

A GLOBÁLIS ELLÁTÁSI LÁNCOK OPTIMÁLIS KIALAKÍTÁSA

Mihalik Márk

BSc hallgató, Miskolci Egyetem Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: mihalikmark91@gmail.com

Kovács György

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: altkovac@uni-miskolc.hu

Absztrakt

A globalizációnak, a piaci versenynek és az egyre egyedibb termékeknek köszönhetően a termelő és a szolgáltató vállalatoknak fókuszálniuk kell a költség-hatékony és profitábilis működésre. A késztermékek piaci sikerét a teljes ellátási lánc megfelelő kialakítása jelentősen befolyásolja, ezért elengedhetetlen a globális ellátási láncok optimalása. A tanulmány célja a globális ellátási láncok optimalására kidolgozott módszer bemutatása, amely az ellátási lánc tagjainak (végösszeszerelő, beszállítók, szolgáltatók) optimális kombinációját határozza meg a költség- és időhatékony működés érdekében. Az egy- és többcélűfüggvényes optimalás során alkalmazott célfüggvények (teljes költség és/vagy teljes átfutási idő), valamint a tervezési feltételek (a termelési és szolgáltatási kapacitáskorlátok; a rugalmassági feltételek) kerülnek bemutatásra. A kidolgozott módszer alapján egy szoftver került kifejlesztésre, amelynek hatékony működése a cikkben egy esettanulmányon keresztül bemutatásra is kerül.

Kulcsszavak: globális ellátási láncok optimalása, szoftveralkalmazás, esettanulmány

Abstract

Globalization, increasing global competition and more complex products result that production and service companies have to focus on cost-effective and profitable operation. The key of success for final product is the adequate formation of the whole supply chain, therefore the optimization of the global supply chains is needed. The purpose of the study is the introduction of the elaborated method for the optimization of global supply chains, which means the optimal combination of the supply chain's members (final assembler, suppliers, service providers) to achieve cost-effective and time-effective operation. This study introduces the objective functions (total cost; total lead time) and design constraints (production and service capacities; flexibility of the chain members) applied during the single- and multiobjective optimization. Based on the method, software has been developed for the optimization of global supply chains. The operation of the software is introduced in the frame of a case study.

Keywords: optimization of global supply chains, software application, case study

1. Bevezetés

A globális verseny, a gyorsan változó piaci környezet és az egyre egyedibb vevői igények új technológiák, módszerek, valamint egyre nagyobb méretű globális ellátási láncok alkalmazását teszik szükségessé [1]. Új ellátási lánc koncepciók (Lean, Agilis, Hibrid) alakulnak ki a hagyományos ellátá-

si láncok mellett annak érdekében, hogy az ellátási láncok és azok tagjai megőrizzék vagy növeljék versenyképességüket [2].

A globális ellátási lánc az ellátási lánc tagjainak komplex hálózata, amely rendszeren belül többirányú anyag- és információáramlás valósul meg [3]. Az ellátási lánc tagjai a gyártó vállalatok (végösszeszerelő; beszállítók) és a szolgáltatók (pl. szállítványozók; fuvarozók; berraktározók; stb.) [4]. A globális ellátási lánc azon gyártási és szolgáltatási tevékenységek összessége, amelyek során különféle nyersanyagokból, erőforrásokból előállításra kerül a késztermék, amely ezt követően kiszállításra kerül a végfelhasználóhoz úgy, hogy az egyes lánctagok a vevői igények maximális kielégítése mellett maximalizálják profitjukat [5].

A gyártásban az erőforrások (nyersanyag, ember, gép, energia, stb.) korlátozottak, viszont az emberi populáció és a fogyasztás folyamatosan nő [6]. Ezen tények alapján megállapítható, hogy az erőforrások felhasználásának jelenlegi gyakorlata nem fenntartható [7]. Következésképpen a vállalatoknak egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni egyrészt a költségsökkentésre és a termelékenységük növelésére, másrészt ezzel egyidejűleg a környezetbarát és fenntartható gyártás biztosítására is [8]. Ezen célok megvalósításához elengedhetetlenül szükséges új termelési filozófiák, korszerű anyagok, egyre nagyobb mértékű megújuló erőforrások alkalmazása, valamint innovatív, környezetbarát technológiák és folyamatok bevezetése, továbbá a globális ellátási láncok optimalizálása [9]. Az ellátási láncok sikerének kulcsa a vevői igények megértése és azok minél magasabb színvonalon való kielégítése [10].

A tanulmány célja a globális ellátási láncok optimalizálására kidolgozott módszer bemutatása, amely az ellátási lánc tagjainak optimális kombinációját határozza meg a költség- és időhatékony működés érdekében. Az egy- és többcélű függvényes optimalizálás során alkalmazott célfüggvények (teljes költség és/vagy teljes átfutási idő), valamint a tervezési feltételek (a termelési és szolgáltatási kapacitáskorlátok; a rugalmassági feltételek) kerülnek bemutatásra. A kidolgozott módszer alapján egy szoftver került kifejlesztésre, amelynek hatékony működése egy esettanulmányon keresztül bemutatásra is kerül.

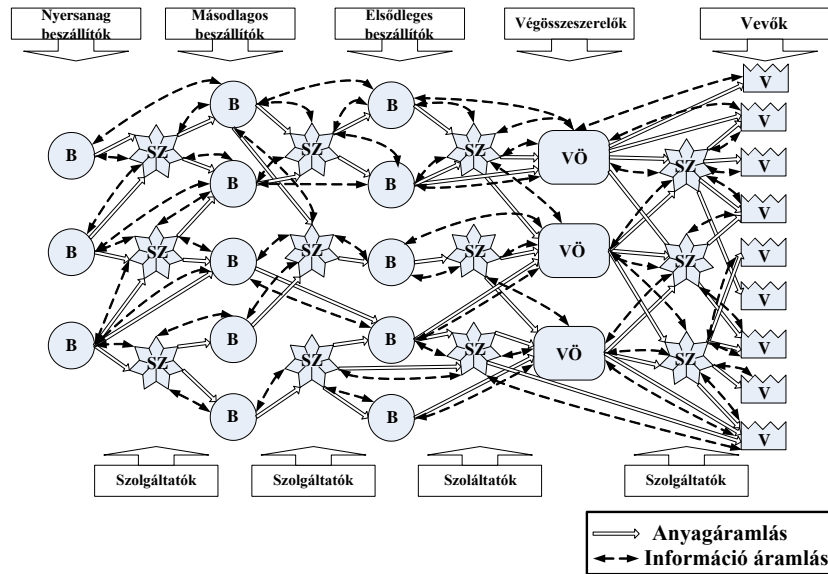
2. A globális ellátási láncok optimalizálása

A dolgozat célja egy optimáló módszer, valamint annak alapján egy szoftver kifejlesztése, amelynek segítségével lehetőség nyílik a globális ellátási lánc tagok (végösszeszerelő, beszállítók, szolgáltatók) optimális kombinációjának meghatározására, vagyis a minimális teljes költségű vagy/és a minimális teljes átfutási idejű késztermék előállítására alkalmas optimális ellátási lánc kialakítására [11].

A globális ellátási lánc tagjai (1. ábra):

1. a gyártó vállalatok (végösszeszerelő; elsődleges, másodlagos, stb. beszállítók) [12], és
2. a szolgáltatók (pl. szállítványozók; fuvarozók; berraktározók; IT szolgáltatók; K+F szolgáltatók; pénzügyi szolgáltatók; stb.) [13].

Ezen fejezetben az optimalizálás során alkalmazott teljes költség és teljes átfutási idő célfüggvények, valamint a tervezési feltételek (a termelési és szolgáltatási kapacitáskorlátok, továbbá a rugalmassági feltételek) kerülnek röviden bemutatásra.



1. ábra. A globális ellátási lánc tagjai.

2.1. Az alkalmazott célfüggvények

1. A teljes költség, mint célfüggvény

A teljes költség a végösszeszerelőnél és annak beszállítóinál felhasznált nyersanyagok, alapanyagok és alkatrészek költségéből (K_a), a gyártó vállalatoknál felmerülő gyártási költségekből (K_{gy}), a szolgáltatók költségeiből (K_{szol}), valamint az ellátási lánc tagjai közötti szállítási költségekből ($K_{száll}$) áll.

$$CF_1 = K_a + K_{gy} + K_{szol} + K_{száll} \quad (1)$$

Nyersanyagok, alapanyagok és alkatrészek költségei

A teljes anyagköltség (K_a) a beszállítóknál és a végösszeszerelőnél felmerülő anyagköltségek összege:

$$K_a = \sum_j ka_{ij} \cdot V_{ij} + \sum_k ka_{ik} \cdot V_{ik} \quad (2)$$

ahol: ka_{ij} - az i -edik termék gyártásához szükséges nyersanyagok és alkatrészek fajlagos anyagköltsége a j -edik beszállítóknál; ka_{ik} - az i -edik termék fajlagos alkatrészköltsége a k -edik végösszeszerelőnél; V_{ij} - az i -edik termék gyártásához szükséges nyersanyag és alkatrész gyártási volumene a j -edik beszállítóknál; V_{ik} - az i -edik termék gyártási volumene a k -edik végösszeszerelőnél.

Gyártási költség

A teljes gyártási költség (K_{gy}) a beszállítóknál és a végösszeszerelőnél felmerülő gyártási költségek összege:

$$K_{gy} = \sum_j k_{gyij} \cdot V_{ij} + \sum_k k_{gyik} \cdot V_{ik} \quad (3)$$

ahol: kgy_{ij} - az i -edik termék gyártásához szükséges nyersanyagok és alkatrészek fajlagos gyártási költsége a j -edik beszállítónál; kgy_{ik} - az i -edik termék fajlagos gyártási költsége a k -edik végösszeszerelőnél.

A szolgáltatók tevékenységének költsége

Az ellátási lánc szolgáltatói teljes tevékenységének költsége (K_{szol_i}) magában foglalja azon tevékenységek (pl. berraktározás, finanszírozási, K+F, stb.) költségeit, amelyek az i -edik termék előállításához kapcsolódnak:

$$K_{szol_i} = K_{szol_i}(n_{szol_i}, p_{szol_i}) \quad (4)$$

A szolgáltatók tevékenysége különböző jellegű, típusú lehet, illetve ezen költségek az ellátási láncban tevékenykedő szolgáltató vállalatok számától (n_{szol_i}), és ezen vállalatok tevékenységi körétől (p_{szol_i}) is függenek.

Szállítási költség

A teljes szállítási költség ($K_{száll_i}$) a teljes ellátási lánc szereplői – a beszállítók, a végösszeszerelő és a vevők – közötti áruszállítási költségek összege:

$$K_{száll_i} = \sum_j \sum_k k_{száll_{ijk}} \cdot Q_{ijk} \cdot L_{jk} + \sum_k \sum_l k_{száll_{ikl}} \cdot Q_{ikl} \cdot L_{kl} \quad (5)$$

ahol: $k_{sz_{ijk}}$ - az i -edik termék gyártásához szükséges nyersanyagoknak és alkatrészeknek a j -edik beszállítótól a k -edik végösszeszerelőhöz való szállításának fajlagos szállítási költsége; $k_{sz_{ikl}}$ - az i -edik terméknek a k -edik végösszeszerelőtől az l -edik vevőig való szállításának fajlagos szállítási költsége; Q_{ijk} - az anyagáramlás mennyisége a j -edik beszállító és a k -edik végösszeszerelő között; Q_{ikl} - az anyagáramlás mennyisége a k -edik végösszeszerelő és az l -edik vevő között; L_{jk} - a j -edik beszállító és a k -edik végösszeszerelő közötti távolság; L_{kl} - a k -edik végösszeszerelő és az l -edik vevő közötti távolság.

2. A teljes átfutási idő, mint célfüggvény

A teljes átfutási idő az ellátási lánc gyártó vállalatainál felmerülő gyártási idők (T_{gy_i}), valamint a szolgáltatók tevékenységeinek (T_{szol_i}) és az ellátási lánc tagjai közötti szállítási tevékenységek idejeinek ($T_{száll_i}$) összege.

$$CF_2 = T_{gy_i} + T_{szol_i} + T_{száll_i} \quad (6)$$

Gyártási idő

A teljes gyártási idő (T_{gy_i}) a beszállítóknál ($T_{gy_{ij}}$) és a végszerelőnél ($T_{gy_{ik}}$) felmerülő gyártási idők összege:

$$T_{gy_i} = \sum_j T_{gy_{ij}} + \sum_k T_{gy_{ik}} \quad (7)$$

A szolgáltatók tevékenységének ideje

Az ellátási lánc szolgáltatói teljes tevékenységének ideje (T_{szol_i}) magában foglalja azon szolgáltatási tevékenységek idejeit, amelyek az i -edik termék előállításához kapcsolódnak (az ellátási láncban tevékenykedő szolgáltató tagvállalatok számától (n_{szol_i}), és ezen vállalatok tevékenységi körétől (p_{szol_i}) függenek):

$$T_{szol_i} = T_{szol_i}(n_{szol_i}, p_{szol_i}) \quad (8)$$

Szállítási idő

A teljes szállítási idő ($t_{száll_i}$) a beszállítók és a végösszeszerelő közötti szállítási idők ($t_{száll_{ijk}}$), valamint a végösszeszerelő és a vevők közötti szállítási idők ($t_{száll_{ikl}}$) összege:

$$T_{száll_i} = \sum_j \sum_k T_{száll_{ijk}} + \sum_k \sum_l T_{száll_{ikl}} \quad (9)$$

2.2. Az alkalmazott tervezési feltételek

1. Gyártási és szolgáltatási kapacitáskorlátok

Amennyiben az adott késztermék gyártásához szükséges alapanyagok és alkatrészek gyártása a j -edik beszállítónál valósul meg, akkor a következő alsó és felső korlátokat adhatjuk meg a beszállító gyártási volumenének nagyságára, valamint a készterméket gyártó k -edik végszerelő gyártási volumenére vonatkozóan. Továbbá amennyiben az adott késztermék gyártásához szükséges szolgáltatás az m -edik szolgáltatónál valósul meg, akkor a szolgáltatási volumen nagyságára vonatkozóan is megadhatók korlátozások az alábbiak szerint:

$$V_j^{\min} \leq V_j \leq V_j^{\max} ; V_k^{\min} \leq V_k \leq V_k^{\max} ; V_m^{\min} \leq V_m \leq V_m^{\max} \quad (10)$$

2. Az ellátási lánc potenciális tagvállalatainak rugalmasságára vonatkozó feltételek

Az optimalálás során alkalmazott rugalmassági feltételek a következők:

1. a potenciális tagvállalatok gyártórendszerének rugalmassági foka,
2. a potenciális szállítványozó/fuvarozó tagvállalatok rugalmassága,
3. a potenciális tagvállalatok informatikai adottságaiból adódó rugalmasság, (11)
4. a potenciális tagvállalatok likviditási helyzete, valamint
5. a potenciális tagvállalatok szervezeti felépítéséből adódó rugalmassági képesség.

Ezen típusú feltételeket nehéz pontosan meghatározni, ezért a szoftver alkalmazásban ezen feltételeket – értékelésük alapján – számszerűen 1-5 intervallumban adjuk meg.

2.3. Az optimalási módszer

Az egycélfüggvényes optimalálás (a teljes költség vagy a teljes átfutási idő célfüggvény) során a szisztematikus keresés módszere lett alkalmazva. A többcélfüggvényes optimalálás (a teljes költség és a teljes átfutási idő célfüggvények) esetén a normált súlyozás módszere került alkalmazásra, ahol az egyes célfüggvények súlyozó tényezői azok fontosságát jelentik.

$$f(x) = \sum_{\alpha=1}^2 w_{\alpha} f_{\alpha}(x) / f_{\alpha}^0 \quad (12)$$

ahol: $f_{\alpha}(x)$ - a teljes költség és a teljes átfutási idő célfüggvények; w_{α} - a teljes költség és a teljes átfutási idő célfüggvények súlyozó tényezői; továbbá $w_{\alpha} \geq 0$ és $\sum_{\alpha=1}^2 w_{\alpha} = 1$, valamint feltételezzük, hogy az $f_{\alpha}^0 \neq 0$.

3. A kifejlesztett szoftver bemutatása – Esettanulmány a globális ellátási láncok optimalizálására

A globális ellátási láncok optimalizálására kidolgozott módszer alapján egy optimáló szoftver került kifejlesztésre C# nyelven.

3.1. Az optimalizációs feladat megfogalmazása

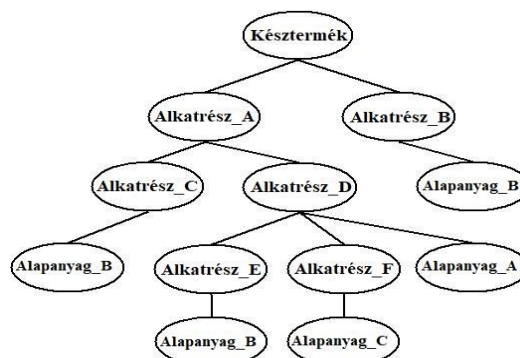
Adott egy késztermék, amelynek előállítására két lehetséges végösszeszerelő, valamint a hozzájuk kapcsolódó potenciális elsődleges, másodlagos, harmadlagos, továbbá a nyersanyag-beszállítók közül az optimális végösszeszerelőt és a hozzá kapcsolódó optimális ellátási lánc tagjait (vagyis az optimális elsődleges, másodlagos, harmadlagos beszállítókat és az optimális nyersanyag-beszállítókat) kell meghatározni (2. ábra).



2. ábra. A globális ellátási lánc lehetséges tagjai (a konkrét feladat esetén).

Cél egy olyan optimális globális ellátási lánc kialakítása, amelyben ki kell választani az optimális végösszeszerelőt és az optimális beszállítókat annak érdekében, hogy az ellátási lánc által előállított késztermékek gyártása a legköltséghatékonyabban (célfüggvény: a teljes költség) és/vagy a legkisebb átfutási idővel (célfüggvény: a teljes átfutási idő) valósuljon meg.

3.1.1. A globális ellátási lánc által előállított késztermék definiálása



3. ábra. A késztermék termékbeépülési fája.

A 3. ábra a két potenciális végösszeszerelő vállalat által gyártandó késztermék termékbeépülési fáját mutatja, amelyet elsőként kellett megadni a szoftverben.

3.1.2. A globális ellátási lánc potenciális tagvállalatainak megadása

Az esettanulmányban a készterméket, valamint valamennyi alkatrészt és nyersanyagot legalább két vállalat tud gyártani, illetve beszállítani. Az 1. táblázat az ellátási lánc potenciális tagvállalatainak nevét, azonosítóját, elhelyezkedését, továbbá az egyes tagvállalatoknál gyártott késztermék, alkatrész vagy nyersanyag gyártási költségét és idejét, valamint az egyes vállalatok maximális gyártási kapacitását tartalmazza. (Az esettanulmányban a szolgáltatók tevékenységeinek költségeivel és idejeivel nem számolunk.)

1. táblázat. A globális ellátási lánc potenciális tagvállalatainak azonosítója, elhelyezkedése és gyártási paraméterei

Késztermék / Alkatrész / Nyersanyag	Vállalat azonosítója	Város	Ország	Gyártási költség [Euro/db]	Gyártási idő [óra/db]	Gyártási kapacitás [db/nap]
Késztermék	C001	Miskolc	Magyarország	0,5	0,01	1200
	C002	Shanghai	Kína	0,3	0,0083333	1920
Alkatrész_A	C003	Bogotá	Kolumbia	0,09	0,0055556	2880
	C004	Warsaw	Lengyelország	0,11	0,0041667	2880
	C005	Ningbo	Kína	0,08	0,0045455	3520
Alkatrész_B	C006	Dallas	USA	0,04	0,000125	64000
	C007	Berlin	Németország	0,05	0,0002	80000
Alkatrész_C	C008	Shenyang	Kína	0,0045	0,0002222	72000
	C009	Sofia	Bulgária	0,0059	0,0002174	73600
Alkatrész_D	C010	Beijing	Kína	0,02	0,0027778	5760
	C011	London	Nagy-Britannia	0,05	0,0038462	2080
	C012	Salvador	Brazília	0,03	0,0033333	4800
	C013	Lanzou	Kína	0,035	0,0025	4800
Alkatrész_E	C014	Berlin	Németország	0,009	0,0002	40000
	C015	Budapest	Magyarország	0,005	0,0001667	72000
Alkatrész_F	C016	Montreal	Kanada	0,005	0,0027778	5600
	C017	Bucharest	Románia	0,007	0,0033333	4800
	C018	Tokyo	Japán	0,009	0,002	4000
Nyersanyag_A	C019	Tokyo	Japán	0,005	0,0025	4800
	C020	Boston	USA	0,003	0,0033333	4800
Nyersanyag_B	C021	Taipei	Tajvan	0,0011	0,0003125	51200
	C022	Brasília	Brazília	0,0015	0,0002857	56000
	C023	Boston	USA	0,003	0,00025	32000
	C024	Budapest	Magyarország	0,002	0,0002	40000
	C025	Shanghai	Kína	0,0014	0,00025	64000
Nyersanyag_C	C026	Luanda	Angola	0,001	0,002	12000
	C027	Congqing	Kína	0,0015	0,001	16000

A 2. táblázat az egyes tagvállalatok gyártórendszerei rugalmassági fokának, az informatikai adottságaiból adódó rugalmasságnak, a tagvállalatok likviditási helyzetének, valamint a szervezeti felépítésükből adódó rugalmassági képességnek az értékeit adja meg.

2. táblázat. A globális ellátási lánc potenciális tagvállalatainak rugalmassági adatai.

Vállalat azonosítója	Vállalat neve	Város	Gyártórendszer rugalmassága	Informatikai adottságból adódó rugalmasság	Likviditás	Szervezeti felépítésből adódó rugalmasság
C001	Zignetta	Miskolc	4	5	4	5
C002	Kebra	Shanghai	3	3	3	2
C003	FFT	Bogotá	3	4	4	3
C004	P Pen	Warsaw	4	4	4	4
C005	PBC	Ningbo	3	2	3	2
C006	Pcm	Dallas	4	4	4	4
C007	Cuphead	Berlin	4	3	4	3
C008	Chen C	Shenyang	3	3	2	3
C009	CC	Sofia	4	4	3	4
C010	CPC	Beijing	3	3	3	3
C011	HPZ	London	4	5	4	5
C012	EI P	Salvador	4	3	4	3
C013	PVP	Lanzou	3	3	3	3
C014	Pot P	Berlin	3	3	4	4
C015	ProPoli	Budapest	4	5	5	5
C016	PTG	Montreal	4	5	4	5
C017	Tippo	Bucharest	3	3	3	3
C018	Pinto	Tokyo	5	5	5	5
C019	DOC/SON	Tokyo	5	4	5	5
C020	Aqua	Boston	4	4	4	5
C021	Pix	Taipei	2	1	2	1
C022	PP	Brasília	3	3	3	3
C023	BooringP	Boston	5	5	5	5
C024	M&M	Budapest	5	5	5	5
C025	Poliex	Shanghai	3	2	3	2
C026	Alco	Luanda	3	2	2	2
C027	CAA	Congqing	4	4	4	4

A 3. táblázat a lehetséges ellátási lánc tagok kapcsolati mátrixát tartalmazza, amely megadja, hogy melyik vállalatnak kik lehetnek a beszállítói.

3. táblázat. A globális ellátási lánc potenciális tagvállalatainak kapcsolati mátrixa.

Kapcsolati mátrix																												
		Product A		Part A			Part B		Part C		Part D				Part E			Part F			Material A		Material B			Material C		
		C001	C002	C003	C004	C005	C006	C007	C008	C009	C010	C011	C012	C013	C014	C015	C016	C017	C018	C019	C020	C021	C022	C023	C024	C025	C026	C027
		Miskolc	Shanghai	Bogotá	Warsaw	Ningbo	Dallas	Berlin	Shenyang	Sofia	Beijing	London	Salvador	Lanzhou	Berlin	Budapest	Montreal	Bucharest	Tokyo	Tokyo	Boston	Taipei	Brasilia	Boston	Budapest	Shanghai	Luanda	Chongqing
Product_A	C001	Miskolc																										
	C002	Shanghai																										
Part_A	C003	Bogotá																										
	C004	Warsaw																										
	C005	Ningbo																										
Part_B	C006	Dallas																										
	C007	Berlin																										
Part_C	C008	Shenyang																										
	C009	Sofia																										
Part_D	C010	Beijing																										
	C011	London																										
	C012	Salvador																										
Part_E	C013	Lanzhou																										
	C014	Berlin																										
	C015	Budapest																										
Part_F	C016	Montreal																										
	C017	Bucharest																										
	C018	Tokyo																										
Material_A	C019	Tokyo																										
	C020	Boston																										
Material_B	C021	Taipei																										
	C022	Brasilia																										
	C023	Boston																										
	C024	Budapest																										
	C025	Shanghai																										
Material_C	C026	Luanda																										
	C027	Chongqing																										

A szoftverben szintén megadásra kerültek az egyes potenciális tagvállalatok közötti szállítási láncok adatai (4. ábra), amelyek részletesen tartalmazzák az egyes relációkban az egyes szállítási módokkal (közúti, vasúti, vízi és légi) megtett távolságokat, és azok tranzitidejeit is. (A szállítási idők tartalmazzák a rakodási időket, valamint a közúti szállításnál előírt kötelező pihenő- és állásidőket is.)

DOC/SON Chemical <--> PVP

	Time:		Distance:	
Road:	50 [h]		1628 [km]	
Rail:	0 [h]		0 [km]	
Air:	0 [h]		0 [km]	
Water:	162 [h]		2167 [km]	

4. ábra. Az egyes potenciális tagvállalatok közötti szállítási láncok adatainak megadása (példa).

A szállítási költségek számításához az egyes szállítási módok alábbi fajlagos szállítási költségei lettek megadva: közúti: 0,0000048 [Euro/db·km]; vasúti: 0,0000024 [Euro/db·km]; vízi: 0,0000012 [Euro/db·km]; légi: 0,0000096 [Euro/db·km].

3.2. A szoftver futási eredményei

A kifejlesztett szoftver egyaránt alkalmas egy- és többcélű függvényes optimalásra. A szoftverbe beépítésre kerültek a 2.1. fejezetben ismertetett teljes költség és teljes átfutási idő célfüggvények, valamint a 2.2. fejezetben bemutatott tervezési feltételek (a termelési és szolgáltatási kapacitáskorlátok, továbbá a rugalmassági feltételek).

A potenciális tagvállalatok rugalmassági feltételeinek minimális értékei az alábbiak:

1. a potenciális tagvállalatok gyártórendszerének rugalmassági foka: 4

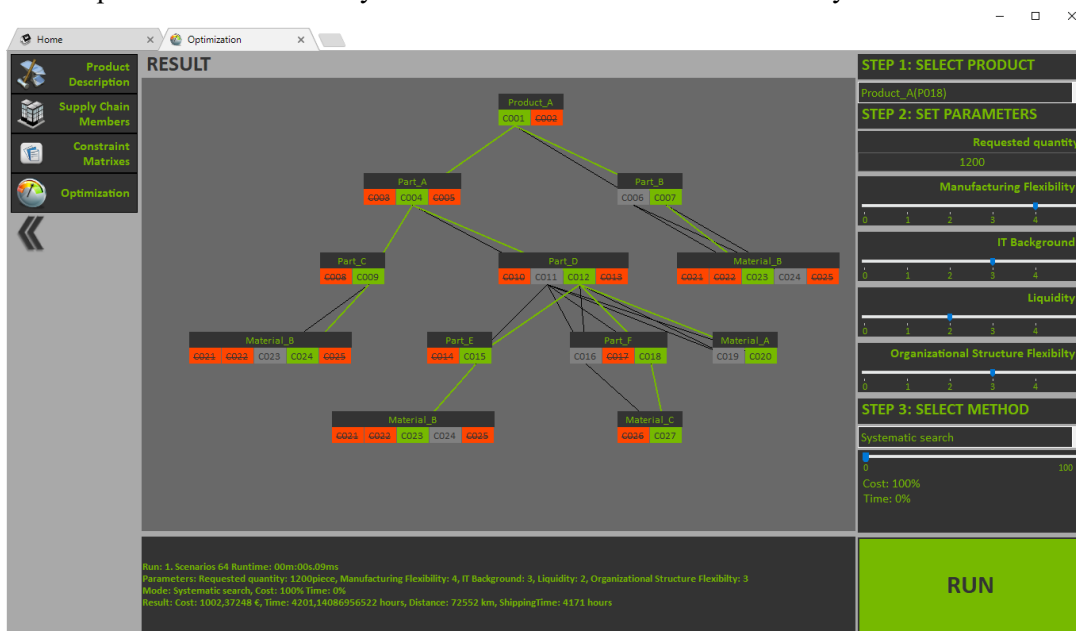
2. a potenciális szállítványozó/fuvarozó tagvállalatok rugalmassága: 4
3. a potenciális tagvállalatok informatikai adottságaiból adódó rugalmasság: 3
4. a potenciális tagvállalatok likviditási helyzete: 3
5. a potenciális tagvállalatok szervezeti felépítéséből adódó rugalmassági képesség: 3.

Az ellátási lánc által gyártandó késztermék mennyisége 1200 db/nap (gyártási kapacitáskorlát).

Az esettanulmányban a gyártási kapacitáskorlátnak (3) valamennyi potenciális tagvállalat megfelel, azonban a rugalmassági korlátozási feltételt (4) számos potenciális vállalat nem elégíti ki, ezért ezek nem lehetnek tagjai az optimális ellátási láncnak.

Az optimalálás során azon optimális globális ellátási láncot és annak optimális tagjait keressük, amelyek tevékenységének eredményeként előállított késztermékek gyártása a legköltséghatékonyabban [célfüggvény: a teljes költség (1)] és/vagy a legkisebb átfutási idővel [célfüggvény: a teljes átfutási idő (6)] valósul meg. Az optimalálás a szisztematikus keresés módszerével történt (12).

A kifejlesztett optimaláló szoftver természetesen alkalmas többcélfüggvényes optimalálás futtatására is, azonban – terjedelmi korlátok miatt – csak az egycélfüggvényes költség és az egycélfüggvényes átfutási idő optimalálásának eredményei kerülnek bemutatásra ezen tanulmányban.



5. ábra. A teljes költség célfüggvény alapján történt egycélfüggvényes optimalálás eredménye.

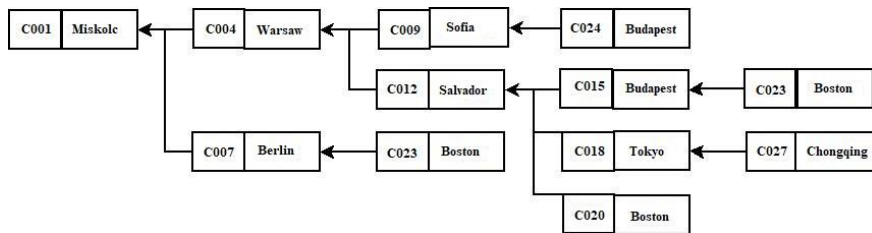
Az 5. ábra a költségminimumra történő optimalálás eredményének szoftverképernyőjét, míg a 7. ábra a minimális átfutási idejű optimális globális ellátási lánc szoftverképernyőjét mutatja.

A zöld színnel jelölt tagvállalatok alkotják az optimális ellátási láncot, mely tagok függőségi kapcsolata szintén zöld színű vonallal van jelezve.

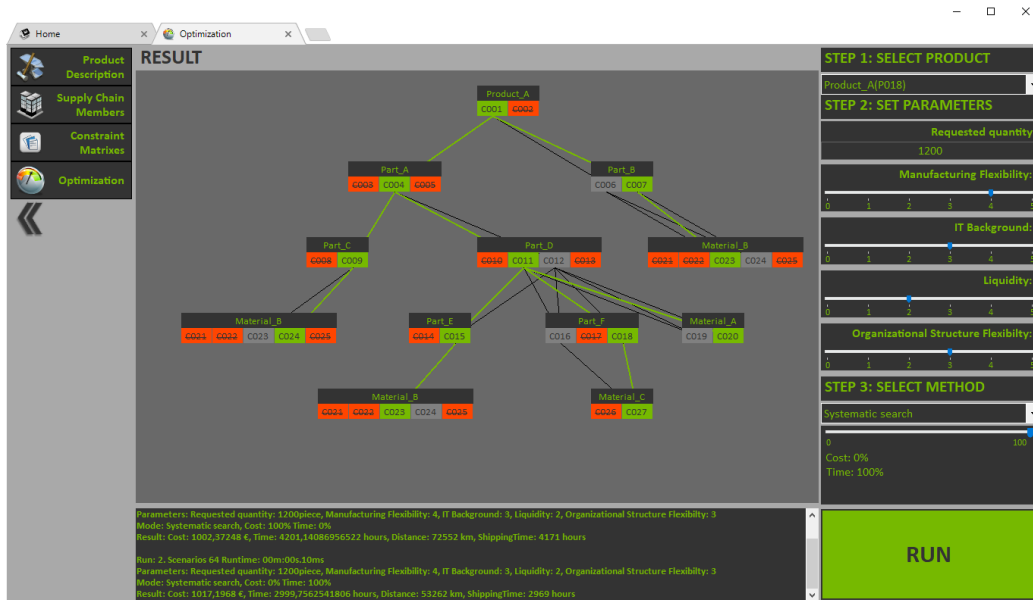
A szürke színnel jelölt tagvállalatok valamennyi tervezési feltételnek megfelelnek ugyan, azonban azért nem lehetnek az optimális ellátási lánc tagjai, mivel – a megadott célfüggvényekre tekintettel – a zöld színű tagvállalatok kedvezőbb kombinációt képeznek.

A narancssárga színnel jelölt és áthúzott potenciális tagvállalatok nem felelnek meg valamelyik tervezési feltételnek, ezáltal az optimális ellátási lánc tagjai sem lehetnek.

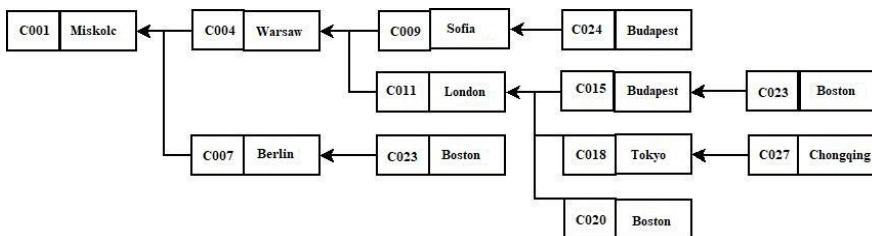
A 6. ábra a legkisebb költséggel előállítható késztermékek gyártására alkalmas optimális globális ellátási lánc tagjainak hálózatát mutatja.



6. ábra. A legkisebb költséggel előállítható késztermékek gyártására alkalmas globális optimális ellátási lánc hálózata



7. ábra. A teljes átfutási idő célfüggvény alapján történt egycélű optimálás eredménye.



8. ábra. A legkisebb átfutási idővel előállítható késztermékek gyártására alkalmas globális optimális ellátási lánc hálózata

A 8. ábra a legkisebb átfutási idővel előállítható késztermékek gyártására alkalmas optimális globális ellátási lánc tagjainak hálózatát mutatja.

A 4. táblázat az optimális globális ellátási láncok tervezésére kifejlesztett szoftver futási eredményeit mutatja mind a legkisebb költségű, mind pedig a legkisebb átfutási idejű globális ellátási lánc esetén. Ahogy az 5. és a 7. ábrán is látható, összesen 64 globális ellátási lánc kombináció lehetséges mindkét esetben, amelyek közül kerestük az optimális ellátási láncot.

1002,37 Euro a legkisebb költséggel előállítható 1200 db késztermék előállítására megalkotható optimális globális ellátási lánc tevékenységének a teljes költsége.

2999,756 óra a legkisebb átfutási idővel előállítható késztermékek gyártására megalkotható optimális globális ellátási lánc tevékenységének a teljes átfutási ideje.

Összegzésképpen megállapítható, hogy az adott esettanulmányban az egycélfüggvényes költség és az egycélfüggvényes átfutási idő alapján történt optimalás eredményei (4. táblázat) azt mutatják, hogy a két optimális globális ellátási lánc teljes költsége között jelentős különbség nincs. Ugyanakkor a két optimális globális ellátási lánc átfutási idejeire kapott eredmények jelentősen eltérnek, mivel az adott esettanulmányban jelentős, 29%-os átfutási idő megtakarítást is el lehet érni a teljes átfutási időre való optimalással.

4. táblázat. Az egycélfüggvényes (teljes költség vagy teljes átfutási idő) optimalások futási eredményei az esettanulmányban.

Célfüggvények súlya:	Lehetséges változatok száma [db]	Futási idő [sec]	Teljes költség [Euro]	Teljes átfutási idő [óra]
Költség:100%; Idő: 0%	64	0,45	1002,37	4201
Idő:100%; Költség: 0%	64	0,45	1017,2	2999,7

4. Összefoglalás

A növekvő globális piaci versenynek és a gyorsan változó vevői igényeknek köszönhetően egyre nagyobb hangsúlyt kap a globális ellátási láncok optimális kialakítása és működtetése, amely alapvetően az ellátási lánc által előállított késztermékek piaci sikerét jelenti.

A cikkben bemutatásra került a globális ellátási láncok optimális kialakítására – a szerzők által – kidolgozott egy- és többcélfüggvényes optimalási módszer, amely a globális ellátási lánc tagjainak optimális kombinációját határozza meg. A kidolgozott módszer segítségével a legkisebb teljes költségű vagy/és a legkisebb teljes átfutási idejű késztermékek állíthatók elő.

Az optimalás során alkalmazott célfüggvények 1.) a teljes költség és/vagy 2.) a teljes átfutási idő voltak, míg tervezési feltételként 1.) a termelési és szolgáltatási kapacitáskorlátok, valamint 2.) a rugalmassági feltételek lettek figyelembe véve.

A globális ellátási láncok optimalására kidolgozott módszer alapján egy új optimaláló szoftver is ki lett fejlesztve, amelynek működése egy esettanulmányon keresztül bemutatásra is került. A szoftver alkalmazásával megalkotható a legkisebb teljes költséggel és/vagy teljes átfutási idővel előállítható késztermékek gyártására leginkább alkalmas optimális globális ellátási lánc.

5. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Gunasekaran, A., Lai, K., Edwin Cheng, T. C.: Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy, *Omega* 2008, 36(4):549-564. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.12.002>
- [2] Esposito, E., Evangelista, P.: Investigating virtual enterprise models: literature review and empirical findings, *International Journal Production Economics* 2014, 148:145-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.003>
- [3] Stevens, G. C.: Integrating the Supply Chain, *International Journal of Physical Distribution & Materials Management* 1989, 19(8):3-8.
- [4] Cselényi, J., Illés, B. (szerk.): *Logisztikai rendszerek I.*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2004.
- [5] Chopra, S., Meindl, P.: *Supply chain management*, Pearson, London, 2013., ISBN-13: 9780132743952
- [6] Chan, A. T. L., Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L.: The effects of strategic and manufacturing flexibilities and supply chain agility on firm performance in the fashion industry. *European Journal of Operational Research* 2011, 259:86-99. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.11.006>
- [7] Kostal, P., Kiss, I., Kerak, P.: The intelligent fixture at flexible manufacturing, *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering* 2011, 9(1):197-200.
- [8] Telek, P.: Process-based planning of material handling in manufacturing systems, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2018, 448:012018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/448/1/012018>
- [9] Ahi, P., Searcy, C.: A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management, *Journal of Cleaner Production* 2013, 52:329-341. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.018>
- [10] Andic, E., Yurt, O., Baltacıoglu, T.: Green supply chains: Efforts and potential applications for the Turkish market, *Resources, Conservation and Recycling* 2012, 58:50-68. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.10.008>
- [11] Wang, Y.: *Leadtime, inventory, and service level in assemble-to-order systems. In supply chain structures: coordination, information and optimization*, Kluwer Publishers, Norwell, 2001.
- [12] Vonderembse, M. A.: Designing supply chains: Towards theory development, *International Journal of Production Economics* 2006, 100:223-238. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.11.014>
- [13] Straka, M.: The position of distribution logistics in the logistic system of an enterprise, *Acta logistica* 2017, 4(2):23-26. <https://doi.org/10.22306/al.v4i2.5>