol:

$T_c^f$  : a technológiai ciklus átfutási ideje folytatólagos továbbításnál,  
s : a sorozat darabszáma,  
 $t_i$  : az i-edik művelet ideje.

A műveleti idő tartalmazza az előkészületi-befejezési idő arányos részét is:

$$t = t_d + \frac{t_{eb}}{s} \quad (4.23)$$

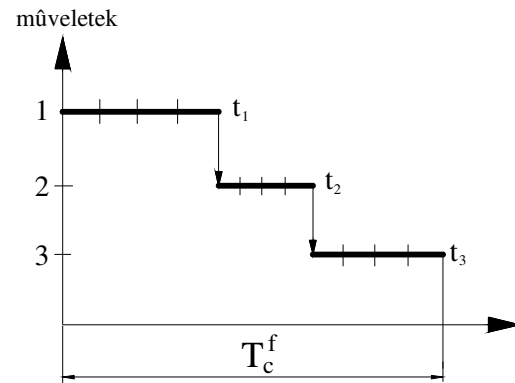
ahol:

$t_d$ : darabidő,  
 $t_{eb}$ : előkészületi-befejezési idő.

Ez a stratégia adja a leghosszabb technológiai átfutási időt. A rendszer elterjedése a műhelyrendszerű üzemelrendezési formával magyarázható.

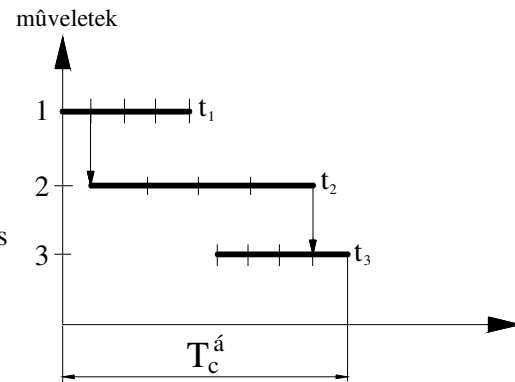
Soros  
műveletkapcsolás

Alk: műhelyrendszerű  
üzemeltrendezés



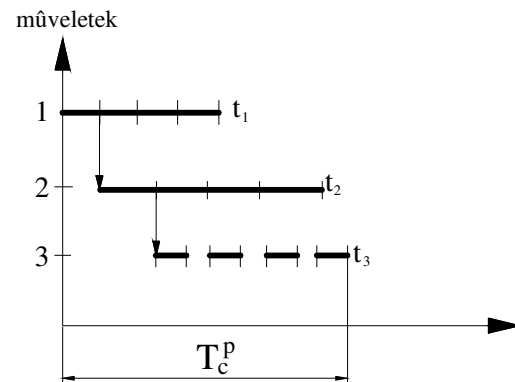
Átlapolásos  
műveletkapcsolás

Alk: csoportos v. zártciklus  
üzemeltrendezés



Párhuzamos  
műveletkapcsolás

Alk: egyes alkatrészek  
továbbítása  
(automata gyártás)



4.22. ábra

*A technológiai ciklus alakulása különböző műveletkapcsolások esetén*

## II. Átlapolt alkatrész-továbbítás

Nem várunk a sorozat teljes legyártására, hanem már közben elkezdjük a következő műveletet, a műveleti idők nagyságától függő gyártásindítás mellett. Az átlapolt továbbítás megvalósításánál követelmény a munkahelyek megszakításmentes terhelésének biztosítása.

A technológiai ciklus ideje:

$$T_c^{\acute{a}} = \sum t_i + (s-1) \cdot \left( \sum t_n - \sum t_k \right) \quad (4.24)$$

ahol:

$T_c^{\acute{a}}$  : a technológiai ciklus ideje átlapolás esetén,  
 $t_n$  : az ún. nagyobb művelet ideje,  
 $t_k$  : az ún. kisebb művelet ideje.

A kisebb és nagyobb műveletek minősítése (minősíteni csak akkor lehet, ha az egyértelmű):

$$\begin{aligned} t_i &= t_k && \text{ha } t_{i-1} > t_i < t_{i+1} \\ t_i &= t_n && \text{ha } t_{i-1} < t_i > t_{i+1} \end{aligned}$$

Kezdő és befejező értéknek 0-t veszünk fel.

A következő műveletre való továbbítás időpontját a megmunkálás során egymást követő műveletek időtartamai határozzák meg. Ennek megfelelően:

ha  $t_i \leq t_{i+1}$  : továbbítás egy darab legyártása után

ha  $t_i > t_{i+1}$  : megállapítandó a  $t_i$  művelet utolsó munkadarabjának elkészítési ideje, ehhez hozzáadjuk a  $t_{i+1}$  művelet egy darabra eső idejét és visszaszámítjuk a sorozat darabszámának megfelelő  $t_{i+1}$  időigényt. Ez lesz a továbbítás kezdési időpontja.

### III. Párhuzamos alkatrész-továbbítás

Az egyes alkatrészek továbbítása a következő munkahelyre darabonként történik. Az egész sorozat átfutási ideje:

$$T_c^p = \sum t_i + (s-1) \cdot t \quad (4.25)$$

ahol:

$T_c^p$ : a technológiai ciklus átfutási ideje párhuzamos alkatrész-továbbításnál,

$t$ : legmunkaigényesebb művelet ideje.

Az alkatrészek csak akkor nem várákoznak, ha valamennyi művelet időszükséglete azonos.

## **A műveletközi időszakok és megszakítások idejének meghatározása**

A műveletek közötti idők megállapításának legfejlettebb módszere a műszaki normamegállapítás. Ehhez részletesen kidolgozott normatív adatok állnak rendelkezésre. A belső szállítási és minőségellenőrzési időszakok számításánál figyelembe kell venni, hogy a munkák nagy része fedésben lehet egymással!

A gyártási ciklus idejében jelentős a megszakítások időtartama is. A munkarenddel kapcsolatos megszakítások hosszának megállapítása során a tervezett gyártás ideje alatti munkaszüneteket (hétvége, ünnepek, stb.) kell figyelembe venni. A műszaki-szervezési hiányosságokból adódó veszteglések időtartamának meghatározásához a gyártás folyamatát végigkísérő munkanap-felvételezés nyújt segítséget. Kellő számú felvétel esetén kielégítő értéket kaphatunk a veszteglések, szünetek mértékéről.



## Szükséges:

- a **rendelések visszaigazolásához**,
- a **befejezetlen állomány meghatározásához**,
- az üzemvitelt biztosító **forgóeszköz érték** megállapításához.

Egy alkatrészcsoporthoz gyártási ideje: az egyes alkatrészek előállításánál felmerült összes idők összegével. Megállapítható külön a produktív tevékenységre (műveletek idejére) valamint az összes előforduló kisegítő tevékenységre. A csoport egyes alkatrészeire is megállapítható.

## **T12. A megvalósítás ütemezése, művezetése**

**A kész gyártásterv bevezetésével kapcsolatos feladatok.** Eszköz: **hálótervek**. [142] Utalva a 4.3. ábrán bemutatott tevékenységekre, az információszolgáltatás szakterületei feladatok meghatározására fázisban részletekre lebontott feladatokból hálóterv formájában **bevezetési ütemterv** készíthető. Ezek ütemezett megvalósítására, bevezetésére konkrét **intézkedési terv** készül, mely már névre szólóan tartalmazza a konkrét feladatokat, felelősöket. Ezután következik a megvalósítás levezetése, a tényleges üzemszerű állapot kialakítása. A megvalósítás során a tervtől való eltéréseket, módosításokat visszavezetik a tervbe (4.3. ábra).

A gyártási rendszerek tervezésének fenti lépések szerinti metodikáját, a tervezés során alkalmazandó összefüggéseket, számítási módokat, grafikus megoldásokat a gyakorlati foglalkozásokhoz készült segédlet tárgyalja [S-1], [S-2], [S-3].

**Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet, Prof. Dr. Dudás Illés**