Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Informatikai Intézet
Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék

DTFSZTIR

Diszkrét termelési folyamatok számítógépes tervezése és irányítása

2019/20 2. félév

7. Előadás

Dr. Kulcsár Gyula
egyetemi docens

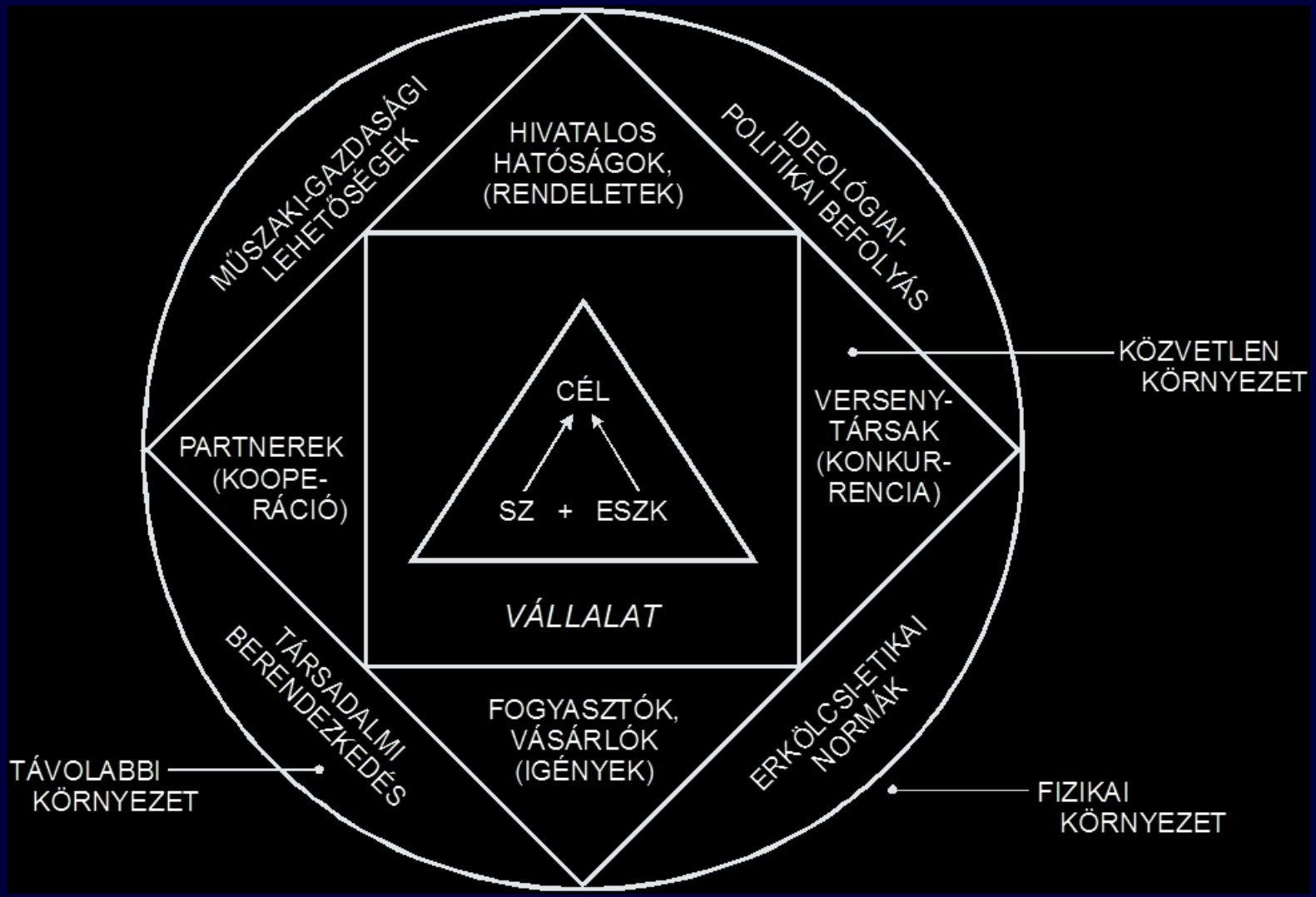
Ismétlés, összefoglalás (TIA)

Termeléstervezés és –irányítás

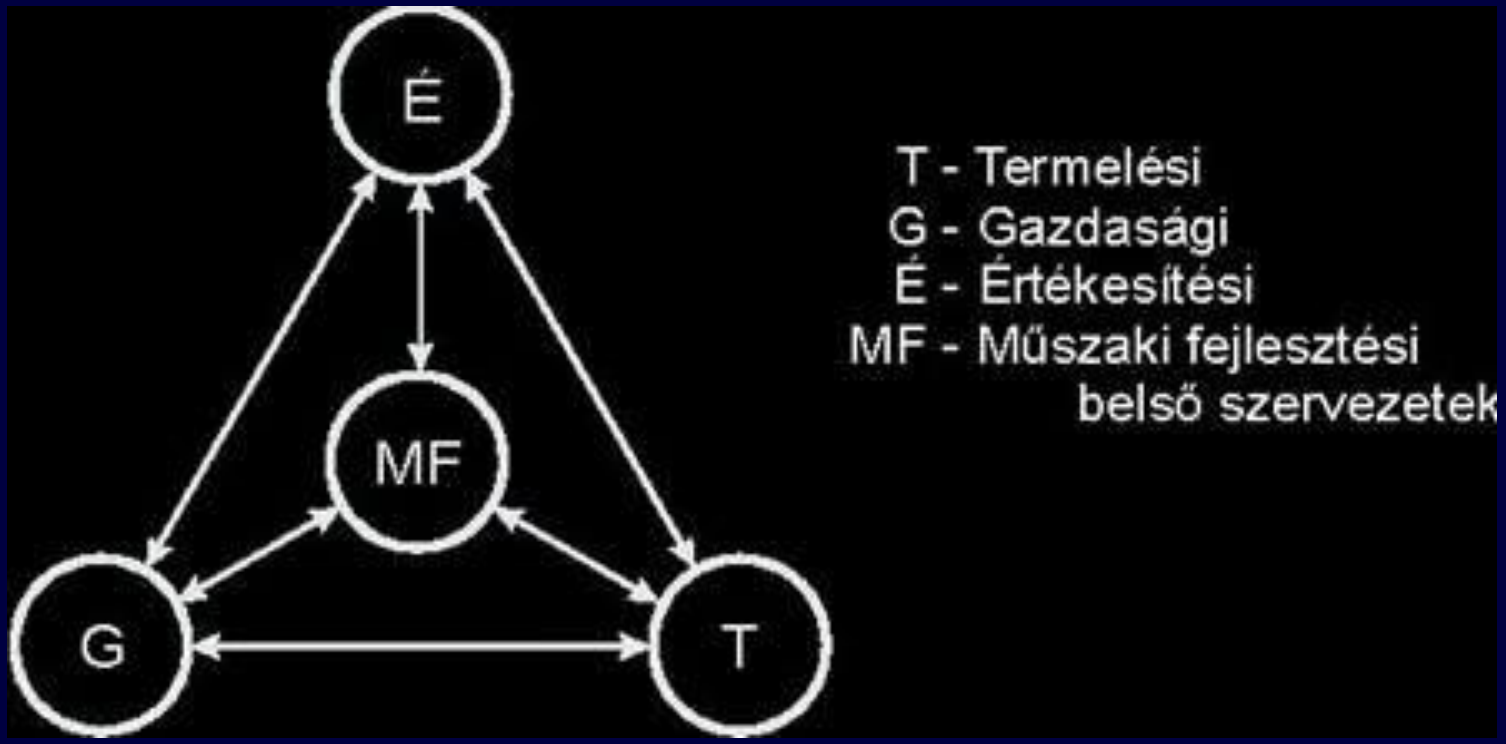
Production Planning and Control (PPC)

- Production Planning and Scheduling (PPS)
- Computer Aided Production Control (CAPC)

A vállalat rendszerelméleti modellje



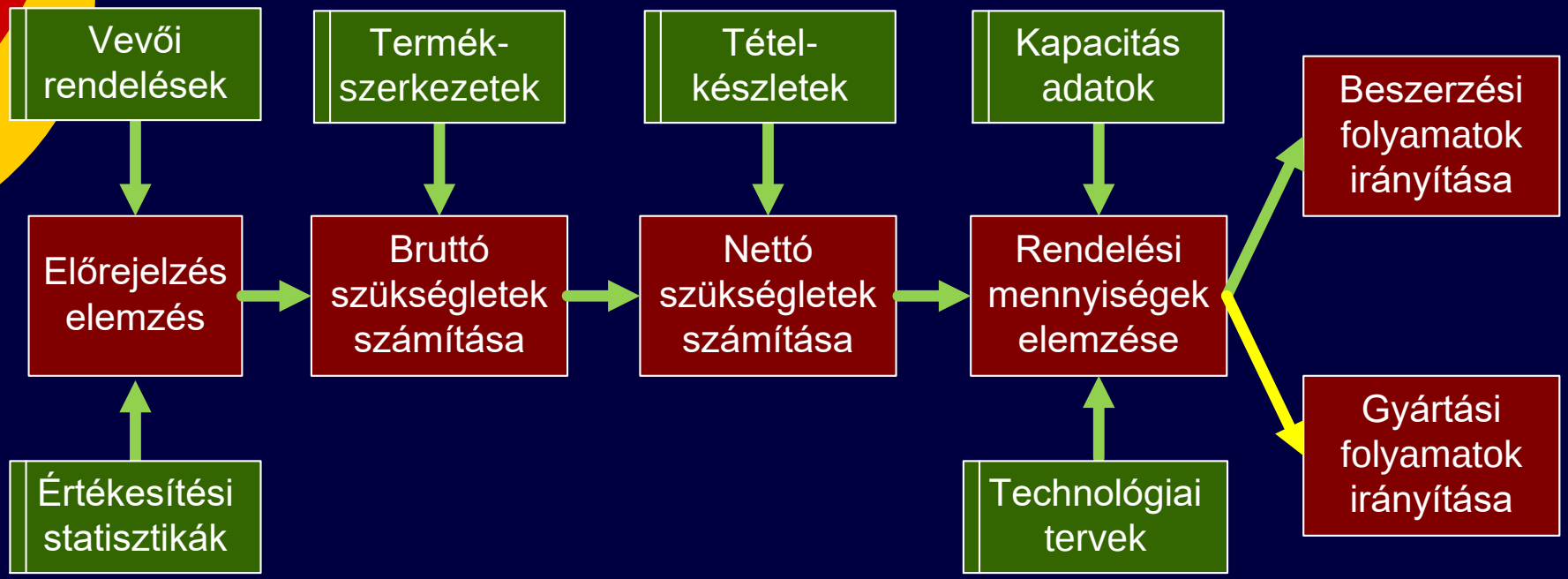
Iparvállalatok belső szervezeteinek kölcsönkapcsolatai

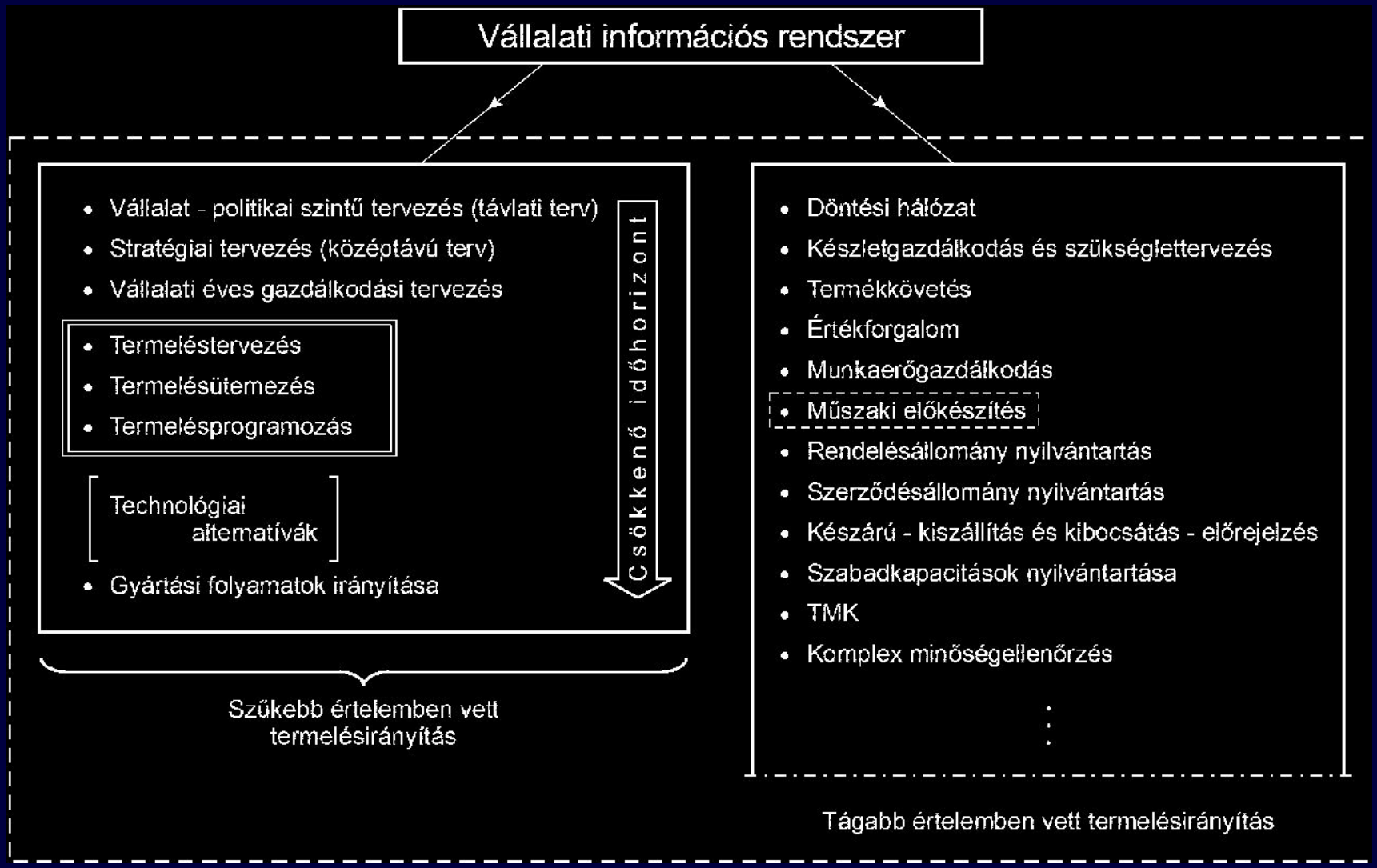


Dinamikus egyensúly!

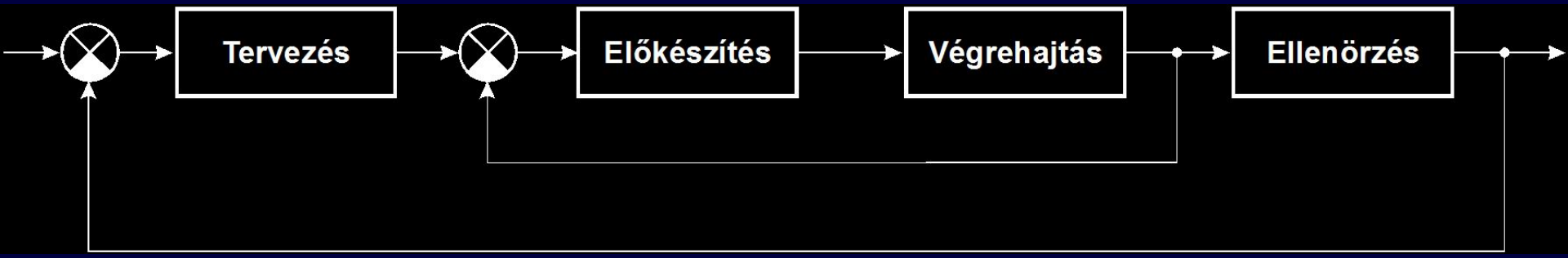
Célok és stratégia.

A termelés egyszerűsített elvi modellje




Vállalati információs rendszer
Vállalat - politikai szintű tervezés (távlati terv)
Stratégiai tervezés (középtávú terv)
Vállalati éves gazdálkodási tervezés
Termeléstervezés
Termelésütemezés
Termelésprogramozás
Technológiai alternatívák
Gyártási folyamatok irányítása
Csökkenő időhorizont
Szűkebb értelemben vett termelésirányítás
Döntési hálózat
Készletgazdálkodás és szükséglettervezés
Termékkövetés
Értékforgalom
Munkaerőgazdálkodás
Műszaki előkészítés
Rendelésállomány nyilvántartás
Szerződésállomány nyilvántartás
Készárú - kiszállítás és kibocsátás - előrejelzés
Szabadkapacitások nyilvántartása
TMK
Komplex minőségellenőrzés
Tágabb értelemben vett termelésirányítás

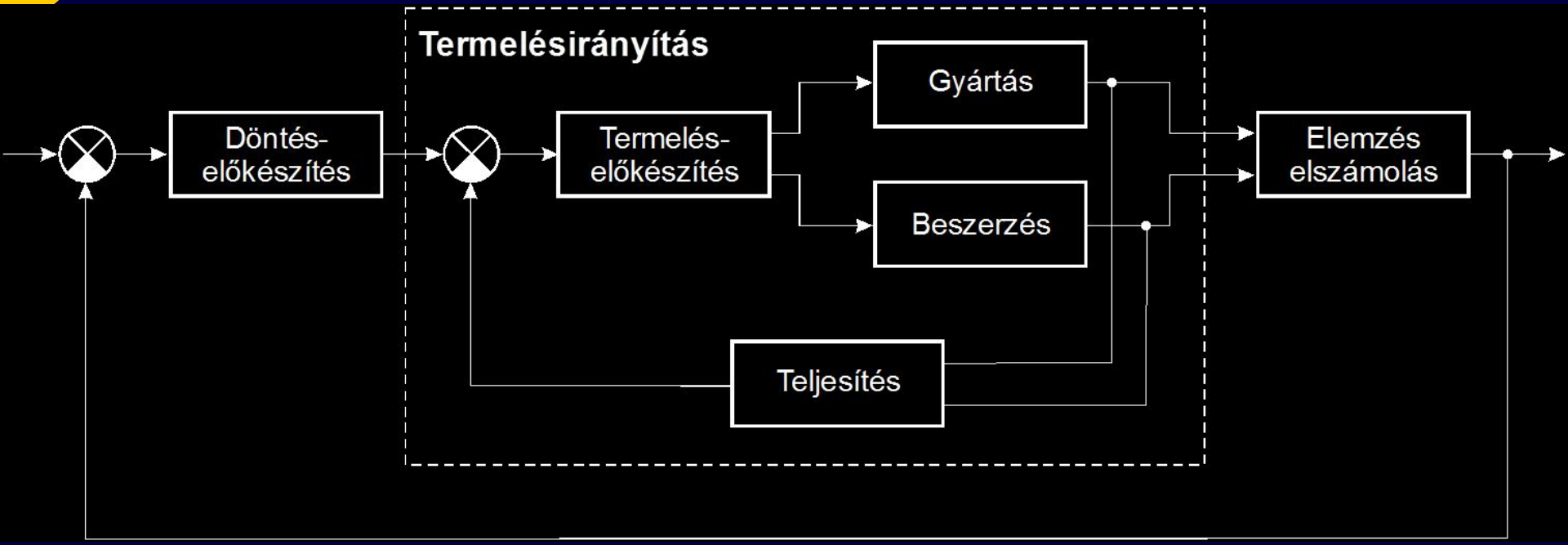
A vállalat működésének egyszerűsített szabályozáselméleti modellje



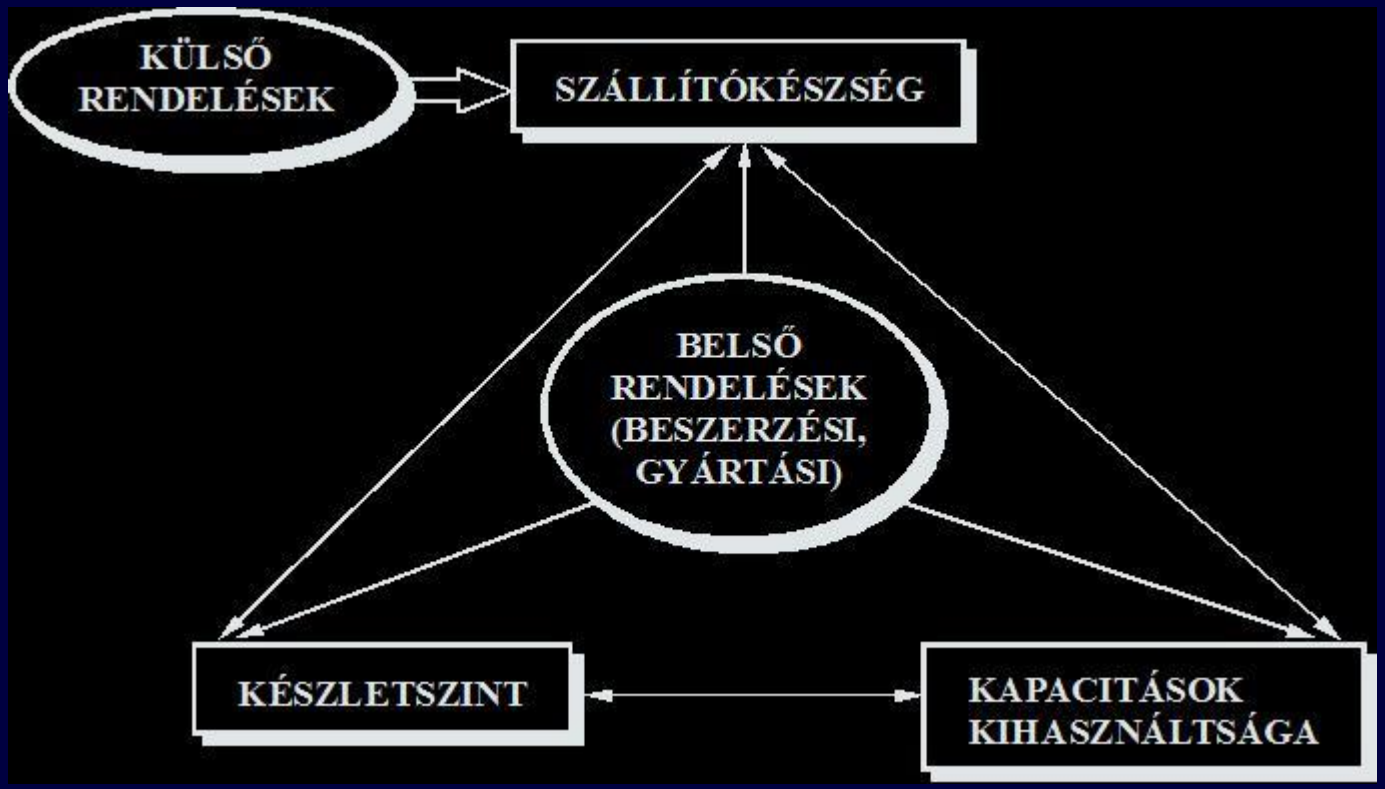
Szűkebb értelmezés szerinti feladatok

- felméri és kijelzi a hiányzó gyártmányszerkezeti, konstrukciós és technológiai alapadatokat;
- kiszámítja és határidőzi az erőforrás-szükségleteket a termelési feladatok jellegének megfelelő időperiódusok szerint (anyag, gyártóberendezés);
- termelési ütemtervet (programot) készít „helyben gyártandó” és „beszerzendő” komponensek szerinti bontásban;
- kooperációs előrejelzést ad a túlterhelés elkerülésére és jelzi a nem megfelelően terhelt munkahelyeket;
- a várható felhasználás időpontjára anyag- és előre számfejtett munkautalványt állít ki;
- ellenőrzi a végrehajtás tervszerűségét, készültségi fokát.

A termelésirányítás egyszerűsített szabályozáselméleti modellje



A termelési háromszög modell



A termelésirányítás alapfeladata

Olymódon határozza meg a gyártási és beszerzési rendeléseket az aktuális termelési környezet figyelembevételével, hogy az adott - alkatrészgyártó és szerelő típusú - iparvállalat a szállítókészség, a készletszint és a kapacitások kihasználása szemszögéből az ***"optimális munkapont"*** környezetében működjön.

Kapacitáskihasználás

- A gyártóhelyek, vagyis azon összes üzemek, csoportok, munkahelyek és mozgóegységek időkapacitásának százalékos lekötöttségét jelenti egy adott időszakban, amelyek a munkaadagolás szempontjából önálló egységet képeznek.

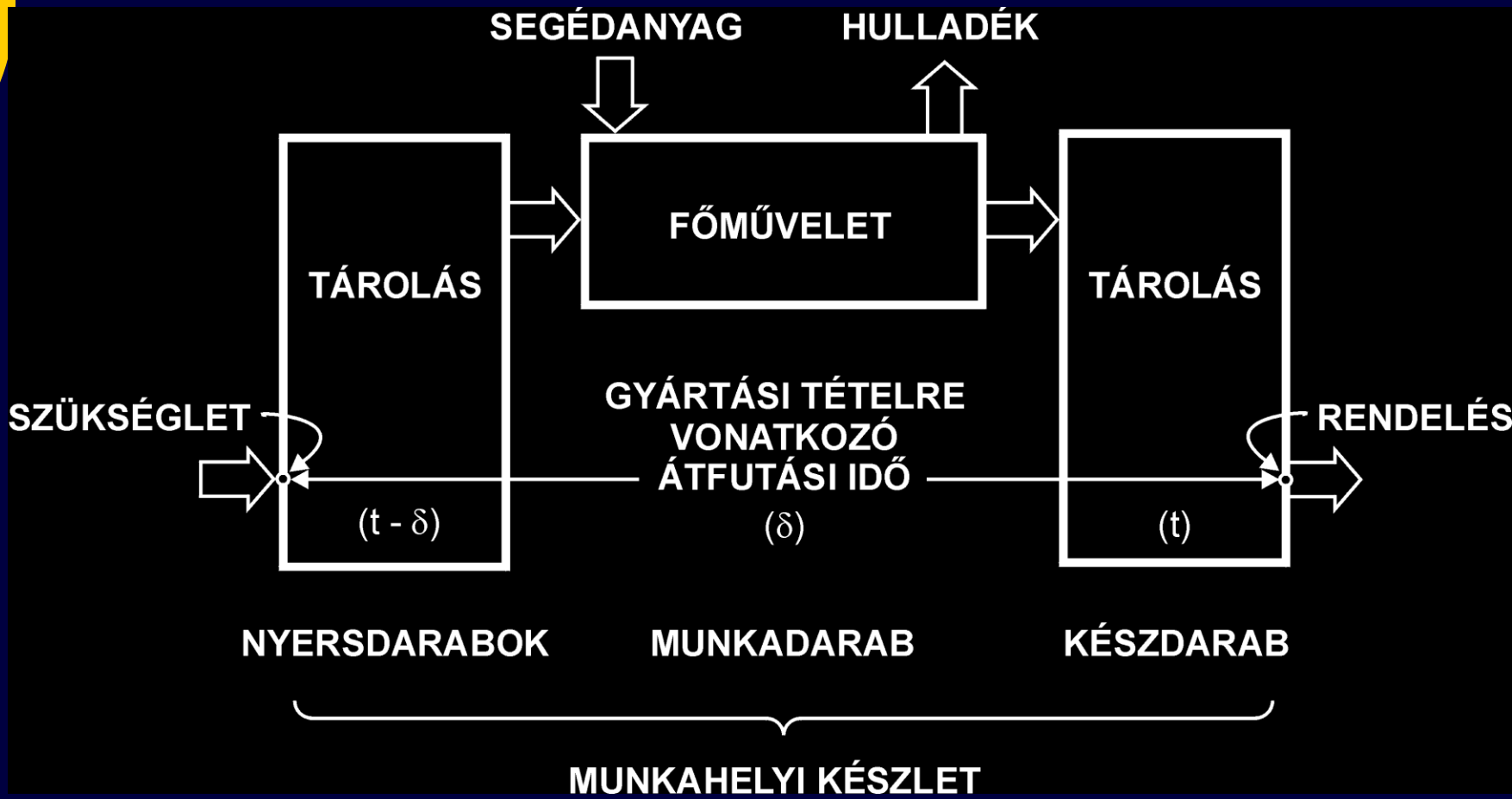
Szállítókészség

- Annak az időtartamnak a *reciprok* értéke (ol.: 1/nap), amely egy adott rendelés elfogadásának visszaigazolásától a kiszállítás szerződésben rögzített időpontjáig eltelik.

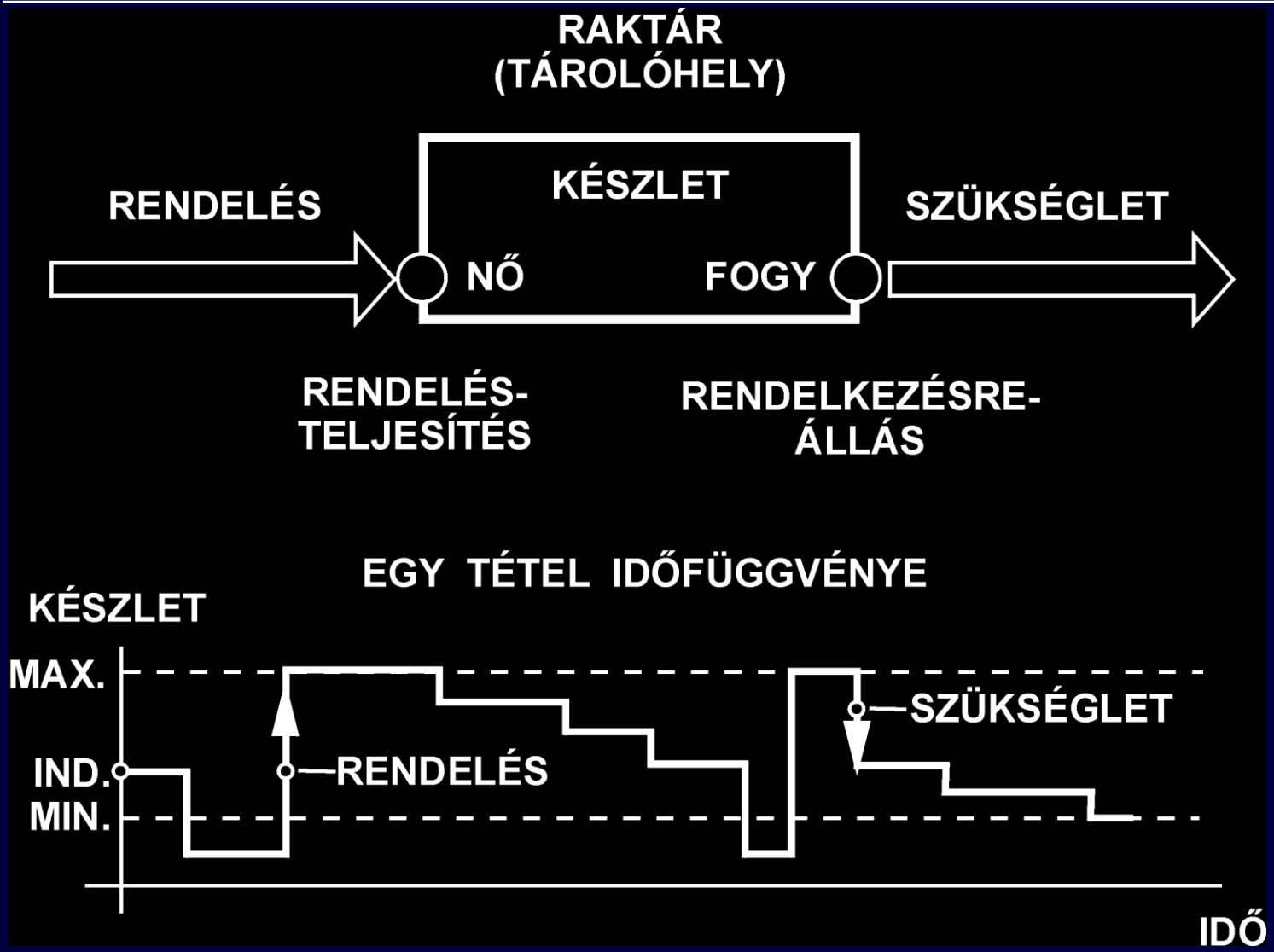
Készletszint

- A gyártási tételek, vagyis a raktárakban, valamint a gyártó és szerelő munkahelyeken lévő *összes* termék, részegység, alkatrész, nyersdarab és egyéb szükséges anyag *mennyiségét* jelenti egy adott időpontban.
  - *Készletnorma*
  - *Készlet-időnorma*
  - *Törzskészlet*
  - *Folyókészlet*

A gyártási helyek általános leírása



Raktárakkal kapcsolatos fogalmak



Termeléstervezés és -irányítás

A termelési háromszög modell részletei, termelési egyenletek.

Termelési háromszög modell

- Belső rendelések halmaza:
  - beszerzési rendelések halmaza,
  - gyártási rendelések halmaza.
- Szállítókészség-halmaz.
- Készletszint-halmaz.
- Kapacitáskihasználás-halmaz.

Bármelyik szintű gyártási tételre és bármely szintű gyártóhelyre ***összegezve*** is létező realitások!

Optimalizálási modell

A PPC általános feladata a termelési folyamat ***optimalizálás***a, amelyben az

- optimálás ***változó***ja a kibocsátott belső rendelések időben is változó halmaza,
- optimálás ***célfüggvénye*** a termelési tényezők halmazainak összefüggő együttese.

Termelési politika

- Az optimalizálási célfüggvényben szereplő tényezők kapcsolataiból adódik, hogy azok egyszerre nem javíthatók!
- Szükség van egy ***termelési politikára,*** amely meghatározza a termelési tényezők fontosságát az együttes termelési célban.

A szimbolikus modell elemei

- $R(t)$ – belső rendelések halmaza a t időpontban.
- $K(R(t))$ – készletszint-halmaz.
- $C(R(t))$ - kapacitáskihasználás-halmaz.
- $S(R(t))$ - szállítókészség-halmaz.
- $\Phi(K,C,S)$ – célfüggvény: mérték-független számérték, amely az $R(t)$ és a t *közvetett* függvénye.

A probléma szimbolikus modellje

A $t=0$ időpontban előre meghatározandó az a $t \leq T$ időpontra vonatkoztatott $R_0(T)$ élő rendelésállomány, amelyre nézve

$$\Phi\,(R_0(T)) \rightarrow opt.,$$

és

$$\begin{Bmatrix} K(R_0(T)) \\ C(R_0(T)) \\ S(R_0(T)) \end{Bmatrix}$$

együttes az előírt korlátok között marad.

Termelési egyenletek

- A termelési háromszög modell R(t) független változója, valamint a háromszög három csúcsának K(R(t)), C(R(t)) és S(R(t)) változói között fennálló összefüggéseket a KYBERNOS fejlesztői a ***termelési egyenletek*** gyűjtőnév alatt matematikai formában is megfogalmazták.

1. Készlet-egyenlet

$$k_n(t) = k_{n0} + \sum_{\tau=0}^{t} r_n(\tau) - \sum_{\tau=0}^{t} s_{jn}(\tau)$$

n – cikkszám (komponens-azonosító).

j – rendelés index (gyártmány azonosítóra is utal).

τ – futó időváltozó.

t – időpont.

k_{n0} – a mindenkori nyitókészlet.

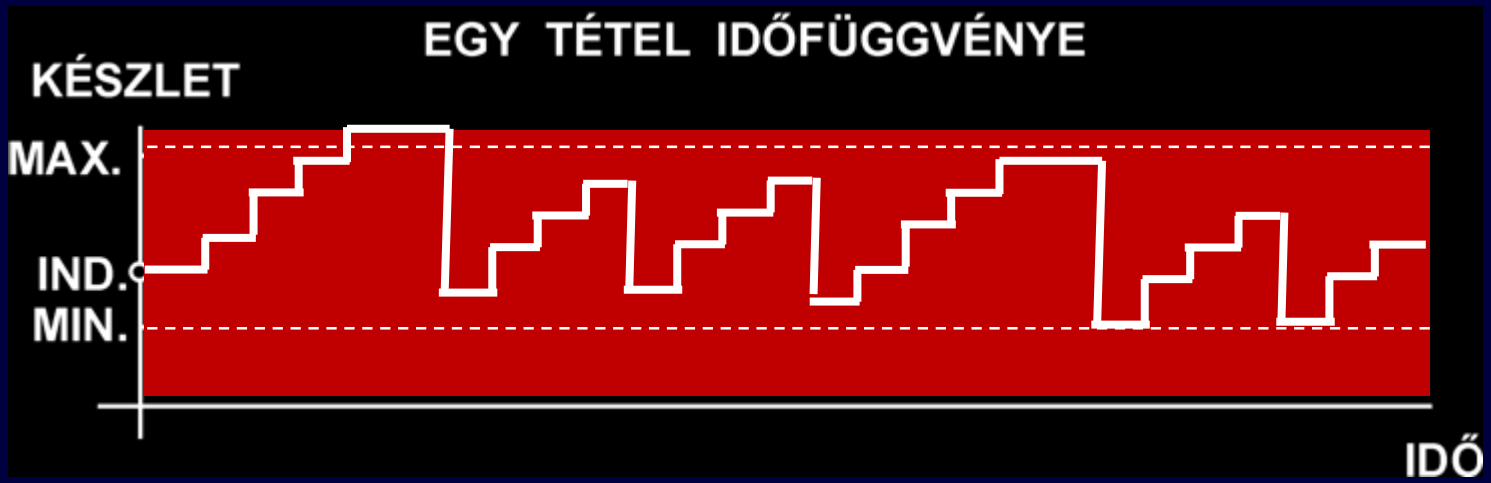
$r_n(\tau)$ - pillanatnyi készlet.

$s_{jn}(\tau)$ - az r_j gyártási rendeléshez tartozó pillanatnyi szükséglet.

$k_n(t)$ - az *n* cikkszámú komponensből felhalmozott készlet a *t* időpontban.

A készlet-egyenlet értelmezése

- A képlet azt fejezi ki, hogy a mindenkori nyitó készlethez hozzáadjuk a várható beérkezéseket (gyártási és beszerzési rendeléseket) és levonjuk a várható felhasználásokat (szükségleteket).



2. Komponens-szükséglet egyenlet

$$s_{jn}(t) = DAR(r_j(t+\delta))$$

r_j - a *j* cikkszámú gyártási rendelés mennyisége.

s_{jn} - az r_j gyártási rendeléshez tartozó szükséglet mennyisége az *n* cikkszámú komponensből.

DAR - darabjegyzék-lebontó operátor.

δ – átfutási idő.

A komponens-szükséglet egyenlet értelmezése

- Az egyenletből egyrészt az olvasható ki, hogy az r_j gyártási rendelés teljesítéséhez s_{jn} kompones-szükséglet tartozik, másrészt a rendelés δ idővel később fog elkészülni, mint ahogyan a szükségleteket felhasználják, vagyis a szükségletnek δ idővel hamarabb rendelkezésre kell állnia, mint $t + \delta$ elkészülési időpont.
- Egy rendeléshez *(j)* több szükségleti tétel is tartozhat *(n)* → szükséglet mátrix.

3. Kapacitás-szükséglet egyenlet

$$g_{jm}(t) = MUV(r_j(t))$$

g_{jm} - az r_j gyártási rendeléshez az *m* gyártási kapacitásból szükséges mennyiséget jelenti.

MUV - műveletterv-lebontó operátor.

A kapacitás-szükséglet egyenlet értelmezése

- A kapacitások kapacitások felhasználása a gyártással egyidejű, szinkronizált.
- Az egyenlet eredménye egy kapacitás szükséglet mártix, amely megmutatja, hogy mely kapacitásból mennyire van szükség a gyártás elvégzéséhez.
- Egy adott rendeléshez több művelet is tartozhat. Ezek végrehajtási sorrendje általában kötött (precedencia), de előfordulhat sorrendi közömbösség is (invariancia) vagy alternatív sorrendiség is (preferencia).

4. Gyártás-átfutási idő egyenlet

$$\delta : \sum_{m} \int_{\tau=0}^{\delta_{jm}} \left[c_m - \sum_{i} g_{mi}(\tau) \right] d\tau = g_{jm}$$

c_m az *m* kapacitásból rendelkezésre álló összes mennyiség (kapacitáskorlát).

$\sum_i g_{mi}(\tau)$ az m gyártási kapacitás futó terheléseinek összessége az ugyanezen időintervallumban a kapacitást terhelő egyéb rendelésekre (i ≠ j).

δ_{jm} a *j* cikkszámú gyártási rendeléshez tartozó *m* gyártási kapacitás igénybevételének befejezési időpontja.

A gyártás-átfutási idő egyenlet értelmezése

- A δ gyártási átfutási idő meghatározásához először az eddigi terhelések összegzésével meg kell határoznunk a szabad kapacitást. Ezt fejezi ki a szögletes zárójelben lévő integrandus.
- A szabad kapacitás ismeretében műveletenként meghatározzuk az átfutási időt, végül ezeket összeadva kapjuk a teljes gyártási sorozat átfutási idejét.
- A keresett változó minden műveletnél az integrál felső határát kijelölő δ_{jm}.

A gyártás-átfutási idő egyenlet értelmezése

- A gyártási rendelés átfutási idejét a szabad kapacitások határozott integráljával lehet meghatározni. Vesszük az első művelet kapacitásigényét és a műveletet végző munkahely (gyártóberendezés, ember) szabad kapacitását. Addig haladunk előre az időtengelyen, amíg az igénybe vett szabad kapacitás egyenlő nem lesz a szükségessel. Innen indulhat a második művelet, és így tovább.
- Az eljárás alapja a vázolt integrálegyenlet.

5. Szállítási határidő egyenlet

$$t_n = HAT(r_n(r_i))$$

t_n - az *n* cikkszámra vonatkozó s_n független szükséglet (vevőigény) kielégítésének ideje.

r_n az *n* cikkszámú gyártási rendelés,

r_i az *n* cikkszámú tétel hierarchikusan alárendelt komponens-rendelései.

HAT – határidőt számító operátor.

A szállítási határidő egyenlet értelmezése

A szállítási határidők meghatározása az előző egyenletek megoldásaira építhető.

A *HAT* operátor a következő algoritmust szimbolizálja:

- Meg kell határozni a hiányzó komponens-szükségleteket.
- Ennek kielégítésére megfelelő rendeléseket kell feladni.
- Az anyagrendeklések beérkezési ideje fogja meghatározni a hiányzó alkatrészek gyártásának indítását.
- Az alkatrészek gyártásának befejezése határozza meg a nagyobb egységek, majd szerelvények esetében a gyártás, illetve szerelés indításának idejét.
- A készgyártmány (végtermék) gyártási sorozatának befejezési ideje fogja kielégíteni azt a készlet-egyenletet, amely a termék szállítási határidejét adja.

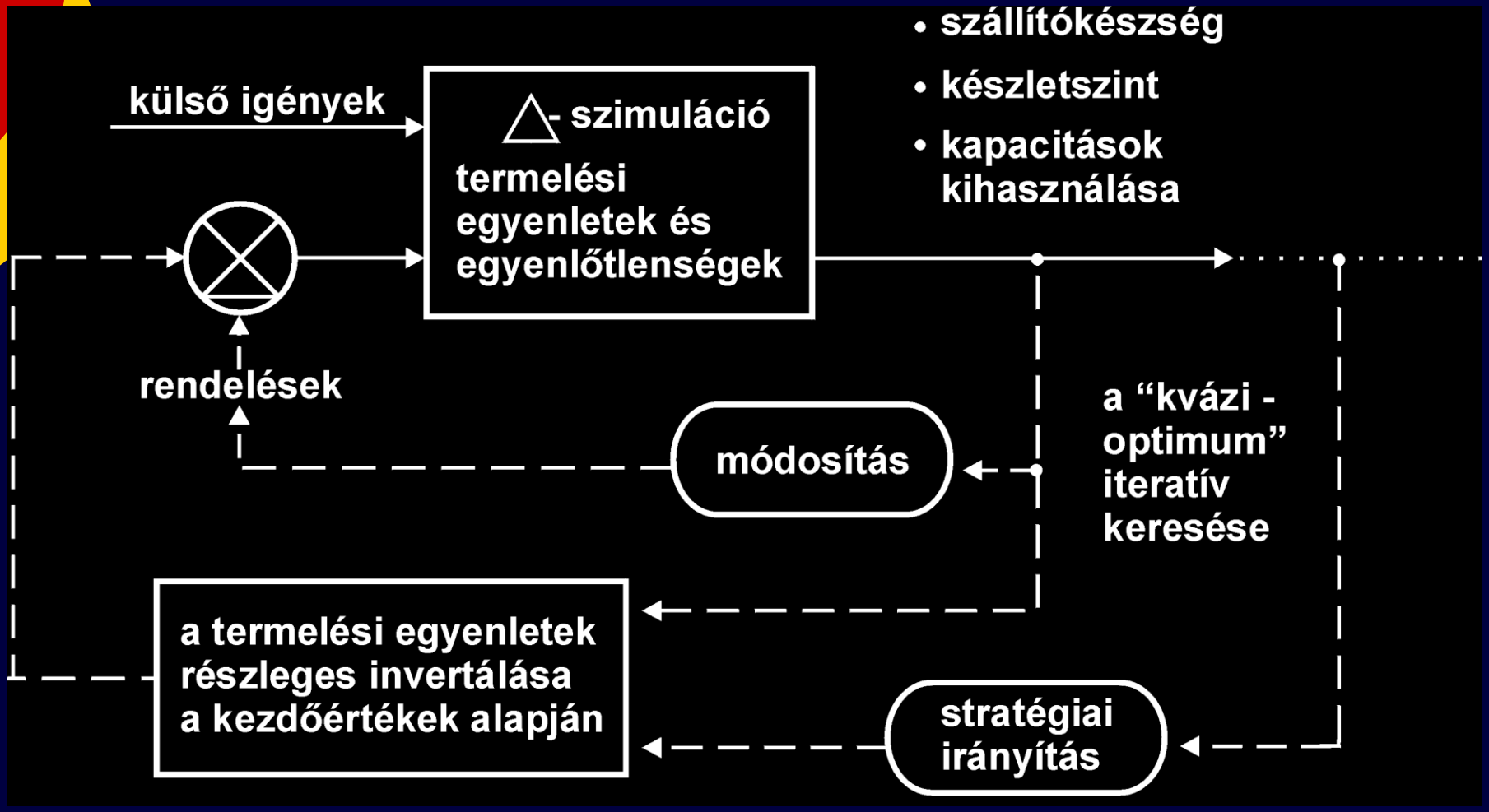
A PPC komplex problémakör három jellegzetes megközelítése

- Adatmodell-alapú:
  - Adategységek (entitások) készletének feltérképezése és adatmodell kialakítása.
- Algoritmikus:
  - Matematikai (számítási) modellek és megoldási módszerek kidolgozása.
- Funkcionális:
  - A vállalati „szakterületek” funkcióinak együttese (úniója) adja meg a PPC funkcióját (pl. PICS 8 szakterület).

A feladat nehézsége

- A PPC alapproblémáját a termelési háromszög modellben az *R(t)* meghatározása jelenti, ehhez viszont az egyenletrendszer ***invertálására*** lenne szükség.
- A probléma analitikusan megoldhatatlan.
- Heurisztikus módszerek, szimuláció és anticipatív (javító) szabályozókör alkalmazása szükséges.

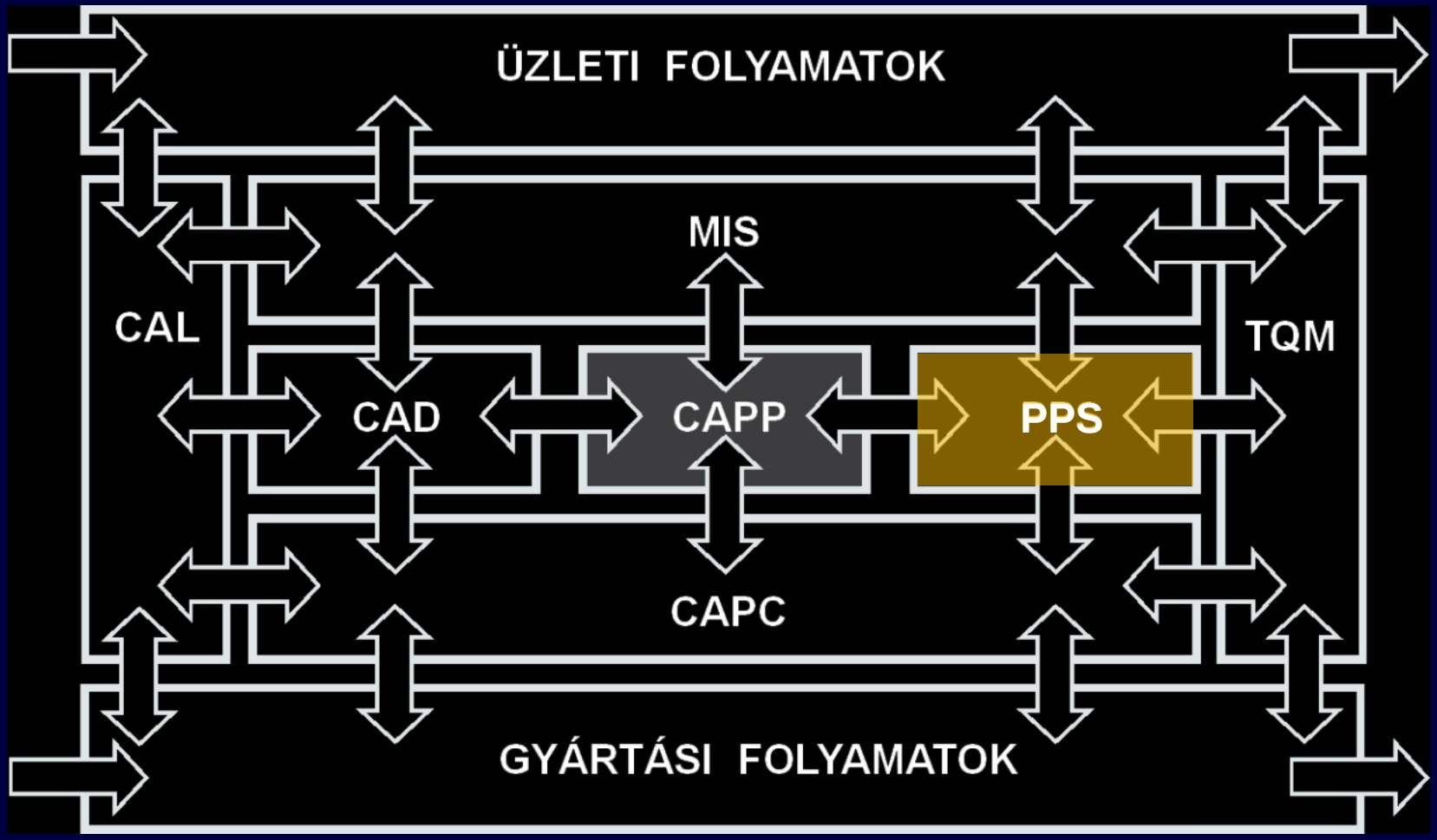
Megoldásjavító szabályzókör

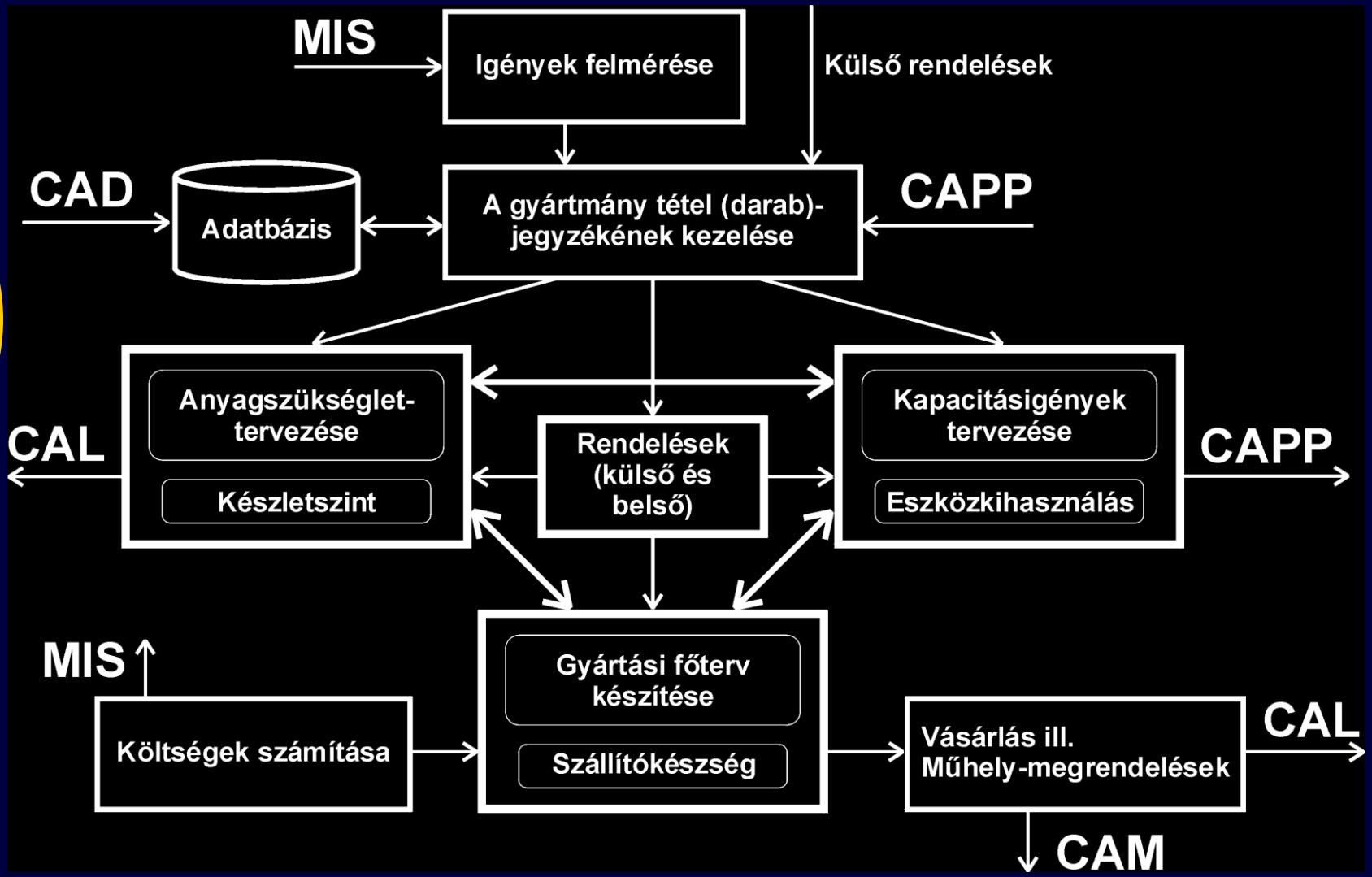


CIM környezetben

Amennyiben a PPC komplex feladat-körét egy adott vállalaton belül működő, csak bizonyos termékek csoportját érintő CIM rendszerre lokalizáljuk, olyan PPS rendszert kapunk, amely a CIM rendszer egyik ún. elsőszintű alrendszere.

Termeléstervezés (PPS) helye és szerepe CIM rendszerben




MIS
Igények felmérése
Külső rendelések
CAD
Adatbázis
A gyártmány tétel (darab)-jegyzékének kezelése
CAPP
CAL
Anyagszükséglet-tervezése
Készletszint
Rendelések (külső és belső)
Kapacitásigények tervezése
Eszközkihasználás
CAPP
MIS
Gyártási főterv készítése
Szállítókészség
Költségek számítása
Vásárlás ill. Műhely-megrendelések
CAL
CAM

Köszönöm a figyelmet!

Az előadásvázlat elérhető az alábbi webcímen:
http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~kulcsar/serv01.htm