

Gyártási folyamat kapacitástervezése

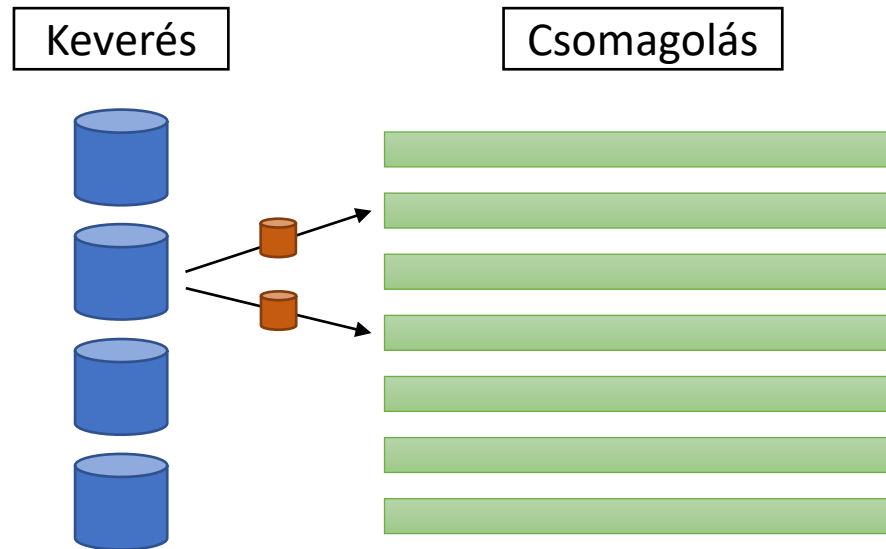
Önálló projekt, szakmai gyakorlat II.

2021/2022 2. félév

Hatala Imre

A projekt témája

- Vezető száj- és fogápolási termékeket gyártó cég gyártási folyamatának kapacitástervezése
 - Beosztani a rendelkezésre álló eszközök kapacitását a jövőbeli kereslet kielégítésére
 - Az egyes eszközök adott időszakokban milyen anyagot, terméket állítsanak elő és milyen mennyiségben
- A gyártási folyamat
 - Keverés
 - Csomagolás
- Tervezés
 - Csak kapacitástervezés
 - A két lépés függetlenül
- Projekt: új tervezéstámogató eszköz
 - Optimalizáló applikáció



A tervezés folyamata

- Eredeti tervezőeszköz
 - Excel munkafüzet
 - Megadható a rendelkezésre álló kapacitás
 - Megadható a termelési terv
 - Kihasználtság megjelenítése
- Hátrányok
 - Lassú tervezés
 - Nem hatékony tervek (felhasznált kapacitás)
 - Az eszközök kihasználtsága nem egyenletes
 - Nem számol készletekkel
- Az új tervezéstámogató applikáció
 - AIMMS modellező nyelv
 - Optimalizálja a termelési tervet a minimális összesített kapacitás célfüggvény szerint
 - Extra funkcionalitás:
 - Eszközök túlterhelése
 - Készletek, készletfolyosó

A matematikai modell

- Indexek

s : gyártósorok

p : késztermékek

t : időszakok

- Paraméterek

D_{pt} : a p termékre vonatkozó igény a t időszakban

U_{spt} : egy egység p termék legyártáshoz szükséges kapacitásigény az s gyártósoron a t időszakban

K_{spt} : az s gyártósoron lehet-e gyártani a p terméket a t időszakban

C_{st} : az s gyártósor kapacitása a t időszakban

S_p^{kezd} : a p termékből rendelkezésre álló készlet a tervezési horizontot elején

S_{pt}^{min} : a p termékből szükséges minimális készlet a t időszak végén

S_{pt}^{max} : a p termékből tárolható maximális készlet a t időszak végén

M : a gyártósorok maximális kapacitáson túli kihasználtságának összesített maximuma

A matematikai modell

- Változók

x_{spt} : az s gyártósoron a p termékből mennyit gyártunk a t időszakban ($\forall s, p, t: K_{spt}$)

k_{pt} : a p termékből rendelkezésre álló készlet a t időszak végén ($\forall p, t$)

v_{st} : az s gyártósor maximális kapacitáson túli kihasználtsága a t időszakban ($\forall p, t$)

- Célfüggvény

$$\min \sum_{s,t} \sum_p U_{spt} \cdot x_{spt}$$

- Korlátok

$$(1) \quad \sum_p U_{spt} \cdot x_{spt} \leq C_{st} + v_{st} \quad \forall s, t$$

$$(2a) \quad S_p^{kezd} + \sum_s x_{spt_1} = D_{pt_1} + k_{pt_1}$$

$$(2b) \quad k_{pt_i} + \sum_s x_{spt_j} = D_{pt_j} + k_{pt_j} \quad \forall s, t_i, t_j: i = j - 1, j \geq 2$$

$$(3) \quad S_{pt}^{min} \leq k_{pt} \quad \forall p, t$$

$$(4) \quad k_{pt} \leq S_{pt}^{max} \quad \forall p, t$$

$$(5) \quad \sum_{s,t} v_{st} \leq M$$

A matematikai modell

- Mindkét gyártási lépésre érvényes a modell
- Csomagolás:
 - LP (lehet kerekíteni)
 - Minden változó nemnegatív
- Keverés:
 - IP (nem lehet kerekíteni)
 - Az x_{spt} változók nemnegatív egészek
- Optimalizálás két fázisban:
 1. Minimálisan szükséges túlterhelés meghatározása
 - Az (5) korlátra nincs szükség
 - Célfüggvény: $\min \sum_{s,t} v_{st}$
 2. Teljes modell futtatása, ahol M az 1. fázis optimuma

Előnyök, eredmények

- Tervezési idő drasztikusan lecsökken
- Hatékonyabb terv készül
 - Minimális kihasználtság
 - Minimális túlterhelés
- Készletek kezelése
- Szcenáriók
 - Igények változása
 - Különböző készletfolyosók
 - Eszközök fejlesztése
- Egyszerűen bővíthető

Fejlesztési lehetőségek

- Igények relaxálása

- Túlterhelés (kapacitás korlát relaxálása): szűk keresztmetszet az erőforrások szintjén
- Igények relaxálása: szűk keresztmetszet a termékek szintjén
- Új eltérésváltozókat kell bevezetni: e_{pt}

$$(2a') \quad S_p^{kezd} + \sum_s x_{spt_1} = D_{pt_1} - e_{pt} + k_{pt_1}$$

$$(2b') \quad k_{pt_i} + \sum_s x_{spt_j} = D_{pt_j} - e_{pt} + k_{pt_j} \quad \forall s, t_i, t_j: i = j - 1, j \geq 2$$

- A v_{st} változókat kihagyjuk, helyettük e_{pt} változók az optimalizálás két fázisában

- Egyenletes leterhelés

- z_t nemnegatív változók: a maximális kihasználtság a t időszakban

- Új korlát: $(6) \quad \sum_p U_{spt} \cdot x_{spt} / C_{st} \leq z_t \quad \forall s, t$

- Az optimalizálás második fázisában módosított célfüggvény: $\min \sum_t z_t$

- Keverés és csomagolás termelési tervének összehangolása

Köszönöm a figyelmet!