X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSÁNAK ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA AZ ALKATRÉSZEK ÉS A BESZÁLLÍTÓK SAJÁTOSSÁGAINAK FÜGGVÉNYÉBEN

Nagyné Gyöker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József

1. Abstract

The paper analyses the general composed model for planning and operating of the purchasing-assembling logistic system operating in networks, which was detailed in the previous publications. We use simplified cost function to our analysis and we inquire which factors influence the optimal supplier of components and the optimal yearly transport number.

2. Bevezetés

Az összeszerelő hálózatok működésében a beszerzési logisztikai rendszer tervezésének és működtetésének az optimalizálása igen jelentős feladat, amely során különböző célfüggvényeket és feltételeket kell, illetve lehet figyelembe venni [1]. Optimalizálásunk egyik lehetősége, hogy célfüggvényként egy költségfüggvényt választunk, amelyet a [2] dolgozatban részleteztünk. A felvázolt sok paraméteres optimalizálási feladat egy heurisztikus módszert igényel, amelyet több lépésben, lépések után visszacsatolós (feedback) módszerrel oldunk meg, arra az esetre amikor minden beszállító közvetlenül a termelőüzemhez szállítja az alkatrészeket.

1. ábra: Hálózatszerűen működő beszállító-összeszerelői logisztikai rendszer

A vizsgált rendszer a következő egységekből épül fel: termelő vállalatok (P_p), amelyen belül alkatrész raktárakat (AR_p), szerelőüzemeket ($SZÜ_p$), készáruraktárakat (KR_p) (innen történik a késztermékek kiszállítása a felhasználókhoz (F_δ)) tüntetünk fel. Az alkatrészaink beszállítása a fent említett alkatrésraktárba történhet: a kiemelt beszállítók csoportjától (B_i) közvetett módon, azaz elosztóraktárakon (ER_j) keresztül, illetve közvetlen beszállítással az elosztóraktár elkerülése esetén. A szerelőüzemek telephelyeihez megfelelő közelségben elhelyezkedő beszállítók a helyi beszállítók

csoportját (H_j) alkotják, ahonnan csak közvetlen beszállítás valósítható meg a termelőüzemeink felé [3].

E dolgozat célja, hogy nagyvonalakban bemutassuk a hálózatszerűen működő beszállítói-összeszerelői logisztikai rendszer működését, a kitűzött beszállítók optimális megválasztására illetve az évi beszállítások számának optimalizálására szolgáló egyszerűsített célfüggvényt, annak komponenseit. Részletesen elemezzük a teljes leszámítolás módszerével a célfüggvény komponensek egyes jellemzőinek, azok egymáshoz viszonyított arányainak az optimumokra való hatását. Céljaink között szerepel, hogy a vizsgált négy alkatrész vonatkozásában megvizsgáljuk, hogy az egyes alkatrészek esetében összevonásokat alkalmazva az eredményül kapott optimális megoldásokhoz képest mennyivel tudunk alacsonyabb költségeket produkálni.

3. Egyszerűsített költségfüggvény

A [4]-ben leírtak szerint az optimalizáló algoritmus első lépése alkatrészenként megválasztja a beszállítókat illetve az évi beszállítások számát. Mindezekhez elegendő egyszerűsített költségfüggvényt használni illetve azt minimalizálni. Első lépésben az optimalizálásunk célfüggvényeként az alábbi költségfüggvényt választottuk, amelyet a [5] dolgozatban részleteiben feltártunk.

$$K_{gpi}^B = K_{gpi}^{BV} + K_{gpi}^{BS} + K_{gp}^{AR} \rightarrow \min. \quad (1)$$

A K_{gpi}^B az évi összköltsége a g-edik alkatrésznek az általunk vizsgált részrendszerben, amely az alábbi költségkomponensekből tevődik össze: K_{gpi}^{BV} az évi összvásárlási költség, K_{gpi}^{BS} az évi összszállítási költség, K_{gp}^{AR} az évi összraktározási költség a termelőüzem alkatrészraktárában. Az egyes költségfüggvény komponensek, fajlagos költségfüggvények, ezek átalakításai az érzékenység vizsgálat céljára egy korábbi dolgozatban részletesen be lettek mutatva. [6]

4. Érzékenységvizsgálat módszere

Az érzékenységi vizsgálatnál nem a [4]-ben ismertetett heurisztikus algoritmust használtuk, hanem az egyes paraméterek befolyásának vizsgálatához a felvett változó adatokkal a teljes leszámítolás módszere kínálkozott a legkedvezőbbnek. A teljeskörű optimum érzékenységi vizsgálatnál a következő paraméterek lehetnek változók:

$$Q_{gpi}^B, I_{ip}, \varphi, c_{\varphi g}, f_{gpi}^{BV}, f_{gpi}^{BS*}, f_{gp}^{AR*}.$$

5. A teljes leszámítolás adatstruktúrája

A dolgozat kötött terjedelme nem teszi lehetővé, hogy az előzőekben felsorolt valamennyi változtatható paraméterre kiterjesszük az érzékenységi vizsgálatokat, ezért a következő adatokat állandónak tekintettük. **A vizsgálatok állandó adatai:** $g=4$, négy alkatrésze terjesztjük ki a vizsgálatainkat; (megemlítjük, hogy hét beszállítót vizsgálunk, de ez a változó paraméterekhez tartozik, ezért ott van felsorolva) $p=1$, egy termelőüzemre számítjuk ki a költségeinket (ezek a tényezők az alapadataink); $\varphi_1=1$, egy szállítójárműre vonatkoztatjuk a számításokat, $Q_{g11}^B = [1200009000015000030000][\text{db/év}]$ az éves rendelési mennyiség, $C_{1g} = [700, 700, 800, 1000]$ jármű kapacitás mátrix, amely a következőképpen értelmezett: a szállítóeszköz az adott alkatrészből a megadott mennyiséget tudja elszállítani, azaz az első alkatrészből a jármű 700 darabot tud elszállítani egyszerre. $\varepsilon_1 = 300$ ($n=1,2,3$), $\varepsilon_1 = 375$ ($n=12$), $\varepsilon_1 = 400$; vagyis az ε_1 értékei különböző beszállítási

számokra vonatkoznak az 1. beszállító esetén ($\varepsilon_1 = \frac{k^V}{k^{AR*}}$ költségmutató, amely a fajlagos vásárlási alapköltség változását mutatja a fajlagos raktározási alapköltséghez viszonyítva alkatrészenként; ismerjük alkatrészenként az egyszerre vásárolt mennyiségeket amelyek segítségével alkatrészenként meghatározhatóak a beszállítási számok függvényében az ε_1 értékei) $\varepsilon_2 = 200$ (ε_2 költségmutató, amely a fajlagos szállítási alapköltség változását mutatja a fajlagos raktározási alapköltséghez

viszonyítva alkatrészenként), f_{gli}^{BV} a fajlagos vásárlási költség, a vásárolt illetve egyszerre beszállított mennyiség függvényében, $f_{gli}^{BS*} = 0,8k_0$ [EUR/járatkm] a fajlagos szállítási költség minden beszállítóra, $f_{g1}^{AR*} = 0,004k_0$ [EUR/(db*nap)] a fajlagos raktározási költség, $\rho_{g0}=1$ (alkatrésztől függő fajlagos alapköltség), $\nu_{p0}=1$ (felhasználótól függő fajlagos alapköltség), $k^{AR*} = 0,004$ pedig a fajlagos raktározási alapköltség. **A vizsgálatok változó adatai:** A vizsgálatok során a már említett $i=7$, hét beszállító közül választjuk ki az optimálist; vizsgálataink esetén az évi beszállítások számánál számításba veendő összes esetet $n_{li} = 1, 2, 3, 12, 48$ figyelembe vesszük; útvektor, amely egy eleme jelenti az egyes beszállítóktól való szállítás távolságait az első termelőüzemnek km dimenzióban (a transzponált vektort adtuk meg): $L_{ip}^{BS^T} = [40 \ 50 \ 70 \ 75 \ 80 \ 100 \ 125]$; a κ_{i0} beszállítóktól függő alapköltséget az 1. alkatrész 1 évi adott mennyiségű beszállításánál, különböző évi beszállítási számoknál egy mátrixba lehet megadni. Jelen esetben a mátrix minden elemét 1-re vettük fel.

6. A vizsgálati eredmények és értékelésük

A 2. ábrán az évi összköltség van ábrázolva a különböző évenkénti beszállításoknál, különböző alkatrészeknél az optimális beszállító esetén $K_{gpi}^{BV} + K_{gpi}^{BS} + K_{gp}^{AR} = K_{gpi}^B(n)$. A diagramon feltüntetett értékekhez társul egy k_0 szorzó, amely a már bemutatottak alapján relatívvá teszi a kapott értékeinket, vagyis a napi áringadozásoktól függetlenné.

2. ábra Összköltségváltozás különböző évi beszállítások esetén

Az összköltségek összege közötti különbségek az egyes alkatrészek vonatkozásában az összes évi beszállítási számot, illetve beszállítót figyelembe véve a következők: az 1. alkatrésznél a legnagyobb és a legkisebb összköltség eltérése: 105584 k_0 , a 2. alkatrésznél: 90878,1 k_0 , a 3. alkatrésznél 145604,8 k_0 , míg a 4. alkatrésznél 62010 k_0 . A 2. ábrát elemezve megállapítható, hogy ha az optimális beszállítót válasszuk, akkor $n=2, 3, 12, 48$ évi beszállításoknál az összköltség alig változik.

A 3. ábrán a különböző beszállítási esetekre ismertetjük a négy alkatrész vonatkozásában az optimális beszállítót $i_0 = i_0(n)$. Az ábra a legkisebb összköltséget adó beszállítókat ábrázolja az évi beszállítások számának függvényében. Egyértelműen adódik, hogy az 1. és a 2. alkatrésznél $n=1, 2$ és 3 évi beszállításnál $i=5$ beszállító, illetve $n=12, 48$ évi beszállításnál a 2. beszállító adja a legjobb megoldást. A 3. alkatrész esetén $n=1, 2, 3, 12$ évi beszállításnál $i=1$ beszállító, illetve $n=48$ évi

beszállításnál a 6. beszállító az optimális. A 4. alkatrész vonatkozásában $n=1, 2, 3$ beszállítási számnál az 5., míg $n=12, 48$ esetén a 7. beszállítóval célszerű szállítani.

3. ábra Optimális beszállítóválasztás az évi beszállítási szám változásának függvényében az egyes alkatrészek vonatkozásában

A táblázatban alkatrészenként láthatjuk az optimális beszállítót, a beszállítási számot valamint a költséget. Az összköltség a négy alkatrész vonatkozásában $523402,2k_0$.

1. táblázat

Alkatrész (g)	Optimális beszállító (i)	Optimális beszállítási szám (n)	Optimális költség ($K_{gpi}^B * k_0$)
1.	5.	3	160336
2.	2.	48	124470,9
3.	1.	12	92550,3
4.	5.	3	146045

A különböző beszállítási számok esetén összesítettük az egyes alkatrészeket melyik beszállítóval érdemes szállítani.

2. táblázat

Beszállítási szám	Alkatrész → Optimális beszállító
1	1,2,4 → 5; 3 → 1
2	1,2,4 → 5; 3 → 1
3	1,2,4 → 5; 3 → 1
12	1,2 → 2; 3 → 1; 4 → 7
48	1,2 → 2; 3 → 6; 4 → 7

Megvizsgálva az alkatrészenként kapott optimális megoldásokat, illetve az ezek alapján megtett összevonások eredményeit (pl.: $n=1$ esetén az 1, 2, 4 alkatrészt egyszerre szállítottuk az 5 beszállítóval), megállapíthatjuk, hogy a költségfüggvényünk mindössze 0,008-1,382%-al csökken. Ezekből megállapítható, hogy a szállítási költség nem olyan domináns, mint a vásárlási és a tárolási költség a megadott példánk esetén. Bár az összköltségünk a fent bemutatottak alapján lényegesen nem csökken, viszont más szempontokat figyelembe véve (csak két beszállítóval kell tartani a kapcsolatot, esetleges árendamények a három alkatrész miatt, rögzített, állandó évi beszállítási szám minden alkatrésze, stb.) érdemes évi 3-szor szállítatnunk az 5 beszállítóval a megadott három alkatrészt, illetve a 3. alkatrészt az 1. beszállítóval.

7. Összefoglalás

A dolgozat egy termelőüzem és négy alkatrész esetén bemutat egy olyan optimum érzékenységi vizsgálati módszert, amely képes sokféle paraméter hatását elemezni; illetve vizsgálni az egyes

alkatrészek vonatkozásában a beszállítóra illetve az évi beszállítások számára kapott optimumra ezek milyen befolyást gyakorolnak.

8. Köszönetnyilvánítás

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

9. Irodalomjegyzék

- [1] Cselényi J., Bányainé Tóth Á.: **Közbenső raktárral rendelkező „percre kész” beszállítási rendszer optimalizálása.** GÉP 1997/6. pp.31-34.
- [2] Cselényi, J., Tóth, T.: **Mathematical model for optimisation of a product assembly system integrated by logistics and operating in a network like way.** WESIC 2001. Workshop on European Scientific and Industrial Collaboration. University of Twente. Published by Drubbel Institute for Mechatronics. Proc. pp.: 81-92.
- [3] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Analysis of purchasing logistics system of electronic products assembly networks,** 3rd International Conference on AED 2003, 1-4 June 2003 Prague, Czech Republic, ISBN 80-86059-35-9
- [4] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Logistical tasks of purchasing system of assembly networks,** Annals of DAAAM for 2003 & Proceedings of the 14th International DAAAM Symposium, 22-25 October 2003, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2003, ISSN 1726-9679, ISBN 3-901509-34-8
- [5] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Algorithm of optimisation of selection of purchasers of assembly systems operating in networks and supply schedules,** Miskolczer Gespräche 2003, 24-25. September 2003., Miskolc, pp. 29-34
- [6] M. Nagy, Á. Bányai, J. Cselényi: **Sensibility analysis of optimization of purchasing logistic system as a function of yearly transport number,** Modelling and Optimisation of Logistic Systems – Theory and Practice, Edited by T. Bányai and J. Cselényi, University of Miskolc, Miskolc, 2004, (A kiadvány megjelenés alatt.)

Nagyné Gyöker Mónika doktorandusz

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

Tel: 06 46-565111/1752 Fax: 06 46-563399 E-mail: altmoni@gold.uni-miskolc.hu