FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELÉS KÖLTSÉGTÉNYEZŐINEK ÉRTELMEZÉSE

Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József

1. Abstract

The appearance of co-operative assembly systems led to the needs of new scheduling methods of assembly processes because of the importance of external logistics. Theoretical aspects of logistics integrated assembly scheduling of cooperative assembly plants will be shown within the frame of this paper. The possible structure of models and the most important parameters will be described and summarized. Finally the cost- and time functions will be reviewed.

2. Bevezetés

Az elmúlt években gyökeres változások mentek végbe a vállalatok környezetében: a piacok fokozatos telítődése, az egyre több versenytárs megjelenése egyre élesebb piaci versenyhez vezetett. További fontos változás volt a beszerzési és értékesítési piacok valamint a termelés globalizálódása. A vállalatok versenyképességük megőrzése és növelése érdekében a készletek és átfutási idők csökkentésére törekszenek a vásárlói igények maximális kielégítése mellett. A termelésütemezésnél messzemenően figyelembe kell venni, hogy az egy telephelyes termelési formák hálózatszerűen működő termelési rendszerekké (1. ábra) alakultak, ill. alakulnak át. A felvázolt modellben adottnak tekintjük az egyes felhasználók egyes késztermékekből megrendelt mennyiségét egy adott időszakban. Annak meghatározása a feladat, hogy egy adott termékből az egyes szerelőüzemek mennyit állítsanak elő, úgy hogy az összköltség minimális legyen és teljesüljenek a kiszállítási határidők. Az optimalizálás tehát a szerelőüzemek kiválasztása.

1. ábra: Hálózatszerűen működő logisztikával integrált összeszerelő rendszer [1]

3. Optimalizálandó célfüggvény

Az egyszerűsített modellben (az alkatrészek beérkezési ütemét adottnak tekintve) az optimalizálandó célfüggvény egy költségfüggvény, ami az alkatrész raktározási R^A és a késztermék

raktározási költség (R^V), a szerelési költség ($C^{\hat{O}}$), a szerelősorok átállítási költség ($C^{\hat{A}T}$), a sorok állásából származó veszteségi költség ($C^{\hat{A}V}$), valamint a késztermék elosztási költség ($S^{\hat{O}}$) összegeként adódik:

$$K = R^A + C^{\hat{O}} + C^{\hat{A}T} + C^{\hat{A}V} + R^V + S^{\hat{O}} \rightarrow \min. \tag{1}$$

Hasonlóan az átfutási időt befolyásoló tényezők:

$$\bar{T} = \tau + \bar{T}^{\hat{O}} + \bar{T}^{\hat{A}T} + \bar{H}^{\hat{O}} \rightarrow \min. \tag{2}$$

Késztermékgény-mátrix $T^{\hat{V}} = [t_{lk}^{\hat{V}}]$ megadja az l -edik felhasználó által a k -edik késztermékből megrendelt mennyiséget. Az összes előállítandó mennyiség a k -edik végtermékből: $a_k = \sum_{l=1}^q t_{lk}^{\hat{V}}$. $\tag{3}$

Beeépítési-mátrix $T^{\hat{A}} = [t_{jk}^{\hat{A}}]$ megmutatja, hogy aj -edik alkatrészből hány darab épül be a k -edik végtermékbe. Az összes beszállítandó mennyiség aj -edik alkatrészből: $a_j = \sum_{k=1}^p (t_{jk}^{\hat{A}} * a_k)$. $\tag{4}$

Hozzárendelési mátrix: $Y = [y_{kl\lambda}]$ megmutatja, hogy a k -edik késztermékből a l -edik felhasználóhoz a λ -edik szerelőüzemből hányad rész kerül ki. Feltételek: $0 \leq y_{kl\lambda} \leq 1$ és $\sum_{\lambda=1}^x y_{kl\lambda} = 1$.

- A szerelés ütemezésnek *feltéle*:
- durva ütemezés, amely értelmében egy termék végig csak egy fajta szerelősoron fut;
 - a k -edik termék szerelési sorozatnagysága $S_{kk\lambda}^{\hat{S}}$ állandó.

Értelmezhető a hozzárendelési mátrix: $P = [p_{kk\lambda}]$ megmutatja, hogy a k -edik késztermék a λ -edik üzem κ -edik során szerelik-e. *Feltételek*: $p_{kk\lambda} < \frac{0}{1}$ és $\sum_{\kappa=1}^u p_{kk\lambda} = 1$.

Ütemező mátrix: $B = [b_{\lambda\kappa\omega}]$ jelöli azokat a termékeket, melyek szerelése a λ -edik üzemnek a κ -edik során a ω -edik ütemben folyik. Az egyes szerelő sorokon a sorozat kezdési és befejezési időpontjai:

$$T_{\kappa\omega\lambda}^K = T_{\kappa\lambda\omega-1}^B + S_{kk\lambda}^S * t_{\lambda\kappa k}^{SZ} + t_{\lambda\kappa}^{\hat{A}T} + t_{\lambda\kappa}^{\hat{A}}. \tag{5}$$

Kiszállítások ütemezési mátrixa: $\bar{F} = [\hat{f}_{kl\lambda}]$ jelöli azt, hogy a k -edik termék az l -edik felhasználóhoz a $\hat{\lambda}$ -edik üzemből mely ütemekben kerül sor. $\hat{f}_{kl\lambda} = 1, 2, 3, \dots, N_0$, ahol $N_0 = \frac{\bar{v}}{t_0}$, $t_0 = 1$ nap, 1 hét, stb. lehet.

3.1. Alkatrész raktározási költség

Raktározási költségmátrix $R^B = [r_{jl}^B]$ jelenti aj -edik alkatrész egy darabjának fajlagos raktározási költségét a λ -edik üzemben (2. ábra). Az alkatrész beszállításokat adottnak tekintjük és az alkatrész felhasználást kell optimalizálni, úgy hogy a raktárkészletek minimálisak legyenek! A beszállítások ütemideje a vizsgált időszak és a beszállítások hányadosa $\tau_{\lambda j}^B = v / n_{\lambda j}^B$, aj -edik alkatrész beszállított mennyisége a λ -edik üzembe, az összmennyiség és a beszállítások hányadosa $a_{\lambda j}^B = Q_{\lambda j}^B / n_{\lambda j}^B$.

2. ábra: Raktározási készletdiagram

A tárolási összköltség a kis téglalapterületek összegével arányos. A $\tau_{\lambda j}^B$ a j -edik alkatrész ütemideje, a tárolt alkatrész mennyisége a t -edik időpillanatban: $a_{\lambda j}^R = a_{\lambda j}^B - a_{\lambda j}^F$.

3.2. Szerelés

Szerelési időmátrix $T^{SZ} = [t_{\lambda k}^{SZ}]$, ahol $t_{\lambda k}^{SZ}$ a λ -adik üzem K -adik szerelősorán a k -adik végtermék egy darabjának szerelési ideje. Az összes szerelési idő a párhuzamos művelettovábbításhoz hasonlóan [3] határozható meg.

Szerelési költségmátrix $C^{SZ} = [c_{\lambda k}^{SZ}]$, ahol $c_{\lambda k}^{SZ}$ a λ -adik szerelőüzem κ -adik során a k -adik késztermék egy mennyiségének szerelési költsége. Ha $t_{\lambda k}^{SZ} = \infty$, akkor $c_{\lambda k}^{SZ} = \infty$ szintén fennáll. A szerelési összköltséget az alábbi formula *határozza* meg: $C^O = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{\kappa=1}^y (a_{\lambda \kappa}^{\lambda \kappa}(P) c_{\lambda \kappa}^{SZ})$. (6)

Átállítási időmátrix $T^{AT} = [t_{\lambda \kappa}^{AT}]$ jelenti a λ -adik üzem κ -adik során az átállítási időt.

Átállítási költségmátrix $C^{AT} = [c_{\lambda \kappa}^{AT}]$, ahol $c_{\lambda \kappa}^{AT}$ a λ -adik üzem κ -adik sorának átállítási költsége,

$c_{\lambda \kappa}^{AT}$ pedig a κ -adik szerelősor állásidejéből származó veszteségi költség. $K_{\lambda \kappa}^{AT} = \sum_{\kappa=1}^y N_{\kappa \kappa \lambda} c_{\kappa \kappa \lambda}^{AT}$ ahol $N_{\kappa \kappa \lambda} = N_{\kappa \kappa \lambda}(A_{\kappa \kappa \lambda}^K, P, B)$ a $\cup$ időszak alatt a k -adik terméknél a λ -adik üzem κ -adik során az átállítások száma.

3.3. Késztermék raktározási költség

Raktározási költségmátrix $R^K = [r_{\lambda k}^K]$ jelenti a k -adik késztermék egy darabjának fajlagos raktározási költségét a λ -adik üzemben (3. ábra). Mivel a késztermék kiszállításokat adottnak tekintjük, a termelési programot kell úgy optimalizálni, hogy a raktárkészletek minimálisak legyenek. A kiszállítások ütemideje a vizsgált időszak és a kiszállítások hányadosa $\tau_{\lambda k}^K = \cup / n_{\lambda k}^K$, a k -adik végtermék kiszállított mennyisége a λ -adik üzemből, az összmennyiség és a kiszállítások hányadosa $a_{\lambda k}^K = Q_{\lambda k}^K / n_{\lambda k}^K$.

3. ábra: késztermék raktározási készletdiagram

A tárolási összköltség a kis téglalapok területének összegével arányos. A $\tau_{\lambda k}^K$ a k -adik termék ütemideje, a tárolt végtermék mennyisége a t -edik pillanatban: $a_{\lambda k}^R = a_{\lambda k}^B - a_{\lambda k}^K$.

3.4. Elosztási költség és idő

A *szállítási költség* a vizsgálat során a mennyiségtől és a kiszállítótól (üzemtől) is függ (4. ábra).

4. ábra: Mennyiségtől függő kiszállítási költség

Szállítási költségmátrix $S = [s_{k\lambda}]$ megmutatja a λ -adik üzem egy kocsijának 1 km-re eső szállítási költségét a k -adik késztermék esetében. Az összes szállítási költséget az alábbi formula határozza meg:

$$S^0 = \sum_{k=1}^p \sum_{\lambda=1}^x \left\{ s_{k\lambda} * \sum_{l=1}^q \left[\text{floor}\left(\frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right) + 1 \right] * l_{\lambda l}^{\text{UF}} \right\}, \text{ ahol } a_k^{\lambda l} \text{ a } k\text{-adik késztermék azon mennyisége, amit a}$$

λ -adik üzem szállít az l -edik felhasználóhoz, $\kappa_{k\lambda}$ a λ -adik üzem egy kocsijának kapacitása, $l_{\lambda l}^{\text{UF}}$ a λ -adik üzem l -edik felhasználótól mért szállítási távolsága.

Szállítási idő mátrix $H = [h_{\lambda l}]$ megadja a λ -adik üzem és az l -edik felhasználó közötti szállítási időt. Az összes szállítás időtartama: $H^0 = \max_{1 \leq \lambda \leq x} \sum_{l=1}^q \left\{ \left[2 * \text{floor}\left(\frac{\Theta^{\lambda l}}{\phi_{\lambda}}\right) + 1 \right] * h_{\lambda l} * l_{\lambda l}^{\text{UF}} \right\},$

ahol $\Theta^{\lambda l} = \sum_{k=1}^p \left[\text{floor}\left(\frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right) + 1 \right]$ az összkocsi igény az l -edik felhasználóhoz a λ -adik üzem esetén, ϕ_{λ} az λ -adik üzem járműállománya. Ha figyelembe veszem az együtszállítás lehetőségét: $\Theta^{\lambda l} = \text{floor}\left(\sum_{k=1}^p \frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right) + 1$. Megjegyzés: a λ -adik üzem $\Delta = \sum_{l=1}^q \text{frac}\left(\sum_{k=1}^p \frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right)$

mennyiséggel tud körjáratokat szervezni, pontosan $\text{floor}(\Delta) + 1$ számút!

Elosztójáratok megszervezésekor figyelembe kell venni az üzemek, illetve a felhasználók egymástól mért távolságát, majd az utazó ügynök problémánál (Traveling Salesman Problem) megismert módszerek valamelyikét (B&B, Genetikus algoritmus) alkalmazva a minimális összfutással illetve üresfutással történő kiszolgálási körutat (Hamilton-kör) kell meghatározni.

4. Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatómunka az F037525 és a T038382 OTKA projekt támogatásával készült.

5. Irodalomjegyzék

- [1] CSELÉNYI J., KOLLÁNYINÉ PATKÓ R.: Gyártósorok logisztika orientált termelésstervezése. XIII. Szerszámgép Konferencia, Miskolc, 1998. pp. 67-73.
- [2] CSELÉNYI J., TÓTH T.: Interrelations between Logistics and Produktion Control. MANSA'94 9th National Conference of the South African Insitute of Industrial Engineers Manufacturing in Southen Africa, 1994, pp. 365-370.
- [3] TÓTH, T.: Tervezési elvek, modellek és módszerek a számítógéppel integrált gyártásban. Miskolci Egyetemi Kiadó, 1998. pp. 132-144.

Oláh Béla doktorandusz

Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Miskolc-Egyetemváros H-3515

Tel: 06 46-565111/2030 Fax: 06 46-563399 E-mail: altbela@gold.uni-miskolc.hu