

Autóipari klaszter működésének alapelvei

Operating Principles of an Automotive Cluster

MÉSZÁROS Ferenc, Dr. CSELÉNYI József

Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Kar

Abstract

The paper introduces the structure and tasks of Carpathian Incarrier Network and describes the services given for the supplier members (mainly small and medium sized enterprises) and the buyer members (mainly automotive manufacturers, first and second tier suppliers) of the cluster. The possible variations for assigning the suppliers-buyers, and mathematical methods of assigning are considered in the paper.

Összefoglaló

Az dolgozat áttekinti a Kárpátok Beszállítói Klaszter felépítését, feladatait, illetve a klaszter beszállító tagjainak (főleg kis és középvállalatok) és a felhasználóknak (főleg járműgyártók, illetve azok elsődleges és másodlagos beszállítói) nyújtott szolgáltatásokat. Ismertetjük a beszállítóknak a felhasználókhöz való hozzárendelésének lehetséges változatait, valamint az optimális hozzárendelés lehetséges matematikai módszereit.

Kulcsszavak: logisztika, klaszterek, ellátási lánc, autóipar, KKV-k

1. Bevezetés

Napjainkban az egyik legmeghatározóbb gazdaságfejlesztési irányzat a klaszterorientált fejlesztés, melynek célja az egy adott iparágon belül – értéklánc mentén – szerveződő vállalkozások, az állami és a magánszféra kutatóintézetei és oktatási intézményei, különböző gazdaságfejlesztési szervezetek, és az egyéb szolgáltatásokat (pl. logisztika) nyújtó cégek közötti együttműködés elmélyítése, erősítése. A klaszter tagjait az alábbi tényezők közül egy vagy több köti össze általában:

- beszállítói kapcsolatok;
- közös technológiák;
- közös vásárlók és disztribúciós csatornák;
- közös munkaerőpiac.

A klaszterek alkalmazásának tipikus területe az autóipar, ahol az alkatrészek és a részegységek sokféleségéből adódóan nagy a térben elkülönülő beszállítók száma, és a járműgyártók termelékenységének fenntartása érdekében különösen nagy jelentősége van a szállítási határidők betartásának, így kiemelt jelentősége van a logisztikának. Jelen dolgozat a Miskolci Egyetemen működő Tudásintenzív Mechatronikai és Logisztikai Rendszerek Regionális Egyetemi Tudásközpont keretei között zajló, a Kárpátok Beszállítói Klaszter logisztikai rendszerének kialakítására irányuló kutatások kezdeti eredményeit kívánja bemutatni.

2. Az autóipari klaszter feladatai

A beszállítói klaszter alapvető feladatainak elsődlegesen logisztikai szempontú csoportosítása a következő:

- alkatrész, részegység beszállítóknak (döntően KKV-knak) a felhasználókhöz (döntően a járműgyártók elsődleges, illetve másodlagos beszállítóihoz) való hozzárendelése;
- logisztikai és bizonyos nem logisztikai szolgáltatók és a szolgáltatást igénybe vevő vállalatok egymáshoz való hozzárendelése, és a nyújtott szolgáltatások ütemezése;
- logisztikai és bizonyos nem logisztikai szolgáltatások nyújtása a klasztertagoknak, amelyek lehetnek:

- elsődlegesen logisztikai szolgáltatások (pl. raktározás, üzemek közötti szállítás, csomagolás stb.);
 - elsődlegesen nem logisztikai, de jelentős anyag- és információáramlással járó szolgáltatások (pl. karbantartás, hulladékkezelés, -szállítás, -raktározás);
- bizonyos klasztermenedzsment feladatok, ahol szintén fontos szerepet kell kapnia a logisztikának (pl. logisztikai képzések szervezése, K+F programok indítása, logisztikai benchmarking projektek szervezése, folyamatos beszállító fejlesztés).

A feladatok felsorolása természetesen nem teljes körű, hiszen a klaszter tagjai számára számos egyéb – döntően üzleti jellegű – szolgáltatás nyújtása is indokolt és célszerű, mint a pénzügyi szolgáltatások, üzleti tanácsadás, vagy a munkaerőkölcsönzés. A klasztermenedzsment előzőekben felsorolt feladatai sem természetesen csak logisztikára terjednek ki, hanem számos egyéb területet is érintenek, ezen túlmenően vannak olyan jellegű klasztermenedzsment feladatok is, amelyek nem kötődnek a logisztikához (pl.: közös marketing kialakítása).

A beszállítók és felhasználók egymáshoz rendelése

A beszállítói klaszterek logisztikai szempontból legfontosabb feladata a beszállítók és a felhasználók optimális egymáshoz rendelése. A hozzárendelésnek több változata lehetséges, amelyeknél a figyelembe vendő feltételek és a döntési változók eltérőek. A klaszter működése során a hozzárendelés elvi változatai a következők lehetnek:

- (A) adottnak tekintjük azokat a beszállítókat, amelyek a klaszter tagjaiként előállítanak bizonyos alkatrészeket, részegységeket és hozzájuk rendeljük azokat a felhasználókat, amelyek igényt tartanak az adott beszállítók termékeire;
- (B) a különböző felhasználók eltérő igényekkel jelennek meg a klaszterben, és hozzájuk keressük azokat a beszállítókat, amelyek ki tudják elégíteni az egyes felhasználók igényeit;
- (C) adottnak tekintjük mind a felhasználói igényeket, mind a beszállítói oldalon rendelkezésre álló kapacitáskorlátokat és ezen feltételek mellett keressük az optimális felhasználó-beszállító hozzárendelést.

Az optimális hozzárendelés kialakítása az alábbi szempontok figyelembevételével történhet:

- egy adott beszállító minél kisebb ráfordítással tudja a felhasználó(k) igényét kielégíteni;
- a beszállító a megkívánt minőséget biztosítani tudja;
- a beszállító minél nagyobb megbízhatósággal tudja a megrendelést teljesíteni;
- minél rövidebb legyen a rendelés átfutási ideje;
- a beszállító a kívánt ütemű beszállítást tudja teljesíteni;
- minél nagyobb megbízhatósággal tudja a követelményeket teljesíteni;
- egy adott beszállító minél több alkatrészcsoportot, részegységet tudjon egy-egy felhasználónak beszállítani;
- a beszállítók közül a legnagyobb kooperációkészséggel rendelkezők kiválasztása;
- klaszteren kívüli beszállító csak akkor választható, ha a klasztertag beszállítók közül az adott feltételek mellett egyik sem képes ellátni az felhasználó(ka)t.

3.1 Beszállítási változatok

A klasztertag felhasználók illetve beszállítók között az alábbi beszállítási változatok alakíthatók ki:

Közvetlen beszállítás (1. ábra):

Az igényelt alkatrészek, részegységek szállítása a beszállítótól közvetlenül a felhasználó telephelyére történik, ott a felhasználó saját raktáraiba betárolja, vagy felhasználása azonnal elkezdődik.

Közvetett beszállítás (2. ábra):

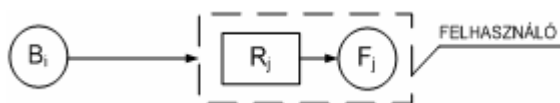
A beszállítók a legyártott mennyisége először valamely logisztikai szolgáltató vagy felhasználó(k) által üzemeltetett gyűjtőraktárba szállítja, majd innen kerülnek a felhasználó(k)hoz.

Felhasználónál telepített beszállítói raktár (3. ábra):

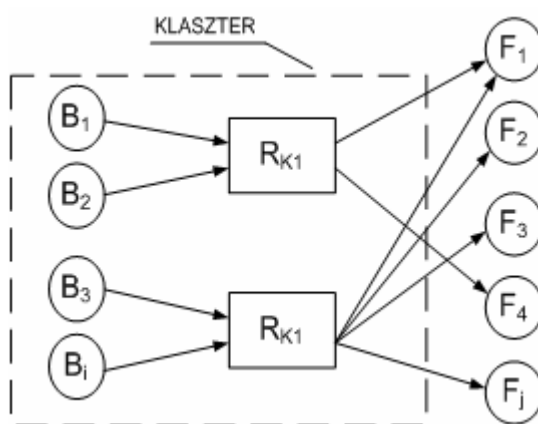
A felhasználó és a beszállító között létrejött egyedi megállapodás alapján (pl. konszignációs raktározási szerződés) a beszállító a felhasználó által rendelkezésre bocsátott területen készleteket helyez el, amely készleteket a felhasználó a termelés ütemében fokozatosan felhasznál.



1. ábra
Közvetlen beszállítás



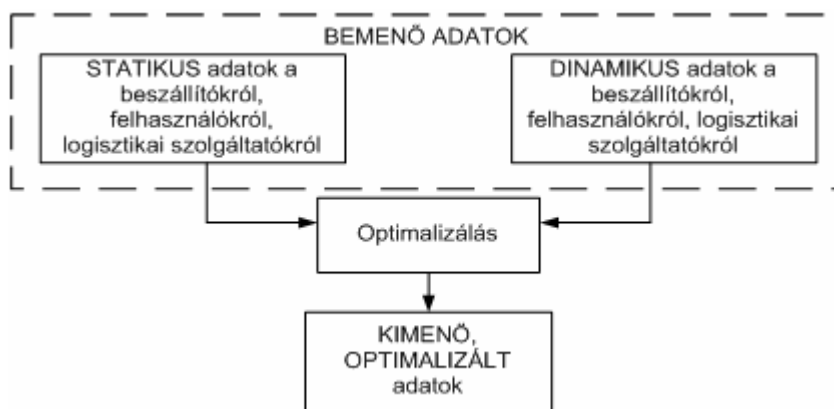
3. ábra
Felhasználónál telepített beszállítói raktár



2. ábra
Közvetett beszállítás

3.2 Az optimális hozzárendelés kialakításához szükséges adatbank és elemei

A beszállítók-felhasználók-logisztikai szolgáltatók optimális egymáshoz rendeléséhez szükséges adatmodell felépítését a 4. ábra mutatja.



4. ábra
A hozzárendelés adatmodellje

Az adatbank **beszállítókra** vonatkozó statikus illetve dinamikus adatai a következők:

- beszállítónkénti évi teljes gyártókapacitás;
- pillanatnyilag lekötött gyártókapacitás;
- adott beszállító által évente beszállítani képes mennyiség minimális és maximális értéke;
- éves beszállítások gyakoriságának minimális és maximális értéke;
- beszállításonkénti alkatrészmennyiség minimális és maximális értéke;
- a beszállításonkénti maximális és minimális mennyiségű szállításokból évente vállalt darabszám;
- adott feltételek melletti (pl. mennyiség, rendelési időpont) beszállítási rendelési átfutási ideje;
- alkatrészenkénti egységár a beszállított mennyiség és rendelési időpont függvényében
- egyes beszállított alkatrészek, részegységek minőségi paraméterei;
- a beszállító megbízhatósági jellemzője;
- a beszállító telephelye(in)ek földrajzi elhelyezkedése.

Az adatbank **felhasználókra** vonatkozó statikus illetve dinamikus adatai a következők:

- a felhasználó által igényelt alkatrészcsoporthoz, részegységek;
- felhasználó által évente igényelt mennyiség minimális és maximális értéke;
- a felhasználó által igényelt beszállítások gyakorisága évente (minimum, maximum);
- a felhasználó által igényelt beszállításonkénti alkatrészmennyiség minimális és maximális értéke;
- az adott megrendelés elvárt átfutási ideje (minimum, maximum);
- felhasználó által felkínált alkatrészenkénti egységár a rendelt mennyiség a rendelési időpont és egyéb szállítási feltételek függvényében;
- egyes alkatrészeknek, részegységeknek a felhasználó által elvárt minőségi paraméterei;
- a szállítási folyamattal kapcsolatban támasztott követelmények;
- felhasználó földrajzi elhelyezkedése;
- a rendszeresen igényelt alkatrészcsoporthoz, részegységek fajtái.

Az adatbank **logisztikai szolgáltatókra** vonatkozó statikus illetve dinamikus adatai a következők:

- szolgáltató raktára(i) földrajzi elhelyezkedése;
- szolgáltató raktára(i) teljes és rendelkezésre álló szabad tárolási kapacitása alkatrészcsoporthoz;
- szolgáltatónál jelentkező fajlagos raktározási költség (tárolt mennyiség, tárolandó áru, tárolási mód függvényében);
- szolgáltató raktára(i) minőségi jellemzői;
- szolgáltató szállítójárműveinek típusai, azok minőségi jellemzői;
- szállítási kapacitás járműtípusonként alkatrészcsoporthoz;
- szolgáltató flottájának évi teljes és rendelkezésre álló szabad kapacitása;
- lehetséges jármű indítási pontok;
- szállítási kapacitás járműtípusonként az adott szolgáltatónál;
- fajlagos szállítási költség (szállítandó mennyiség, szállítási távolság, járműtípus, rendelési időpont, és egyéb feltételek függvényében)
- járműtípusok rakodóképessége az adott szolgáltatónál;

Az adatbank kialakításakor a klaszteren kívüli potenciális beszállítók és logisztikai szolgáltatók adatait is figyelembe kell venni.

3.3 A beszállító-felhasználó egymáshoz rendelésének matematikai modellje

Az optimalizálás során keresett mátrixok a következők:

- **beszállító-felhasználó hozzárendelést leíró mátrix a k-adik alkatrész, részegység esetében**
($X^k = [x_{ij}^k]$):

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} 1 \dots k \dots z \\ \leftarrow \hspace{1.5cm} \rightarrow \end{array} \\
 \begin{array}{c} 1 \dots j \dots m \\ \leftarrow \hspace{1.5cm} \rightarrow \end{array} \\
 X^k = \begin{array}{c} 1 \\ \vdots \\ i \\ \vdots \\ n \\ \hline n+1 \\ \vdots \\ n^* \end{array} \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \hline \\ \\ \\ \end{array} \right]
 \end{array}$$

Ahol

- $i = 1 \dots n$: a klasztertag beszállítók azonosítója;
- $i = (n + 1) \dots n^*$: a klaszteren kívüli potenciális beszállítók azonosítója;
- $j = 1 \dots m$: a klasztertag felhasználók azonosítója;
- $k = 1 \dots z$: a beszállított alkatrészek, részegységek azonosítója.

Ha $x_{ij}^k = 0$, akkor az adott az i -edik objektumból a j -edik objektumba a k -edik alkatrészből nem történik beszállítás.

Ha $0 < x_{ij}^k \leq 1$, akkor a hozzárendelés különböző i és j értékek melletti értelmezését a következő táblázat mutatja.

1. Táblázat

i-értéke:	Hozzárendelési változat értelmezése:
$1 \leq i \leq n$	A k -edik alkatrészből az i -edik klasztertag beszállító a j -edik felhasználónak beszállít
$(n + 1) \leq i \leq n^*$	A k -edik alkatrészből az i -edik klaszteren kívüli beszállító a j -edik felhasználónak beszállít

A hozzárendelés az alábbi feltételek mellett történik:

$$\sum_{i=1}^{n^*} x_{ij}^k = 1 \quad ; \tag{1}$$

$$q_i^{Ak} \leq \sum_{j=1}^m x_{ij}^k q_j^{Bk} \leq q_i^{Ck} \tag{2}$$

Ahol

- q_i^{Ak} : az i -edik beszállítónál a k -edik alkatrészből beszállítható mennyiség alsó határértéke [db];
- q_j^{Bk} : a j -edik felhasználónál a k -edik alkatrészből igényelt mennyiség [db];
- q_i^{Ck} : a i -edik beszállítónál rendelkezésre álló kapacitással a k -edik alkatrészből legyártható mennyiség [db].

- beszállítási változatot kijelölő mátrix az ε -adik alkatrész, részegység esetében ($Y^\varepsilon = [y_{ij}^\varepsilon]$):

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} \leftarrow 1 \dots \varepsilon \dots z \rightarrow \\ \leftarrow \hspace{10em} \rightarrow \end{array} \\
 Y^\varepsilon = \begin{array}{c} \begin{array}{c} 1 \dots j \dots m \mid (m+1) \dots m^* \\ \hline 1 \\ \vdots \\ i \\ \vdots \\ n \\ \hline n+1 \\ \vdots \\ n^* \end{array} \end{array} \left[\begin{array}{c|c} & \\ \hline & \\ \hline & \\ \hline & \\ \hline & \\ \hline & \\ \hline & \end{array} \right]
 \end{array}$$

Ahol

- $i = 1 \dots n$: a klasztertag beszállítók azonosítója;
- $i = (n + 1) \dots n^*$: a klaszteren kívüli potenciális beszállítók azonosítója;
- $j = 1 \dots m$: a klasztertag felhasználók azonosítója;
- $j = (m + 1) \dots m^*$: a logisztikai szolgáltatók, illetve felhasználók raktárainak azonosítója;
- $\varepsilon = 1 \dots z$: a beszállított alkatrészek, részegységek azonosítója.

Ha $y_{ij}^\varepsilon = 0$, akkor az adott az i -edik objektumból a j -edik objektumba az ε -adik alkatrészből nem történik beszállítás.

Ha, $y_{ij}^\varepsilon = 1$ akkor a beszállítási változatok különböző i és j értékek melletti értelmezését a következő táblázat mutatja.

2. Táblázat

i -értéke:	j -értéke:	Beszállítási változat értelmezése:
$1 \leq i \leq n$	$1 \leq j \leq m$	Az i -edik klasztertag beszállítótól a ε -adik alkatrész a j -edik felhasználóhoz közvetlenül kerül.
$1 \leq i \leq n$	$(m + 1) \leq j \leq m^*$	Az i -edik klasztertag beszállítótól a ε -adik alkatrész a j -edik raktárba kerül.
$(n + 1) \leq i \leq n^*$	$1 \leq j \leq m$	Az i -edik klaszteren kívüli beszállítótól a ε -adik alkatrész a j -edik felhasználóhoz közvetlenül kerül.
$(n + 1) \leq i \leq n^*$	$(m + 1) \leq j \leq m^*$	Az i -edik klaszteren kívüli beszállítótól a ε -adik alkatrész a j -edik raktárba kerül.

$(n+1) \leq i \leq n^*$	$1 \leq j \leq m$	Az i -edik klaszteren kívüli beszállítótól a j -edik felhasználóhoz a beszállítást a δ -adik logisztikai szolgáltató végzi.
$(n+1) \leq i \leq n^*$	$(m+1) \leq j \leq m^*$	Az i -edik klaszteren kívüli beszállítótól a j -edik raktárba a beszállítást a δ -adik logisztikai szolgáltató végzi.
$(n^*+1) \leq i \leq (n^* + \Delta m)$	$1 \leq j \leq m$	A i -edik raktárból a j -edik felhasználóhoz a beszállítást a δ -adik logisztikai szolgáltató végzi.

Az optimalizálás célfüggvényei a következők:

1. Célfüggvény a költségek minimalizálására:

$$K(X, Y, Z, T_{RA}, M_T, \eta, Q^B, \alpha, \beta, R, T_{R0}) = K_V(X, T_{RA}, M_T, \eta, Q^B, \alpha, \beta) + K_S(X, Y, Z, L, Q^B, \eta) + K_R(X, Z, R, T_{R0}) \rightarrow Min! \quad (3)$$

2. Célfüggvény a rendelési átfutási idő minimalizálására:

$$T_{RA} = T_{RA}(X, Y, L, Q^B, \eta) \rightarrow Min! \quad (4)$$

3. Célfüggvény a rendelési átfutási idő minimalizálására:

$$\alpha \rightarrow Max! \quad (5)$$

Az alábbi feltétel mellett:

$$M_T \geq M_E \quad (6)$$

Ahol

- K_V : A teljes vásárlási költség [pénzegység];
- K_S : A teljes szállítási költség [pénzegység];
- K_R : A teljes raktározási költség [pénzegység];
- Q_B : felhasználók által évente vásárolt alkatrészmennyiség $\left[\frac{db}{év} \right]$;
- T_{RA} : rendelési átfutási idő [nap];
- M_T : tényleges minőségi mérőszám az egyes alkatrészcsoportoknál;
- M_E : előírt minőségi mérőszám az egyes alkatrészcsoportnál;
- β : adott egy beszállítótól vásárolt alkatrészcsoportok fajtszáma felhasználónként [db];
- η : évi beszállítások száma az adott felhasználónál $\left[\frac{db}{év} \right]$;
- L : relációnkénti szállítási távolság [km];
- R : átlagos raktározott mennyiség [db];
- T_{R0} : átlagos raktározási idő [nap];
- α : A beszállítás megbízhatósági jellemzője;

3.4 Az optimalizálási feladat megoldási módszerei

A hozzárendelési feladat a többcélú programozási feladatok közé tartozik, így célravezető megoldások lehetnek a következő módszerek:

- egy-egy célfüggvény szerint optimalizálunk, a többi célfüggvényből feltételeket (korlátokat) képezünk;
- normalizált célfüggvényeket képezünk, és ezek súlyozott összegéből egyetlen célfüggvénnyel rendelkező optimalizálási feladatra vezetjük vissza a problémát;
- más Pareto-programozási módszert alkalmazunk;

A fenti megoldások mellett szűkíthető az optimalizálás az X , Y , és Z mátrixokra, vagy egyes elemekre bizonyos értékeket írunk elő.

4. Irodalom

- [1] Dr. Cselényi József, Dr. Illés Béla: Logisztikai Rendszerek I., Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2004.
- [2] Lengyel Imre, Grósz András: Lokális hálózati gazdaság: regionális és iparági klaszterek, MTA-RKK Nyugat-Magyarországi Kutatóintézet, Győr, 2003.
- [3] A Pannon Autóipari Klaszter bemutatása, www.panac.hu