XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ EGY ELOSZTÓ- RAKTÁRRAL RENDELKEZŐ LOGISZTIKÁVAL INTEGRÁLT ÖSSZESZERELŐ RENDSZER VÁLTOZATAINAK ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA

Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József

Abstract: The events that led up to this scientific work that the detailed in the former publications analysis of assignment algorithms of assembly plants to the final product requirements of the end users in a cooperative assembly system we take direct deliveries into account by the determination of the objective function as a simplified cost function. Leaning on the before-described model the work details that the solution of distribution tasks by the application of a distribution warehouse generates a cost variation for direct deliveries. Authors review the description and heuristic algorithm of the model of one distribution warehouse in the next chapter. Finally testing and sensitivity analysis of the assignment algorithms is completed by a simple example.

1. Bevezetés

A korábban felvázolt modellben a teljes költségfüggvény a következőképp nézett ki [1]:

$$K = K_V + K_{SZ} + K_T + K_M + K_{AM} + K_\Psi + K_R + K_D \rightarrow \min. \quad (1)$$

ami az alkatrész vásárlási költség (K_V), szállítási költség (K_{SZ}), tárolási költség (K_T), a szerelési költség (K_M), a szerelősorok átállítási költség (K_{AM}), a sorok állásából származó veszteségi költség (K_Ψ), a késztermék raktározási költség (K_R), és az elosztási költség (K_D) összegeként adódik.

Közvetlen kiszállításkor az (1) teljes költségfüggvényt leegyszerűsítettük és csak az elosztási- és a szerelési költségeket vettük figyelembe az évi késztermék igények üzemek közötti optimális elosztásnak kielégítése során [2]:

$$K_K^k = K_M^k + K_D^k \rightarrow \min. \quad (2)$$

ahol K_M^k a szerelési költség, K_D^k pedig az elosztási költség.

A feladat során adott a Q mátrix, amely megadja az μ -edik felhasználó által a k -edik késztermékből megrendelt mennyiséget az r -edik ütemben. Keressük az Y mátrixot, amely vagy azt mutatja meg, hogy a k -edik terméket a μ -edik felhasználó melyik szerelőüzemből kapja az r -edik ütemben (a eset),

tehát $y_{r\mu\lambda}^k$ csak 0 vagy 1 értéket vehet fel a következő feltétellel: $\sum_{\lambda=1}^n y_{r\mu\lambda}^k = 1$, vagy azt hogy a k -edik készterméket a μ -edik felhasználó milyen arányban kapja a λ -edik szerelőüzemből az r -edik ütemben

(b eset) az alábbi feltételekkel: $0 \leq y_{r\mu\lambda}^k \leq 1$ és $\sum_{\lambda=1}^n y_{r\mu\lambda}^k = 1$. (3)

A számításba vett egyszerűsített költségfüggvények alapján a (2) célfüggvény minden ütemre a következő formában írható fel [3]:

$$K_K^k = \sum_{\lambda=1}^n \sum_{\mu=1}^w Q_{k\mu} y_{r\mu\lambda}^k (k_{k\lambda}^{SZ} s_{\mu\lambda} + k_{k\lambda}^M) \rightarrow \min. \quad (4)$$

ahol k_k^{SZ} a fajlagos szállítási költség, $s_{\mu\lambda}$ a szállítási úthossz és $k_{k\lambda}^M$ a fajlagos szerelési költsége a k -edik terméknek a λ -edik üzemben.

Első lépésben megvizsgáljuk, hogy az egy elosztóraktáras modellnél az egyszerűsített költségfüggvény (vásárlási és szállítási költség) hogyan módosul a közvetlen beszállításhoz képest.

2. Egy elosztóraktáras modell

1. ábra: Egy elosztóraktáras modell

Elosztóraktár (közvetett szállítás) esetén a következőképpen alakulnak a költségek:

$$K = K_{VE} + K_{RE} + K_{DE} \rightarrow \min. \quad (5)$$

ahol K_{VE} a vásárlási költség, K_{RE} a raktározási költség és K_{DE} az elosztási költség.

A hozzárendelés célfüggvénye a k -adik terméknel közvetett beszállítás esetén:

$$K_E^k = K_{VE}^k + K_{DE}^k \rightarrow \min. \quad (6)$$

A raktározási költséget azért nem kell figyelembe venni, mert az ER azt beépíti a vásárlási költségébe. Az elosztóraktárnál az (6) költségfüggvény a következőképpen alakul (vagyis formailag hasonló összefüggés adódik, mint közvetlen beszállítás esetén):

$$K_E^k = K_{VE}^k + K_{DE}^k = \sum_{\mu=1}^w Q_{k\mu} y_{\mu E}^k (k_k^{SZ} s_{\mu E} + k_{Ek}^V) \quad (7)$$

Fajlagos vásárlási költség:

$$k_{Ek}^V = \delta_k \{Q^k\} \alpha_k \{t_{RE} - t_{RF}\} \bar{k}_{Mk}. \quad (8)$$

a szerelőüzemek maximális szerelőkapacitással súlyozott értéke $\bar{k}_{Mk} = \sum_{\lambda=1}^n \frac{C_{\lambda}^k}{C_0^k} k_{k\lambda}^M$, ahol $C_0^k = \sum_{\lambda=1}^n C_{\lambda}^k$.

A $\delta\{Q^k\}$ függvény:

2. ábra: fajlagos vásárlási költség

t_{RF}^k a k -adik terméknel a rendelési idő: $t_{RF}^k = t_0 \Delta^k$, azaz az elosztóraktárba való rendelésbeérkezést követően az igényt ekkor kell kielégíteni, t_{RE}^k az elosztóraktárnál a k -adik termék megrendelési ideje. $\Delta_r^k = [\Delta_{r1}^k \dots \Delta_{r\mu}^k \dots \Delta_{rw}^k]$ a k -adik termékből, az r -edik ütemre a μ -edik felhasználó által megrendelt mennyiség rendelési ideje az igénymegjelenés időpontját megelőző ütemekben

mérve, t_0 pedig az ütemidő (egy hét). Ha $t_{RF}^k \geq t_{RE}^k$, akkor $\alpha_k=1$, nincs késve rendelési felár, ha $t_{RF}^k < t_{RE}^k$, akkor α_k értékét az ábrán látható módon határozzuk meg.

3. ábra: Az α_k érték meghatározása

3. Érzékenységi vizsgálat

Az alapadatok a következők: $\lambda=3$, $\mu=6$, $k=8$. A további alapadatokat célszerű úgy felvenni, hogy:

- legyenek olyan termékek ill. megrendelések, amelyeket egyetlen egy λ üzem sem tud kielégíteni (kb.: 30-40%);
- legyenek olyan esetek, amikor olyan szerelőüzem jön be, amelynél a költségek nagyobbak, mint ER-ből való szállításnál (kb.: 30%).

$$Q_{l\mu}^k = 2 \begin{bmatrix} 0.5 & 2.5 & 0 & 0 & 1.5 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 0.5 & 0 & 0 \\ 1.5 & 0 & 0 & 1 & 2.5 & 0 \\ 2 & 1.5 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 0.5 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{edb} \\ \text{1. ütem} \end{bmatrix}, C_{l\lambda}^k = 4 \begin{bmatrix} 1.5 & 1 & 0.5 \\ 0 & 2 & 2 \\ 0.5 & 0.5 & 1.5 \\ 1 & 1.5 & 0 \\ 1.5 & 0 & 2.5 \\ 0.5 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1.5 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{edb} \\ \text{1. ütem} \end{bmatrix}$$

Az S útmátrix értékei 20 és 250 km között változhatnak, átlaguk 100 km körül legyen. A fajlagos szerelési és szállítási költségek viszonya: $\delta = k_0^M / k_0^{SZ} = 0.2, \dots, 2$ értékeket veheti fel. Az S_E útmátrix értékei 8 km és 100 km között változhatnak, átlaguk 40 km körüli, mert a vevői igény kielégítése érdekében közelebb található a felhasználókhhoz, mint a szerelőüzemek.

$$S = 100 \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 & 1.5 \\ 2.5 & 0.6 & 1.2 \\ 1.8 & 2 & 1 \\ 0.6 & 0.5 & 1.5 \\ 2 & 1 & 2.5 \\ 2.2 & 1.2 & 0.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{km} \end{bmatrix}, K^{SZ} = k_0 \delta \begin{bmatrix} 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.9 \\ 1 \\ 1 \\ 1.1 \\ 1.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Ft / db} \\ \text{100km} \end{bmatrix}, K^M = k_0 \begin{bmatrix} 0.7 & 0.525 & 0.875 \\ 1 & 0.75 & 1.25 \\ 1.2 & 0.9 & 1.5 \\ 0.8 & 0.6 & 1 \\ 1.3 & 0.975 & 1.625 \\ 0.9 & 0.675 & 1.125 \\ 1.4 & 1.05 & 1.75 \\ 1.1 & 0.825 & 1.375 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Ft / db} \end{bmatrix}$$

Olyan adatstruktúrát adtunk meg, amely egyaránt alkalmas érzékenységi vizsgálatra, ill. a különböző optimalizálható módszerek összehasonlítására is. Az adatmodell felhasználható a fajlagos költségek érzékenységi vizsgálatára. Vizsgálódás során a Q , az C és az S mátrixok állandóak. Állandónak tételezzük fel továbbá a k_0 értéket és a δ értékeket változtatjuk 0,2 és 2 között. A szállítási arányossági paraméter független a szállítójárművektől, azaz a szállítójárművet adottnak vesszük.

$$\Delta_{l\mu}^k = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 3 & 4 \\ 0 & 5 & 2 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 3 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{ütem} \end{bmatrix}, t_{RF l\mu}^k = \begin{bmatrix} 7 & 14 & 0 & 0 & 21 & 28 \\ 0 & 35 & 14 & 7 & 14 & 0 \\ 7 & 0 & 7 & 14 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 7 & 14 & 0 \\ 14 & 7 & 21 & 0 & 21 & 0 \\ 0 & 0 & 14 & 0 & 0 & 7 \\ 0 & 35 & 0 & 0 & 7 & 14 \\ 7 & 0 & 21 & 0 & 28 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{nap} \end{bmatrix}, t_{RE}^k = \begin{bmatrix} 6 \\ 13 \\ 5 \\ 10 \\ 12 \\ 7 \\ 8 \\ 15 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{nap} \end{bmatrix}, S_E = 100 \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0.3 \\ 0.9 \\ 0.5 \\ 0.2 \\ 0.7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{km} \end{bmatrix},$$

A paraméterek segítségével lehet egyszerűen változtatni a célfüggvényben szereplő fajlagos költségek és rendelések értékeit, és így a későbbiek során paraméter érzékenység-vizsgálatot végezni. Az Y háromdimenziós mátrix, úgy írjuk át a tömörebb ábrázolás érdekében, hogy a síkban az y_{jk} mátrix szerepel, és a λ értéke kisebb számokkal a lapmélységet kifejezve oldalt kissé eltolva jelenik meg. Az Y mátrix aÜ, bÜ, ER, aV és bV indexe az egyes módszerekre utal. $\delta=1$ értékre különböző esetekben megoldva a példát az Y eredménymátrixokat és a hozzájuk kapcsolódó táblázatokat, diagramokat valamint következtetéseket már korábban közzétettük. Ez a dolgozat a $\delta=0,2$ és $\delta=2$ értékre vizsgálja meg a kapott eredményeket. Az $y=0,1$ [a eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=0,2$ esetében a ugyanazt az eredményt kapjuk Y mátrixra, mint $\delta=1$ értéknél! Tehát a szerelési költség minden hozzárendelés során az ötödére csökken! Ugyanez a helyzet, akkor is ha a $0 \leq y \leq 1$ [b eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal (Magyar módszerrel) oldjuk meg a példát, Y mátrix minden eleme megegyezik a $\delta=1$ értékre vonatkozó eredménnyel. Tisztán ER-ből megoldva a példát Y mátrixban – éppúgy, mint $\delta=1$ -nél – csak E betű szerepel, azaz minden egyes felhasználói igényt az elosztóraktárból elégítünk ki. (Itt csak az a eset lehetséges!) $y=0,1$ [a eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=0,2$ -re az Y mátrix néhány eleme eltér a $\delta=1$ értékre kapott eredménytől! A 26 felhasználói igény esetében 21 alkalommal (80,77%) az ER-ből történő hozzárendelés lesz a legmegfelelőbb, míg a másik 5 esetben a három szerelőüzem osztozik meg (0, 3, 2 arányban). Ezek az arányok már kevésbé felelnek meg a kívánatosnak. Jól leszűrhető, hogy ha a fajlagos szerelési költséget ötödére csökkentjük, akkor a hozzárendelő algoritmusok során a szállítási költségek dominálnak, azaz mivel az ER közelebb helyezkedik el a felhasználókhoz, így az ER-ből történő hozzárendelés gyakorisága megnő! $y=0-1$ [b eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát Y mátrix szintén különbözik a $\delta=1$ -nél kapott eredményektől, ill. egy eleme tér el ugyanezen módszer a esetétől! Táblázatba (1. és 2. táblázat) foglalva a futási eredményeket megállapítható, hogy az $y=0-1$ vegyes módszer a legjobb, ami több mint 57 %-kal jobb ($49119k_0/114995k_0=0,4271$), mint a leggyengébb $y=0,1$ csak üzem algoritmus. Már $y=0-1$ csak üzem algoritmus is 15,25 %-kal jobb ($97455k_0/114995k_0=0,8475$) eredményt szolgáltat a legrosszabb megoldásnál. A táblázat is kiválóan tükrözi, hogy a csak ER-ből algoritmus alig 10 százalékkal ($53661k_0/49119k_0=1,0925$) közelíti rosszabbul az optimális megoldást, hasonlóan az $y=0,1$ vegyes módszerhez, ami csak 3,3%-kal ad rosszabb eredményt.

1. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termék	0,1 üzem algoritmus			0-1 üzem algoritmus			ER algoritmus		
	szállít	szerel	össz	szállít	szerel	össz	szállít	vásárol	össz
1.	9660	1505	11165	7320	1470	8790	2160	1543	3703
2.	12740	3200	15940	11480	3200	14680	5600	3088	8688
3.	10480	2460	12940	6800	2340	9140	2320	2244	4564
4.	6030	1360	7390	6030	1360	7390	2070	1426	3496
5.	23000	4485	27485	20400	4485	24885	4300	4410	8710
6.	10800	1800	12600	10800	1800	12600	7800	1584	9384
7.	3740	2030	5770	3740	2030	5770	3850	2190	6040
8.	19560	2145	21705	12000	2200	14200	6960	2116	9076
Össz.	96010	18985	114995	78570	18885	97455	35060	18601	53661

2. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termé	0,1 vegyes algoritmus					0-1 vegyes algoritmus				
	vásárl.	szerel.	ktlen.	ktett.	össz.	vásárl.	szerel.	ktlen.	ktett.	össz.
1.	1221	350	240	1320	3131	1221	350	240	1320	3131
2.	2080	900	2100	3500	8580	2080	900	2100	3500	8580
3.	1901	180	400	1920	4401	1901	180	400	1920	4401
4.	1083	240	900	1170	3393	1083	240	900	1170	3393
5.	4410	0	0	4300	8710	4410	0	0	4300	8710
6.	1584	0	0	7800	9384	1008	900	800	5000	7708
7.	1070	1400	880	770	4120	1070	1400	880	770	4120
8.	2116	0	0	6960	9076	2116	0	0	6960	9076
Össz.	15465	3070	4520	27740	50795	14889	3970	5320	24940	49119

4. ábra: Az egyes módszerek eredményei termékenként $\delta=0,2$ esetén

Az $y=0,1$ [a eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=2$ esetében már nem ugyanazt az eredményt kapjuk Y mátrixra, mint $\delta=1$ -nél, ugyanis a két esetben eltérés mutatkozik (3 elem esetében nem is lehet tisztán 0,1 hozzárendeléssel megoldani a példát).

Tisztán ER-ből megoldva a példát Y mátrixban – ahogy már korábban is – szintén csak E betű szerepel, azaz minden egyes felhasználói igényt elosztóraktárból elégítünk ki. (Csak a eset lehetséges!)

$0 \leq y \leq 1$ [b eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal (Magyar módszerrel) megoldva a példát Y mátrixban 1 esetben (7. termék, 6. vevő) ugyancsak eltérés mutatkozik $\delta=2$ -re.

$y=0,1$ [a eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=2$ -re az Y mátrix 5 eleme tér el a $\delta=1$ értékre kapott eredménytől!

A 26 felhasználói igény esetében 14 alkalommal az ER-ből történő hozzárendelés lesz a legmegfelelőbb, míg a másik 12 esetben a három szerelőüzem osztozik meg (4, 7, 1 arányban). Ezek az arányok még mindig megfelelnek az általunk elvártaknak.

$y=0-1$ [b eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát Y mátrixra a jobb oldali eredményt kapjuk $\delta=2$ -re. (Itt 2 elem tér el a $\delta=1$ -nél kapott eredményektől, ill. 3 elem különbözik ugyanezen módszer a esetétől!)

Táblázatba (3. és 4. táblázat) foglalva a futási eredményeket megállapítható, hogy az $y=0-1$ vegyes módszer a legjobb, ami közel 27 %-kal jobb ($208599k_0/285660k_0=0,7302$), mint a leggyengébb $y=0,1$ csak üzem algoritmus. Már $y=0-1$ csak üzem algoritmus is 6,5 %-kal jobb ($267120k_0/285660k_0=0,9351$) eredményt szolgáltat a legrosszabb megoldásnál. A táblázat is kiválóan tükrözi, hogy a csak ER-ből algoritmus is közel 6 százalékkal ($221044k_0/208599k_0=1,0597$) közelíti rosszabbul az optimális megoldást, hasonlóan az $y=0,1$ vegyes módszerhez, ami csak 0,2 %-kal ad rosszabb eredményt.

Megfigyelhető, ha a fajlagos szerelési költséget duplájára növeljük, akkor a hozzárendelő algoritmusok során már inkább a szerelési költségek dominálnak, azaz a szerelőüzemekből történő hozzárendelés sokkal jobban közelíti az optimumot (21,9 %-kal), mint korábban ($208599k_0/267120k_0=0,7809$). Valószínűleg a szerelési költség további növelése esetén az ER-ből történő hozzárendelés gyakorisága lecsökken.

3. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termék	0,1 üzem algoritmus			0-1 üzem algoritmus			ER algoritmus		
	szállít	szerel	össz	szállít	szerel	össz	szállít	vásárol	össz
1.	9660	15050	24710	7320	14700	22020	2160	15430	17590
2.	12740	32000	44740	11480	32000	43480	5600	30880	36480
3.	10880	24000	34880	6800	23400	30200	2320	22440	24760
4.	6030	13600	19630	6030	13600	19630	2070	14260	16330
5.	23000	44850	67850	20400	44850	65250	4300	44088	48388
6.	10800	18000	28800	10800	18000	28800	7800	15840	23640
7.	3740	20300	24040	4840	18900	23740	3850	21896	25746
8.	19560	21450	41010	12000	22000	34000	6960	21150	28110
Össz.	96410	189250	285660	79670	187450	267120	35060	185984	221044

4. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termé	0,1 vegyes algoritmus					0-1 vegyes algoritmus				
	vásárl.	szere.	ktlen.	ktett.	össz.	vásárl.	szere.	ktlen.	ktett.	össz.
1.	10466	3500	1560	1260	16786	10466	3500	1560	1260	16786
2.	16000	12000	2940	3080	34020	16000	12000	2940	3080	34020
3.	12672	6000	3680	480	22832	12672	6600	2800	480	22552
4.	10832	2400	900	1170	15302	10832	2400	900	1170	15302
5.	24847	16900	2800	2100	46647	24847	16900	2800	2100	46647
6.	15840	0	0	7800	23640	15840	0	0	7800	23640
7.	11200	6300	2860	3080	23440	8400	8400	4180	2310	23290
8.	14762	4400	480	6720	26362	14762	4400	480	6720	26362
Össz.	116619	51500	15220	25690	209029	113819	54200	15660	24920	208599

5. ábra: $\delta=2$ esetén az egyes módszerek eredményei termékenként, ill. különböző δ értékek esetén

A 5/b. ábrában tüntettük fel különböző δ értékek (0.2; 1; 2) esetén a kapott összköltségeredményeket minden egyes algoritmusnál. A 5/b. ábra is jól tükrözi, δ értékének növekedésével az egyes módszerek által adott összköltség eredmények is nőnek, de nem lineárisan. Ugyanakkor, ha a $\delta=0,2$ -ről $\delta=2$ -re, vagyis 10-szeresére nő, az összköltség átlagosan 2,5-szörösére növekszik meg. Ha a δ értéket ötödére csökkentjük, akkor tulajdonképp a szállítási költségek alapján kerültek kiosztásra a felhasználók késztermék igényei.

3. Összefoglalás

A dolgozat bebizonyítja, hogy a hálózatszerű szerelőrendszereknél az egyes felhasználók által igényelt termékek az egyszerűsített költségfüggvények alapján a szerelőüzemekhez történő optimális hozzárendelésére kidolgozott heurisztikus módszer és az elosztóraktárral bővített modellnél használható módszer igen eltérő eredményt ad. Ha változtatjuk a szerelési és a szállítási fajlagos alapköltségek arányát - feltételezve, hogy a fajlagos szállítási költséget állandó értéken tartjuk - akkor a fajlagos szerelési alapköltség növelésével az összköltség is növekszik, de 10-szeres szerelési költségnövekedés csak kb. 2,5-szeres összköltség növekedést eredményez.

Jelen tudományos dolgozatban ismertetésre került az egy elosztóraktáras modell, illetve vázoltva lett annak leírása és algoritmusai, amelyek alapján elkészítésre, tesztelésre és érzékenységi vizsgálatra kerültek a bemutatott optimalizálási eljárások.

4. Irodalomjegyzék

- [1] OLÁH B., BÁNYAI T., CSELÉNYI J.: **Logistical tasks of co-operative assembly plants.** 3rd International Conference on Advanced Engineering Design, Prague, 2003. 110. old.
- [2] OLÁH, B., BÁNYAI, T., CSELÉNYI, J.: **Optimal assignment of assembly plants to the final product requirements of the end users in a cooperative assembly system.** 15th International DAAAM Symposium, Vienna, 2004. 321-322. old.
- [3] OLÁH, B., BÁNYAI, T., CSELÉNYI, J.: **Sensitivity analysis of optimums concerning to assembly plants and comparison of algorithms for assignment of plants to the product requirements of the users.** microCAD, Miskolc, 2005. 107-113. old.

Oláh Béla főiskolai adjunktus

Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, H-5400 Mezőtúr, Petőfi tér 1.

tel: 06/56 551-015, fax: 06/56 551-017, e-mail: olahb@mfk.hu