

MISKOLCI EGYETEM



GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

**VIZSGÁLATI MÓDSZER ELMÉLETI MEGALAPOZÁSA ÉS
KIDOLGOZÁSA A KÉSZTERMÉK RAKTÁROZÁSI TEVÉKENYSÉG
KISZERVEZÉSÉRE**

Ph.D. értekezés

Készítette:

Tamás Péter

okleveles műszaki menedzser

Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola
Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerület
Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

DOKTORI ISKOLA VEZETŐ

Dr. Tóth Tibor

egyetemi tanár

TÉMATERÜLET VEZETŐ

Dr. Illés Béla

egyetemi tanár

TÉMAVEZETŐ

Dr. Kovács György

egyetemi docens

(†Dr. Cselényi József)

TÁRSTÉMAVEZETŐ

Dr. Illés Béla

egyetemi tanár

Miskolc, 2012

NYILATKOZAT

Alulírott **Tamás Péter** kijelentem, hogy ezt a doktori értekezést magam készítettem és abban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem. A dolgozat bírálatai és a védésről készült jegyzőkönyv a későbbiekben, a Miskolci Egyetem Dékáni Hivatalában lesz elérhető.

Miskolc, 2012.05.07.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az értekezés a Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén készült a Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola képzésének keretein belül. Először is szeretnék köszönetet mondani **Dr. Kovács György** és **Dr. Illés Béla** tudományos vezetőimnek, hogy szakmai iránymutatásukkal segítették munkám elkészültét.

Külön köszönettel tartozom **Dr. Szakály Dezső**, **Dr. Kovács László**, **Dr. Házy Attila** és **Tollár Sándor** kollégáimnak a disszertáció elkészítése kapcsán a szakterületükhöz kapcsolódó építő jellegű javaslataikért. Köszönöm az Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék kollektívájának a szakmai és erkölcsi támogatást. Köszönettel tartozom továbbá feleségemnek, szüleimnek és nővéremnek, hogy biztattak és mellettem álltak munkám elkészítésében. Tudományos munkám **Dr. Cselényi József** irányításával kezdtem, akivel végzett közös kutatási tevékenység jelentősen megváltoztatta szemléletem, gondolkodásmódom. Ezt az értekezést emlékének szeretném ajánlani.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Tématerület vizsgálatának gazdasági- és tudományos aktualitása	1
2. A témakör hazai és nemzetközi áttekintése	2
2.1. Történeti áttekintés	2
2.2. Fogalmi áttekintés	3
2.3. Logisztikai outsourcing lehetséges céljai	4
2.4. Kiszervezhető logisztikai tevékenységek ismertetése	4
2.5. Logisztikai outsourcing előnyei, kockázatai	6
2.6. Logisztikai tevékenységek kiszervezésének folyamata	7
3. A kutatási tevékenység áttekintése	10
3.1. Kutatási tevékenység előzményei	10
3.2. Kutatási tevékenység célkitűzései	11
4. Vizsgálni kívánt rendszerváltozatok lehatárolása	12
5. Vizsgálati lehetőségek ismertetése	15
6. Késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatát támogató elektronikus piactér koncepciója	19
6.1. Elektronikus piactér létrehozásának lehetséges formái, működési potenciálja	19
6.2. Kiszervezést támogató elektronikus piactér felépítése	23
6.3. Kiszervezést támogató elektronikus piactér működési mechanizmusai	28
7. Késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatának költségmodellje	39
7.1. Szakértők által előállítandó költségfüggvények	41
7.2. Logisztikai szolgáltatók által előállítandó költségfüggvények	54
8. Kiszervezési vizsgálat adatmodellje, feltételei, célfüggvénye	57
8.1. Kiszervezési vizsgálat adatmodellje	57
8.2. Kiszervezési vizsgálat feltételei, célfüggvénye	78
9. Szimulációs program működési elvének ismertetése	91
9.1. Raktári információk előállítása	92
9.2. Kiszervezési döntés meghozatala	95
9.3. Paraméterek változtatásai hatásainak vizsgálata	97
9.4. Megvalósított szimulációs modell bemutatása	98
10. Eredmények hasznosítása, továbbfejlesztési lehetőségek	99
11. Az értekezés tézisei	100
12. Jelölésrendszer	101
13. Irodalomjegyzék	105
A. FÜGGELÉK	114

1. TÉMATERÜLET VIZSGÁLATÁNAK GAZDASÁGI- ÉS TUDOMÁNYOS AKTUALITÁSA

A termelő vállalatok késztermék raktározási tevékenységének ellátási módja nagy hatással van versenyképességükre, mivel egyrészt a nyújtott szolgáltatás színvonala jelentős mértékben befolyásolja vevőik elégedettségét, másrészt a raktáraik elhelyezkedésétől a raktározási és szállítási költségeik is függnék. Ezen tevékenységek esetén a kiszervezési vizsgálat a termelő vállalatok elosztási rendszere hatékonyságnövelésének egyik legfontosabb eszköze, mivel:

- a fajlagos raktározási költségek csökkenhetnek azáltal, hogy a logisztikai szolgáltatók általában több vevő részére látnak el raktározási feladatot,
- a fajlagos szállítási költségek csökkenhetnek a jól megválasztott tárolási pozíciókból eredően,
- a szolgáltatás színvonala növekedhet (pl. kitárolási pontosság, stb.), mivel a logisztikai szolgáltatók számára ez főtevékenység, melynek folyamatos javításában érdekeltek a raktározási piacon kialakult versenyhelyzet miatt.

A készáru raktározási tevékenységek kiszervezése témakörben szerzett gyakorlati tapasztalataim [P1, P11] alapján, valamint a fontosabb – a témakört áttekintő – szakirodalmak megismerésével [13, 15, 20, 42, 53, 59, 69, 70] arra a megállapításra jutottam, hogy a témakörben eddig nem került kidolgozásra olyan egységes vizsgálati rendszer, mely adatmodellek, döntési/optimalizálási módszerek felhasználásával gyors és hatékony megoldást biztosítana. Ezen vizsgálati rendszer hiánya a jelenlegi gyakorlatban hosszú vizsgálati időket, fontos vizsgálati lehetőségek figyelmen kívül hagyását, nem megfelelő alternatíva kiválasztását eredményezheti, mely a termelő vállalatok hosszú távú versenyképességét jelentős mértékben befolyásolja.

A KPMG Tanácsadó Kft. 2009-es, logisztikai outsourcing vonatkozásában végzett felmérésében [70] megállapításra került, hogy a kiszervezés vonatkozásában korábban már megkötött szerződések 18%-a kerül csak meghosszabbításra, a többi esetben újabb tenderkiírás vagy esetleges visszaszervezés valósul majd meg. Ez alapján – véleményem szerint – egy olyan rendszer kialakítására mutatkozik jelentős igény, mely a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatára, valamint a már kiszervezett tevékenységek felülvizsgálatára is alkalmas.

2. A TÉMAKÖR HAZAI ÉS NEMZETKÖZI ÁTTEKINTÉSE

2.1. Történeti áttekintés

A logisztikai tevékenységek kiszervezése (outsourcing) az 1950-es évektől kezdett elterjedni, elsősorban szállítási és raktározási tevékenységek vonatkozásában, eseti jelleggel. Az ezt megelőző időszakban a vállalatok logisztikai tevékenységeiket saját maguk végezték, kivéve természetesen az olyan tevékenységeket, melyek saját hatáskörben való elvégzése rendkívül gazdaságtalan lett volna (pl. hajózás, stb.) [70]. Az 1970-es évektől nagy hangsúlyt kapott a költségcsökkentés és a versenyképesség fokozása, ezért hosszabb távú együttműködések alakultak ki a logisztikai szolgáltatók és a megbízók között, elsősorban a raktározás területén (létrejöttek raktározással foglalkozó logisztikai szolgáltatók, melyek a mennyiségek konszolidálásával gazdaságosabb működést értek el). Az 1980-as évektől bővült a logisztikai szolgáltatók által nyújtott szolgáltatások köre (pl. csomagolás, készletgazdálkodás, stb.), valamint a társadalmi-gazdasági feltételek rendelkezésre állása lehetővé tette a hosszabb távú stratégiai együttműködések [20, 69]. A 1990-es évektől a hatékonyság-növelés és a költségcsökkentés tekintetében további nyomás nehezedett a vállalatokra. A cégek olyan logisztikai vállalatok számára is kiszervezték tevékenységeiket, melyek a konkurenseik számára is nyújtottak logisztikai szolgáltatásokat. Az ezredfordulót követően a nagy multinacionális vállalatok megkövetelték, hogy ne csak beszállítóik, hanem logisztikai szolgáltatóik is globálisan működjenek, ennek következtében előtérbe került a logisztikai szolgáltató vállalatok felvásárlása, összeolvadása is (pl. a Waberer's csoportba integrálódott a Hungarocamion, a Révész Eurotrans, a DeltaSped, a RoyalSped, valamint a BILK is megvásárlásra került). Ennek következménye, hogy egyre nagyobb volumenű logisztikai szolgáltatások kiszervezése is megtörténik. Ezen tendenciák Magyarországon és Európában is közel azonos időszakban voltak jelen [70].

Elmondható, hogy a logisztikai tevékenységek kiszervezése azért gyorsult fel napjainkban, mert van ami szükségessé, és van ami lehetővé teszi. Szükségessé teszi a versenyhelyzet, a költségcsökkentés és lehetővé teszi az infokommunikációs technológiák fejlődése (internet terjedése, távközlési költségek csökkenése, informatikai alkalmazások fejlődése). A múltban a közlekedés fejlődése tette lehetővé a kiszervezést, manapság ezt az infokommunikációs technológiák indikálják [7].

2. 2. Fogalmi áttekintés

Outsourcing alatt egy általánosan elfogadott definíció szerint azt a folyamatot értjük, amikor egy hagyományosan a vállalat által végzett tevékenységet a cég kiszervez, kihelyez és azt a jövőben más, az adott tevékenységre szakosodott vállalat látja el [51, 67, 69]. Az Everest USA cég definíciója szerint az outsourcing egy folyamat szerződés útján történő kiadása egy harmadik félnek, amelyben azonban az eredményt a megrendelő ellenőrzi [43]. Új vállalkozás, vállalat létesítése esetén az alapvető profilhoz nem illeszkedő tevékenységek, technológiák megvalósításának tudatos elhagyása is outsourcing-nak nevezhető [3]. Az outsourcing egy modern menedzsment stratégia, mely során a fő tevékenységhez közvetlenül nem kapcsolódó tevékenységek egy harmadik fél részére átadásra kerülnek, annak érdekében, hogy a vállalat fő tevékenységére tudjon koncentrálni [1].

Az **insourcing** az outsourcinggal ellentétes folyamat, mely során a vállalat által már kiszervezett tevékenységet veszi vissza a vállalat saját szervezeti keretei közé [43, 69]. Erre általában akkor kerül sor, amikor a vállalat elégedetlen a kiszervezés eredményével. Tágabb értelemben insourcing-nak nevezzük azt a folyamatot is, mely során a vállalat saját szervezeti keretei között hoz létre kompetenciákat, valamely új tevékenység végzésére (pl. szállítmányozási csoport létrehozása).

Ha egy vállalkozás bizonyos tevékenységet mind belső, mind pedig külső erőforrásokkal is végez, akkor azt **cosourcing**-nak nevezzük (pl. a vállalat a raklapos termékek tárolását saját maga végzi, a veszélyes hulladékok tárolását külső szolgáltatóval végezteti el) [70].

Az üzleti működés globalizációjával egyre több cég kezdte el megvásárolni a kiszervezett tevékenységeket alacsonyabb bérszínvonalú és/vagy magasabb szolgáltatási színvonalat nyújtó távoli országokból. Ezt a fajta outsourcing-ot nevezzük **offshore outsourcing**-nak (offsourcing vagy offshoring) [62, 63, 64].

Abban az esetben, ha a szolgáltatásokat földrajzilag egy közelebb eső országból (pl. szomszédos ország) szerzi be a vállalat, akkor ezt a fajta outsourcing-ot **nearshore outsourcing**-nak (nearsourcing vagy nearshoring) nevezzük [62, 69].

Ugyanakkor vannak olyan szakirodalmak, melyek más fogalmakat is bevezetnek az outsourcing vonatkozásában, például használják a *teljes-, illetve részleges outsourcing* fogalmakat is. Teljes outsourcing esetén a vizsgált tevékenység egésze, részleges outsourcing esetén pedig egy része kerül kiszervezésre egy harmadik független szervezet számára [13, 14, 42].

2. 3. Logisztikai outsourcing lehetséges céljai

A vállalatok versenyképességük növelése érdekében elérendő stratégiai célokat (pl. költségcsökkentés, nagyobb rugalmasság, nagyobb kiszolgálási színvonal, fő tevékenységre koncentráció, stb.) határoznak meg, melyek tovább bonthatóak logisztikai célokra. Ezen célok elérésének egyik eszköze lehet a logisztikai outsourcing [1,35, 38, 69].

A hazai- és nemzetközi felmérések szerint a kiszervezést végző vállalatok többsége a logisztikai outsourcing segítségével elérendő fontosabb logisztikai célokat a következőképpen határozták meg [2, 66, 70]:

- szállítási költség-csökkentés,
- időben-, valamint mennyiségben pontosabb szállítások arányának javítása,
- átfutási idők csökkentése,
- rugalmasság növelése,
- raktározási költségek csökkentése,
- logisztikai menedzsment leterheltségének csökkentése,
- logisztikai információk jobb elérhetősége, stb.

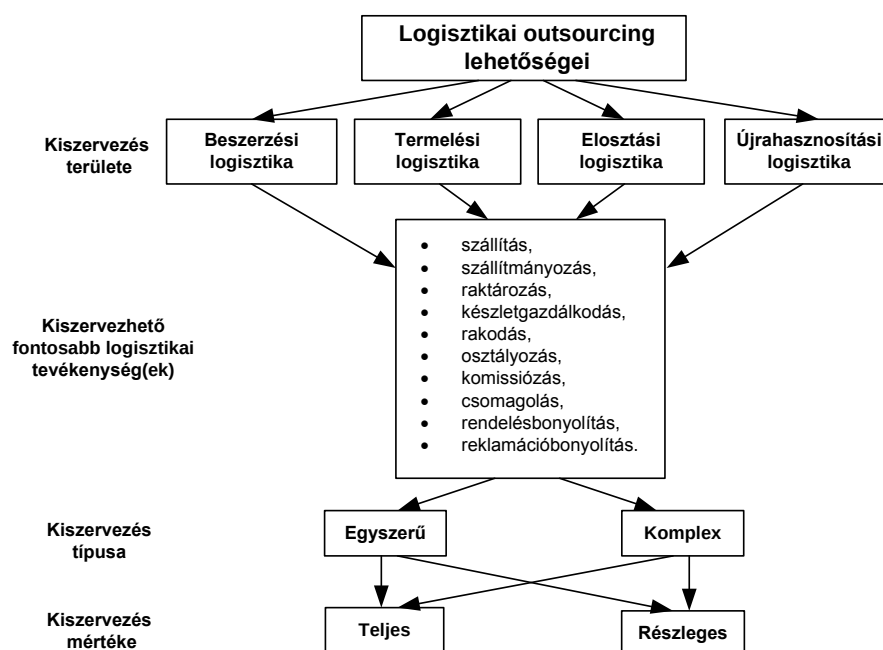
A 2008 őszi létrejött hitelpiaci válság hatására hazai- és nemzetközi vállalatok a kiszervezés tekintetében egyértelműen a logisztikai költségek csökkentését jelölték meg legfontosabb logisztikai célként [70].

2. 4. Kiszervezhető logisztikai tevékenységek ismertetése

A termelő- és szolgáltató vállalatok tekintetében leginkább a primer logisztikai tevékenységek kiszervezése valósul meg. Primer logisztikai tevékenységek közé sorolhatjuk a szállítást, raktározást, csomagolást, valamint a rakodást és kommissiózást. Ugyanakkor

előfordulhat a szekunder (készletgazdálkodás, rendelés-bonyolítás, reklamáció-bonyolítás, minőségirányítás, értékesítés-támogatás) és tercier (tanácsadás, oktatás, adatfeldolgozás, statisztikák készítése, fizetés lebonyolítása) logisztikai tevékenységek kiszervezése is [51]. A KPMG Tanácsadó Kft. 2009-ben végzett felmérése szerint (33 megrendelő és 21 logisztikai szolgáltató válaszában kiértékelése alapján) a belföldi fuvarozás (84%), nemzetközi fuvarozás (81 %), raktározás (69 %), nemzetközi szállítmányozás (59 %) voltak a kiszervezés szempontjából leginkább preferált tevékenységek [66, 69]. Ezen preferenciák mind európai mind pedig világviszonylatban is kvázi egybeesnek. Például a CAPGEMINI 2008-as felmérése [65], valamint a KPMG 2009-es felmérése [70] alapján világszinten a raktározási tevékenységet a vizsgált vállalatok 72 %-a, míg Magyarországon 69%-a szervezte ki.

A korábbiakban már említett logisztikai szolgáltatások a beszerzési-, termelési-, elosztási-, és újrahasznosítási logisztikai részrendszerek esetén is kiszervezhetők [P23]. Továbbá a logisztikai tevékenységek vonatkozásában az egyszerű (egy logisztikai tevékenység kiszervezése), illetve a komplex (több logisztikai tevékenység együttes kiszervezése) kiszervezések is előfordulhatnak. Példaként említve komplexnek tekinthető a raktározási- és a készletgazdálkodási tevékenységek együttes kiszervezése. A tevékenységek kiszervezése teljes-, illetve részleges formában is megtörténhet. A logisztikai tevékenységek kiszervezésének lehetőségei az 1. ábrán kerülnek bemutatásra.



1. ábra Logisztikai tevékenységek kiszervezésének lehetőségei [saját szerkesztés]

A KPMG 2009-es felmérésében a válaszadók 11 %-a jelezte, hogy valamilyen korábban már kiszervezett tevékenységet visszavett (ezek elsősorban a raktározás és az értéknövelő szolgáltatások voltak). Ez az arány valószínűleg a kiszervezések számának növekedésével, valamint az outsourcing szerződések lejártával növekedni fog. Az outsourcing szerződések futamideje 2003 óta 3,4 évről 2,4 évre csökkent. Emellett fontos információ, hogy a szerződések lejártakor a cégek 67%-a fog dönteni „tender kiírása” mellett, 18%-uk meghosszabbítja a jelenlegi szerződést, valamint 15%-uk bizonytalan, illetve a visszaszervezés mellett döntene [70].

2. 5. Logisztikai outsourcing előnyei, kockázatai

Kiszervezés nyújtotta lehetséges előnyök:

- ***A kiszervezett logisztikai szolgáltatások alacsonyabb költségen való biztosítása*** [42]: A költségcsökkenés általában azért következik be, mert a logisztikai szolgáltatók több vevő részére végzik a logisztikai szolgáltatásokat, így logisztikai erőforrásaik kapacitásának jobb kihasználtságával alacsonyabb fajlagos költségen tudják a szolgáltatást biztosítani.
- ***A szolgáltatási színvonal növekedése*** [44]: A magasabb szintű szolgáltatás gyűrűző hatásaként árbevétel-növekedés, ill. veszteségcsökkentés érhető el, azaz például a szállítási határidők teljesítéséből, megbízhatóságának növekedéséből:
 - nagyobb szállítási készség,
 - kevesebb minőségi reklamáció,
 - kisebb készletszint,
 - a dinamikusan változó felhasználói igényhez való jobb alkalmazkodás adódik.A magasabb szintű szolgáltatás abból adódik, hogy az elvégzendő tevékenységre a logisztikai szolgáltató specializálódott, tehát rendelkezik a szükséges szakértelemmel és korszerű logisztikai eszközparkkal, illetve informatikai támogatással is.
- ***A szükséges logisztikai beruházások elhalasztatósága*** [42]: Abban az esetben, ha egy logisztikai tevékenység folytatásához beruházásra van szükség és a szükséges pénzeszköz nem áll rendelkezésre, akkor ebben az esetben a kiszervezés jó alternatívának bizonyulhat (pl. tárolási kapacitáshiány esetén a termékek tárolásának kiszervezése).
- ***A felszabaduló kapacitások más célra történő felhasználása*** [42, 60]: A logisztikai tevékenységek kiszervezésével számos logisztikai erőforrás szabadulhat fel, melyek más

célra felhasználhatók (pl. raktározási tevékenység kiszervezésével felszabaduló raktári kapacitások saját, illetve bérraktározásra is felhasználhatók).

- ***A régi technológiák alkalmazásából származó kockázat megszűnése*** [1]: Kiszervezés segítségével az esetlegesen elavult technológiájú eszközöket korszerűbb berendezések helyettesíthetik, növelve ezzel a rendelkezésre állás idejét. A kiszervezés által csökken a technológiai elavulás kockázata a logisztikai szolgáltatók között fennálló versenyhelyzet és az abból következő folyamatos fejlesztés(ek) miatt.
- ***Főtevékenységre való koncentráció*** [1, 42, 51]: A vállalat vezetőinek a fő tevékenységhez közvetlenül nem kötődő tevékenységek kiszervezésével több ideje marad a vállalat szempontjából fontosabb területek felülvizsgálatára, stratégiai döntések meghozatalára.

A kiszervezés lehetséges kockázatai:

- ***Nem megfelelő teljesítésből adódó kockázatok*** [44]: Amennyiben a logisztikai szolgáltató vállalatok rendelkezésre álló kapacitásai nem elegendők a vállalt feladatok ellátására és/vagy az ellátandó tevékenység nincs megfelelően a logisztikai folyamatba integrálva (pl. nem egyértelműek a feladatkörök, stb.), akkor jelentős mértékben csökkenhet a szolgáltatás színvonala.
- ***A szolgáltató csődje és a lopások*** [59]: Egy kiszervezésnél jelentős kockázatot rejthet magában a feladatokat átvevő logisztikai szolgáltató pénzügyi stabilitása, illetve a nagyobb értékű termékek eltulajdonításának veszélye, ezért egy esetleges kiszervezésnél ezekre a kérdésekre külön figyelmet kell fordítani.
- ***Üzleti információk eltulajdonítása*** [30, 61]: Azoknál az iparágaknál, ahol jelentős versenyhelyzet van, ott külön figyelmet kell fordítani az üzleti információk biztonságára, mivel ezek eltulajdonítása jelentős károkat okozhat a kiszervező vállalatoknak (pl. raktározási stratégia ismeretében a versenytárs olyan üzletpolitikát tud kialakítani, mellyel piacot szerezhet).

2. 6. Logisztikai tevékenységek kiszervezésének folyamata

A logisztikai outsourcing folyamata a fontosabb szakirodalmak [53, 58, 59], valamint a gyakorlati tanulmányok [66, 69, 70] áttekintésével a 2. 1. ábra szerinti módon általánosítható [P/23, P/24]. A folyamatot három részre került tagolásra: a kiszervezés vizsgálati, a

szerződéskötési, valamint a megvalósítási folyamatokra. A fejezet ismerteti ezen folyamat elemeit.



2.1. ábra Kiszervezési folyamat struktúrája [saját szerkesztés]

I. Kiszervezés-vizsgálati folyamat: A kiszervezés céljainak meghatározásától a logisztikai szolgáltató(k) kiválasztásáig tartó folyamat, melynek elemei:

1. Kiszervezés céljainak meghatározása: Ezen célok a 2. 3. fejezetben kerültek ismertetésre. Továbbá elmondható, hogy a magyarországi és a nyugat-európai felmérések az első 5 helyen azonos preferencia sorrendet mutatnak.

2. Vizsgálandó tevékenységek meghatározása: A vállalatok logisztikai céljaik figyelembevételével meghatározzák a kiszervezés szempontjából vizsgálandó tevékenységek körét (pl. adott raktárak termékeinek raktározási feladata, készletgazdálkodás, stb.).

3. Kiszervezendő tevékenységgel kapcsolatos adatgyűjtés: A vizsgált tevékenységekhez szükséges tenderkiírás elkészítéséhez adatgyűjtést folytat a kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalat (a termékjellemzők (méret, súly, speciális kezelés, stb.), a szezonalitással kapcsolatos információk, szállítandó mennyiségek, stb.).

4. Lehetséges logisztikai szolgáltatók listájának összeállítása: Ezen lista összeállítása általában a céges információkat tartalmazó adatbázisokban található logisztikai szolgáltatók felkutatásával kezdődik, majd a vállalaton belüli és/vagy külső szakértők tapasztalatainak, ismereteinek felhasználásával kerül kibővítésre.

5. Ajánlatkérés összeállítása a logisztikai szolgáltatók számára: Az ajánlatkérés kidolgozásánál ismertetésre kerül a feladat kiterjedése, valamint az elvárások a 3. pont adatai alapján. Az ajánlat általában olyan formában kerül meghatározásra, hogy a későbbiekben a kiértékelés hatékonyabb, illetve egyszerűbb legyen.

6. Logisztikai szolgáltatók rangsorolása, majd szűrése a kapott ajánlatok alapján: A kiértékelést végző termelő vállalatok kidolgoznak egy szempontrendszert, mely alapján a beérkezett ajánlatokat rangsorolják, majd a kedvező ajánlatot tevő vállalatok kiválasztásra kerülnek.

7. Logisztikai szolgáltatók helyszínen való értékelése: Ezen feladat során a 6. pontban meghatározott értékelő szempontok felülvizsgálatra, a megvalósíthatósági szempontok pedig értékelésre kerülnek.

8. Legjobb logisztikai szolgáltató(k) kiválasztása: Az adott szempontok értékelésével – szükség esetén a vállalat logisztikai céljait figyelembevevő súlyozással – kerül kiválasztásra a vizsgált tevékenységet a későbbiekben ellátó logisztikai szolgáltató.

II. Szerződéskötési folyamat: A logisztikai szolgáltató által ellátandó feladat részletezésétől a szerződés megkötéséig tartó folyamat. A szerződéskötés során meghatározásra kerül a kiszervezést követően elvégzendő feladat, az elvárt szolgáltatási színvonal (pl. időben pontos szállítások aránya, rendelés-teljesítési ráta, stb.), a felelősségi körök, valamint a megfelelő teljesítés esetén történő díjazás és jutalmazás rendszere. Továbbá a szerződések döntő többségében tartalmazzák a szerződés nem teljesítése esetén alkalmazandó szankciókat (kötbér, büntetés, szerződés felmondás, stb.). A szerződés üzletfelek által történő aláírásával zárul a szerződéskötési folyamat.

III. Kiszervezés megvalósítási folyamat: A működési folyamatok megtervezésétől a teljesítmény visszacsatolásig tartó folyamat. A kiszervezési folyamat ezen szakaszában kerül megtervezésre, implementálásra, és működtetésre a kiszervezést követő anyag- és információáramlási folyamat. Fontos eleme ennek a folyamatnak a teljesítmény-visszacsatolás, mely alkalmazható a fizetendő díjak, jutalmak, valamint az alkalmazandó szankciók mértékének meghatározásához, illetve a kiszervezés előtti és az azt követő folyamatok logisztikai mutatóinak (pl. rendelés-teljesítési ráta, stb.) összehasonlításához.

3. A KUTATÁSI TEVÉKENYSÉG ÁTTEKINTÉSE

Ezen fejezetben ismertetésre kerülnek a raktározási tevékenység kiszervezési vizsgálatához kapcsolódó azon kutatási előzmények, melyek nagy hatással voltak a disszertáció témájának, célkitűzéseinek megfogalmazására. Továbbá ezen fejezet ismerteti a disszertáció célkitűzéseit is.

3. 1. Kutatási tevékenység előzményei

A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén (továbbiakban: ME-ALT) az elmúlt években jelentős kutatási igény jelent meg iparvállalatok részéről a késztermék raktározási tevékenységek felülvizsgálata vonatkozásában. Ezzel kapcsolatos kutatási munkák 2006-ban egy papírgyár [P/1], valamint 2008-ban egy festékgyár [P/10] részére kerültek kidolgozásra. Mindkét vizsgálat meghatározó eleme volt a kiszervezés, mint lehetőség. Előbbi vállalatnál egy központi (telephelyi) késztermék-raktár kiszervezési vizsgálata, az utóbbi esetben pedig a jövőbeni tárolási kapacitási igény bővülésénél a legkedvezőbb változat kiválasztása történt meg. A vizsgálatok során a történeti (múltbeli) adatok elemzésével értékelésre került a vállalatok logisztikai teljesítménye, majd ezt követte a döntési modell kidolgozása és alkalmazása. A vizsgálandó alternatívákat, valamint a döntéshez szükséges történeti és prognosztizált adatokat mindkét esetben a megbízó (termelő vállalat) szolgáltatta. A gyakorlati tapasztalataim alapján, valamint a témakört áttekintő fontosabb szakirodalmak megismerésével [13, 15, 20, 42, 53, 59, 69, 70] megállapítható, hogy a késztermék-raktározási tevékenység kiszervezés vizsgálati folyamata döntő többségében tenderkiírás formájában történik, mely a jelenlegi formájában a következő hátrányokkal, hiányosságokkal bír:

- Nincsenek kidolgozva a lehetséges vizsgálati alternatívák, valamint a hozzájuk kapcsolódó adatmodellek, döntési modellek és módszerek, melyek segítségével a vizsgálatok gyorsan és hatékonyan elvégezhetők lennének.
- Az esetek többségében nem kompetens személyek végzik a vizsgálatot, ezért előfordulhat, hogy rossz vizsgálati alternatíva kerül kiválasztásra, valamint a döntésnél figyelembe veendő szempontok rosszul kerülnek megválasztásra.
- Nincs optimalizálási lehetőség (pl. kiszervezési helyek meghatározása terméktípusonként), mivel a döntési módszerek alkalmazásával csak néhány preferált változat közül kerül kiválasztásra a legkedvezőbb.

- Nincs előre definiált egységes költségmodell, melynek segítségével a vizsgált változatok költségszempontrú összehasonlítása nagyobb biztonsággal elvégezhető lenne.

3.2. Kutatási tevékenység célkitűzései

A ME-ALT-on már közel tíz éve folynak kutatások a logisztikai feladatok virtuális logisztikai vállalatokkal, elektronikus piacterekkel való szervezése témakörében [4, 9, 10, 25, 27, 28, 29, 32, 55, 56], mely tématerületen elért kutatási eredményeim több kiadványba is publikáltam [P/19, P/21, P/22, P/25].

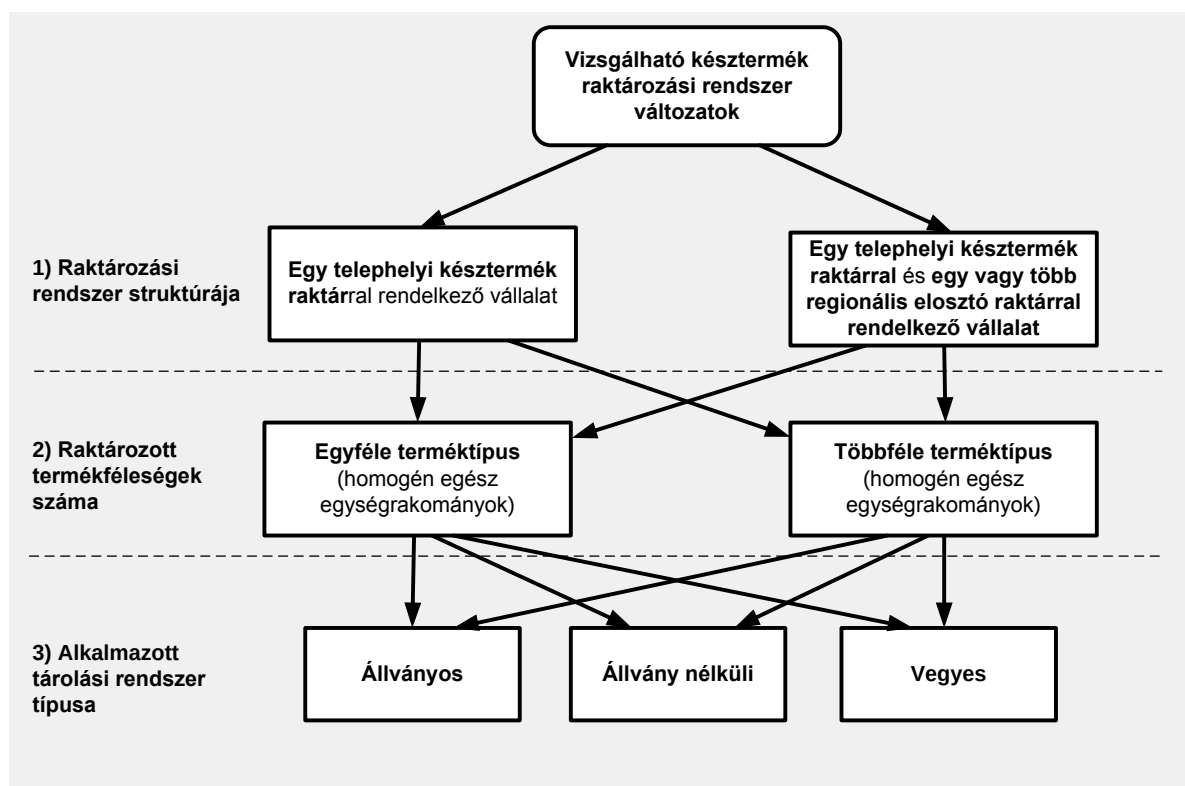
A kiszervezési vizsgálatok, a raktározási rendszerek fejlesztése, valamint az elektronikus piacterek terén végzett kutatások tapasztalatainak felhasználásával dolgoztam ki egy olyan elektronikus piactérrel integrált kiszervezés vizsgálati módszert a késztermék raktározás területén, mely alkalmas az eddigiekben alkalmazott eljárások hiányosságainak kiküszöbölésére. Ezen vizsgálati módszer kidolgozása során a következő feladatok elvégzését tűztem ki célul:

- A vizsgálni kívánt ***raktározási rendszerváltozatok lehatárolását.***
- ***A kiszervezés vizsgálati lehetőségek feltárását.***
- A késztermék raktározási tevékenységek ***kiszervezési vizsgálatát támogató elektronikus piactér koncepciójának kidolgozását.***
- A kiszervezési vizsgálat ***költségmodelljének meghatározását.***
- A kiszervezési vizsgálat ***adatmodelljének, feltételeinek, célfüggvényeinek, optimalizálási módszereinek kidolgozását.***

Ezen feladatok elvégzésével egy olyan vizsgálati rendszer valósítható meg, mely az eddigi eljárásokkal összehasonlítva rövidebb idő alatt, többféle vizsgálati lehetőséggel, nagyobb fokú hatékonysággal és szakértelemmel valósítja meg a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatát. Ennek eredményeként költségcsökkenés és/vagy szolgáltatási színvonal növekedés realizálható a termelő vállalatok elosztási rendszere tekintetében.

4. VIZSGÁLNI KÍVÁNT RENDSZERVÁLTOZATOK LEHATÁROLÁSA

A gyakorlati életben a késztermék raktározási rendszerek rendkívül sokfélék és specifikusak lehetnek, ezért szükséges lehatárolni azokat a rendszer-változatokat, melyek alkalmasak a kiszervezési vizsgálat elvégzéséhez. A termelő vállalatok késztermék raktározási rendszerei a 4.1. ábra raktározási rendszer jellemzői valamely alternatívájának teljesülése mellett vizsgálhatók. A fejezet ismerteti a vizsgálható rendszerek lehatárolására szolgáló jellemzőket és azok alternatíváit is.



4. 1. ábra Vizsgálható késztermék raktározási rendszerváltozatok [saját szerkesztés]

Raktározási rendszerjellemzők és azok alternatíváinak ismertetése

1) Raktározási rendszer struktúrája

A termelő vállalatok esetén megkülönböztethetünk egy telephelyen, illetve több telephelyen termelő vállalatokat. A disszertációban bemutatásra kerülő vizsgálati rendszer az egy telephelyen termelő vállalatok részére került kidolgozásra, mivel a vizsgálatok iránti igények, illetve gyakorlati tapasztalataim is döntő többségében ilyen rendszerekre

vonatkoznak. Természetesen ez a modell a későbbiekben kiterjeszthető a több telephelyen termelő vállalatok esetére is.

Kétféle raktározási rendszer struktúra különböztethető meg az egy telephelyen termelő-gyártó vállalatok tekintetében, vagyis:

- az egy központi raktárral,
- az egy központi raktárral és egy vagy több regionális elosztó raktárral rendelkező raktározási rendszer típusok.

Az **egy központi raktárral rendelkező vállalatoknál** a központi raktár jellemzően a vállalat telephelyén található, ugyanakkor előfordulhat olyan eset is, amikor a vállalat telephelyéről egy, a közelben lévő raktárba kerülnek a termékek beszállításra a gazdasági előnyök és/vagy a jobb vevői ellátási pozíció miatt. A vevők minden esetben közvetlenül a központi raktárból kerülnek kiszolgálásra.

Az **egy központi és egy vagy több regionális elosztó raktárral rendelkező vállalatoknál** a telephelyhez közelebb eső vevők ellátása jellemzően a központi raktárból, míg az attól távolabb eső vevők ellátása a regionális elosztó raktárakból történik. A vállalatok a vevői igények, valamint a szállítási és a raktározási költségek figyelembe vételével a számukra legmegfelelőbb elosztási rendszer-struktúrát alkalmazzák.

2) Raktározott termékfeleségek száma

A kiszervezési vizsgálat az egy, valamint a több terméktípus tárolására használt raktározási rendszereknél is elvégezhető. Egy terméktípuson az azonos belső- és külső tulajdonságokkal rendelkező homogén egész egységgrakományokat értem. Tehát a kidolgozott modell jelen formában nem képezi azon raktározási rendszerek vizsgálatát, ahol kommissiózási, egységgrakomány képzési és bontási, csomagolási feladatok kerülnek ellátásra.

3) Alkalmazott tárolási rendszer típusa

A kidolgozásra került vizsgálati módszer azon termelő vállalatoknál használható, ahol az alkalmazott tárolási rendszer(ek) mindegyikében (állványos és/vagy nem állványos tárolási formák) valamennyi terméktípus elhelyezhető. Az ilyen rendszerekben jó becsléssel meghatározható a vizsgált raktárak mennyiségi egységben (kg, db, m³, stb.) vett tárolási kapacitása, melyet minden egyes terméktípusnál kvázi megegyezőnek tekint a modell.

Abban az esetben, ha a terméktípus(ok) nem tárolható(k) minden alkalmazott tárolási rendszerben, akkor a raktárak mennyiségi egységben vett tárolási kapacitása terméktípusonként eltérő lehet, mely a kapacitások és fajlagos logisztikai költségek tárolási rendszer szintű meghatározását igényelné. Ezen formát jelen esetben nem vizsgáljuk, de természetesen a modell kiterjeszthető az ilyen esetekre is. A modell jelen változatában a szállítási feladatok ellátása a közúti közlekedési alágazat járműveivel történik.

5. VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEK ISMERTETÉSE

A késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatának különböző alternatívái léteznek. Jelen gyakorlat elsősorban:

- a jelentős tárolási igénnyel rendelkező termék(ek),
- a kijelölt raktár(ak) termékeinek,
- a kijelölt raktározási rendszer valamennyi terméke

raktározási feladatainak kiszervezési vizsgálatára irányul, döntési módszerek alkalmazásával [13, 53, 59]. Tehát csupán egy nagyobb raktározási feladat vonatkozásában történik döntés a kiszervezést illetően. Megállapítható, hogy ezen esetekben sem került kidolgozásra egységes adatmodell, vizsgálati módszer.

A jelenleg alkalmazott kiszervezés vizsgálati módszerek determinálják a vizsgálati lehetőségeket, vagyis nem, vagy csak nagyon nehezen végezhetőek el olyan vizsgálatok, melyek során több kiválasztott terméktípus, termékcsoporthoz raktározási feladatainak optimális kiszervezési pozíciója kerülhet meghatározásra. A szakirodalom tudomásom szerint nem tartalmaz olyan kidolgozott vizsgálati rendszert, amely egy elektronikus piactér alkalmazásával, egy kiválasztott vizsgálati alternatívának megfelelően az optimális megoldást vagy döntést biztosítaná.

A vizsgálati lehetőség meghatározása a termelő vállalatok által az 5. 1. ábra szerinti döntési szempontok alternatíváinak kiválasztásával történik. A kijelölt vizsgálati lehetőség alapján a 6-9 fejezetekben bemutatott elektronikus piactér működési mechanizmusai, valamint a meghatározott adatstruktúrák, optimalizálási algoritmusok alapján kerül meghatározásra a kiszervezés javasolt módja.

Döntési szempontok és azok alternatíváinak ismertetése

1) A kiszervezési vizsgálat jellege:

A kiszervezési vizsgálatot igénybevevő vállalat ezen döntési szempont megfelelő alternatívájának kiválasztásával meghatározhatja azt, hogy a terméktípusokat megrendelőnkénti bontásban és/vagy terméktípusokat és/vagy termékcsoportokat kíván vizsgáltatni az elektronikus piactérrel. A lehetőségek külön-külön, illetve egymás kombinációival is választhatók a vállalat vizsgálati igényeinek megfelelően.

A félreértések elkerülése érdekében az alábbiakban, néhány a fejezetben használt fogalom kerül ismertetésre:

- **Terméktípus:** Azonos belső és külső tulajdonságokkal rendelkező homogén egész egységrakományokat azonos terméktípusúnak tekintjük.
- **Termékcsoporthoz:** Azon terméktípusok halmazát, melyek kiszervezése együtt (csoportosan) vizsgálandó egy termékcsoporthoz nevezük.

Kiszervezési vizsgálat jellege döntési szempont alternatívái:

- **Terméktípus(ok) raktározási feladatainak kiszervezési vizsgálata megrendelőnkénti bontásban:** Ezen alternatíva választásának előfeltétele, hogy a készletezési mechanizmusok és a megrendelői igények a kiválasztásra kerülő terméktípus(ok) esetén megrendelőnkénti bontásban meghatározhatók legyenek a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.
- **Terméktípus(ok) raktározási feladatainak kiszervezési vizsgálata:** Ezen alternatíva választásának előfeltétele, hogy a készletezési mechanizmusok és a megrendelői igények a kiválasztásra kerülő terméktípus(ok) esetén meghatározhatók legyenek a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.
- **Termékcsoporthoz(ok) raktározási feladatainak kiszervezési vizsgálata:** Ezen alternatíva választásának előfeltétele, hogy a készletezési mechanizmusok és a megrendelői igények a későbbiekben kiválasztásra kerülő termékcsoporthoz(ok) esetén meghatározhatók legyenek a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.

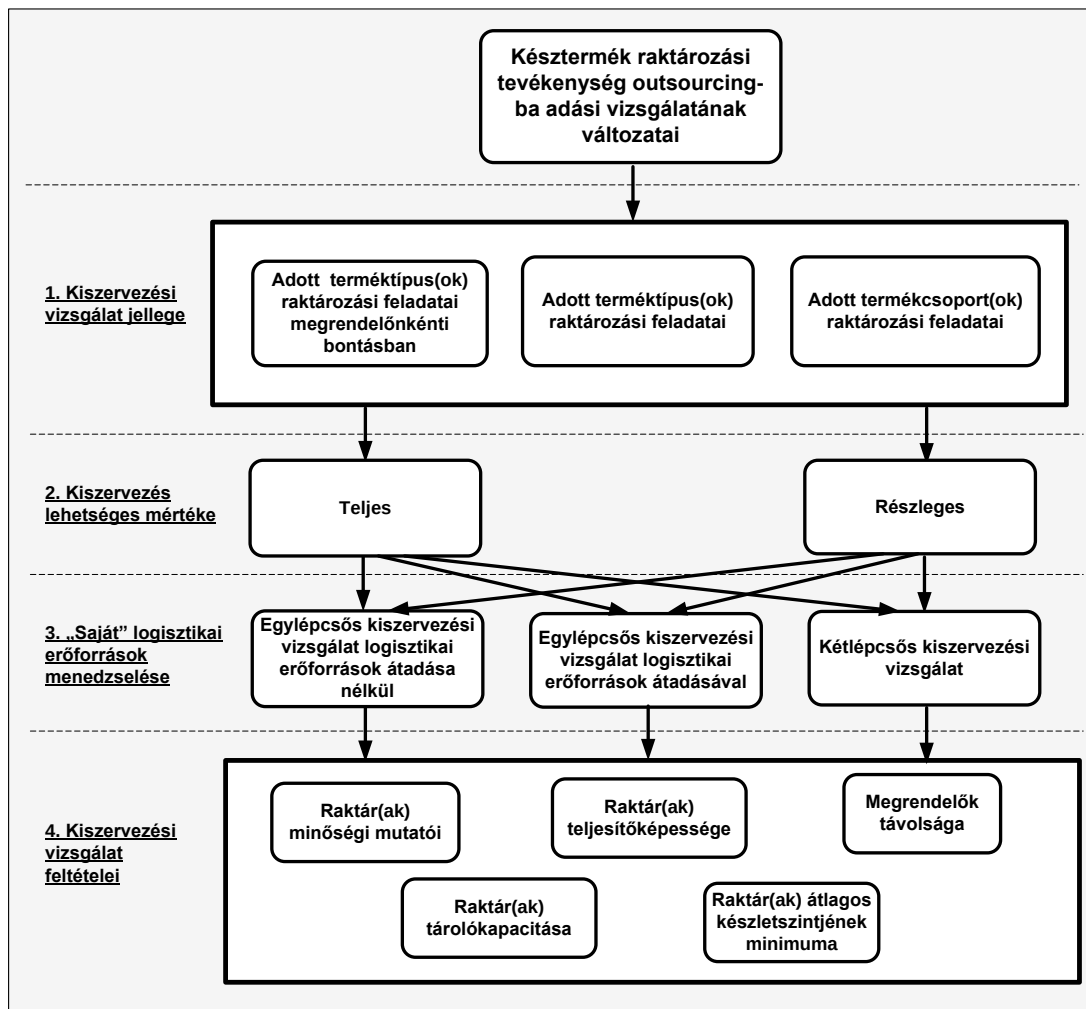
Az ismertetett három alap alternatíva mellett, azok kombinációiból képezhető további négy alternatíva (pl. terméktípus(ok) és termékcsoporthoz(ok) raktározási feladatainak kiszervezési vizsgálata). Tehát a vizsgálat jellege vonatkozásában hét alternatíva közül lehet választani.

2) Kiszervezés lehetséges mértéke

A kiszervezési vizsgálatot igénybevevő termelő vállalat ezen döntési szempont megfelelő alternatívájának kiválasztásával határozhatja meg azt, hogy a vizsgálandó termékek raktározási feladatainál a teljes vagy a részleges kiszervezés valósuljon meg.

Kiszervezés lehetséges mértéke döntési szempont alternatívái:

- **Teljes kiszervezés:** A kiszervezési vizsgálatra kijelölt termék(ek), termékcsoport(ok) raktározási feladatainál ebben az esetben csak a teljes kiszervezés valósítható meg. Ezt az alternatívát abban az esetben célszerű használni, ha a termelő vállalat elsődleges célja a főtevékenységre való koncentráció és/vagy a felszabaduló szabad kapacitás más célra történő felhasználása.
- **Részleges kiszervezés:** A kiszervezési vizsgálatra kijelölt termék(ek), termékcsoport(ok) raktározási feladatainál ebben az esetben a termékek egy részének raktározási feladatai is kiszervezhetők, mely nem zárja ki a teljes kiszervezés lehetőségét sem. Ezt az alternatívát abban az esetben célszerű választani, ha a termelő vállalat elsődleges célja a raktározási tevékenység gazdaságosabbá, hatékonyabbá tétele.



5.1. ábra Késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatának lehetséges változatai [saját szerkesztés]

3) *Logisztikai erőforrások menedzselése*

A kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalat ezen döntési szempont megfelelő alternatívájának kiválasztásával eldöntheti, hogy saját raktárait milyen formában kívánja működtetni a kiszervezést követően.

„Saját” logisztikai erőforrások menedzselése döntési szempont alternatívái:

- ***Egylépcsős kiszervezési vizsgálat logisztikai erőforrások átadása nélkül:*** Ezen alternatíva esetén a termelő vállalatok logisztikai erőforrásai nem kerülnek átadásra a logisztikai szolgáltató(k) részére. A kiszervezési vizsgálatot követően a termelő vállalat által üzemeltett (továbbiakban: saját) raktárak tárolási feladatait továbbra is a termelő vállalat fogja ellátni. A vizsgálat eredményeként kiszervezett termékek tárolását pedig a logisztikai szolgáltatók fogják ellátni raktáraikban.
- ***Egylépcsős kiszervezési vizsgálat logisztikai erőforrások átadásával:*** Ezen alternatíva esetén a termelő vállalatok kijelölt logisztikai erőforrásai (raktára(i)) a megfelelő logisztikai szolgáltató kiválasztását követően átadásra kerülnek. A kijelölt raktár(ak)ban tárolandó termékek kezelését a vizsgálat során kiválasztott logisztikai szolgáltató fogja ellátni. A kidolgozott kiszervezés vizsgálati rendszerben ezen alternatívánál csak a teljes raktár(ak)hoz kapcsolódó raktározási feladatok kiszervezése történhet meg.
- ***Kétlépcsős kiszervezési vizsgálat:*** Ezen alternatíva esetén két kiszervezési vizsgálat kerül egymást követően elvégzésre, vagyis első lépésben a kiválasztott termékek, termékcsoporthoz tartozó kiszervezési vizsgálata, második lépésben pedig a kijelölt raktárak kiszervezési vizsgálata (logisztikai erőforrás átadás) valósulhat meg.

4) *Kiszervezési vizsgálat feltételei*

A kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalat számos feltételt adhat meg a kiszervezési vizsgálat vonatkozásában. Ezen feltételek a **6.3. fejezetben** leírt kiszervezési vizsgálati folyamatoknál leírtaknak megfelelően külön-külön és egymás kombinációjaként is megadhatók. A kiszervezési vizsgálat feltételeit a **8.2. fejezet** részleteiben ismerteti.

6. KÉSZTERMÉK RAKTÁROZÁSI TEVÉKENYSÉGEK

KISZERVEZÉSI VIZSGÁLATÁT TÁMOGATÓ ELEKTRONIKUS PIACTÉR KONCEPCIÓJA

Annak érdekében, hogy az 5. fejezetben ismertetett kiszervezési alternatívák elvégezhetők legyenek, kidolgozásra került egy, a vizsgálati folyamatokat támogató elektronikus piactér koncepciója [P/23, P/25]. Az elektronikus piactereket a szakirodalom szerint leginkább egy elektronikus csomópontként foghatjuk fel, melynek célja a vevők és az eladók közötti sikeres kereskedelmi tranzakciók elősegítése [4, 29]. A kidolgozott elektronikus piactér működési célja, hogy a kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalat által meghatározott:

- termék(ek)nél és/vagy termékcsoporth(ok)nál,
- jövőbeni időszakra vonatkozóan,
- feltétel(ek)nek, cél(ok)nak

leginkább megfelelő kiszervezési alternatíva kerüljön meghatározásra. Tehát ebben a tekintetben a termelő vállalat lesz a szolgáltatás vevője a logisztikai szolgáltató pedig az eladó. A kidolgozott elektronikus piactér a vállalatok közötti kereskedelmet (B2B - Business to Business) segíti elő több iparág (horizontális típusú) tekintetében egy vagy kétfordulós aukció formájában. A fejezet ismerteti a kidolgozott elektronikus piactér létrehozásának lehetséges formáit, valamint működésének előnyeit. Bemutatásra kerülnek továbbá az elektronikus piactér elemei, működési mechanizmusai is.

6.1. Elektronikus piactér létrehozásának lehetséges formái, működési potenciálja

Az elektronikus piacterek lehetséges működtetői szerint megkülönböztethetünk **vevőközpontú** (nagy vásárlói potenciállal rendelkező vállalat vagy konzorcium üzemelteti, hogy a beszállítóktól alacsonyabb áron kapja meg a szükséges terméke(ke)t), **eladóközpontú** (nagy eladói potenciállal rendelkező vállalat vagy konzorcium üzemelteti, hogy a vevők részére a lehető legnagyobb áron adják el a termékeiket) és **közvetítői** (az üzemeltető nem vevő és nem eladó) elektronikus piactereket [29]. A késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálata tekintetében a közvetítői modell alkalmazandó, mivel a rendszer

működésének alapja a bizalom, mely nehezen képzelhető el úgy, hogy a kiszervezési vizsgálat támogatására szolgáló elektronikus piacteret vevők vagy logisztikai szolgáltatók működtessék. A kiszervezési vizsgálatot támogató elektronikus piactér kialakítása háromféle formában történhet:

- egy új elektronikus piactér létrehozásával,
- egy már meglévő elektronikus piactér új szolgáltatásaként,
- egy már meglévő virtuális logisztikai vállalat új szolgáltatásaként.

A virtuális logisztikai vállalat úgy képzelendő el, mint területileg szétszórta, önálló vállalkozások, önálló szervezeti egységek, csoportja, amelyek ideiglenesen, vagy tetszőleges időpontig - önállóságuk megtartásával - együttműködnek a közös logisztikai céljaik megvalósításában [22, 52, 72]. Ezen együttműködés jellemzően számítógépes hálózatba kapcsolva és a logisztikai erőforrások optimális diszponálásával történik [10].

Az, hogy milyen formában valósul meg a piactér, elsősorban a létrehozásban érdekelt szervezet(ek) lehetőségeitől függ. Természetesen gazdaságosabb egy már meglévő rendszer kiegészítő szolgáltatásaként létrehozni, mint egy új rendszert kiépíteni, mivel a működtetéshez szükséges infrastruktúra részben már rendelkezésre áll, illetve nagy valószínűséggel a már rendelkezésre álló emberi- és gépi kapacitások nagyobb kihasználtsága érhető el.

A tapasztalatok szerint egy elektronikus piactér hosszútávon akkor működőképes, ha az a következőkkel jellemezhető:

- a nyújtott szolgáltatásaira folyamatos igény van jelen a piacon,
- gazdaságos működést lehetővé tevő és a megrendelők számára kedvező díjstruktúra jellemzi,
- a csatlakozó felek számára jelentős előnyöket nyújt az eddigiekben alkalmazott megoldásokhoz képest.

A piactér működési potenciáljának igazolása érdekében kerülnek kifejtésre az említett jellemzők a kiszervezési vizsgálatot támogató elektronikus piactér vonatkozásában.

A kidolgozott elektronikus piactér elsősorban a kiszervezési vizsgálatok hatékonyabb elvégzése érdekében került kidolgozásra, mely elsősorban azon vállalatokat érinti, melyek még nem szervezték ki késztermék raktározási tevékenységüket. Az újonnan kidolgozott piactér működési mechanizmusai, adatstruktúrája lehetővé teszi a már kiszervezett

raktározási feladatok felülvizsgálatát is, melyet a termékstruktúra-, valamint a vevők körének folyamatos változása indokol. A KPMG tanácsadó cég felmérése szerint a már kiszervezett raktározási tevékenységek átlagosan 2-3 évente tendereztetés formájában felülvizsgálatra kerülnek. Tehát megállapítható, hogy a piactér logisztikai szolgáltatásai iránt folyamatos igény valószínűsíthető.

A piactér által nyújtott kiszervezési vizsgálat díját az üzemeltető vállalat határozza meg, mely az üzletpolitikától függően érintheti a kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalat(ka)t és/vagy a raktározással foglalkozó logisztikai szolgáltató(ka)t is. A rendszer működési potenciáljának fenntartása érdekében a vizsgálati díjat csupán abban az esetben célszerű megfizettetni, ha sikeres tranzakció történik, vagyis a kiszervezendő késztermék raktározási feladatok és a logisztikai szolgáltatók raktárai összerendelésre kerültek, valamint a szükséges egyeztetések elvégzését követően létrejön a szolgáltatási szerződés a feladatok ellátásáról. Egy ilyen üzleti politikával kialakított piactér vonzó lehet a csatlakozó felek számára, hiszen csak akkor merül fel költség, ha a kiszervezési-vizsgálat kedvező eredménnyel zárul. Az alábbiakban ismertetésre kerül néhány elgondolás a piactér díjstruktúrájának kialakítása vonatkozásában [35, 44, 69, 70].

A kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalatok részére meghatározható fontosabb díjszámítási módok:

- ***Open-book módszer:*** Az elektronikus piactér üzemeltetője „nyitott könyvként” kezeli költségeit és ezen adatokat megosztja a megbízóval. Az elismert költségek (és az elfogadott marzs) képezik az elszámolás alapját.
- ***Előnyök kölcsönös megosztása:*** A vizsgálat során meghatározott és a megrendelő által is elfogadott megtakarítás egy része alkotja a vizsgálat díját.
- ***Vizsgálat komplexitása alapján kalkulált díj:***
A piacteret üzemeltető vállalat a kiszervezési vizsgálat szempontjából érintett raktárak- és a terméktípusok, termékcsoporthoz száma alapján határozza meg a szolgáltatás árát.

A logisztikai szolgáltató vállalatok részére meghatározható fontosabb díjszámítási módok:

- ***Tevékenység alapú költség számítás (activity based pricing):*** Az elektronikus piactérre csatlakozó logisztikai szolgáltató és az üzemeltető között – sikeres tranzakció esetén – előre meghatározott díjstruktúra alapján történik a fizetés a kiszervezést követő időszak alatt. A díjak bizonyos tevékenységekhez (pl. betárolás, tárolás, stb.) vannak kötve. A

fizetendő összeg az egyes tevékenységek díjtételeinek és volumeneinek szorzatösszegéből adódik.

- ***Ellátandó feladat volumene alapján meghatározott díjazás:*** A logisztikai szolgáltató a kiszervezési vizsgálatot végző vállalatnak egyszeri üzletszerzési díjat fizet az ellátandó raktározási feladat nagysága (pl. várható átlagos készletszint, stb.) alapján.

A piactér jelentős előnyöket nyújt a csatlakozó feleknek a kidolgozott adatbázis struktúrák, optimalizáló algoritmusok és a szervezett folyamatok következtében.

Piactér használatának előnyei a kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalatok szempontjából:

- A piactér szakértői ismertetik a vizsgálati lehetőségeket, valamint a rendszer működésének elvi elgondolását, így a vállalat a stratégiájának leginkább megfelelő vizsgálati alternatívát választja ki.
- A piactér szakértői egyértelműen kidolgozott folyamatok alapján végzik a kiszervezési vizsgálatot, így ez a megbízó fél részéről nem igényel jelentős emberi erőforrás igénybevételt.
- A kidolgozott eljárások, és háttér-adatbázisok felhasználásával a vizsgálatra fordított idő és költség jelentős mértékben csökken, így a termelő vállalat nagyobb rugalmassággal tud válaszolni a piac kihívásaira.
- Az elektronikus piactérhez csatlakozott logisztikai szolgáltatók egységes struktúrában és módon adják meg adataikat (pl. kapacitás, tárolási módok, stb.), így az ajánlatok összehasonlíthatóvá válnak.
- A logisztikai szolgáltatók raktárainak minősítését az elektronikus piactér független szakértői végzik, így a döntés/optimalizálás objektív módon végezhető el.
- Komplexebb döntési/optimalizálási feladatok végezhetőek el, mivel több ajánlat egyszerre vizsgálható a kidolgozott adatmodell és algoritmusok felhasználásával.
- A termelő vállalatok ajánlása és/vagy a piactér szakértői (egy- illetve többkörzetes centrumkeresési módszerek felhasználásával) által újabb logisztikai szolgáltatók csatlakoztathatók a rendszerhez jobb döntési/optimalizálási lehetőség elérése érdekében.
- Az elektronikus piactér működési költségeinek finanszírozásához való hozzájárulás – a szolgáltatási szerződésben foglaltak alapján - csak a sikeres tranzakciót követően történik.

Piactér használatának hátránya a kiszervezési vizsgálatot igénylő szempontjából:

- Adatbiztonsági kockázat (a titoktartási szerződés alapkövetelmény kell, hogy legyen a működésnél).

Piactér használatának előnyei a logisztikai szolgáltatók szempontjából:

- Új megbízások elnyerésének lehetősége, melynek következtében növekszik a vállalat árbevétele.
- Az elektronikus piactér működési költségeinek finanszírozásához való hozzájárulás – a szolgáltatási szerződésben foglaltak alapján - csak a sikeres tranzakciót követően történik.

Piactér használatának hátránya a logisztikai szolgáltatók szempontjából:

- Adatbiztonsági kockázat (titoktartási szerződés alapkövetelmény kell, hogy legyen a működésnél).

6.2. Kiszervezést támogató elektronikus piactér felépítése

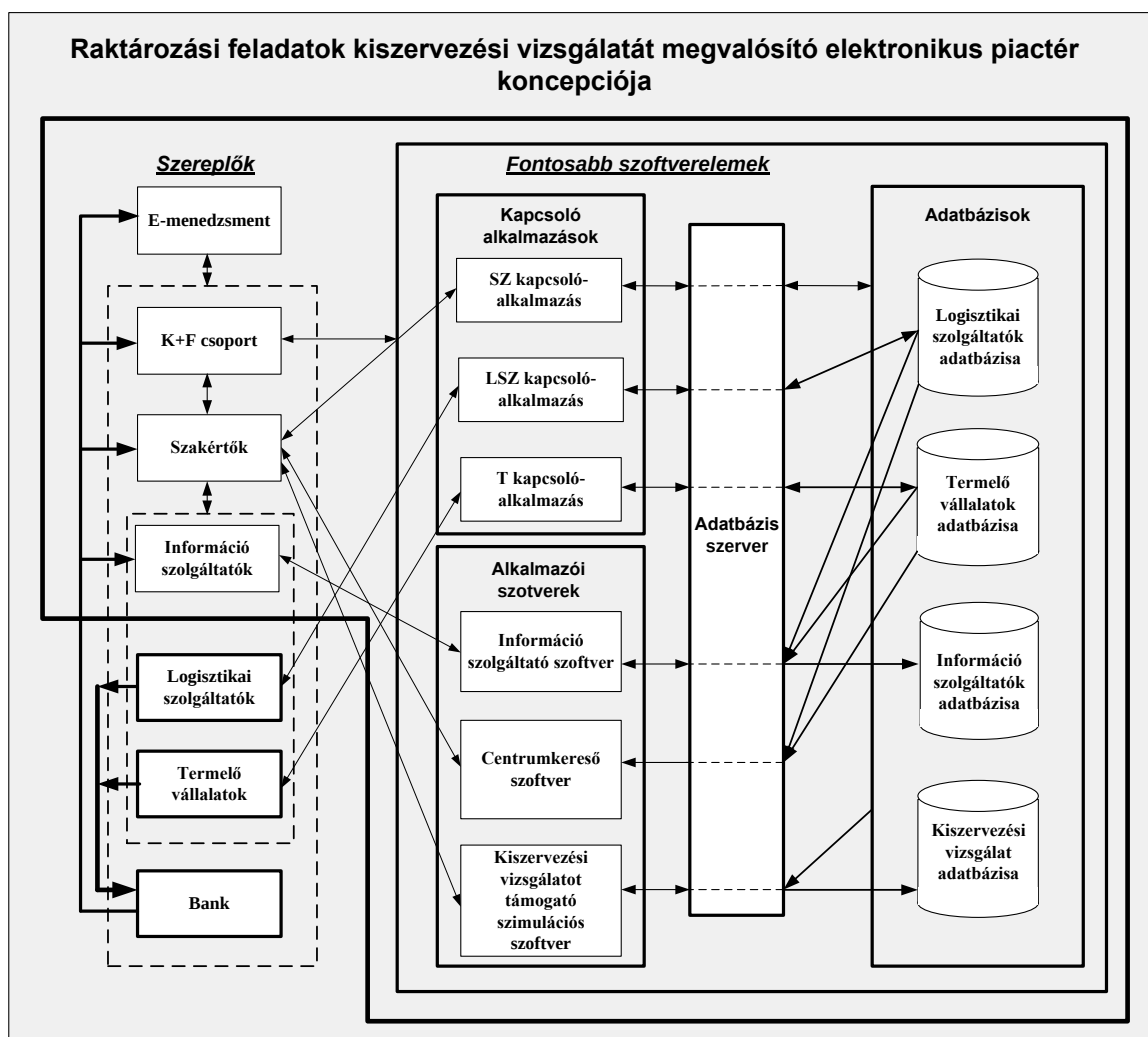
Az 6.1. ábrán láthatóak a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatát támogató elektronikus piactér elemei, valamint az azok között fennálló kapcsolatok. Ezen modell szerint a piactér két részre tagolható: a működtetésben résztvevő szereplőkre, illetve a fontosabb szoftverelemekre (kapcsoló alkalmazások, alkalmazói szoftverek, adatbázis szerver, adatbázisok). A fejezet részletesen ismerteti a koncepcióban szereplő elemeket és a közöttük lévő kapcsolatokat.

Az elektronikus piactér szereplői:

- ***E-menedzsment:*** Feladata az elektronikus piactér működésével kapcsolatos stratégiai- és taktikai döntések meghozatala, a K+F csoporttal történő egyeztetések alapján fejlesztési döntések meghozatala, a szakértők javaslata(i) alapján új logisztikai szolgáltatókkal, termelő vállalatokkal, információ szolgáltatókkal történő csatlakozási tárgyalások, szerződéskötések lebonyolítása.
- ***K+F csoport:*** Az elektronikus piactér működési potenciáljának növelését célzó kutatásokat végző csoport, mely megvalósítja a vállalati menedzsment által jóváhagyott fejlesztéseket.
- ***Szakértők:*** A elektronikus piactérrel támogatott kiszervezés vizsgálati rendszert, annak működési algoritmusait, szoftvereit teljes mértékben ismerő személyek. Feladatuk közé

tartozik ismertetni a megbízóval a kiszervezés vizsgálati lehetőségeket, valamint a kiválasztott vizsgálati típusnak megfelelően adatgyűjtési, adatfeldolgozási és értékelési feladatok végzése. A vizsgálat során meghatározott adatok általuk kerülnek feltöltésre az SZ kapcsoló alkalmazáson keresztül a megfelelő adatbázisokba. Továbbá feladataik közé tartozik, hogy szükség esetén a logisztikai szolgáltatók és a raktározási rendszerek adatbázis adatainak felhasználásával centrumkeresési módszerek [5, 11] és/vagy információ-szolgáltatók alkalmazásával újabb logisztikai szolgáltatókat keressenek, melynek eredményéről tájékoztatják az E-menedzsmentet. A szakértők feladatai közé tartozik ugyanakkor a 9. fejezetben ismertetett, kiszervezési vizsgálatot támogató szimulációs program használata is.

- **Információ-szolgáltatók:** A kiszervezési vizsgálatok elvégzéséhez szükséges többlet információkat szolgáltató vállalatok, melyek elsősorban az elektronikus piactér objektumai (raktárak, vevők) közötti szállítási távolság- és idő adatokat biztosítják szoftvereik segítségével. Továbbá feladataik közé tartozhat a logisztikai szolgáltatók és azok raktáraihoz kapcsolódó adatok megadása a szakértők igényeinek megfelelően (pl. adott körzetben raktározási tevékenységgel foglalkozó logisztikai szolgáltatók).
- **Logisztikai szolgáltatók:** Elsősorban raktározási tevékenységet végző vállalatok, amelyek tárolási kapacitásaik jobb kihasználtsága, valamint a bevételeik növelése érdekében csatlakoznak az elektronikus piactérhez. Feladatuk a kapott adatok alapján árajánlat szolgáltatása az LSZ kapcsoló-programon keresztül, valamint információk szolgáltatása a szakértők részére. A kapcsoló programon keresztül lehetőségük van a megadott ajánlatok módosítására.
- **Termelő vállalatok:** Azon szereplők melyek azon célból csatlakoznak – ideiglenesen – az elektronikus piactérhez, hogy raktározási tevékenységük kiszervezésének vizsgálatával a leginkább megfelelő raktározási rendszer kerüljön kialakításra. Feladatuk a vizsgálni kívánt raktározási rendszerrel kapcsolatos adatszolgáltatás a szakértők részére, valamint a vizsgálat során a vállalat logisztikai céljainak megfelelő döntések meghozatala (pl. döntési szempontok fontosságának meghatározása, stb.). Lehetőségük van a kapcsoló programon keresztül saját adataik megtekintésére. A szükséges módosításokat a szakértők végzik a termelő vállalatok igényei alapján.
- **Bank:** Kezeli a termelő vállalatoktól és/vagy logisztikai szolgáltatóktól befolyt, a működést-, valamint a rendszerfejlesztést fedező költségeket.



6.1. ábra Raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatát támogató elektronikus piactér koncepciója [saját szerkesztés]

Elektronikus piactér kapcsoló alkalmazásai:

- ***T kapcsoló alkalmazás:*** Ez a kapcsoló alkalmazás a termelő vállalatok és a termelő vállalatok adatbázisa közötti kétirányú kommunikációt valósítja meg, mely magába foglalja a szakértők által felvitt adatok megtekintését.
- ***LSZ kapcsoló alkalmazás:*** A kapcsoló alkalmazás a logisztikai szolgáltatók és a logisztikai szolgáltatók adatbázisa közötti kétirányú kommunikációt, valósít meg, vagyis ezen keresztül a vállalatok lekérdezhetik a szakértők által felvitt adataikat. Továbbá megtekinthetik azon adatokat, melyek alapján elkészíthetik és megküldhetik árajánlatukat.
- ***SZ kapcsoló alkalmazás:*** Ez a kapcsoló alkalmazás valósítja meg a kétirányú kommunikációt a szakértők és az elektronikus piactér adatbázisai között. Ezen keresztül

történik a termelő- és szolgáltató vállalatok raktáraihoz kapcsolódó adatok felvitele. Továbbá ezen a kezelői felületen keresztül az adatbázisok adataiból tetszőleges lekérdezéseket és módosításokat lehet végezni.

Elektronikus piactér alkalmazói szoftverei:

- **Információ-szolgáltató szoftver:** Az elektronikus piactérhez csatlakozott logisztikai szolgáltatók raktárainak, valamint a termelő vállalatok kiszervezési vizsgálatba bevont raktárainak és vevőinek GPS pozíciói alapján az anyagáramlási objektumok közötti becsült szállítási távolság és szállítási idő mátrix (lásd 8.1. fejezetben a C/1; C/2 mátrixokat) meghatározása a feladata.
- **Centrumkereső szoftver:** A logisztikai szolgáltatók adatbázisa és a termelő vállalatok adatbázisa alapján új tagok keresése az elektronikus piactérhez való csatlakozás és ezen keresztül a hatékonyabb döntések meghozatala céljából.
- **Kiszervezési vizsgálatot támogató szimulációs program:** Ezt a programot a szakértők internet kapcsolattal rendelkező számítógépükre telepítve használhatják, melynek működéséhez szükséges adatokat egy adatbázis szerver szolgáltatja. Az adatbázisok feltöltése a korábban ismertetett kapcsoló alkalmazásokon keresztül történik. A szimulációs program három alapvető funkcióval rendelkezik:
 - **Raktározási adatok előállítása a vizsgált jövőbeni időszakra:** Előállítja a különböző raktározási pozíciókhoz (a vizsgálatba bevont saját és a logisztikai szolgáltatók raktárai) rendelt termékek betárolási-, kitárolási- és készletszint adatait a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.
 - **Kiszervezési döntés meghozatala:** Meghatározza az optimális kiszervezési alternatívát (logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál készletmodellhez tartozó terméktípus-raktár, a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál pedig raktár-logisztikai szolgáltató összerendelés történik).
 - **Érzékenység vizsgálat végzése:** Abban az esetben, ha a termelő vállalat képviselői a szimulációs program által előállított vagy az általuk megadott adatok vonatkozásában bizonytalanságot éreznek (pl. a jövőben recesszió vagy fellendülés jelezhető előre melynek mértéke bizonytalan, stb.), akkor a paraméterek változtatásával vizsgálható az optimális kiszervezési döntés, illetve annak célfüggvény értéke.

A program működési elvét, algoritmusát a 9. fejezet tartalmazza.

- **Adatbázis szerver:** Feladata az adatok perzisztens tárolása, valamint a kliens programok adatokkal való kiszolgálása.

Kiszervezési vizsgálatot támogató elektronikus piactér adatbázisai:

A kidolgozott elektronikus piactér vonatkozásában négy adatbázis (termelő vállalatok, logisztikai szolgáltatók, információ-szolgáltatók, kiszervezési vizsgálat adatbázisa) került meghatározásra, melyek tekintetében a kiszervezési vizsgálat működési mechanizmusainak bemutatásához elengedhetetlen adatstruktúrák kerülnek ismertetésre. Az adatbázisok alábbiakban felsorolt adatstruktúráit részleteiben a 8.1. fejezet tárgyalja.

A. Termelő vállalatok adatbázisának adatstruktúrái:

1. Termelő vállalat raktári jellemzőinek hipervektora.
2. Termelő vállalat raktári kapacitásainak és teljesítőképességeinek hipervektora.
3. Minőségi feltételeket leíró vektor.
4. Távolság feltételeket tartalmazó vektor.
5. Vevők azonosító információinak hipervektora.
6. Terméktípusok jellemző tulajdonságainak hipervektora.
7. Készletmodellek hipervektora.
8. Vevői igények mátrixa.
9. Üzemelési időszakok hipervektora.
10. Gyártási átfutási idő gyakoriság hipervektora.
11. Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvények hipervektora.
12. Fajlagos tárolási költségfüggvények hipervektora.
13. Fajlagos forgóeszköz lekötöttségi- és biztosítási költségfüggvények hipervektora.
14. Fajlagos szállítási költségfüggvények hipervektora.

B. Logisztikai szolgáltatók adatbázisának adatstruktúrái

1. Logisztikai szolgáltatók raktári jellemzőinek hipervektora.
2. Logisztikai szolgáltatók raktári kapacitásainak és teljesítőképességeinek hipervektora.
3. Raktárak üzemelési időszakainak hipervektora.
4. Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvények hipervektora.
5. Fajlagos tárolási költségfüggvények hipervektora.
6. Minőségi mutatók várható értékének hipervektora.

C. Információ-szolgáltatók adatbázisának adatstruktúrái

1. Anyagáramlási objektumok közötti szállítási távolságok mátrixa.
2. Anyagáramlási objektumok közötti szállítási idők mátrixa.

D. Kiszervezési vizsgálat adatbázisának adatstruktúrái

1. Vizsgálati mátrix.
2. Induló készletszint mátrix.
3. Betárolási mátrix.
4. Készletszint mátrix.
5. Kitárolási mátrix.
6. Hozzárendelési-változat mátrix.
7. Megoldás-változat mátrix.
8. Célfüggvény komponensek fontosságát leíró vektor.

6.3. Kiszervezést támogató elektronikus piactér működési mechanizmusai

A kiszervezés-vizsgálati folyamat a kidolgozott rendszerben a **kapcsolatfelvétellel** kezdődik (a piactér szakértői vagy a termelő vállalat képviselői veszik fel a kapcsolatot a másik féllel).

Ezt követően a termelő vállalat képviselői **áttekintik** az 5. fejezetben **ismertetett vizsgálati lehetőségeket**, majd közösen kiválasztják a vállalat logisztikai céljainak leginkább megfelelő kiszervezés vizsgálati lehetőséget.

Szerződéskötés előtt a termelő vállalat és az elektronikus piactér (EM) szakértői közösen meghatározzák **azon mennyiségi egységet** (m^3 , m^2 , kg, db stb.), mely a tárolási és szállítási kapacitás-kihasználtságot leginkább befolyásolja (a fajlagos logisztikai költségek is ebben az egységben kerülnek meghatározásra), valamint a **kiszervezési időszak hosszát**, illetve **áttekintik a vizsgálat során meghatározandó adatbázisok adatstruktúráit** a vizsgálat megvalósíthatóságának ellenőrzése érdekében.

Figyelembe veendő kiegészítések:

- A vizsgálatához **nem csak azon termékek adatait szükséges megadni melyek raktározási tevékenysége a kiszervezés szempontjából vizsgálandó**, hanem a kiszervezési vizsgálat

által érintett termelő vállalat raktáraiban tárolt azon termékek, termékcsoporthoz adatait is, melyek raktározási tevékenysége nem kiszervezendő, de a kiszervezési vizsgálat eredményét befolyásolják (viselkedésüktől függ a raktárak szabad rakodási teljesítőképességének és tárolási kapacitásának kihasználtsága). A kiszervezés szempontjából nem vizsgált termékek meghatározott raktárhoz kerülnek hozzárendelésre, valamint be-, kitárolási és készletszint adataik szimulációs program által készletmodelljük felhasználásával vagy a termelő vállalat által végzett becsléssel kerülnek rögzítésre. Ezen termékek figyelembe vétele csak a „saját” raktárak esetén szükséges, mivel a logisztikai szolgáltatók csak a szabad kapacitásaikat adják meg.

- A számos **termékféleséggel (több száz) rendelkező vállalatok fiktív termékeket, vevőket is meghatározhatnak a vizsgálat egyszerűsítésének** és hatékonyságának növelése érdekében (egy fiktív termék több terméket, egy fiktív vevő több vevőt helyettesíthet a vizsgálatban).

Az 5. fejezetben a kiszervezési vizsgálat három fő típusa került meghatározásra, melyek:

- egylépcsős kiszervezési vizsgálat logisztikai erőforrások átadása nélkül,
- egylépcsős kiszervezési vizsgálat logisztikai erőforrások átadásával,
- kétlépcsős kiszervezési vizsgálat.

A továbbiakban a kiszervezés vizsgálati folyamatok ezen típusai kerülnek részleteiben ismertetésre, mely folyamatok minden lépésénél meghatározásra kerül az elvégzendő tevékenység, a feladatot végrehajtó személyek, valamint az adatrögzítés formája is. A folyamatok leírásánál megnevezett költségfüggvények meghatározási módját a 7. fejezet az adatstruktúrákat a 8.1 fejezet, a figyelembe veendő feltételeket, célfüggvényeket a 8.2. fejezet, a felhasznált szimulációs program működési elvét a 9. fejezet tartalmazza.

Egylépcsős kiszervezési vizsgálat logisztikai erőforrások átadása nélkül

A logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál **a kijelölt terméktípusok jövőbeni időszakra vonatkozó raktározási helyét keressük**, melynek folyamatát a 6.2. ábra ismerteti. Vizsgálat lépései az alábbiak:

1. lépés: A kiszervezési lehetőség kiválasztását követően az elektronikus piactér képviselőivel (E-menedzsment) **szerződés-kötés** történik, mely során részleteiben meghatározásra kerülnek:

- a kiszervezés-vizsgálati feladat(ok),
- a kiszervezési vizsgálat feladatkörei, hatáskörei,
- a titoktartási kötelezettségek,
- a kiszervezési vizsgálat díjazása.

Ezen szerződés tartalma az elektronikus piactér üzemeltetőjének, üzletpolitikájának és a megrendelői elvárásoknak a függvénye.

2. lépés: A szakértők és a termelő vállalatok kijelölt képviselői az *A/1-A/14 és D/8 adatstruktúrák szerint kialakított adattáblák adatait meghatározzák és feltöltik* az SZ kapcsoló programon keresztül. A vizsgálat fontos eleme a termelő vállalatok raktárankénti fajlagos logisztikai költségfüggvényeinek meghatározása, mely a termelő vállalat és az elektronikus piactér szakértői által kerül meghatározásra a 7.1. fejezetben ismertetett módon. A költségfüggvények együttthatói az SZ kapcsoló programon keresztül kerülnek feltöltésre az A/11-A/14 szerinti adatstruktúrák alapján kialakított adattáblákba.

3. lépés: A szakértők és a termelő vállalat képviselői az elektronikus piactérhez csatlakozott termelő vállalat (A/1; A/5; A/8) és logisztikai szolgáltatók adatai alapján (B/1) további – logisztikai szolgáltatók által üzemeltetett – *raktár/raktárak keresését végezhetik el* (centrumkeresési módszerek használatával és/vagy információ-szolgáltatók igénybevételével) a kiszervezési vizsgálat hatékonyságának növelése érdekében.

Centrumkeresésnél a cél olyan GPS pozíció keresése, melynél vagy melynek közelében található raktárban/raktárakban való tárolás esetén az anyagmozgatási munka és ezen keresztül a szállítási költség minimalizálható. A centrumkereséssel meghatározott GPS pozíciónál vagy annak közelében található raktárról/raktárakról információ-szolgáltatók (pl. raktárak adatbázisával rendelkező vállalat) adhatnak tájékoztatást.

4. lépés: A kiválasztott „újonnan” csatlakozó *logisztikai szolgáltatóval/szolgáltatókkal* az elektronikus piactér E-menedzsment szervezete veszi fel a kapcsolatot, majd pedig kölcsönös érdekesség esetén *szolgáltatási szerződés kerül megkötésre*, mely tartalmazza az alábbiakat:

- a feladatköröket, hatásköröket,
- az elektronikus piactér által nyújtott szolgáltatásokat, valamint azok díjazását.

5. lépés: Az „újonnan” csatlakozó *logisztikai szolgáltatók raktárai* a szakértők által *minősítésre kerülnek*, majd a meghatározott adatok az SZ kapcsoló programon keresztül a B/1, B/3 adatstruktúra szerint kialakított adattáblákba feltöltésre kerülnek.

6. lépés: Az elektronikus piactérhez a termelő vállalatok vizsgálatba bevont raktárai, vevői, valamint a logisztikai szolgáltatók raktárai közötti *szállítási- távolság és idő adatok meghatározása* és adattáblákba (C/1, C/2 adatstruktúra szerint létrehozott) való felvitele az információ-szolgáltatók által. Az információ-szolgáltatók ezen adatokat manuális rögzítéssel vagy számítógépes program segítségével határozhatják meg az A/1, A/5 és a B/1 adatstruktúra szerint kialakított adattáblákban rögzített GPS koordináták alapján.

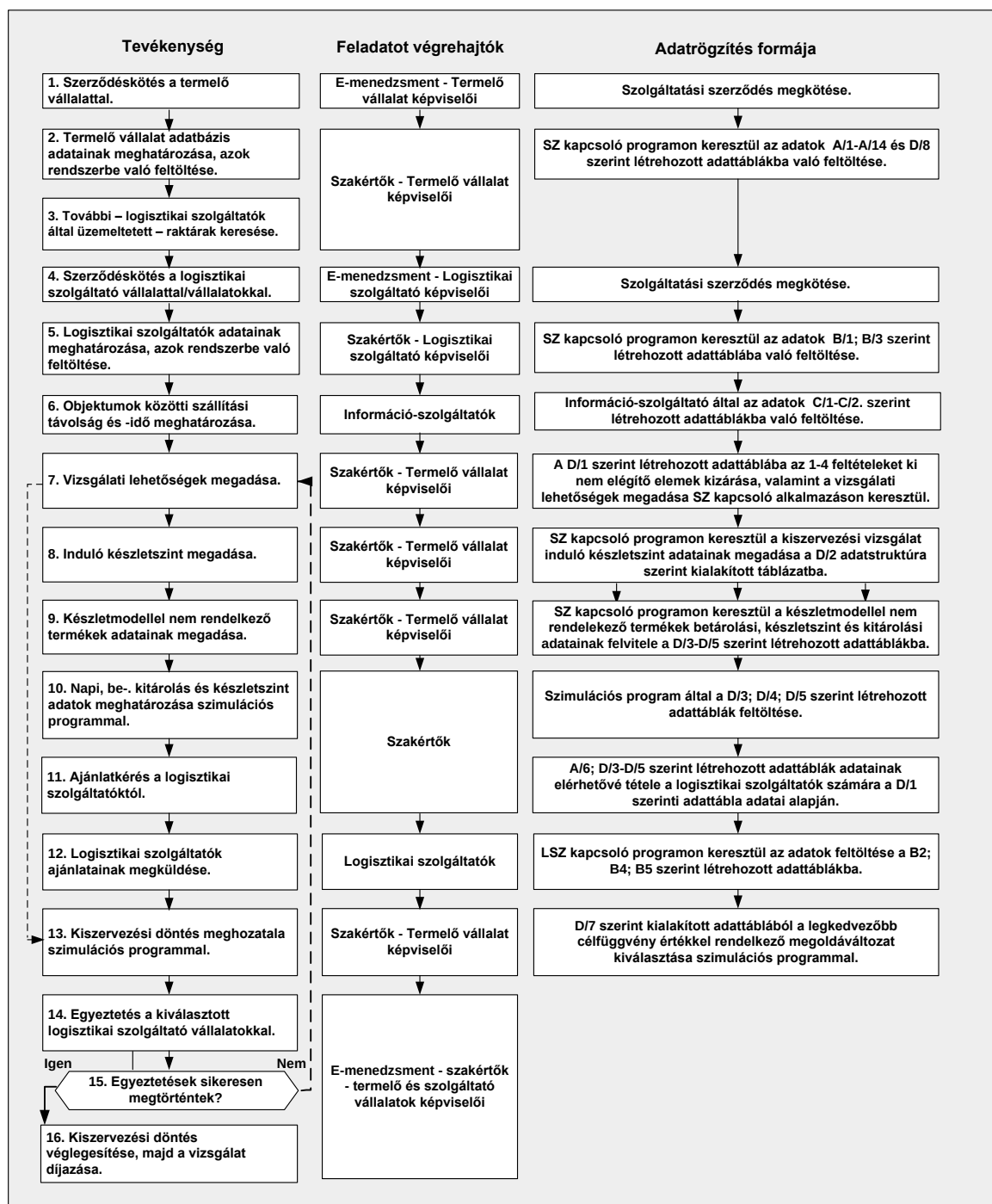
7. lépés: A szakértők és a termelő vállalat képviselői az SZ kapcsoló alkalmazás segítségével a vizsgálati mátrix (D/1) elemei közül kizárják azokat, melyek nem felelnek meg a 8.2. fejezetben ismertetett 1-4 (A/3, A/4) feltételeknek, majd *kitöltik a vizsgálati mátrixot a vizsgálati típusnak megfelelően* (lásd D/1 adatstruktúra leírását). A kizárt értékek 0-val kerülnek jelölésre, de ezek az értékek is módosíthatók a megrendelői igényeknek megfelelően. Amennyiben módosított vizsgálati mátrix értékek mellett akar a termelő vállalat kiszervezési vizsgálatot végezni, akkor a vizsgálati mátrix értékei az igényeknek megfelelően változtathatók (pl. az előző vizsgálatban kiválasztott raktár logisztikai szolgáltatója ellen csőd eljárás folyik, stb.).

8. lépés: Az SZ kapcsoló programon keresztül a termelő vállalat képviselői a logisztikai szolgáltató vállalatok képviselőivel megadhatják az *induló készletszint adataikat* a D/2 adatstruktúra szerint kialakított adattáblába.

9. lépés: Az SZ kapcsoló alkalmazáson keresztül a szakértők és a termelő vállalat képviselői által megadásra kerülnek *azon termékek betárolási-* (D/3), *készletszint-* (D/4), és *kitérolási adatai* (D/5) a *vizsgálati időszakra*, melyek *készletmodellje nem határozható meg kellő biztonsággal* (pl. több száz egyedi termék elosztási folyamatának leírása egy vagy néhány fiktív termékkel és vevővel).

10. lépés: A szakértők a kapcsoló programok által felvitt adatok alapján szimulációs program segítségével határozzák meg a *készletmodellel rendelkező termékek esetén* a napi *betárolási-* (D/3), *készletszint-* (D/4), és *kitérolási* (D/5) mennyiségeket a vizsgált jövőbeni

időszakra vonatkozóan. Minden olyan esetben előállításra kerülnek ezen adatok, melyeknél a vizsgálati mátrixban a készletmodell-azonosítóval jelölt terméktípusok raktárral lettek összerendelve. Egy készletmodell-azonosítóhoz tartozó terméktípusnak valamennyi raktári hozzárendelés esetén más és más készletmodellje lehet az utánpótlási idő függvényében. A szimulációs program működési elve a 9. fejezetben található.



6.2. ábra Saját logisztikai erőforrások átadása nélküli kiszervezési vizsgálati folyamat

[saját szerkesztés]

11. lépés: Az SZ kapcsoló programon keresztül a szakértők *ajánlatot kérnek* a logisztikai szolgáltató vállalatoktól, amelynél a termékjellemzőket (A/6 szerint létrehozott adattábla adatai termékmegnevezés nélkül), valamint a szimulációs program eredményeit (D/3-D/5) a D/1 mátrix alapján elérhetővé teszik a logisztikai szolgáltatók számára. A logisztikai szolgáltatók csak azon termékekre és raktáraikra kapják meg a jövőbeni időszakra vonatkozó termékjellemzőket (befoglaló méret, súly, stb.), napi szintű betárolási-, készletszint- és kitárolási adatokat, melyek a vizsgálati mátrixban kiszervezési vagy tárolási lehetőségként jelölve lettek. A rendelkezésre bocsátott adatok determinálják az ajánlati időszak hosszát (D3-D/5-ben jelölt időszak), valamint a fajlagos költségfüggvények meghatározásánál figyelembe veendő mennyiségi egység dimenziót (A/6 szerint létrehozott adattábla mennyiségi egység mezője tartalmazza) is.

Megjegyzés: A betárolási-, készletszint- és kitárolási adatok egységrakomány (ER) darabszámban kerülnek megadásra a logisztikai szolgáltatók számára, de az árajánlatot a termékjellemzőknél (A/6) megadott mennyiségi egységben kell megadniuk.

12. lépés: A logisztikai szolgáltatók a kapott adatok alapján az LSZ kapcsoló programon keresztül megteszik ajánlataikat (ajánlatok megadása a jelenlegi árszínvonal alapján történik a jövőbeni időszakra vonatkozóan az összehasonlíthatóság érdekében). Az ajánlatok adatai a B/2, B/4, B/5 szerint létrehozott adattáblákban kerülnek rögzítésre, melynek megadási módja a 7.2. fejezetben kerül ismertetésre.

13. lépés: A szakértők és a termelő vállalat képviselői szimulációs program (lásd 9. fejezet) felhasználásával meghatározzák az optimális kiszervezési döntést. A kiszervezési döntésnél a 8.2. fejezet 5-9. feltételeinek eleget tevő megoldásváltozatokat tartalmazó megoldásváltozat mátrixból (D/7 szerint kialakított) egy olyan megoldásváltozat (készletmodellek-raktárhoz való hozzárendelésének egy lehetséges módja) kerül kiválasztásra, melynél a normalizált célfüggvény-komponensek súlyozott összege a legnagyobb értékű lesz (célfüggvény meghatározásának módja a 8.2.2. fejezetben található). Abban az esetben, ha a termelő vállalat képviselői bizonytalanságot éreznek az általuk megadott vagy a szimulációs program által előállított valamely adat vonatkozásában, akkor a szimulációs program lehetőséget biztosít a vizsgálat eredményének különböző paraméterek mellett való meghatározására is.

Megjegyzés: Természetesen ezen döntés a 14. pontban ismertetett egyeztetés sikeres megtörténtét követően tekinthető véglegesnek.

14. lépés: A kapott eredmény alapján az E-menedzsment, a termelő vállalatok képviselői, valamint a szakértők felveszik a kapcsolatot a kiválasztott logisztikai szolgáltatóval/szolgáltatókkal, majd közösen bejárják a kiválasztott raktárakat. Az egyeztetés során meggyőződnek a kiszervezés megvalósíthatóságáról, felméri annak lehetséges kockázatait (pl. szolgáltatónak esetlegesen pénzügyi problémái vannak, a konkurencia termékei is ugyanott kerülnek tárolásra, anyag- és információáramlási folyamatok kialakíthatósága, stb.).

15. lépés: Amennyiben a termelő vállalatok meg vannak elégedve a vizsgálat eredményével, akkor a folyamat a 16. lépésnél folytatódik, ellenkező esetben pedig egy új, módosított vizsgálat kezdődhet a 7. lépésre való visszatéréssel.

16. lépés: Az E-menedzsment a termelő vállalat és a logisztikai szolgáltató vállalat(ok), valamint a szakértők közreműködésével megtörténik a kiszervezési alternatíva véglegesítése, valamint a - szolgáltatási szerződések alapján - a vizsgálati tevékenység díjazása.

Egylépcsős kiszervezési vizsgálat logisztikai erőforrások átadásával:

A logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál *a kijelölt saját raktár/raktárak jövőbeni időszakra vonatkozó üzemeltetőjét keressük*, melynek folyamatát a 6.3. ábra ismerteti. A vizsgálat lépései az alábbiak:

1. lépés: Az előző vizsgálati típusnál leírtaknak megfelelő módon történik.

2. lépés: Ez a lépés csupán a meghatározandó fajlagos költségek tekintetében különbözik az előző vizsgálati típus ugyanezen lépésénél leírtaktól. Ebben az esetben nem vizsgálható a termékek logisztikai szolgáltatók raktáraiba történő kiszervezése, így a vizsgált termékek szállítási teljesítménye és készletszintje sem változik kiszervezési alternatívánként, melynek következtében a fajlagos szállítási költségek, valamint a tökelekötési és biztosítási költségek

meghatározása (A/13; A/14 adatstruktúra szerint kialakított táblázat adatai) feleslegessé válik.

3. lépés: A szakértők és a termelő vállalat képviselői az elektronikus piactérhez csatlakozott logisztikai szolgáltatók adatai alapján (B/1) további logisztikai szolgáltatók keresését (információ-szolgáltatók igénybevétele) tarthatják szükségesnek a kiszervezési vizsgálat hatékonyabb elvégzése érdekében (pl. a csatlakozott logisztikai szolgáltatók száma kevés és/vagy rossz raktározási referenciával rendelkeznek).

4. lépés: Az előző vizsgálati típusnál leírtaknak megfelelő módon történik.

5. lépés: Az elektronikus piactérhez csatlakozott logisztikai szolgáltatók raktárait a piactér szakértői minősítik, majd a kapott adatokat az SZ kapcsoló programon keresztül feltöltik a B/1 adatstruktúra szerint kialakított adattáblába. A minősítés fontos, mivel a kiszervezési vizsgálatokba csak azon logisztikai szolgáltatók vonhatók be, melyek megfelelő referenciával rendelkeznek a késztermék raktározás területén. Továbbá abban az esetben, ha a logisztikai szolgáltató vállalat azt akarja, hogy a későbbiekben raktárai kerüljenek figyelembe vételre a logisztikai erőforrások át nem adásával járó kiszervezési vizsgálatoknál is, akkor az SZ kapcsoló programon keresztül a szakértők a B/3 adatstruktúra szerint kialakított adattáblába rögzítik a raktárak üzemelési időszakait is.

6. lépés: A termelő vállalat képviselői és a szakértők a vizsgálati típusnak megfelelően az SZ kapcsoló programon keresztül kitöltik a D/1 szerint kialakított adattáblát. Tehát azon raktár(ak)hoz tartozó készletmodell azonosítókat jelölik A vagy B értékkel, melyekhez tartozó termékek logisztikai erőforrás átadással járó kiszervezési vizsgálatát szeretnék elvégezni (egy raktárhoz A vagy csak B érték tartozhat). Az A érték esetén a kijelölt raktárakhoz tartozó termékek csak logisztikai szolgáltatóhoz, B érték esetén pedig a termelő vállalathoz is hozzárendelésre kerülhetnek az optimalizálás eredményétől függően. Ezt követően a 8.2. fejezetben ismertetett 1-4 feltétel alapján kiválasztásra kerülnek a vizsgálatba bevont logisztikai szolgáltatók. A feltételek ellenőrzésénél tulajdonképpen egy referenciavizsgálat történik a B/1 szerint létrehozott adattábla adatai alapján, mivel a logisztikai szolgáltatók által üzemeltetett raktárak logisztikai mutatóinak teljesülését vizsgáljuk. Ezen feltétel vizsgálatánál természetesen bármely mutató teljesülésének

vizsgálata elhagyható annak csekély jelentősége esetén, illetve a termelő vállalat döntése alapján kizárt logisztikai szolgáltatók is bevonhatók a vizsgálatba.

7-9. lépés: A 7-9. lépések megegyeznek az előző vizsgálati típus 8-10. lépéseivel leírtakkal.

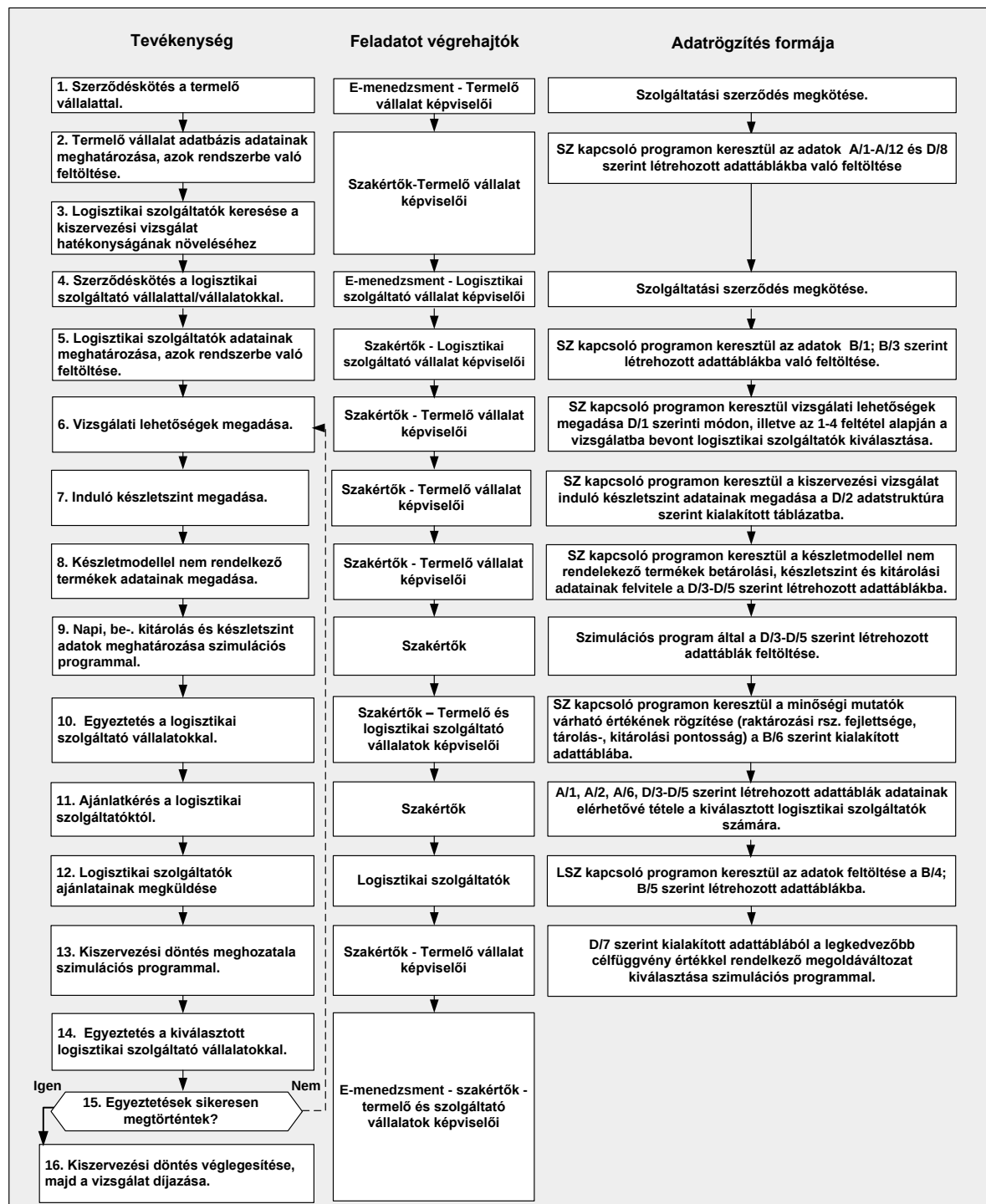
10. lépés: A szakértők és a termelő vállalatok képviselői ismertetik a kiválasztott logisztikai szolgáltatókkal az elvégzendő raktározási feladatokat, a kiszervezési feltételeket, valamint az esetleges kiszervezést követően rendelkezésükre bocsátott logisztikai erőforrásokat. A feladat részletezését követően a szakértők és a termelő vállalat képviselői minden egyes logisztikai szolgáltatóval külön-külön egyeztetve meghatározzák a minőségi mutatók jövőbeni időszakra vonatkozó várható értékét, melyet a szakértők az SZ kapcsoló programon keresztül a B/6 szerint kialakított adattáblába rögzítenek.

11. lépés: A szakértők által ajánlatkérés történik meg olyan formában, hogy az A/1; A/2, A/6 adatstruktúrák szerint létrehozott adattáblák adatait (A/6 szerint létrehozott adattábla adatai termék megnevezés nélkül), valamint a szimulációs program eredményeit (D/3-D/5) elérhetővé teszik a kiválasztott logisztikai szolgáltatók számára. A rendelkezésre bocsátott adatok determinálják az ajánlati időszak hosszát (D3-D/5-ben jelölt időszak), valamint a fajlagos költségfüggvények meghatározásánál figyelembe veendő mennyiségi egység dimenziót (A/6 szerint létrehozott adattábla mennyiségi egység mezője tartalmazza) is.

12. lépés: A kapott adatok alapján a logisztikai szolgáltatók az LSZ kapcsoló programon keresztül megadják árajánlatukat, melyek a B/4-B/5 szerinti adatstruktúra szerint kialakított adattáblákba kerülnek mentésre. Az árajánlatok az összehasonlíthatóság érdekében jelenlegi árszínvonalon kerülnek megadásra, a 7.2. fejezetben leírtak szerint.

13. lépés: A 9. fejezetben ismertetett szimulációs program segítségével meghatározásra kerül az optimális kiszervezési döntés. A kiszervezési döntés során a kiszervezési típushoz tartozó megoldás-változat mátrixból egy olyan változat (raktárak-logisztikai szolgáltatók egy lehetséges összerendelése) kerül kiválasztásra, melynek célfüggvény értéke a legkedvezőbb (célfüggvény meghatározásának módját lásd a 8.2.2. fejezetben). A megoldásváltozat mátrixban csak az ajánlatot tevő logisztikai szolgáltatók szerepelnek (a kiszervezési feltételeket a 10. lépésben megismerték a logisztikai szolgáltatók és ennek megfelelően adják árajánlatukat). Továbbá a szimulációs program lehetőséget biztosít a

döntés bizonytalansága esetén a kiszervezési döntés különböző paraméterek melletti vizsgálatára is. Természetesen ezen döntés csak a 14. pontban ismertetett egyeztetés sikeres megtörténtét követően tekinthető véglegesnek.



6.3. ábra Logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezés vizsgálati folyamat

[saját szerkesztés]

14. lépés: A kapott eredmény alapján az E-menedzsment, a termelő vállalatok képviselői, valamint a szakértők felveszik a kapcsolatot a kiválasztott logisztikai szolgáltatóval/szolgáltatókkal, egyeztetnek a kiszervezés megvalósításáról, felméri annak lehetséges kockázatait (pl. szolgáltatónak esetlegesen pénzügyi problémái vannak, nem tudja teljesíteni a vállalt feladatokat, stb.).

15. lépés: Amennyiben a termelő vállalatok meg vannak elégedve a vizsgálat eredményével, akkor a folyamat a 16. lépésnél folytatódik, ellenkező esetben pedig egy új módosított vizsgálat kezdődhet a 6. lépésre való visszatéréssel.

16. lépés: Megegyezik az előző vizsgálati típusnál leírtakkal.

Kétlépcsős kiszervezési vizsgálat:

Ezen kiszervezési forma az *előbbieken ismertetett két típus kombinációja*, vagyis először a logisztikai erőforrások átadása nélküli, majd a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat kerül elvégzésre a termelő vállalatok elosztási rendszerének racionalizálása érdekében.

7. KÉSZTERMÉK RAKTÁROZÁSI TEVÉKENYSÉGEK KISZERVEZÉSI VIZSGÁLATÁNAK KÖLTSÉGMODELLJE

A logisztikai tevékenységek outsourcing-ba adásának jelentős részét képezi – hazánkban és a nemzetközi környezetben is – a raktározási tevékenységek kiszervezése. A jól átgondolt döntés eredményeként jelentős mértékben növekedhet a vállalat versenyképessége, mivel ez hozzájárulhat az elosztási logisztikai rendszer költségeinek csökkenéséhez, illetve a vevő(k) kiszolgálási színvonalának javulásához is. A logisztikai **költségeknek** a kiszervezési vizsgálatoknál tulajdonított **kiemelt jelentősége**, valamint **a kidolgozott alternatívák elektronikus piactérrel történő vizsgálata tette szükségessé egy, a feladatkörre illeszkedő újszerű költségmodell kidolgozását** [P/4, P/20]. A fejezetben ismertetésre kerülő költségfüggvények a kiszervezési vizsgálat optimalizálási/döntési algoritmusai célfüggvényének részei, illetve egyes paramétereik vizsgálati feltételként is szerepelnek. A kiszervezési vizsgálat költségmodelljének fontosabb jellemzői az alábbiak:

- Az 5. fejezetben feltárt kiszervezés vizsgálati típusoknál alkalmazható.
- A vizsgálati típusokhoz tartozó különböző kiszervezési alternatívák költségei összehasonlíthatóak. A kiszervezési alternatívák tulajdonképpen hozzárendelési változatoknak tekinthetők. Az egylépcsős logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál egy kiszervezési alternatíva a készletmodell változat(ok)hoz tartozó terméktípus(ok) raktár(ak)hoz való egyfajta hozzárendelését jelenti. Ugyanakkor ez az egylépcsős logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál a kiválasztott termelő vállalati raktár(ak) logisztikai szolgáltató(k)hoz való egyfajta hozzárendelését jelenti.
- A termelő vállalat részéről alkalmazandó készletezési modell(ek) kiszervezési alternatívákra gyakorolt költség hatásait figyelembe veszi, mivel a termék különböző tárolási pozíciókba való elhelyezésével változhat azok készlet szintje és a hozzájuk kapcsolódó szállítási teljesítmény is.
- A kiszervezési alternatívák esetén a logisztikai erőforrások jövőbeni növekedéséből vagy csökkenéséből származó költség hatásokat figyelembe veszi. A kidolgozott modellben logisztikai erőforrás kapacitás-bővítés csak a termelő vállalat saját pénzügyi forrásából valósulhat meg.
- A logisztikai szolgáltató vállalatok mennyiségtől függő kedvezményeiket is szerepeltethetik ajánlatukban.

Ezen elvárásoknak csak olyan költségmodell képes megfelelni, ahol egy adott kiszervezési vizsgálatnál **ugyanazon mennyiségi egységre** vonatkoznak a fajlagos logisztikai költségfüggvények (a termelő- és a logisztikai szolgáltató vállalatoknál megegyező módon). Ugyanakkor a mennyiségi egység meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy mely termékjellemző (pl. befoglaló méret, súly, stb.) van hatással a tároló eszközök és a közúti szállítás szállítóeszközeinek kapacitás kihasználtságára (pl. papíripari vállalatok esetén a termékek befoglaló mérete jelentős mértékben ingadozik, ezért ott a térfogat, míg festégyártásnál, ahol az ER-ok befoglaló mérete és súlya sem ingadozik jelentősen az ER-ok száma lehet a termékjellemző). A 4. fejezetben megített lehatárolások következtében a **raktárakon belül, illetve a közúti szállítás során egy- vagy többféle bontatlan, egységes kezelésű egységrakomány tárolása, mozgatása, és szállítása** valósulhat meg. Természetesen a későbbiekben a specifikált igényeknek megfelelően a költségmodell továbbfejleszthető.



7.1. ábra Kiszervezés vizsgálati költségmodell struktúrája [saját szerkesztés]

A kiszervezési vizsgálat során egyértelműen meg kell határozni, hogy az egyes költségfüggvényeket mely szereplőnek, milyen formában és algoritmus szerint kell előállítania annak érdekében, hogy a felvázolt – költségmodellel szembeni – követelmények teljesüljenek. A költségfüggvények meghatározása minden esetben jelenlegi árszínvonalon [36] történik az összehasonlíthatóság érdekében. A 7.1. ábrán feltüntetett struktúra tisztán és közérthető módon mutatja be azt, hogy a szakértőknek- és a logisztikai szolgáltató vállalatoknak milyen módon és mely költségfüggvényeket kell meghatározniuk a vizsgálatok elvégzéséhez. A termelő vállalatok költségfüggvényei meghatározását az

elektronikus piactér szakértői végzik a termelő vállalat adatai alapján (bonyolultság miatt). A következőkben ezek szerint kerülnek bemutatásra a fajlagos logisztikai költségfüggvények és azok meghatározási módszerei.

7. 1. Szakértők által előállítandó költségfüggvények

A szakértők által előállítandó fajlagos költségfüggvények meghatározásának célja, hogy a kiszervezés szempontjából vizsgálandó jövőbeni időszakra vonatkozóan nagy pontossággal meghatározható legyen a különböző kiszervezési alternatívák esetére a felmerülő logisztikai költségek nagysága. A kitűzött cél teljesítése csupán heterogén módon, többféle fajlagos költségfüggvény meghatározási módszer segítségével valósulhat meg.

Az olyan fajlagos költségfüggvényeket, melyek értékét a tevékenységi szint (pl. rakodások száma, tárolt termékek mennyisége, stb.) változása befolyásolja a történeti adatok alapján lineáris **regresszió vizsgálattal** (a költségfüggvény könnyebb kezelhetősége érdekében) célszerű előállítani [18]. A regresszió vizsgálat során az kerül meghatározásra, hogy a fajlagos logisztikai költségfüggvény értéke hogyan függ a független változók (logisztikai erőforrások kapacitás kihasználtságát jelentős mértékben befolyásoló tényezők) értékétől. A fajlagos logisztikai költségfüggvények közül a raktári anyagmozgatási- és a tárolási költségfüggvény tartozik ebbe a kategóriába.

Ugyanakkor vannak olyan költségfüggvények is, melyek létrehozhatók közvetlenül (történeti adatok elemzése nélkül) egzakt matematikai **összefüggések felírásával**, mivel a független és a függő változók közötti kapcsolat egyértelműen, különösebb elemzések nélkül felírható. Ezen kategóriába sorolható a tökelekötési és biztosítási költségfüggvény is.

A fajlagos szállítási költségfüggvény csupán **múltbeli adatok alapján becsléssel** kerülhet meghatározásra, mivel egy adott tevékenység ellátása érdekében kiválasztandó logisztikai szolgáltató(k) és/vagy a használandó logisztikai erőforrások típusa, mennyisége csak a raktározási tevékenységek kiszervezését követően határozható meg.

Megjegyzés: Abban az esetben, ha a vizsgált jövőbeni időszakban kapacitás-bővítésre (anyagmozgatási, raktári) van szükség az csak saját forrásból, egyszeri alkalommal történhet a kidolgozott modell szerint.

7.1.1. Regresszió vizsgálattal meghatározandó költségfüggvények

A kiszervezés-vizsgálati költségmodellben regresszió vizsgálattal kétféle költségfüggvényt, *a fajlagos raktári anyagmozgatási és a tárolási költségfüggvényt* kell meghatározni, mivel értékük a különböző kiszervezési alternatívák esetén eltérő lehet. Ezen költségfüggvényeket azon „saját” vagy bérelt raktárak esetére kell előállítani, melyek működésére az esetleges kiszervezés hatással lehet. Fontos megjegyezni, hogy ezen költségfüggvények értékére a tevékenységi szint változása, valamint a vizsgált jövőbeni időszak logisztikai erőforrás kapacitás igénye is hatással van.

Megjegyzés: Ezen függvények előállítása lineáris regresszió-számítással történik a modell egyszerűsítése érdekében (legkisebb négyzetek módszere).

Költségfüggvények meghatározásának folyamata:

1. lépés: Múltbeli időszak költségeinek, illetve logisztikai teljesítményeinek – történeti adatok alapján - havi bontásban való meghatározása.
2. lépés: *Havi adatok alapján egy mennyiségi egységre (továbbiakban: ME) vetített fajlagos költségek meghatározása, előre definiált összefüggések felhasználásával.*
3. lépés: Fajlagos költségfüggvények meghatározásához szükséges logisztikai mutatók előállítása.
4. lépés: *Fajlagos költségek regressziós függvényének előállítása a logisztikai mutatók és a havi szinten meghatározott fajlagos költségek alapján.*
5. lépés: Fajlagos költségfüggvények korrigálása az esetleges tevékenység áthelyezés (a felszabaduló erőforrás kapacitások más célra való felhasználásával) költségcsökkentő, illetve az esetleges logisztikai erőforrás kapacitásszükséglet növekedés költség-növelő hatásaival.

A történeti adatok vizsgálati időtartamának célszerű egy teljes évet kiválasztani, mivel ez az időszak, amely tartalmazza a szezonális hatásokat, valamint az esetlegesen felmerülő összes költség típust is. A múltbeli adatok havi bontásban történő feldolgozását az indokolja, hogy a közép- és nagyvállalatok a számviteli követelmények betartása mellett havi szinten könyvelik a felmerülő költségeik jelentős részét (pl. munkabér, anyagköltség, rezsiköltségek [48]), így ez a legkisebb bontás a vizsgált időszakon belül, ami kezelhető.

Természetesen vannak olyan költségek is, melyeket egyenletesen kell megosztani a vizsgált hónapok között, mivel egy adott (hosszabb) időszakra oszlanak el (pl. karbantartási költség).

Fajlagos raktári anyagmozgatási költségfüggvény:

Megmutatja, hogy a termelő vállalat raktáraiban egy mennyiségi egységnyi termék betárolására vagy kitárolására átlagosan mekkora költség jut a kiszervezés szempontjából vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.

Költségfüggvény meghatározásának lépései:

1. lépés: Költségek és logisztikai mutatók múltbeli időszakra havi bontásban történő meghatározása.

Költségek meghatározásának módja:

A költségek egy része egyértelműen hozzárendelhető a múltbeli időszak hónapjaihoz, mivel rendszeresen, havonta kerülnek könyvelésre (bérköltség, üzemanyag költség). Ugyanakkor vannak olyan költségek, melyek hosszabb időszakra kerülnek elszámolásra, vagy időszakosan merülnek fel, ezeket egyenletes havi elosztással kell a vizsgált hónapokhoz rendelni (amortizációs költség, karbantartási költség). Abban az esetben, ha a logisztikai erőforrások más célra is felhasználásra kerülnek (pl. üzemben belüli anyagmozgatás), akkor a felmerülő költségeiket a késztermék raktározási tevékenységre vonatkozó igénybevétel arányában kell meghatározni. A raktári anyagmozgatással kapcsolatosan felmerülő alábbi költségek az r_1 -edik raktár h -adik múltbeli hónapjára vonatkoznak (a $h \in \Theta_h$, vagyis adott múltbeli időszak hónapjait tartalmazó halmaz része).

Havonta közvetlenül meghatározható költségek:

- $K_{r_1 h}^{AGÜ}$: anyagmozgató gépek üzemanyag költsége [EUR],
- $K_{r_1 h}^{ASB}$: anyagmozgatásban résztvevő személyek bérköltsége [EUR].

Egyenletes havi elosztással meghatározható költségek:

- K_{rh}^{AGA} : anyagmozgató gépek amortizációs költsége [EUR],
- K_{rh}^{AGK} : anyagmozgató gépek karbantartási költsége [EUR].

Logisztikai teljesítmények meghatározásának módja:

A logisztikai teljesítményeket a költséghez hasonlóan havi bontásban kell meghatározni. Logisztikai teljesítményként csupán a raktárakba havonta be- és kitárolt termékek mennyiségének összege határozandó meg.

Az r_1 -edik raktárban h -adik hónapban mozgatott termékek mennyisége (be- és kitárolt mennyiségek összege):

$$a_{rh} = a_{rh}^{be} + a_{rh}^{ki}. \quad [\text{ME}] \quad (7.1)$$

2. lépés: Az 1. lépésben meghatározott költségek és logisztikai teljesítmények alapján raktáranként havi bontásban kiszámítandó a fajlagos logisztikai költségek értéke a

$$k_{rh}^A = (K_{rh}^{AGA} + K_{rh}^{AGK} + K_{rh}^{AGÜ} + K_{rh}^{ASB}) / a_{rh} \quad [\text{Euro/ME}] \quad (7.2)$$

összefüggés alapján.

3. lépés: Ebben a fázisban bemutatásra kerülnek azon tényezők, melyek hatással vannak a raktári anyagmozgatási fajlagos költségek alakulására a kiszervezési vizsgálat során.

Naponta mozgatott termékek mennyiségének átlaga az r_1 -edik raktárban a h -adik hónapban: Ez a tényező oly módon befolyásolja a fajlagos anyagmozgatási költség alakulását, hogy növekedésével a kiválasztott mennyiségi egységre jutó költség csökken, míg ellenkező esetben fajlagos költségnövekedés figyelhető meg.

$$\overline{a_{rh}} = \sum_{n \in \Theta_n^h} a_{rh} / |\Theta_n^h|, \quad [\text{ME/nap}] \quad (7.3)$$

ahol:

- $|\Theta_n^h|$: h -adik hónap napjait tartalmazó halmaz elemeinek számossága,
- a_{rh} : r_1 -edik raktárban n -edik nap mozgatott termékek mennyisége.

Naponta mozgatott termékek mennyiségének szórása az r_1 -edik raktárban a h -adik hónapban. Ez a mutató jelentős hatással van a fajlagos költségfüggvény értékének alakulására, mivel a naponta mozgatott termékek mennyisége ingadozásának:

- növekedésével a logisztikai erőforrások kihasználtsága csökken, mely a fajlagos logisztikai költségek növekedését eredményezi,
- csökkenésével a logisztikai erőforrások kihasználtsága növekszik, mely a fajlagos logisztikai költségek csökkenését eredményezi.

Számítása a következőképpen történik:

$$\sigma_{r_1h}^A = \sqrt{\frac{\sum_{n \in \Theta_n^h} (a_{r_1n} - \overline{a_{r_1h}})^2}{|\Theta_n^h|}} \quad [\text{ME/nap}] \quad (7.4)$$

4. lépés: A vizsgált múltbeli időszakban, havi bontásban meghatározott fajlagos raktári anyagmozgatási költségek, valamint a 3. lépésben ismertetett logisztikai mutatók alapján definiálható a regresszió költségfüggvény, melynek független változói az r_1 -edik raktárban naponta átlagosan mozgatott termékek mennyisége, illetve azok szórása, függő változója pedig a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költség értéke.

$$k_{r_1}^{A1} = k_{r_1}^{A1}(\overline{a_{r_1}}; \sigma_{r_1}^A) \quad [\text{Euro/ME}] \quad (7.5)$$

5. lépés: A 4. lépésben meghatározott anyagmozgatási fajlagos költségfüggvényt szükséges lehet egy további költségfüggvénnyel korrigálni (korrekciós függvény). Ezen függvény azt veszi figyelembe, hogy a kiszervezés szempontjából vizsgált jövőbeni időszakban, ha a tevékenységi szint napi maximuma:

- egy meghatározott értéket meghalad, akkor többlet logisztikai erőforrásokra lehet szükség (pl. anyagmozgató berendezés(ek) beszerzése, új alkalmazás, stb.), mely növeli a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költséget (a korrekciós tényező előjele +),
- egy meghatározott értékre csökken, akkor az eddigiekben felhasznált logisztikai erőforrások más célra is alkalmazhatók lesznek (pl. üzemben belüli anyagmozgatás, stb.), mely csökkenti a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költséget (a korrekciós tényező előjele -).

A korrekciós függvény meghatározásához szükséges kiszámítani a kiszervezés tervezett időszaka alatt az r_1 -edik raktárban naponta mozgatott termékek mennyiségének összegét az

$$a_{r_1} = \sum_{n \in \Lambda_n} a_{r_1 n}, \quad [\text{ME}] \quad (7.6)$$

illetve maximumát az

$$a_{r_1}^{MAX} = \max_{n \in \Lambda_n} (a_{r_1 n}^{BE} + a_{r_1 n}^{KI}) \quad [\text{ME}] \quad (7.7)$$

összefüggés alapján (az $n \in \Lambda_n$ a vizsgált jövőbeni időszak napjait tartalmazó halmaz része).

A 7.8. korrekciós költségfüggvény egy szakaszos függvény, mely a termelő vállalatok által meghatározott maximális tevékenységi szint intervallumok és a hozzájuk kapcsolódó költségcsökkentő/költségnövelő tétel alapján határozza meg a vizsgált kiszervezési időszak korrekciós függvényének értékét. A függvény értékét a (7.6) és a (7.7) összefüggések értéke befolyásolja.

$$k_{r_1}^{A2}(a_{r_1}; a_{r_1}^{MAX}) = \begin{cases} \pm K_1^{Ar_1} / a_{r_1}, & \text{ha } m_0^{Ar_1} \leq a_{r_1}^{MAX} \leq m_1^{Ar_1} \\ \pm K_2^{Ar_1} / a_{r_1}, & \text{ha } m_1^{Ar_1} \leq a_{r_1}^{MAX} \leq m_2^{Ar_1} \\ \vdots \\ \pm K_{n-1}^{Ar_1} / a_{r_1}, & \text{ha } m_{n-2}^{Ar_1} \leq a_{r_1}^{MAX} \leq m_{n-1}^{Ar_1} \\ \pm K_n^{Ar_1} / a_{r_1}, & \text{ha } m_{n-1}^{Ar_1} \leq a_{r_1}^{MAX} \leq m_n^{Ar_1} \end{cases} \quad [\text{Euro/ME}] \quad (7.8)$$

Az eddigiekből eredően a raktáron belüli fajlagos anyagmozgatási költségfüggvény, két költségtagból áll, melyek paraméterei a kiszervezési vizsgálatok során meghatározott alternatívák jellemző adataiból képzendők. Az első költségtag a fajlagos költségek alakulását határozza meg a tevékenységi szint alakulása alapján, míg a második költségtag figyelembe veszi a logisztikai erőforrások kapacitásának esetlegesen szükséges bővítési/csökkentési hatását a fajlagos költségekre.

A fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költségfüggvényt a (7.9) összefüggés írja le.

$$k_{r_1}^A = k_{r_1}^{A1}(\overline{a_{r_1}}; \sigma_{r_1}^A) + k_{r_1}^{A2}(a_{r_1}; a_{r_1}^{MAX}) \quad [\text{Euro/ME}] \quad (7.9)$$

Fajlagos tárolási költségfüggvény:

A fajlagos tárolási költségfüggvény azt mutatja meg, hogy a termelő vállalat raktáraiban egy mennyiségi egységnyi termék egy napi tárolására mennyi költség jut a kiszervezés szempontjából vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.

Költségfüggvény meghatározásának lépései:

1. lépés: A következőkben ismertetésre kerülő költségek és logisztikai mutatók a vizsgált múltbeli időszakra vonatkozóan havi bontásban történő meghatározása.

Költségek meghatározásának módja:

A költségek meghatározásának módja megegyezik a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási és költségfüggvénynél leírtakkal. A tárolási tevékenységgel kapcsolatosan felmerülő alábbi költségek az r_1 -edik raktár h -adik hónapjára vonatkoznak (a $h \in \Theta_h$, vagyis adott múltbeli időszak hónapjait tartalmazó halmaz része).

Havonta közvetlenül felmerülő költségek:

- $K_{r_1h}^{TRR}$: raktár rezsi költsége (pl. fűtés, villany, klíma, stb.),
- $K_{r_1h}^{TBR}$: raktári biztonsági rendszer működtetésének díja,
- $K_{r_1h}^{TAB}$: raktározási tevékenységgel kapcsolatos adminisztrációt (termékrendelés, nyilvántartás, statisztikák készítése) végző személyek bérköltsége,
- $K_{r_1h}^{TRK}$: raktározási tevékenységgel kapcsolatos kommunikációs költség (internet, telefon, papír)
- $K_{r_1h}^{TRB}$: bérelt raktár esetén bérleti díj.

Egyenletes havi elosztással meghatározható költségek:

- $K_{r_1h}^{TRA}$: raktári épület amortizációs költsége,
- $K_{r_1h}^{TTA}$: tárolástechnikai eszközök amortizációs költsége,

- $K_{r_1h}^{TIA}$: információ- és azonosítás technológiai eszközök amortizációs költsége,
- $K_{r_1h}^{TBA}$: biztonsági és tűzvédelmi rendszer amortizációs költsége,
- $K_{r_1h}^{TTK}$: tárolástechnikai eszközök karbantartási költsége,
- $K_{r_1h}^{TIK}$: információ- és azonosítás technológiai eszközök karbantartási költsége,
- $K_{r_1h}^{TBK}$: biztonsági és tűzvédelmi rendszer karbantartási költsége.

Logisztikai teljesítmények meghatározásának módja:

A logisztikai teljesítményeket ugyancsak havi bontásban kell meghatározni. Logisztikai teljesítményként csupán a raktárakban havonta tárolt termékek napi záró készlet szintjeinek összegét kell kiszámítani.

Az r_1 -edik raktárban h -adik hónapban tárolt termékek napi záró készlet szintjeinek összege:

$$q_{r_1h} = \sum_{n \in \Theta_n^h} q_{r_1n} \quad [\text{ME}] \quad (7.10)$$

összefüggéssel határozható meg.

2. lépés: Az 1. lépésben meghatározásra kerülő költségek és logisztikai teljesítmények alapján raktáranként havi bontásban számítandó ki a fajlagos logisztikai költségek alakulása a (7.11) összefüggés alapján.

$$k_{r_1h}^T = (K_{r_1h}^{TRA} + K_{r_1h}^{TRA} + K_{r_1h}^{TIA} + K_{r_1h}^{TBA} + K_{r_1h}^{TTK} + K_{r_1h}^{TIK} + K_{r_1h}^{TBK} + K_{r_1h}^{TRR} + K_{r_1h}^{TBR} + K_{r_1h}^{TAB} + K_{r_1h}^{TRK}) / q_{r_1h} \quad [\text{Euro/ME}] \quad (7.11)$$

3. lépés: Ebben a lépésben bemutatásra kerülnek azon tényezők, melyek hatással vannak a tárolási fajlagos költségek alakulására a kiszervezési vizsgálat során.

Napi záró készlet szintek átlaga az r_1 -edik raktárban a h -adik hónapban: Ez a tényező a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költségnél ismertett naponta mozgatott termékek átlaga mutatóhoz hasonlóan viselkedik, vagyis növekedésével a fajlagos tárolási költség csökkenése, míg csökkenésével a fajlagos költség növekedése valósul meg.

$$\overline{q_{r_1h}} = \sum_{n \in \Theta_n^h} q_{r_1n} / |\Theta_n^h| \quad [\text{ME/nap}] \quad (7.12.)$$

Napi záró készletszintek mennyiségének szórása az r_1 -edik raktárban a h -adik hónapban:

Ez a tényező hasonló módon viselkedik, mint a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költség esetén a naponta mozgatott termékek számának szórása mutató, vagyis:

- növekedésével a logisztikai erőforrások nehezebb diszponálhatósága miatt csökken az erőforrások kihasználtsága, mely a fajlagos logisztikai tárolási költségek növekedését eredményezi.
- csökkenésével a logisztikai erőforrások jobb diszponálhatósága miatt növekszik az erőforrások kihasználtsága, mely a fajlagos logisztikai tárolási költségek csökkenését eredményezi.

$$\sigma_{r_1h}^T = \sqrt{\frac{\sum_{n \in \Theta_n^h} (q_{r_1n} - \overline{q_{r_1h}})^2}{|\Theta_n^h|}} \quad [\text{ME/nap}] \quad (7.13)$$

4. lépés: A 2. lépésben meghatározott fajlagos tárolási költségek, valamint a 3. lépésben ismertetett logisztikai mutatók alapján definiálható a regressziós költségfüggvény, melynek független változói az r_1 -edik raktárban naponta átlagosan tárolt készlet szint mennyisége, illetve azok szórása, függő változója pedig a fajlagos költség értéke.

$$k_{r_1}^{T1} = k_{r_1}^{T1}(\overline{q_{r_1}}; \sigma_{r_1}^T) \quad [\text{Euro/ME/nap}] \quad (7.14)$$

5. lépés: A fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költségfüggvényhez hasonlóan szükséges lehet a fajlagos tárolási költségfüggvényt is egy további költségfüggvénnyel (korrekciós tényező) korrigálni. Ezen függvény azt veszi figyelembe, hogy a kiszervezés szempontjából vizsgált jövőbeni időszakban, ha a tevékenységi szint napi maximuma:

- egy meghatározott értéket meghalad, akkor többlet logisztikai erőforrásokra lehet szükség (pl. raktárbővítés, raktározás-technikai eszközök beszerzése, stb.), mely növeli a fajlagos tárolási költséget (a korrekciós tényező előjele +),
- egy meghatározott értékre csökken, akkor az eddigiekben felhasznált logisztikai erőforrások más célra is alkalmazhatók lesznek (pl. alapanyag-tárolás, gyártási célra, stb.), mely csökkenti a fajlagos tárolási költséget (a korrekciós tényező előjele -).

A korrekciós tényező meghatározásához szükséges kiszámítani a kiszervezés tervezett időszak alatt az r_1 -edik raktár napi zárókészletszintjei mennyiségének átlagát a

$$\overline{q_{r_1}} = \sum_{n \in \Lambda_n} q_{r_1 n} / |\Lambda_n| \quad [\text{ME/nap}] \quad (7.15)$$

illetve maximumát a

$$q_{r_1}^{MAX} = \max_{n \in \Lambda_n} (q_{r_1 n}) \quad [\text{ME}] \quad (7.16)$$

összefüggés alapján.

A (7.17) korrekciós költségfüggvény meghatározása a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási költségfüggvénynél leírtak szerint történik, ugyanakkor a függvény értékét a kiszervezés vizsgálati időszak során meghatározott (7.15) és (7.16) összefüggések értéke befolyásolja.

$$k_{r_1}^{T_2}(q_{r_1}; q_{r_1}^{MAX}) = \begin{cases} \pm K_1^{T_1} / q_{r_1}, & \text{ha } m_0^{T_1} \leq q_{r_1}^{MAX} \leq m_1^{T_1} \\ \pm K_2^{T_1} / q_{r_1}, & \text{ha } m_1^{T_1} \leq q_{r_1}^{MAX} \leq m_2^{T_1} \\ \vdots \\ \pm K_{n-1}^{T_1} / q_{r_1}, & \text{ha } m_{n-2}^{T_1} \leq q_{r_1}^{MAX} \leq m_{n-1}^{T_1} \\ \pm K_n^{T_1} / q_{r_1}, & \text{ha } m_{n-1}^{T_1} \leq q_{r_1}^{MAX} \leq m_n^{T_1} \end{cases} \quad [\text{Euro/ME/nap}] \quad (7.17)$$

Tehát a fajlagos tárolási költségfüggvény két költségtagból tevődik össze, melynek paraméterei a kiszervezési időszakra vonatkozó adatokból határozandók meg. Az első költségtag a tevékenységi szint változását, a második pedig a logisztikai erőforrások kapacitásának bővítésével/csökkenésével járó költséghatásokat veszi figyelembe.

A fajlagos tárolási költségfüggvény a (7.18) összefüggés alapján határozandó meg.

$$k_{r_1} = k_{r_1}^{T_1}(\overline{q_{r_1}}; \sigma_{r_1}^T) + k_{r_1}^{T_2}(q_{r_1}; q_{r_1}^{MAX}) \quad [\text{Euro/ME/nap}] \quad (7.18)$$

7.1.2. Összefüggések felírásával előállítandó költségfüggvények

A költségfüggvények közül a fajlagos tőkelekötöttségi- és biztosítási költségfüggvények tartoznak ebbe a csoportba, mivel egzakt matematikai *összefüggések felírásával*, a független (pl. tőkelekötési faktor, stb.) változók és a függő változó (fajlagos költség) közötti kapcsolat egyértelműen, különösebb elemzések nélkül felírható. Ezen költségfüggvények, bármely, a

kiszervezési vizsgálat szempontjából érintett raktár (termelő vállalatok és a logisztikai szolgáltatók raktárainál is) esetén azonos módon felhasználhatók. A költségfüggvények meghatározása azért szükséges, mivel egy kiszervezési vizsgálat különböző alternatívái esetén a termelő vállalat készletmodellje alapján változhat a termékek készlet szintje, melynek költséghatása is jelentkezik a tőke- és a biztosítási költségénél.

Fajlagos forgóeszköz lekötöttségi (tőkeköltség)- és biztosítási költségfüggvény:

Ezen költségfüggvény kifejezi egy mennyiségi egységnyi terméktípus egységnyi tárolási időszakra jutó forgóeszköz lekötöttségi- és termékbiztosítási költséget. A forgóeszköz lekötöttségi és a biztosítási költség egységes szemléletben történő tárgyalását indokolja, hogy mindkét tényező meghatározásának alapja a tárolt terméktípus fajlagos előállítási költsége. Míg forgóeszköz lekötöttségi költségen [29] azt a „többletbevételt” értjük, melyet a vállalat a tárolandó készlet értékének befektetésével elérhetett volna, addig a biztosítási költségen azt a tárolt áru értékétől függő költséget értjük, melynek célja a teljes vagy részleges kártérítés az esetlegesen bekövetkező káresemények esetén. Számítása során használt napi forgóeszköz lekötöttségi- és biztosítási faktor azt fejezi ki, hogy egy terméktípus egy napi tárolása esetén - a vizsgált jövőbeni időszak alatt - az átlagos termék előállítási költség hány %-a a tőke- és a biztosítási költség. Amíg a forgóeszköz lekötöttségi faktor minden terméktípus esetére azonos módon kerül meghatározásra, addig a biztosítási faktor terméktípusonként is megadható (pl. ha a vevőnek speciális biztosítási igényei vannak). Nevezett költségfüggvény a (7.19) összefüggés alapján határozandó meg.

$$k_{\alpha}^{FL} = \overline{k_{\alpha}^E} \cdot \frac{(fl + b_{\alpha})}{100}, \quad [\text{Euro/ME/nap}] \quad (7.19)$$

ahol:

- $\overline{k_{\alpha}^E}$: α -adik terméktípus mennyiségi egységének átlagos előállítási költsége a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan,
- fl : napi forgóeszköz lekötöttségi faktor,
- b_{α} : α -adik terméktípus jövőbeni biztosítási díját figyelembe vevő tényező.

7.1.3. Tapasztalati adatok alapján becsléssel meghatározandó fajlagos költségfüggvények

Ezen kategóriába csupán a fajlagos szállítási költségfüggvény tartozik. A kiszervezési vizsgálat során értékelendő alternatívák tekintetében nem határozhatók meg a fajlagos szállítási költségek az eddigiekben ismertetett módszerek alapján, mivel a logisztikai szolgáltatók kiválasztása az emberi- és gépi erőforrások feladathoz való hozzárendelése csak a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatát követően történik. Az előzőek alapján megállapítható, hogy a fajlagos szállítási költség **meghatározása a történeti adatok elemzésével, becsléssel** történhet. A szállítási fajlagos költségfüggvény kiszervezési vizsgálatnál történő figyelembevétele különösképpen fontos, mivel a különböző kiszervezési alternatíváknál eltérő lehet a szállítandó termékek mennyisége, valamint a szállítási útvonalak hossza is. A költségfüggvényt a kidolgozott költségmodell szerint két relációra (raktár-raktár, raktár-vevő) szükséges meghatározni. A gyakorlati életben a raktár-raktár reláció ingajarat, míg a raktár-vevő reláció körjárat formájában való szállítást feltételez. A két szállítási formát jellemzően eltérő gépjármű kapacitás kihasználtság és így fajlagos szállítási költség jellemzi. Abban az esetben, ha a történeti adatok nyomán csupán a raktár-vevő relációra áll rendelkezésre adat és a kiszervezési vizsgálatnál raktár-raktár reláció is elképzelhető, akkor a termelő vállalat eldöntheti, hogy egy egységes fajlagos szállítási költséget vesz figyelembe vagy egy általa meghatározott korrekciós tényezővel megkülönbözteti a raktár-raktár reláció fajlagos szállítási költségét. A szállítási fajlagos költségfüggvény bármely, a kiszervezési vizsgálatnál érintett reláció esetén felhasználható.

Fajlagos szállítási költségfüggvény meghatározása:

A költségfüggvény megmutatja, hogy egy mennyiségi egységnyi termék adott relációk között (raktár-raktár, raktár-vevő) 1 km távolságra való elszállítására mekkora szállítási költség jut.

A szállítási fajlagos költségek meghatározásához a vizsgált időszakra vonatkozóan szükséges az alábbi költségek és logisztikai mutatók előállítása.

A vizsgált múltbeli időszakra meghatározandó költségek [33]:

- K^{SGB} : saját gépjárművezetők bére,

- $K^{SGÜ}$: saját gépjárművek üzemanyag költsége,
- K^{SAP} : autópálya és parkolási költség,
- K^{SGK} : saját gépjárművek karbantartási költsége,
- K^{SGA} : saját gépjárművek amortizációs költsége,
- K^{SBD} : gépjárművek bérleti díja,
- K^{STA} : terminál(ok), irányításhoz kapcsolódó épület(ek), valamint az információs rendszer eszközeinek amortizációs költsége,
- K^{SKB} : közvetett bérköltség (irányítók, diszpécserok),
- K^{SLK} : logisztikai szolgáltató(k) által végzett szállítás költsége.

A vizsgált múltbeli időszakra meghatározandó logisztikai mutatók:

A λ kétféle értéket vehet fel, vagyis 1-et, mely a raktár-vevő; valamint a 2-őt, mely a raktár-raktár viszonylatot jelöli.

Szállított termékek mennyisége a λ -adik viszonylatban:

$$s^\lambda = \sum_{n \in \Theta_n^\lambda} s_n^\lambda \quad [\text{ME}] \quad (7.20)$$

, ahol:

- s_n^λ : n -edik nap λ -adik viszonylatban szállított mennyiségi egységek száma,
- Θ_n^λ : azon múltbeli napok halmaza, amikor λ -adik viszonylatban történt szállítás.

Megtett úthossz a λ -adik viszonylatban:

$$l^\lambda = \sum_{n \in \Theta_n^\lambda} l_n^\lambda, \quad [\text{km}] \quad (7.21)$$

a hol:

- l_n^λ : n -edik nap λ -adik viszonylatban megtett útvonal hossza.

A λ -adik viszonylatban végzett anyagmozgatási munka aránya a teljes anyagmozgatási munkához viszonyítva

$$\varphi^\lambda = \frac{(s^\lambda \cdot l^\lambda)}{(s^1 + s^2) \cdot (l^1 + l^2)} \quad [\text{km}] \quad (7.22)$$

Fajlagos szállítási költség meghatározása különböző relációk esetén:

$$k_\lambda^s = \frac{(K^{SGB} + K^{SGÜ} + K^{SAP} + K^{SGK} + K^{SGA} + K^{SBD} + K^{STA} + K^{SKB} + K^{SLK}) \cdot \varphi^\lambda}{s^\lambda \cdot l^\lambda} \left[\frac{\text{Euro}}{\text{ME} \cdot \text{km}} \right] \quad (7.23)$$

Amennyiben a raktár-raktár szállítási viszonylatban a múltbeli időszakra vonatkozóan nem történt szállítás ($s^2 = 0$), ugyanakkor a kiszervezési vizsgálat során fontos a reláció fajlagos szállítási költségének megkülönböztetése, akkor a termelő vállalat a $k_2^s = k_1^s \cdot \varepsilon$ ($0 < \varepsilon \leq 1$) összefüggés alapján határozhatja meg a függvény értékét.

7. 2. Logisztikai szolgáltatók által előállítandó költségfüggvények

A logisztikai szolgáltatók célja olyan fajlagos költségfüggvények meghatározása az általuk üzemeltetett raktárakra vonatkozóan, melyek üzleti filozófiájuknak megfelelően figyelembe veszik a **jövőbeni időszakra felmerülő költségeiket**, az **elvárt nyereséget**, valamint a kiszervezést követő „szerződéses” időszakban mozgatott vagy tárolt **mennyiségtől függő ösztönző kedvezményeket** is. Az előállítandó költségfüggvényeket (raktári anyagmozgatási, tárolási költségfüggvény) az eddigiektől eltérően piaci alapú árképzés formájában [45] szükséges meghatározni, egy a költségmodell szerint előre meghatározott formula alapján.

7.2.1. Piaci alapú árképzéssel meghatározandó költségfüggvények

Ebbe a kategóriába a fajlagos raktáron belüli anyagmozgatási és tárolási költségfüggvények tartoznak, melyeket csupán a kiszervezési vizsgálat által érintett – logisztikai szolgáltatók által üzemeltetett - raktárakra szükséges meghatározni. Meghatározásuk különösképpen fontos, mivel a kiszervezési alternatívák összehasonlításánál a logisztikai szolgáltatók raktárai a kiszervezési alternatívák részét képezhetik. A költségfüggvényeket a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan havi bontásban a mennyiség lépcsős függvényeként adhatják meg a logisztikai szolgáltatók. Továbbá megfogalmazhatók a költségfüggvényben a termelő vállalatok részére a szerződéses időszakban adható anyagmozgatási/tárolási teljesítmény után járó kedvezmények is.

Fajlagos raktári anyagmozgatási költség:

A termelő vállalatok által meghatározott költségfüggvényhez hasonlóan megmutatja, hogy a logisztikai szolgáltató vállalat raktáraiban egy mennyiségi egységnyi termék betárolásra vagy kitárolásra átlagosan mekkora fajlagos költség jut a vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjában.

Az r_2 -edik – logisztikai szolgáltató által üzemeltetett – raktár fajlagos raktári anyagmozgatási költségfüggvényét a vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjában a (7.24) összefüggés szemlélteti. A költségfüggvény két komponensből tevődik össze, ahol mindkettő a mennyiség lépcsős függvényeként határozandó meg. Az első tag a fajlagos anyagmozgatási költséget jelöli, míg a második a logisztikai szolgáltatók által az időszakos anyagmozgatási teljesítménytől függő mennyiségi kedvezményt jelöli.

$$k_{r_2h}^A = k_{r_2h}^{A_1}(\overline{a_{r_2h}}) - k_{r_2e}^{A_2}(\overline{a_{r_2e}}), \quad [\text{Euro/ME}] \quad (7.24)$$

ahol:

- $h \in \Lambda_h, e \in \Lambda_{r_2e}$,
- $\overline{a_{r_2h}}$: r_2 -edik raktárban a h -adik hónapban mozgatott termékek mennyiségének napi átlaga,
- $\overline{a_{r_2e}}$: r_2 -edik raktárban az e -edik időszakban mozgatott termékek mennyiségének napi átlaga.

Fajlagos tárolási költség:

A fajlagos tárolási költségfüggvény megmutatja, hogy a logisztikai szolgáltató vállalat raktáraiban egy mennyiségi egységnyi termék egy napi tárolására mennyi költség jut a kiszervezés szempontjából vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjában.

Az r_2 -edik - logisztikai szolgáltató által üzemeltetett - raktár fajlagos tárolási költségfüggvényét a vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjában a (7.25) összefüggés szemlélteti. A költségfüggvény a raktári anyagmozgatási költségfüggvényhez hasonlóan két komponensből tevődik össze, ahol mindkettő szintén a mennyiség lépcsős függvényeként

határozandó meg. Az első tag a fajlagos tárolási költséget, míg a második a logisztikai szolgáltatók által adandó időszaki mennyiségi kedvezményt jelöli.

$$k_{r_2h}^T = k_{r_2h}^{T_1}(\overline{q_{r_2h}}) - k_{r_2e}^{T_2}(\overline{q_{r_2e}}), \quad [\text{Euro/ME/nap}] \quad (7.25)$$

ahol:

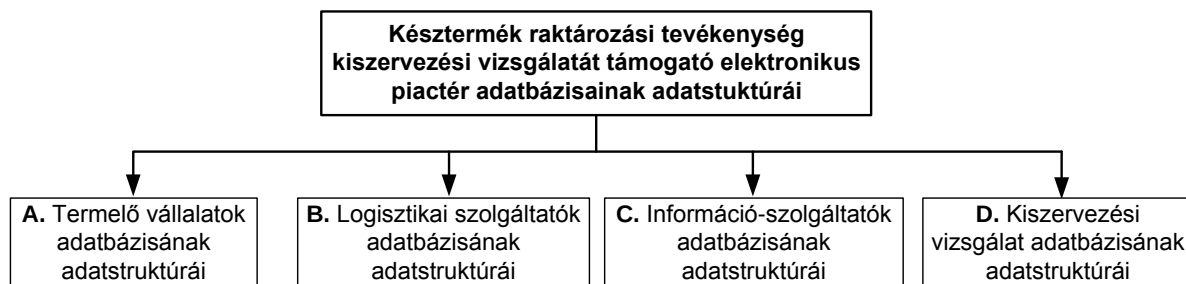
- $h \in \Lambda_h, e \in \Lambda_{r_2e}$,
- $\overline{q_{r_2h}}$: r_2 -edik raktár h -edik hónapjában a napi átlagos készletszint,
- $\overline{q_{r_2e}}$: r_2 -edik raktár e -edik időszakában a napi átlagos készletszint.

8. KISZERVEZÉSI VIZSGÁLAT ADATMODELLJE, FELTÉTELEI, CÉLFÜGGVÉNYE

A 8. fejezetben ismertetésre kerülnek a kiszervezési vizsgálat során alkalmazandó adatstruktúrák, feltételek, célfüggvények, melyek a megfelelő kiszervezési alternatíva meghatározásához szükségesek. A döntéshez/optimalizáláshoz szükséges program működési algoritmusát a 9. fejezet tartalmazza.

8.1. Kiszervezési vizsgálat adatmodellje

A vizsgálat adatmodellje négy adatbázisra tagolódik, melyek adatstruktúrái hipervektorok, mátrixok [46] formájában kerülnek megadásra. A következőkben a 8.1. ábrán ismertetett adatstruktúrák kerülnek részleteiben ismertetésre.



8.1. ábra Elektronikus piactér adatbázisainak adatstruktúrái [saját szerkesztés]

A. Termelő vállalatok adatbázisának adatstruktúrái

1. Termelő vállalat raktári jellemzőinek hipervektora

Ezen hipervektor egy kétdimenziós táblázatként értelmezhető, melynek sorai a saját raktárakhoz tartozó információkat jelölik. Tehát a (8. 1) hipervektor vektorai az $r_1 = 1 \dots R_1$ saját raktári azonosítókhoz rendelt különböző információkat tartalmaznak.

$$\mathbf{TRJ} = [\mathbf{RM}^{\mathbf{TRJ}}, \mathbf{G}^{\mathbf{TRJ}}, \mathbf{RT}^{\mathbf{TRJ}}, \mathbf{RF}^{\mathbf{TRJ}}, \mathbf{P}^{\mathbf{K,TRJ}}, \mathbf{P}^{\mathbf{KSZ,TRJ}}]. \quad (8.1)$$

Megjegyzés: Az $r_1 = 1$ a termelő vállalat központi raktárát a többi azonosító pedig a regionális elosztó raktárait jelöli.

Vektorok értelmezése:

- **Raktárak megnevezéseit tartalmazó vektor ($\mathbf{RM}^{\text{TRJ}}$):** A megbízónál használt raktári megnevezéseket tartalmazza ez a vektor (pl. Szegedi depo, stb.).
- **Raktárak GPS pozícióit tartalmazó vektor ($\mathbf{G}^{\text{TRJ}}$):** A megbízó vállalat raktárainak GPS pozícióit tartalmazza (pl. N47.17071 E19.79083).
- **Raktárak alkalmazott tárolási rendszereit tartalmazó vektor ($\mathbf{RT}^{\text{TRJ}}$):** Ezen vektor a saját raktárak tárolási rendszerére vonatkozó információkat tartalmazza, melyek a következők lehetnek: [21, 57, 71]:
 - konténerraktár,
 - rekeszes állványos raktár,
 - magasraktár,
 - konzolos állványos raktár,
 - kisebb alkatrészek tárolására szolgáló raktár,
 - szabadtéri tárolásra szolgáló raktár,
 - klimatizált raktár,
 - hűtött raktár,
 - siló, stb.
- **Raktározási rendszer fejlettségét jellemző vektor ($\mathbf{RF}^{\text{TRJ}}$):** Az anyagmozgató berendezések korszerűségére, állapotára, az irányítási rendszer fejlettségére, valamint az ott dolgozók képzettségére, motiváltságára vonatkozó szubjektív mutató, melynek értékei 1 és 10 közé kell hogy essenek (10 a legkedvezőbb érték).
- **Készletpontosságot tartalmazó vektor ($\mathbf{P}^{\text{K,TRJ}}$):** A pontosan tárolt (az ER-ok tényleges és az információs rendszerben tárolt pozíciói megegyeznek) ER-ok részaránya. Ezen mutató évközi- vagy év végi leltározással kerül meghatározásra [17, 24, 26, 49]. A mutató számításának módját a (8.2) összefüggés mutatja:

$$p_{r_1}^{\text{K,TRJ}} = h_{r_1}^{\text{K,TRJ}} / q_{r_1}^{\text{K,TRJ}}, \quad (8.2)$$

ahol:

- $h_{r_1}^{\text{K,TRJ}}$: megfelelően tárolt ER-ok száma az r_1 -edik raktárban [db],

- $q_{r_1}^{K,TRJ}$: r_1 -edik raktár készlet szintje [db].
- **Kiszállítási pontosságot tartalmazó vektor ($\mathbf{P}^{KSZ,TRJ}$)**: A pontosan (időben és a rendelésnek megfelelően) kiszállított ER-ok részaránya (a szakértők által kerül meghatározásra), melynek számítási módját a (8.3) összefüggés mutatja be. Ezen mutató meghatározása kétféle módon, vagyis közvetlenül a vizsgált vállalat információs rendszeréből vagy pedig eseti ellenőrzések alapján történhet [17, 24, 26].

$$p_{r_1}^{KSZ,TRJ} = h_{r_1}^{KSZ,TRJ} / s_{r_1}^{KSZ,TRJ}, \quad (8.3)$$

ahol:

- $h_{r_1}^{KSZ,TRJ}$: r_1 -edik raktárból pontosan kiszállított termékek mennyisége [ER],
- $s_{r_1}^{KSZ,TRJ}$: r_1 -edik raktárból kiszállított termékek mennyisége [ER].

2. Termelő vállalat raktári kapacitásainak és teljesítőképességeinek hipervektora

Ezen hipervektor a termelő vállalat vizsgált raktárainak tárolási kapacitásait, be- és kitárolási teljesítőképességeit írja le a jelenlegi és a jövőben tervezhető maximális kapacitásbővítésnek megfelelően. Tehát ezen vektor egy sora megmutatja, hogy adott raktárhoz ($r_1 = 1 \dots R_1$) mekkora tárolási kapacitás (1. elem), valamint be- és kitárolási (2. és 3. elem) teljesítőképesség tartozik jelenleg ($v=1$) és tartozhat maximálisan a vizsgált jövőbeni időszakban ($v=2$). Ezen fejlesztési- bővítési lehetőségek megadása azért is fontos, mivel előfordulhat, hogy egy esetleges raktárbővítés vagy be- illetve kitárolási teljesítőképesség növelés fog optimális megoldást biztosítani a termelő vállalat számára.

$$\mathbf{TKT} = [\mathbf{C}_v^{\mathbf{TKT}}, \mathbf{BT}_v^{\mathbf{TKT}}, \mathbf{KT}_v^{\mathbf{TKT}}]. \quad (8.4)$$

Vektorok értelmezése:

- **Raktárak tárolási kapacitását tartalmazó vektor ($\mathbf{C}_v^{\mathbf{TKT}}$)**: A raktárak jelenlegi ($v=1$) és a jövőben lehetséges maximális ($v=2$) tárolási kapacitását tartalmazó vektor.
- **Betárolási teljesítőképességet leíró vektor ($\mathbf{BT}_v^{\mathbf{TKT}}$)**: Az r_1 -edik raktárba betárolható ER- ok mennyiségét mutatja 1 munkanap alatt a jelenlegi ($v=1$) időszakra és a jövőbeni ($v=2$) időszak lehetséges maximális kapacitás bővítésére vonatkozóan, melynek számítási módját a (8.5) összefüggés mutatja [12, 40].

$$bt_{vr_1}^{TKT} = \psi_{vr_1}^{BT,TKT} \cdot \frac{60}{t_{vr_1}^{BT,TKT}} \cdot d_{vr_1}^{BT,TKT} \cdot \overline{t_{vr_1}^M}, \quad \left[\frac{ER}{nap} \right] \quad (8.5)$$

ahol:

- $\psi_{vr_1}^{BT,TKT}$: r_1 -edik raktár esetén párhuzamosan folyó betárolásnál, egymás akadályozásából származó idővesztést figyelembe vevő tényező,
- $\overline{t_{vr_1}^{BT,TKT}}$: r_1 -edik raktárnál az átlagos betárolási ciklusidő [perc],
- $d_{vr_1}^{BT,TKT}$: r_1 -edik raktárnál párhuzamosan folyó betárolások száma [db],
- $\overline{t_{vr_1}^M}$: r_1 -edik raktárnál az átlagos napi munkaidő hossza [óra].

- **Kitárolási teljesítőképességet leíró vektor (KT_v^{TKT})**: Az r_1 -edik raktárból kitárolható ER- ok mennyiségét mutatja 1 munkanap alatt a jelenlegi ($v=1$) időszakra és a jövőbeni ($v=2$) időszak lehetséges maximális kapacitás bővítésére vonatkozóan, melynek számítási módját a (8.5) összefüggés mutatja [12, 40].

$$kt_{vr_1}^{TKT} = \psi_{vr_1}^{KT,TKT} \cdot \frac{60}{t_{vr_1}^{KT,TKT}} \cdot d_{vr_1}^{KT,TKT} \cdot \overline{t_{vr_1}^M}, \quad \left[\frac{ER}{nap} \right] \quad (8.6)$$

ahol:

- $\psi_{vr_1}^{KT,TKT}$: r_1 -edik raktár esetén a párhuzamosan folyó kitárolásnál, egymás akadályozásából származó idővesztést figyelembe vevő tényező,
- $\overline{t_{vr_1}^{KT,TKT}}$: r_1 -edik raktárnál az átlagos kitárolási ciklusidő [perc],
- $d_{vr_1}^{KT,TKT}$: r_1 -edik raktárnál párhuzamosan folyó kitárolások száma [db].

3. Minőségi feltételeket leíró vektor

Ezen vektor a kiszervezési vizsgálat minimum feltételeit tartalmazza a raktári minőségi mutatók [23] vonatkozásában. A vektor 1. eleme a raktározási rendszer fejlettsége, a 2. a készletpontosság, a 3. pedig a kiszállítási pontosság tekintetében fogalmaz meg minimum elvárásokat. Ezen feltételek ellenőrzésével csökkenhet a vizsgálati lehetőségek száma a vizsgálati mátrixban.

$$\mathbf{MF} = [rf^{MIN}, p^{K,MIN}, p^{KSZ,MIN}]. \quad (8.7)$$

4. Távolság-feltételeket tartalmazó vektor

A szállítási távolság feltételeket tartalmazó vektor megmutatja, hogy a vevők raktárból való kiszolgálása maximum milyen távolságból történhet. Ezen feltételek ellenőrzésével a vizsgálati mátrixban a vizsgálati lehetőségek szűkülhetnek, ha egy raktár a vevőtől távolabb található, mint a maximális szállítási távolság.

$$\mathbf{L}^{\text{MAX}} = \left[l_{r_3}^{\text{MAX}} \right]. \quad (8.8)$$

5. Vevők azonosító információinak hipervektora

A termelő vállalat azon vevőinek azonosító információit tartalmazó hipervektor, melyek a kiszervezési vizsgálatban érintett termékeket rendelnek a vizsgált jövőbeni időszakban. A kiszervezési időszak vonatkozásában nem minden termelő vállalatnál becsülhetők minden vevő igényei, készletezési mechanizmusai, illetve vannak olyan vállalatok, ahol a vevők köre (pl. papíripari vállalat, festékgyár, autóiipari beszállítók, stb.) sem határozható meg kellő biztonsággal. Annak érdekében, hogy ezen esetekben a vizsgálatok a lehető legjobb becsléssel legyenek elvégezhetők szükséges a termelő vállalatok részéről olyan fiktív vevők meghatározása, melyek több vevő igényeit, szállítási pozícióját, készletezési mechanizmusát egyetlen egy vevőével helyettesítik. A (8.9) hipervektor vektorai az $r_3 = R_2 + 1 \dots R_3$ vevői azonosítókhoz rendelt információkat tartalmazzák. A hipervektor 1. eleme a vevők megnevezéseit, a 2. pedig a vevők GPS pozícióit tartalmazza.

$$\mathbf{VA} = \left[\mathbf{VM}^{\text{VA}}, \mathbf{G}^{\text{VA}} \right]. \quad (8.9)$$

6. Terméktípusok tulajdonságainak hipervektora

A vizsgált jövőbeni időszakban tárolandó termékek fontosabb jellemzőit tartalmazó vektor. A (8.10) hipervektor vektorai az $\alpha = 1 \dots A$ terméktípus azonosítókhoz rendelt információkat tartalmazzák [16, 31]. A hipervektor 1. eleme a terméktípusok nevét, a 2. a terméktípusok szélességét, a 3. a hosszúságát, a 4. a magasságát, a 5. a súlyát a 6. a halmazolhatóságát a 7. pedig a kiszervezési vizsgálat költségfüggvényeinek meghatározásánál alkalmazandó mennyiségi egységet tartalmazza.

$$\mathbf{TT} = \left[\mathbf{TN}^{\text{TT}}, \mathbf{TSZ}^{\text{TT}}, \mathbf{TH}^{\text{TT}}, \mathbf{TM}^{\text{TT}}, \mathbf{TS}^{\text{TT}}, \mathbf{TR}^{\text{TT}}, \mathbf{ME}^{\text{TT}} \right] \quad (8.10)$$

7. Készletmodellek hipervektora

A termékek készletezési mechanizmusai közötti eltérés sokféle okból származhat, de leginkább abból adódik, hogy a megrendelők és a termelő vállalatok között a vevők ellátási biztonságát szem előtt tartó megállapodások születnek, melyek a megvalósítandó készletezési mechanizmusokat is tartalmazzák. Ezen készletezési mechanizmusok az ellátási láncra vonatkozó kötöttségeket is tartalmazhatnak, pl. egy regionális raktárból vagy központi raktárból és egy regionális raktárból kerüljenek beszállításra a termékek [19]. Továbbá a készletezési mechanizmusok többsége az utánpótlási idő függvényében (központi raktárból vagy a termelési helytől az elosztó raktárba való szállítás ideje) is változik. Az előzőekben ismertetett gyakorlati esetek kezelésére került kidolgozásra a készletezési mechanizmusok rögzítésére alkalmas adatstruktúra (készletmodell hipervektor). Ezen adatstruktúra a készletmodellek havi szinten való tárolását is lehetővé teszi. A (8.11) vektor tulajdonképpen adott h hónapban a $\beta = 1 \dots B$ készletmodell változat azonosítókhoz rendelt azon információkat tartalmazza, melyek megmutatják, hogy egy adott terméktípus meghatározott megrendelő(k) részére egy raktárban való (együtt)tárolásánál, hogyan alakulnak a vállalat készletezési mechanizmusai, függően az igénybevett raktár telephelytől való távolságától, valamint az elosztási-rendszerbeli kötöttségektől. Tehát ezen adatstruktúra szerint egy terméktípushoz a raktározás helyétől függően más és más készletezési mechanizmus tartozhat.

$$\mathbf{KM}_h = [\mathbf{TA}_h^{\mathbf{KM}}, \mathbf{TM}_{R_2+1,h}^{\mathbf{KM}} \dots \mathbf{TM}_{R_3,h}^{\mathbf{KM}}, \mathbf{EK}_h^{\mathbf{KM}}, \mathbf{T}_h^{\mathbf{KM}}, \mathbf{D}_h^{\mathbf{KM}}, \mathbf{Q}_h^{\mathbf{KM}}, \mathbf{S}_h^{\mathbf{KM}}, \mathbf{\Gamma}_{1,h}^{\mathbf{KM}}, \mathbf{\Gamma}_{2,h}^{\mathbf{KM}}], \quad (8.11)$$

ahol $h \in \Lambda_h$.

Vektorok értelmezése:

Adott h -adik hónapban a készletmodell hipervektor egy kétdimenziós táblázatként képzelhető el, ahol vektorainak azonos pozícióiban lévő elemei a β -adik készletmodellhez tartozó terméktípus különböző tárolási pozíciókban való elhelyezésénél alkalmazandó készletezési mechanizmusok meghatározásához szükséges adatokat tartalmazzák. A következőkben ezen vektorok kerülnek ismertetésre.

- **Terméktípusok azonosítóit tartalmazó vektor ($\mathbf{TA}_h^{\mathbf{KM}}$):** A készletmodell hipervektor ezen vektora megmutatja, hogy a termelő vállalatok által képzett készletezési mechanizmus azonosítókhoz, mely terméktípus azonosítók tartoznak.

- **Terméktípusokhoz tartozó megrendelői vektorai ($\mathbf{TM}_{R_2+1,h}^{KM} \dots \mathbf{TM}_{R_3,h}^{KM}$):** Ezen vektorok megmutatják, hogy egy készletezési mechanizmushoz tartozó terméktípushoz, mely megrendelő(k) tartoznak. Minden megrendelőhöz tartozik egy vektor, mely 0 vagy 1 értéket vehet fel. Azt, hogy mely megrendelő(k) termékei kerülnek (együtt)tárolásra, azt a vektorok ugyanazon sorban lévő 1-es értékei mutatják.
- **Elosztási rendszerbeli kötöttségeket tartalmazó vektor ($\mathbf{EK}_h^{KM}$):** A kiszervezési vizsgálatot igénylő termelő vállalat a készletmodell hipervektor ezen vektora segítségével határozhatja meg, hogy egy adott készletezési mechanizmushoz tartozó terméktípus, milyen elosztási rendszer szerinti formában legyen tárolható. Abban az esetben, ha a vektor eleme 1, akkor az adott készletmodell változat azonosítójához tartozó terméktípus központi raktárban vagy regionális elosztó raktárban tárolható (csak egy helyen tárolandó), amennyiben a vektor eleme 2, akkor központi raktárban, valamint elosztó raktárban is szükséges (két helyen tárolandó) a termékek tárolása.
- **Rendelési időközöket tartalmazó vektor ($\mathbf{T}_h^{KM}$):** A terméktípusok állandó rendelési időközzeit tartalmazza.
- **Rendelési készlet szintet tartalmazó vektor ($\mathbf{D}_h^{KM}$):** A terméktípusok esetén azon minimális készlet szinteket tartalmazza, melyek elérésekor a megrendelés feladása meg kell, hogy történjen.
- **Állandó rendelési mennyiséget tartalmazó vektor ($\mathbf{Q}_h^{KM}$):** A rendelési időpontban (minimális készlet szint vagy rendelési időköz) megrendelendő állandó termékmennyiséget tartalmazza.
- **Elérendő maximális készlet szintet tartalmazó vektor ($\mathbf{S}_h^{KM}$):** A rendelések során terméktípusonként elérendő maximális készlet szinteket tartalmazza ez a vektor.
- **A rendelési idő korrekciós tényezőjét tartalmazó vektor ($\mathbf{\Gamma}_{1,h}^{KM}$):** A terméktípusok rendelési időpontjának változtatását eredményező – az utánpótlási idő nagyságától függő – korrekciós tényezőket tartalmazza. Azon terméktípusok raktározási feladatainak kiszervezési alternatíváinál alkalmazandó, ahol a terméktípusok nem a központi raktárban kerülnek elhelyezésre (központi raktárban való tárolásnál nem alkalmazandó).
- **Rendelési mennyiség korrekciós tényezőjét tartalmazó vektor ($\mathbf{\Gamma}_{2,h}^{KM}$):** A rendelési mennyiség alakulását befolyásoló korrekciós tényező, mely az utánpótlási idő nagyságától függ. Az előző vektorhoz hasonlóan azon kiszervezési alternatíváknál

alkalmazandó, ahol a terméktípusok nem a központi raktárban kerülnek elhelyezésre (központi raktárban való tárolásnál nem alkalmazandó).

A szakirodalom [5, 6, 34, 50, 73] négyféle készletezési mechanizmust határoz meg a mikor és a mennyit rendeljünk kérdésre adható válaszok alapján. A rendelés történhet meghatározott időközönként (T_h^{KM}), valamint egy meghatározott készlet szint (D_h^{KM}) elérésekor. A rendelési mennyiség pedig lehet egy állandó érték (Q_h^{KM}) vagy olyan mennyiségű, hogy a termék beérkezését követően a készlet szint egy meghatározott értéket elérjen (S_h^{KM}). Ennek megfelelően a négyféle készletezési mechanizmus $(T_h^{KM}; Q_h^{KM})$; $(T_h^{KM}; S_h^{KM})$; $(D_h^{KM}; Q_h^{KM})$; $(D_h^{KM}; S_h^{KM})$, határozható meg. A $\Gamma_{1,h}^{KM}, \Gamma_{2,h}^{KM}$ vektorok elemei a terméktípusok kihelyezésének készletezési mechanizmusokra gyakorolt hatását fejezik ki, az utánpótlási idő változásától függően. Tehát ezzel az adatmodellel meghatározható a különböző kiszervezési alternatívák esetén a készletezési mechanizmusok alakulása (termékek különböző helyen való elhelyezése).

Megjegyzés: Abban az esetben, ha az (EK_h^{KM}) vektornál 2 szerepel, akkor előfordulhat, hogy egy terméktípushoz két készletezési mechanizmus is tartozik, egy a központi raktárra, egy pedig egy elosztó raktárra vonatkozóan. Ekkor a központi raktárra vonatkozó készletezési mechanizmus adottnak tekinthető (korrekció nélkül), az elosztó raktárra vonatkozó pedig a korrekciós tényezők segítségével lesz meghatározva.

8. Vevői igények mátrixa

Ezen adatstruktúra szerint van lehetőség arra, hogy a termelő vállalatok a prognosztizált, valamint a szerződésekből rögzített vevői igények adatait a kiszervezési időszakra vonatkozóan megadják. A mátrix egy eleme megmutatja, hogy egy adott terméktípusból, mely megrendelő részéről, milyen szállítási határidővel, mekkora szállítási igény prognosztizálható.

$$VI = [vi_{ar,n}], \text{ ahol } n \in \Lambda_n \quad [ME/nap] \quad (8.12)$$

Jelölések:

- Λ_n : vizsgált jövőbeni időszak napjait tartalmazó halmaz.

9. Üzemelési időszakok hipervektora

A kiszervezés szempontjából vizsgált jövőbeni időszak vonatkozásában a termelő vállalatok által szükséges lehet a gyártással, raktározással, valamint a vevőkkel kapcsolatos azon „időablakok” megadása, amikor azokat üzemeltetik. Ezen adatok megadása a későbbiekben ismertetésre kerülő szimulációs vizsgálat miatt szükséges. A működési időszakok megadása három különböző hipervektor formájában történik, vagyis külön kezeljük a gyártással, raktározással és a vevőkkel kapcsolatos adatokat. A hipervektorok a készletmodell hipervektornál ismertetett felfogás szerint értelmezendők, vagyis mint egy kétdimenziós táblázat, melynél a sorok (vektorok azonos pozíciójú értékei) összetartozó információkat tartalmaznak. A következőkben a három működési időszakokat tartalmazó három hipervektor kerül ismertetésre.

9.1. Gyártási időszakok hipervektora

Ezen vektor 1. eleme a gyártási időszakok kezdeteit a 2. eleme pedig a gyártási időszak végeit tartalmazza. A gyártás időszakait a vektorok azonos pozícióiban lévő elemei határozzák meg. Mivel a termékek gyártása egy központi helyen történik, ezért nem szükséges a gyártási időszakok termelési helyenként történő megkülönböztetése. Az időszakok megadása napi szinten órában történik.

$$\mathbf{GI} = [\mathbf{T}_1^{\text{GI}}, \mathbf{T}_2^{\text{GI}}], \text{ ahol } \mathbf{T}_1^{\text{GI}}, \mathbf{T}_2^{\text{GI}} \in \Lambda_o \quad (8.13)$$

9.2. Termelő-vállalati raktárak üzemelési időszakainak hipervektora

Ez a hipervektor struktúrájában, abban különbözik az (8.13) hipervektor elemeitől, hogy szükséges lehet több a termelő vállalat által üzemeltetett raktár üzemelési időszakait megadni, ezért a hipervektor egy új elemmel egészül ki, mely a raktári azonosítókat is tartalmazza. Az 1. vektor a raktári azonosítókat a 2. és 3. a működési időszakok kezdeteit és végeit írják le.

$$\mathbf{TRÜ} = [\mathbf{W}^{\text{TRÜ}}, \mathbf{T}_1^{\text{TRÜ}}, \mathbf{T}_2^{\text{TRÜ}}], \text{ ahol } \mathbf{T}_1^{\text{TRÜ}}, \mathbf{T}_2^{\text{TRÜ}} \in \Lambda_o \quad (8.14)$$

9.3. Vevők termékátvételi időszakainak hipervektora:

Ezen hipervektor a vevők azon időszakait tartalmazza, mely alatt a termékátvétel megtörténhet. A hipervektor 1. vektora a vevők azonosítóit a 2. és 3. vektor pedig a termékátvételi időszakok kezdeteit és befejezéseit határozzák meg.

$$\mathbf{V}^{\text{II}} = [\mathbf{V}^{\text{VII}}, \mathbf{T}_1^{\text{VII}}, \mathbf{T}_2^{\text{VII}}], \text{ ahol } \mathbf{T}_1^{\text{VII}}, \mathbf{T}_2^{\text{VII}} \in \Lambda_{\sigma}^{\text{VII}} \quad (8.15)$$

10. Gyártási átfutási idő gyakoriság hipervektora

Amennyiben egy terméktípushoz tartozó készletezési mechanizmus alapján a raktár(ak) készletszintjeinek feltöltését a termékek legyártás utáni beszállításával kell megvalósítani, abban az esetben legnagyobb sztohaszticitás a gyártási átfutási idők (rendeléstől a termék legyártásáig eltelt idő) tekintetében képzelhető el, mivel:

- a szezonális hatások miatt jelentősen változhat a gyártórendszer terheltsége,
- a gyártási programok az igényeknek megfelelően rendkívül sokfélék lehetnek,
- alapanyag vagy alkatrészhiány léphet fel,
- technológiai berendezések hibásodhatnak meg, stb.

A kialakításra kerülő szimulációs programban ezen véletlenszerűségek figyelembevétele a történeti adatok alapján képzett gyakoriság hipervektor segítségével történik, mely akár havi szinten is megadható a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan. A (8.16) hipervektor egy kétdimenziós táblázatként képzelhető el leginkább, melynek soraiban a gyártási átfutási idő időintervallumainak alsó (1. vektor értékei) és felső határai (2. vektor értékei), valamint a hozzájuk tartozó előfordulási gyakoriság értékek (3. vektor értékei) tartoznak [47].

$$\mathbf{GA}_h = [\mathbf{T}_{A,h}^{\text{GA}}, \mathbf{T}_{F,h}^{\text{GA}}, \mathbf{G}_h^{\text{GA}}] \quad (8.16)$$

11. Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvények hipervektora

Miután a szakértők a 7. fejezetben leírtak szerint meghatározták a fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényeiket a (8.17) struktúra alapján kell azt rögzíteniük. Az említett fejezetben leírtak szerint a költségfüggvény két költségtagból tevődik össze, az első költségtag ($\mathbf{TK}^{A_1}$) a fajlagos költségek alakulását határozza meg a tevékenységi szint függvényében, míg a

második költségtag ($\mathbf{TK}^{A_2}$) figyelembe veszi a logisztikai erőforrások kapacitásának esetlegesen szükséges bővítési/csökkentési hatásait a fajlagos költségekre.

A (8.17) hipervektor 1. eleme a kiszervezési vizsgálatban résztvevő raktárak azonosítóját, 2. eleme pedig a lineáris regresszió-számítással meghatározott naponta átlagosan mozgatott termék mennyiség, mint független változó együtthatóit, a 3. eleme pedig a naponta mozgatott termékek mennyiségének szórása független változó együtthatóit, a 4. eleme pedig regresszió függvények konstans értékeit tartalmazza. Tehát ezen hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő értékei megmutatják, hogy a fajlagos anyagmozgatási költségfüggvény két független változójához milyen együtthatók és konstans értékek tartoznak.

$$\mathbf{TK}^{A_1} = \left[\mathbf{W}_1^{\mathbf{TK}^{A_1}}, \mathbf{E}_1^{\mathbf{TK}^{A_1}}, \mathbf{E}_2^{\mathbf{TK}^{A_1}}, \mathbf{K}^{\mathbf{TK}^{A_1}} \right] \quad (8.17)$$

A 2. költségtagot leíró hipervektor első eleme a raktárak azonosítóit, a 2. és 3. a maximális anyagmozgatási munka intervallumának alsó és felső határait, a 4. pedig a kapacitás igények változásával járó költségeket tartalmazza. A hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő értékei megmutatják, hogy egy adott raktárban a termékek naponta maximálisan mozgatott mennyisége, ha egy adott intervallumba esik, akkor az milyen többletköltséggel vagy költségcsökkenéssel jár a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.

$$\mathbf{TK}^{A_2} = \left[\mathbf{W}_1^{\mathbf{TK}^{A_2}}, \mathbf{E}_A^{\mathbf{TK}^{A_2}}, \mathbf{E}_F^{\mathbf{TK}^{A_2}}, \mathbf{K}^{\mathbf{TK}^{A_2}} \right] \quad (8.18)$$

Ezen két hipervektorból határozhatók meg a lehetséges kiszervezési alternatívák esetére a jövőbeni időszakra vonatkozóan a termelő vállalat raktárainak fajlagos anyagmozgatási költségei.

12. Fajlagos tárolási költségfüggvények hipervektora

A fajlagos tárolási költségfüggvényeket leíró hipervektorokat a fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényeknél leírtak szerinti struktúrában kell a szakértőknek megadni. Ez a költségfüggvény is két költségtagból tevődik össze, ahol az első költségtag ($\mathbf{TK}^{T_1}$) szintén a fajlagos költségek alakulását határozza meg a tevékenységi szint függvényében, a második

költségtag ($\mathbf{TK}^{T_2}$) pedig a logisztikai erőforrások kapacitásának esetlegesen szükséges bővítési/csökkentési költséghatását fejtí ki.

A (8.19) hipervektor 1. eleme a kiszervezési vizsgálatban résztvevő raktárak azonosítóit, 2. eleme pedig a lineáris regresszió-számítással meghatározott napi átlagos készletszint, mint független változó együtthatóit, a 3. eleme a napi átlagos készletszint szórása független változó együtthatóit, a 4. eleme pedig a lineáris regresszió függvények konstans értékeit tartalmazza. Tehát ezen hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő értékei megmutatják, hogy a fajlagos tárolási költségfüggvény lineáris regresszió-függvényének két független változójához milyen együtthatók és konstans értékek tartoznak.

$$\mathbf{TK}^{T_1} = \left[\mathbf{W}_1^{\mathbf{TK}^{T_1}}, \mathbf{E}_1^{\mathbf{TK}^{T_1}}, \mathbf{E}_2^{\mathbf{TK}^{T_1}}, \mathbf{K}^{\mathbf{TK}^{T_1}} \right] \quad (8.19)$$

A második költségtag 1. eleme a raktárak azonosítóit, a 2. és 3. eleme pedig a maximális napi készletszintek különböző lehetséges intervallumainak alsó és felső határait, a 4. pedig a költségkülönbözöket tartalmazza. A hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő értékei megmutatják, hogy egy adott raktárban a termékek napi maximális készletszintje, ha egy intervallumba esik, akkor az milyen többletköltséggel vagy költségcsökkenéssel jár.

$$\mathbf{TK}^{T_2} = \left[\mathbf{W}_1^{\mathbf{TK}^{T_2}}, \mathbf{E}_A^{\mathbf{TK}^{T_2}}, \mathbf{E}_F^{\mathbf{TK}^{T_2}}, \mathbf{K}^{\mathbf{TK}^{T_2}} \right] \quad (8.20)$$

Ezen két hipervektorból határozható meg a lehetséges kiszervezési alternatívák esetére a jövőbeni időszakra vonatkozóan a termelő vállalat raktárainak fajlagos tárolási költsége.

13. Fajlagos forgóeszköz lekötöttségi- és biztosítási költségfüggvények hipervektora

A 7. fejezet szerint a szakértők által meghatározandó fajlagos forgóeszköz lekötöttségi és biztosítási költség terméktípusonként eltérő lehet. Ez az eltérés elsősorban a terméktípusok mennyiségi egységének különböző előállítási költségeiből, valamint a megrendelők speciális biztosítási igényeiből származhatnak. A meghatározott fajlagos költségfüggvények a (8.21) hipervektor szerinti adatstruktúrában tárolandók a kiszervezési vizsgálat elvégzéséhez. Az ismertetett hipervektor vektorainak azonos pozícióban lévő értékei megmutatják, hogy egy adott terméktípushoz (1. vektor eleme), mekkora napi átlagos forgóeszköz lekötöttségi és biztosítási költség tartozik (2. vektor) a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan.

$$\mathbf{TK}^{\text{FL}} = \left[\mathbf{P}^{\text{TK}^{\text{FL}}}, \mathbf{K}^{\text{TK}^{\text{FL}}} \right] \quad (8.21)$$

Az ismertett adatstruktúra adataiból meghatározható a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan a terméktípusok fajlagos forgóeszköz lekötöttségi- és biztosítási költsége.

14. Fajlagos szállítási költségfüggvények hipervektora

A 7. fejezetben leírtak alapján a termelő vállalatok által meghatározásra kerülő fajlagos szállítási költségfüggvény értéke a megadott szállítási relációk (raktár-vevő; raktár-raktár) szerinti módon változik. Ezen fajlagos költség meghatározásához szükséges adatok a (8.22) hipervektor szerinti adatstruktúrában kerülnek letárolásra. Nevezett hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő értékei megmutatják, hogy az adott szállítási relációhoz milyen fajlagos szállítási költség tartozik. A $\mathbf{\Lambda}^{\text{S}}$ vektor kétféle értéket vehet fel az 1-et és a 2-öt, ahol az 1 a raktár-vevő relációt, a 2 pedig a raktár-raktár relációt jelöli.

$$\mathbf{TK}^{\text{S}} = \left[\mathbf{\Lambda}^{\text{TK}^{\text{S}}}, \mathbf{K}^{\text{TK}^{\text{S}}} \right] \quad (8.22)$$

B. Logisztikai szolgáltatók adatbázisának adatstruktúrái

1. Logisztikai szolgáltatók raktári jellemzőinek hipervektora

Ezen hipervektor a logisztikai szolgáltatók raktári vonatkozásában tartalmazza a fontosabb jellemzőket, mely a termelő vállalatoknál megfogalmazott adatstruktúrától (8.1) annyiban tér el, hogy az $r_2 = R_1 + 1 \dots R_2$ logisztikai szolgáltatók raktári esetében a raktárak üzemeltetésével foglalkozó vállalat egyedi azonosítóját ($\mathbf{LA}^{\text{LRJ}}$), valamint információit (vállalat neve, elérhetősége) is tartalmazza ($\mathbf{LSZ}^{\text{LRJ}}$ vektor).

$$\mathbf{LRJ} = \left[\mathbf{LA}^{\text{LRJ}}, \mathbf{LSZ}^{\text{LRJ}}, \mathbf{RM}^{\text{LRJ}}, \mathbf{G}^{\text{LRJ}}, \mathbf{RT}^{\text{LRJ}}, \mathbf{RF}^{\text{LRJ}}, \mathbf{P}^{\text{K,LRJ}}, \mathbf{P}^{\text{KSZ,LRJ}} \right]. \quad (8.23)$$

2. Logisztikai szolgáltatók raktári kapacitásainak és teljesítőképességeinek hipervektora

Ezen hipervektor annyiban különbözik a termelő vállalatok raktári kapacitásait leíró hipervektortól, hogy ebben az esetben a logisztikai szolgáltatók raktáira ($r_2 = R_1 + 1 \dots R_2$) vonatkozó adatok kerülnek megadásra (szükség esetén havi bontásban).

$$\mathbf{LKT} = [\mathbf{C}_h^{\mathbf{LKT}}, \mathbf{BT}_h^{\mathbf{LKT}}, \mathbf{KT}_h^{\mathbf{LKT}}] \text{ és } h \in \Lambda_h. \quad (8.24)$$

3. Logisztikai szolgáltatók raktárai üzemelési időszakainak hipervektora

Ez a hipervektor megmutatja, hogy a vizsgált kiszervezési időszakban a vizsgálatba bevont, logisztikai szolgáltatók által üzemeltetett raktárak működtetési időszakai hogyan fognak alakulni. Az 1. vektor a raktári azonosítókat a 2. és a 3. a működési időszakok kezdeteit és végeit írják le.

$$\mathbf{LRÜ} = [\mathbf{W}^{\mathbf{LRÜ}}, \mathbf{T}_1^{\mathbf{LRÜ}}, \mathbf{T}_2^{\mathbf{LRÜ}}], \text{ ahol } \mathbf{T}_1^{\mathbf{LRÜ}}, \mathbf{T}_2^{\mathbf{LRÜ}} \in \Lambda_o \quad (8.25)$$

4. Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvények hipervektora

A logisztikai szolgáltató vállalatok a 7. fejezetben leírt módon határozhatják meg ajánlatukat az adott termelő vállalat részére tárolandó késztermékek raktározása vagy azok raktárainak üzemeltetése tekintetében. Annak érdekében, hogy ezen ajánlatok egy algoritmus segítségével vizsgálhatóak legyenek a (8.26) és a (8.27) struktúra szerint kell azokat rögzíteni. A költségfüggvény két részből tevődik össze. Az első része (8.26. hipervektor) a logisztikai szolgáltatók (logisztikai erőforrás átadással nem járó kiszervezésnél) - vagy a termelő vállalatok raktárainak (logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezésnél) különböző időszakokhoz és napi átlagos anyagmozgatási mennyiség intervallumokhoz tartozó fajlagos anyagmozgatási költségeit tartalmazza. A második része (8.27. hipervektor) ugyancsak a termelő vállalatok vagy a logisztikai szolgáltatók raktáraiban történő tárolás esetén a kiszervezést követő szerződéses időszakhoz tartozó napi átlagos anyagmozgatási mennyiségtől függő időszaki kedvezményeket tartalmazza.

A (8.26) adatstruktúra vektorainak azonos pozícióiban lévő elemei megmutatják, hogy egy adott logisztikai szolgáltató által (1. vektor eleme) üzemeltetett raktárban (2. vektor eleme),

egy adott időszakban (3,4. vektor elemei), ha a naponta átlagosan mozgatandó anyagmennyiségek egy meghatározott intervallumba esnek (5, 6. vektor elemei), akkor mekkora fajlagos anyagmozgatási díjat kell fizetnie (7. vektor eleme) a termelő vállalatnak.

$$\mathbf{LK}^{A_1} = \left[\mathbf{LSZ}^{\mathbf{LK}^{A_1}}, \mathbf{W}_2^{\mathbf{LK}^{A_1}}, \mathbf{T}_1^{\mathbf{LK}^{A_1}}, \mathbf{T}_2^{\mathbf{LK}^{A_1}}, \mathbf{A}_A^{\mathbf{LK}^{A_1}}, \mathbf{A}_F^{\mathbf{LK}^{A_1}}, \mathbf{K}^{\mathbf{LK}^{A_1}} \right] \quad (8.26)$$

A logisztikai szolgáltatók mennyiségi kedvezményeiket a (8.27) hipervektor szerinti adatstruktúra szerint adhatják meg. A hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő elemei megmutatják, hogy egy adott logisztikai szolgáltató által (1. vektor eleme) üzemeltetett/üzemeltetendő raktárban (2. vektor eleme) a kiszervezést követő időszakban (3., 4. vektor), ha a naponta átlagosan mozgatott termékek mennyisége egy adott intervallumba (5., 6. vektor) esik, akkor mekkora a fajlagos díjkedvezmény (7. vektor). Ezen kedvezménnyel a logisztikai szolgáltatók a termelő vállalatok hosszú távú és nagy mennyiségű anyagmozgatási igényt generáló kiszervezési döntéseit próbálják ösztönözni a nagyobb nyereség elérése érdekében.

$$\mathbf{LK}^{A_2} = \left[\mathbf{LSZ}^{\mathbf{LK}^{A_2}}, \mathbf{W}_2^{\mathbf{LK}^{A_2}}, \mathbf{T}_1^{\mathbf{LK}^{A_2}}, \mathbf{T}_2^{\mathbf{LK}^{A_2}}, \mathbf{A}_A^{\mathbf{LK}^{A_2}}, \mathbf{A}_F^{\mathbf{LK}^{A_2}}, \mathbf{K}^{\mathbf{LK}^{A_2}} \right] \quad (8.27)$$

5. Fajlagos tárolási költségfüggvények hipervektora

A logisztikai szolgáltató vállalatok a (8.28) és a (8.29) adatstruktúra szerint adhatják meg fajlagos tárolási költségfüggvényüket. A költségfüggvény *két részből tevődik össze*. Az *első* része (8.28. hipervektor) a termelő (logisztikai erőforrások át nem adásával járó kiszervezési vizsgálat) vagy a logisztikai szolgáltatók raktárainak (logisztikai szolgáltatók erőforrásainak átadásával járó kiszervezési vizsgála) különböző időszakokhoz és napi átlagos készletszint intervallumokhoz tartozó fajlagos tárolási költségeit tartalmazza. A második része (8.29. hipervektor) ugyancsak a termelő vállalatok vagy logisztikai szolgáltatók raktáraiban történő tárolás esetén a kiszervezést követő – szerződéses – időszakhoz tartozó átlagos napi anyagmozgatási mennyiségtől függő időszaki kedvezményeket tartalmazza.

A (8.28) vektor azonos pozícióiban lévő elemei megmutatják, hogy egy adott logisztikai szolgáltató által (1. vektor eleme) üzemeltetett/üzemeltetendő raktárban (2. vektor eleme), egy adott időszakban (3,4. vektor elemei), ha a naponta átlagosan tárolandó készletszint egy

meghatározott intervallumba esik (5,6. vektor elemei), akkor mekkora fajlagos tárolási díjat kell fizetnie (7. vektor eleme) a termelő vállalatnak.

$$\mathbf{LK}^{T_1} = \left[\mathbf{LSZ}^{\mathbf{LK}^{T_1}}, \mathbf{W}_2^{\mathbf{LK}^{T_1}}, \mathbf{T}_1^{\mathbf{LK}^{T_1}}, \mathbf{T}_2^{\mathbf{LK}^{T_1}}, \mathbf{A}_A^{\mathbf{LK}^{T_1}}, \mathbf{A}_F^{\mathbf{LK}^{T_1}}, \mathbf{K}^{\mathbf{LK}^{T_1}} \right] \quad (8.28)$$

A logisztikai szolgáltatók éves szinten adandó kedvezményeiket a (8.29) hipervektor szerinti adatstruktúra szerint adhatják meg. A hipervektor vektorainak azonos pozícióiban lévő elemei megmutatják, hogy egy adott logisztikai szolgáltató által (1. vektor eleme) üzemeltetett vagy üzemeltetendő raktár (2. vektor eleme) esetén a kiszervezést követő időszakban (3,4. vektor eleme), amennyiben a tárolandó anyagmennyiségek napi átlaga egy meghatározott intervallumba esik (5, 6. vektor eleme), akkor mekkora a fajlagos díjkedvezmény (7. vektor eleme).

$$\mathbf{LK}^{T_2} = \left[\mathbf{LSZ}^{\mathbf{LK}^{T_2}}, \mathbf{W}_2^{\mathbf{LK}^{T_2}}, \mathbf{T}^{\mathbf{LK}^{T_2}}, \mathbf{T}^{\mathbf{LK}^{T_2}}, \mathbf{A}_A^{\mathbf{LK}^{T_2}}, \mathbf{A}_F^{\mathbf{LK}^{T_2}}, \mathbf{K}^{\mathbf{LK}^{T_2}} \right] \quad (8.29)$$

6. Minőségi mutatók várható értékeinek hipervektora

A logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat esetén a termelő vállalatok kiszervezés szempontjából vizsgált saját raktáraitra vonatkozó minőségi mutatók várható értékeit tartalmazza különböző logisztikai szolgáltatók esetén. A hipervektor azonos pozícióiban lévő elemei megmutatják, hogy egy adott azonosítóval rendelkező logisztikai szolgáltató által (1. vektor) üzemeltetendő raktárhoz (2. vektor) várhatóan milyen raktározási rendszer fejlettség (3. vektor), készlet- (4. vektor) és kiszállítási pontosság (5. vektor) tartozik.

$$\mathbf{MVE} = \left[\mathbf{LA}^{\mathbf{MVE}}, \mathbf{W}^{\mathbf{MVE}}, \mathbf{RF}^{\mathbf{MVE}}, \mathbf{P}^{\mathbf{MVE,K}}, \mathbf{P}^{\mathbf{MVE,KSZ}} \right] \quad (8.30)$$

C. Információ-szolgáltatók adatbázisának adatstruktúrái

1. Anyagáramlási objektumok közötti szállítási távolságok mátrixa

A kiszervezési vizsgálatot nyújtó szolgáltató vállalat által kiválasztott információ-szolgáltatók a vizsgált raktározási rendszer adatbázisában és a logisztikai szolgáltató adatbázisában található GPS koordináták értékei alapján határozzák meg a (8.31) mátrix értékeit. A mátrix egy értéke megmutatja, hogy a hozzá tartozó sorban és oszlopban jelölt

objektumok (termelő vállalat raktárai, - vevői, logisztikai szolgáltatók raktárai) között mekkora a becsült szállítási távolság.

$$\mathbf{L}^S = [l_{r,r}^S], \text{ ahol } r = 1...R_1...R_2...R_3. \quad [\text{km}] \quad (8.31)$$

2. Anyagáramlási objektumok közötti szállítási idők mátrixa

A (8.32) mátrix egy értéke azt mutatja meg, hogy a hozzá tartozó sorban és oszlopban jelölt anyagáramlási objektumok között mekkora a becsült szállítási idő.

$$\mathbf{T}^S = [t_{r,r}^S], \text{ ahol } r = 1...R_1...R_2...R_3. \quad [\text{óra}] \quad (8.32)$$

D. Kiszervezési vizsgálat adatbázisának adatstruktúrái

1. Vizsgálati mátrix

A (8.33) vizsgálati mátrix az 5. fejezetben ismertetett kiszervezés vizsgálati lehetőségek konkrét megadási lehetőségét biztosítja. Ebben a mátrixban megadható, hogy az adott készletmodellekhez tartozó terméktípusok milyen formában legyenek vizsgálva.

$$\mathbf{V} = [v_{\beta r_{12}}], \text{ ahol } \beta = 1...B; r_{12} = 1...R_1...R_2. \quad (8.33)$$

Vizsgálati mátrix lehetséges értékei jelentésének ismertetése

- A **0-ás** érték azt jelöli, hogy a β -adik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_{12} -edik **raktárban való elhelyezése kizárt** (pl. más célra akarja felhasználni a raktárat vagy a 8.2. fejezet 1-4. feltételeinek nem felelt meg a raktár az adott készletmodellhez tartozó termék vagy termékcsoporthoz esetén).
- Az **1-es** érték, abban az esetben használandó, ha a β -adik készletmodell változathoz tartozó termék r_{12} -edik **raktárban való elhelyezése kötelező** (pl. vevői szerződésben van rögzítve a tárolás helye).
- A **2-es** érték azokhoz a készletmodellekhez tartozó raktáraknál szerepel, ahol a készletmodell hipervektorhoz tartozó elosztási rendszerbeli kötöttségnél 2-es érték van feltüntetve (vevő termékkel való ellátása két raktáron keresztül történik, vagyis a központi raktáron és egy regionális elosztó raktáron keresztül). Ebben az esetben a

vizsgálati mátrixban egy készletmodell esetén kettő vagy több raktárnál is szerepelhet a 2-es érték.

- A **3-as** érték azoknál a készletmodellekhez tartozó raktáraknál szerepel, ahol a készletmodell hipervektorokhoz tartozó elosztási rendszerbeli kötöttségnél 1-es érték szerepel és a termékenkénti kiszervezési vizsgálatot kell végrehajtani.
- A **4...N-es** értékekkel a több készletmodellhez tartozó termékek csoportos kiszervezési vizsgálata jelölhető, vagyis azokat a készletmodellekhez tartozó termékeket, melyeknél ugyanaz a szám szerepel együtt kell vizsgálni.
- Az **A** betű azt jelöli, hogy a β -edik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_1 -edik raktárban való tárolása csak logisztikai szolgáltató által történhet a jövőben.
- Az **B** betű azt jelöli, hogy a β -edik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_1 -edik raktárban való tárolása az optimalizálás eredményétől függően a termelő vállalat vagy a logisztikai szolgáltató vállalat által történhet a jövőben.

A számok a logisztikai erőforrások átadását kizáró, a betűk pedig a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat esetén alkalmazandók. A vizsgálati mátrix kitöltésénél egyszerre csak logisztikai erőforrások átadása nélküli vagy csak azok átadásával járó kiszervezési vizsgálati feladat jelölhető. Abban az esetben, ha logisztikai erőforrás átadás nélküli és az átadással járó kiszervezési vizsgálatot is el szeretné végeztetni a termelő vállalat, akkor ezt külön-külön egymást követően kell végrehajtani az eltérő vizsgálati folyamatok miatt.

2. Induló készletszint mátrix

Azokban az esetekben, amikor a vizsgálatot igénylő termelő vállalat szükségesnek tartja induló készletszint megadását a szimulációs program futtatásánál, akkor ez a (8.34) adatstruktúra szerint kialakított mátrix feltöltésével elvégezhető. A mátrix egy eleme megmutatja, hogy a β -edik készletmodell azonosítóval ellátott terméktípusból milyen mennyiséget kell elhelyezni az r_{12} -edik raktárban.

$$\mathbf{IK} = [ik_{\beta r_{12}}], \text{ ahol } \beta = 1 \dots B; r_{12} = 1 \dots R_1 \dots R_2. \quad (8.34)$$

3. Betárolási mátrix

Megmutatja, hogy a különböző készletmodell változatokhoz tartozó terméktípusokból, milyen mennyiségű termék betárolása valószínűsíthető napi bontásban a vizsgált raktározási lehetőségek tekintetében (szimulációs program által előállított adattábla).

$$\mathbf{A}^{BE} = [a_{\beta r_{12} n}^{BE}], \text{ ahol } \beta=1...B; r_{12}=1...R_1...R_2; n=1...|\Lambda_n|. \quad (8.35)$$

4. Készletszint mátrix

Ezen mátrix megmutatja, hogy a különböző készletmodell változatokhoz tartozó terméktípusokból, milyen mennyiségű készletszint valószínűsíthető napi bontásban a vizsgált raktározási lehetőségek tekintetében (szimulációs program által előállított adattábla).

$$\mathbf{Q} = [q_{\beta r_{12} n}], \text{ ahol } \beta=1...B; r_{12}=1...R_1...R_2; n=1...|\Lambda_n|. \quad (8.36)$$

5. Kitárolási mátrix

Megmutatja, hogy a különböző készletmodell változatokhoz tartozó terméktípusokból, milyen mennyiségű termékek kitárolása valószínűsíthető a vizsgált raktározási lehetőségek tekintetében a korábbiakban meghatározott vevők részére a jövőbeni időszakra vonatkozóan napi bontásban.

$$\mathbf{A}^{KI} = [a_{\beta r_{12} r_3 n}^{KI}], \text{ ahol } \beta=1...B; r_{12}=1...R_1...R_2; r=R_2+1...R_3; n=1...|\Lambda_n|. \quad (8.37)$$

6. Hozzárendelési-változat mátrix

A hozzárendelési mátrix a kiszervezési vizsgálat összes lehetséges hozzárendelési változatát (készletmodell-raktár hozzárendelés a logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál; raktár-logisztikai szolgáltató hozzárendelés a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál) tartalmazó 3 dimenziós mátrix. Kétféle hozzárendelési mátrix képezhető attól függően, hogy a logisztikai erőforrások átadását kizáró vagy a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat kerül elvégzésre.

- Logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálat hozzárendelési mátrixa:

Ezen mátrix elemei a vizsgálati mátrixból kerülnek előállításra a 8.2. fejezetben ismertetett 9. feltétel érvényesítésével (egy vevőhöz csak egy ugyanolyan terméktípus kerülhet hozzárendelésre). Egy hozzárendelési változat elemei úgy képezhetők, hogyha egy terméktípushoz tartozó készletmodell elosztási rendszerbeli kötöttségénél 1 szerepel, akkor egy készletmodellhez csak egy raktár rendelhető, valamint ha egy terméktípushoz tartozó készletmodell elosztási rendszerbeli kötöttségénél 2 szerepel, akkor egy készletmodellhez kettő, vagyis egy központi és egy elosztó raktár rendelhető. Az i -edik hozzárendelési változat megmutatja, hogy a β -adik azonosítóval ellátott készletmodellek mely r_{12} -edik raktárhoz kerülnek hozzárendelésre.

$$\mathbf{HV}^{\text{LK}} = [hv_{i\beta r_{12}}^{\text{LK}}], \text{ ahol } i=1..N; \beta=1..B, r_{12}=1..R_1..R_2. \quad (8.38)$$

- Logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat hozzárendelési mátrixa:
Szintén vizsgálati mátrixból kerülnek meghatározásra a mátrix elemei. Ezen mátrix egy hozzárendelési változatánál egy kiválasztott raktárhoz csak egy logisztikai szolgáltató lehet hozzárendelve. Az i -edik hozzárendelési változat megmutatja, hogy az r_1 -edik azonosítóval ellátott raktárakhoz mely k -adik logisztikai szolgáltatók kerülnek hozzárendelésre ($k=0$ a termelő vállalatot jelöli).

$$\mathbf{HV}^{\text{LA}} = [hv_{ir_k}^{\text{LA}}], \text{ ahol } i=1..N, r_1=1..R_1, k=0..K. \quad (8.39)$$

7. Megoldásváltozat mátrix

A megoldásváltozat mátrix elemei a hozzárendelési változat mátrixok azon változataiból épülnek fel, melyek a logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál a 8.2. fejezetben ismertetett 5-8. feltételnek, a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál pedig az 1-3. feltételnek megfelelnek.

- Logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat megoldásváltozat mátrixa:
A (8.40) mátrix N darab megoldásváltozatot tartalmaz, ahol az i -edik megoldásváltozat azt mutatja meg, hogy a β -val jelölt készletmodellekhez, mely r_{12} -edik raktárak lettek hozzárendelve. Kétféle értéket vehet fel, vagyis a 0-át (nincs hozzárendelés) és az 1-et (van hozzárendelés).

$$\mathbf{MV}^{\text{LK}} = [mv_{i\beta r_{12}}^{\text{LK}}], \text{ ahol } i=1..N; \beta=1..B, r_{12}=1..R_1..R_2. \quad (8.40)$$

- Logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat megoldásváltozat mátrixa:
Az (8.41) mátrix N darab megoldásváltozatot tartalmaz, ahol az i -edik megoldásváltozat azt mutatja meg, hogy a r_i -el jelölt saját raktárak, mely k -adik logisztikai szolgáltatóhoz lett hozzárendelve. Kétféle értéket vehet fel, vagyis a 0-át (nincs hozzárendelés) és az 1-et (van hozzárendelés).

$$\mathbf{MV}^{\text{LA}} = [mv_{ir_k}^{\text{LA}}], \text{ ahol } i = 1 \dots N, r_1 = 1 \dots R_1, k = 0 \dots K. \quad (8.41)$$

8. Célfüggvény komponensek fontosságát leíró vektor

A (8.42) vektor a négy célfüggvény komponens (logisztikai költség, raktározási rendszer fejlettsége, készletpontosság, kiszállítási pontosság) kiszervezési vizsgálatot igénylő által meghatározott fontosságát tartalmazza. Ezen – 0 és 1 – közötti értékek felhasználásával kerül kiválasztásra az optimális megoldás-változat.

$$\mathbf{CF} = [\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4]. \quad (8.42)$$

8.2. Kiszervezési vizsgálat feltételei, célfüggvénye

A kiszervezési vizsgálatához az adatbázisok adatainak meghatározásán túlmenően szükséges a korlátozó feltételek, valamint a célfüggvény megadása is, melyek felhasználásával a döntés/optimalizálás elvégezhető. A vizsgálati feltételek megadása történhet a termelő és a logisztikai szolgáltató vállalatok részéről is.

8.2.1. Kiszervezési vizsgálat feltételei

1. feltétel: A *raktározási rendszer fejlettségére* vonatkozó alsó korlát meghatározását a szakértők és a termelő vállalatok képviselői közösen végzik. Alsó korlátot az **RM** vektor, a raktárakhoz rendelt értékeket a termelő vállalat raktárai esetén a **TRJ**, a logisztikai szolgáltatók esetén pedig az **LRJ** vektor tartalmazza.

$$rf^{MIN} \leq rf_{r_{12}} \quad (8.43)$$

2. feltétel: A termelő vállalatok a szakértőkkel közösen meghatározhatják a *készlet-pontosságra* jellemző alsó korlátot. Alsó korlátot az **RM** vektor, a raktárakhoz rendelt értékeket a termelő vállalat raktárai esetén a **TRJ**, a logisztikai szolgáltatók esetén pedig **LRJ** vektor tartalmazza.

$$p^{K,MIN} \leq p_{r_{12}}^K \quad (8.44)$$

3. feltétel: A termelő vállalatok az elektronikus piactér szakértőivel meghatározhatják a *kiszállítási pontosság* alsó korlátját. Alsó korlátot az **RM** vektor, a raktárakhoz rendelt értékeket a termelő vállalat raktárai esetén a **TRJ**, a logisztikai szolgáltatók esetén pedig az **LRJ** vektor tartalmazza.

$$p^{KSZ,MIN} \leq p_{r_{12}}^{KSZ} \quad (8.45)$$

4. feltétel: A termelő vállalatok a szakértőkkel közösen vevőnként megadhatják azon *maximális távolságokat* (vevői elvárások alapján), melyektől nagyobb távolságban lévő raktárból vevői kiszolgálás nem valósulhat meg. A felső korlátokat az **L^{MAX}** a vevők raktáraktól való távolságait pedig az **L** mátrix tartalmazza.

$$l_{r_2 r_3}^S \leq l_{r_3}^{MAX}, \text{ ahol } r_{12}=1...R_2; r_3 = R_2 + 1...R_3. \quad (8.46)$$

5. feltétel: A termelő vállalatok a későbbi esetlegesen felmerülő koordinációs költségek csökkentése érdekében feltételként meghatározhatják a vizsgálati időszakban a raktárak napi **átlagos készletszintjének minimum** értékét. A napi átlagos készletszintek minimumának ellenőrzése a **Q** mátrix alapján történik. Az elvárt minimum készletszint nagysága valamennyi vizsgált raktár esetén a vizsgálati időszak teljes egészére vonatkozóan megegyezik.

$$\overline{q^{MIN}} \leq \overline{q_{r_{12}}}, \text{ ahol } r_{12} = 1...R_1...R_2. \quad (8.47)$$

6. feltétel: A termelő- és a logisztikai szolgáltató vállalatok jövőbeni **tárolási kapacitásait** is megadhatják vizsgálati feltételként. A raktári kapacitás adatok a termelő vállalat raktárainál a **TKT**, a logisztikai szolgáltatók raktárainál pedig az **LKT** táblázatban található, az átlagos napi készletszint meghatározásához szükséges adatokat a **Q** adattábla tartalmazza. A termelő vállalatok r_1 raktárainál a jövőbeni időszakra vonatkozó lehetséges bővítésnél figyelembe vehető tárolási kapacitás-, a logisztikai szolgáltatók r_2 raktárainál pedig a jövőben havi szinten rendelkezésre álló tárolási kapacitás adatok adhatók meg feltételként. Tájékoztató információként a **TKT** táblázatban a termelő vállalatok raktárainak vizsgálatkori kapacitás értékei is szerepelnek.

$$\overline{q_{r_1}} \leq c_{r_1} \text{ és } \overline{q_{r_2}} \leq c_{r_2h} \text{ ahol } r_1 = 1...R_1, r_2 = R_1 + 1...R_2. \quad (8.48)$$

7. feltétel: A **betárolási teljesítőképességet**, mint feltételt a termelő és logisztikai szolgáltatók a raktári kapacitásokhoz hasonló módon adhatják meg, vagyis a termelő vállalatok r_1 raktárai esetén ez egy jövőben elképzelhető maximális érték, a logisztikai szolgáltatók r_2 raktárai esetén pedig havi bontásban adható meg. A teljesítőképesség adatok a termelő vállalatok esetén a **TKT**, a logisztikai szolgáltatók esetén pedig az **LKT** táblázatban található, a raktárakba naponta betárolt mennyiségeket az **ABE** táblázat tartalmazza.

$$a_{r_1n}^{BE} \leq bt_{r_1} \text{ és } a_{r_2n}^{BE} \leq bt_{r_2h} \text{ ahol } r_1 = 1...R_1, r_2 = R_1 + 1...R_2. \quad (8.49)$$

8. feltétel: A *kitárolási teljesítőképesség* feltétel összefüggéseit a (8.50) mutatja, melynek értékeit a termelő vállalatok r_1 raktárai esetén a **TKT**, a logisztikai szolgáltatók r_2 raktárai esetén pedig az **LKT** táblázatok tartalmazzák. A naponta kitárolt termékek mennyiségét az **AKI** táblázat tartalmazza.

$$a_{r_1 n}^{KI} \leq kt_{r_1} \text{ és } a_{r_2 n}^{KI} \leq kt_{r_2 h} \text{ ahol } r_1 = 1 \dots R_1, r_2 = R_1 + 1 \dots R_2. \quad (8.50)$$

9. feltétel: Ez a feltétel csak a logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál alkalmazandó, a hozzárendelési változat mátrix képzésénél. A lényege az, hogy ugyanazon vevő részére, különböző készletmodell változathoz tartozó azonos terméktípus nem helyezhető el egy raktárban a hozzárendelési változat mátrix képzésénél. A (8.51) összefüggésben a $ta_{\beta h}^{KM}$ azt mutatja meg, hogy a β -dik készletmodell változathoz mely terméktípus tartozik a vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjában (lásd. A/7). Továbbá a $tm_{r_3 \beta h}^{KM}$ azt jelöli, hogy az r_3 -adik vevő a β -dik készletmodell változathoz hozzátartozik –e (lásd A/7, 1 vagy 0 érték).

$$\text{Ha } ta_{\beta, h}^{KM} = ta_{\beta_1, h}^{KM}, \text{ akkor } tm_{r_3, \beta, h}^{KM} \neq tm_{r_3, \beta_1, h}^{KM}, \quad (8.51)$$

$$\text{ahol } r_3 = R_2 + 1 \dots R_3; \beta, \beta_1 = 1 \dots B \text{ és } \beta \neq \beta_1, h = |1 \dots \Lambda_h|.$$

8.2.2. Kiszervezési vizsgálat célfüggvénye

A kiszervezési vizsgálat során a termelő vállalatok célja a logisztikai költségek csökkentése és/vagy a szolgáltatási színvonal növelése. Annak érdekében, hogy a kiszervezési döntésnél a termelő vállalatok céljaikat a lehető legjobban tudják érvényesíteni egy olyan célfüggvény került kidolgozásra, mely a költségek mellett minőségi szempontokat (raktározási rendszer fejlettsége, készletpontosság, kiszállítási pontosság) is figyelembe vesz. A kidolgozott függvény négy komponenst tartalmaz melyek vizsgálati súlyát a termelő vállalatok határozzák meg (**CF** hipervektor szerint kialakított adattábla tartalmazza). A súlyok meghatározása jelen négy tényezős esetben közvetlen súlybecsléssel történik, de több tényezőtől álló modell esetén súlyozási módszerek alkalmazása válna szükségessé [8, 65]. A kiszervezés vizsgálati típusok eltérő jellege miatt külön célfüggvény került meghatározásra a logisztikai erőforrások átadása nélküli és az átadással járó kiszervezési vizsgálatok esetére, melyek értéke mindkét esetben a megoldásváltozatoktól függ (megoldásváltozat mátrix több megoldásváltozatot tartalmaz). Tulajdonképpen a

kiszervezési vizsgálat eredménye azon megoldásváltozat, ahol a célfüggvény értéke a legkedvezőbb. A következőkben a célfüggvények meghatározásának lépései kerülnek bemutatásra.

I. Logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálat célfüggvénye

Ezen célfüggvény előállításához először a logisztikai mutatók meghatározásával, majd azok normalizálásával történik (normalizálás eredményeként minden célfüggvény komponens esetén a maximalizálás lesz a cél, valamint értékei 0-1 közé fognak esni, mely lehetővé teszi az egy célfüggvényben való szerepeltetést). Ezt követi a célfüggvény meghatározása, mely a normalizált célfüggvény-komponensek súlyozott összegeként határozandó meg. A célfüggvény értéke, ekkor már csak a megoldás-változattól függ. Eredményként azon megoldásváltozat kerül kiválasztásra, ahol a normalizált célfüggvény-komponensek súlyozott összege a legkedvezőbb értéket adja.

Logisztikai mutatók meghatározásának módja:

Logisztikai költség mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a logisztikai költségek összege.

$$K_i^{LK} = \sum_{r_{12}=1}^{R_0} \sum_{\beta=1}^B \overbrace{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}}^{1.} \cdot \left\{ \begin{aligned} & \left[\overbrace{a_{\beta r_{12}}^A \cdot \left(\overbrace{A_{r_{12}}^A \cdot \overline{a_{r_{12}}^A} + B_{r_{12}}^A \cdot \overline{\sigma_{r_{12}}^A} + C_{r_{12}}^A + k_{r_{12}}^A (a_{r_{12}}^{\max}, a_{r_{12}}^{\max})} \right)}^{2. \quad 3. \quad 4.} \right] + \left[\sum_{h=1}^{\Lambda_k} \overbrace{a_{\beta r_{12}h}^A \cdot \left(k_{r_{12}h}^A (\overline{a_{r_{12}h}^A}) - k_{r_{12}h}^A (\overline{a_{r_{12}h}^A}) \right)}^{5. \quad 6.} \right] \\ & + \left[\overbrace{q_{\beta r_{12}}^T \cdot \left(\overbrace{A_{r_{12}}^T \cdot \overline{q_{r_{12}}^T} + B_{r_{12}}^T \cdot \overline{\sigma_{r_{12}}^T} + C_{r_{12}}^T + k_{r_{12}}^T (q_{r_{12}}^{\max}, q_{r_{12}}^{\max})} \right)}^{7. \quad 8. \quad 9.} \right] + \left[\sum_{h=1}^{\Lambda_k} \overbrace{q_{\beta r_{12}h}^T \cdot \left(k_{r_{12}h}^T (\overline{q_{r_{12}h}^T}) - k_{r_{12}h}^T (\overline{q_{r_{12}h}^T}) \right)}^{10. \quad 11.} \right] \\ & + \left[\sum_{n=1}^{\Lambda_n} \left(\overbrace{\left(k_2^S \cdot \overbrace{a_{\beta r_{12}n}^{S\beta} \cdot l_{r_{12}}}^{12.} \right)}^{12.} + \sum_{r_3=R_0+1}^{R_0} \overbrace{k_1^S \cdot \overbrace{a_{\beta r_{12}r_3n}^{Si} \cdot l_{r_{12}r_3}}^{13.}}^{13.} \right) \right] + \left[\sum_{n=1}^{\Lambda_n} \overbrace{k_{\beta r_{12}n}^F \cdot q_{\beta r_{12}n}}^{14.} \right] \end{aligned} \right\} \quad [EUR] \quad (8.52)$$

Értelmezések:

A kijelölt **1. elem** a megoldásváltozat mátrix elemeit jelöli (kétféle értéket, vagyis a 0-át és az 1-et veheti fel).

I. költségtag: Anyagmozgatási költség meghatározása az i -edik megoldásváltozat β -dik készletmodell változata esetén az r_1 -edik saját raktárra vonatkozóan (abban az esetben, vesz csak fel pozitív értéket, ha a megoldásváltozat mátrix ezen eleme 1).

- **2. elem:** β -dik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_1 -edik raktárhoz kapcsolódó anyagmozgatási teljesítménye a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan, mely az A^{BE} és A^{KI} mátrixokból határozható meg.
- **3. elem:** i -edik megoldásváltozat esetén az r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényének első komponense, melynek értéke a tevékenységi szint változásától függ; együtthatói a TK^{A_1} adatstruktúra szerint kialakított adattábla, valamint változói (r_1 -edik raktár napi átlagos anyagmozgatási teljesítménye és annak szórása i -edik megoldásváltozat esetén) a A^{BE} , A^{KI} és az MV^{LK} mátrixokból határozhatók meg.
- **4. elem:** i -edik megoldásváltozat esetén az r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényének második komponense, melynek értéke az elvégzendő anyagmozgatási feladatok ellátásához szükséges erőforrások nagyságától függ; a költségfüggvényt a TK^{A_2} adatstruktúra adatai írják le, melynek értéke az A^{BE} , A^{KI} és az MV^{LK} mátrixokból meghatározott értékektől függ.

II. költségtag: Anyagmozgatási költség meghatározása az i -edik megoldásváltozat β -dik készletmodell változatánál az r_2 -edik raktárra (logisztikai szolgáltató) vonatkozóan.

- **5. elem:** β -dik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_2 -edik raktárhoz kapcsolódó anyagmozgatási teljesítménye a vizsgált jövőbeni időszak h -edik hónapjára vonatkozóan, mely a A^{BE} és A^{KI} mátrixokból határozható meg.
- **6. elem:** β -dik készletmodell változathoz tartozó r_2 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakának h -edik hónapjára vonatkozó fajlagos anyagmozgatási költségfüggvény, melynek értékét az A^{BE} és A^{KI} mátrixok adataiból az i -edik megoldásváltozat esetére meghatározott havi- és időszakos átlagos anyagmozgatási teljesítmény felhasználásával a LK^{A_1} és LK^{A_2} mátrixok értékei alapján lehet meghatározni.

III. költségtag: Tárolási költség meghatározása az i -edik megoldásváltozat β -dik készletmodell változatánál az r_1 -edik saját raktárra vonatkozóan.

- **7. elem:** β -dik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_1 -edik raktárhoz kapcsolódó napi záró készlet szintjeinek összege a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan, mely a Q mátrixból határozható meg.

- **8. elem:** r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos tárolási költségfüggvényének első komponense i -edik megoldásváltozat esetén, melynek értéke a tevékenységi szint változásától függ, együtthatói a $\mathbf{TK}^{T_1}$ adatstruktúra szerint kialakított adattáblából, valamint változói (az r_1 -edik raktár i -edik megoldásváltozatra vonatkozó napi átlagos készlet szintje, valamint annak szórása) a $\mathbf{Q}$ és $\mathbf{MV}^{LK}$ mátrixokból határozhatók meg.
- **9. elem:** i -edik megoldásváltozat esetén az r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos raktározási költségfüggvényének második komponense, melynek értéke az elvégzendő raktározási feladatok ellátásához szükséges erőforrások nagyságától függ. A költségfüggvényt a $\mathbf{TK}^{T_2}$ adatstruktúra adatai írják le, melynek értéke a $\mathbf{Q}$ és az $\mathbf{MV}^{LK}$ mátrixokból meghatározott értékektől függ.

IV. költségtag: Tárolási költség meghatározása a β -dik készletmodell változatánál az r_2 -edik raktárra (logisztikai szolgáltató) vonatkozóan.

- **10. elem:** β -dik készletmodell változathoz tartozó terméktípus r_2 -edik raktárhoz kapcsolódó napi záró készlet szintjeinek összege a vizsgált jövőbeni időszak h -edik hónapjára vonatkozóan, mely a $\mathbf{Q}$ mátrixból határozható meg.
- **11. elem:** β -dik készletmodell változathoz tartozó r_2 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakának h -edik hónapjára vonatkozó fajlagos tárolási költségfüggvénye, melynek értékét a $\mathbf{Q}$ mátrixok adataiból az i -edik megoldásváltozat esetére meghatározott havi- és időszakos átlagos napi záró készlet szintek felhasználásával az $\mathbf{LK}^{T_1}$ és az $\mathbf{LK}^{T_2}$ mátrixok értékei alapján lehet meghatározni.

V. költségtag: Szállítási költség meghatározása az r_{12} -edik raktárra (termelő v. logisztikai szolgáltató raktára), a β -dik készletmodellhez tartozó terméktípus esetére.

- **12. elem:** β -dik készletmodell-változathoz tartozó terméktípus r_{12} -edik raktárba történő beszállításának költsége, mely az $\mathbf{A}^{BE}$, az $\mathbf{L}$ és a $\mathbf{TK}^S$ adatstruktúrák alapján létrehozott táblázatok adatai alapján kerül meghatározásra.
- **13. elem:** β -dik készletmodell-változathoz tartozó terméktípus r_{12} -edik raktárból való kiszállításának költsége, mely az $\mathbf{A}^{KI}$, az $\mathbf{L}$ és a $\mathbf{TK}^S$ adatstruktúrák alapján létrehozott táblázatok adatai alapján kerül meghatározásra.

- **VI. költségtag:** a β -dik készletmodell-változathoz tartozó terméktípus r_{12} -edik raktárra (termelő/logisztikai szolgáltató raktára) vonatkozó tőke- és biztosítási költsége. Értéke a **Q**, **KM** (ebből kerül meghatározásra a β -dik készletmodell azonosítóhoz rendelt terméktípus), és a **TK^{FL}** adatstruktúrák adatai alapján határozható meg.

Raktározási rendszer fejlettsége mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a raktározási rendszerek fejlettségének átlaga.

$$rf_i^{LK} = \frac{\sum_{r_{12}=1}^{R_2} rf_{r_{12}} \cdot \max_{\beta} \{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}\}}{\sum_{r_{12}=1}^{R_2} \max_{\beta} \{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}\}}, \quad (8.53)$$

ahol:

- $rf_{r_{12}}$: az r_{12} -edik raktár fejlettségi szintje, mely adatokat a **TRJ**, **LRJ** szerint kialakított adattáblák tartalmazzák.

Készletszint-pontosság mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a raktárak készletszint pontosságának átlaga.

$$p_i^{LK,K} = \frac{\sum_{r_{12}=1}^{R_2} p_{r_{12}}^K \cdot \max_{\beta} \{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}\}}{\sum_{r_{12}=1}^{R_2} \max_{\beta} \{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}\}}, \quad (8.54)$$

ahol:

- $p_{r_{12}}^{LK,K}$: az r_{12} -edik raktár készletszint pontossága, mely adatokat a **TRJ**, **LRJ** szerint kialakított adattáblák tartalmazzák.

Kiszállítási pontosság mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a raktárak kiszállítási pontosságának átlaga.

$$p_i^{LK,KSZ} = \frac{\sum_{r_{12}=1}^{R_2} p_{r_{12}}^{KSZ} \cdot \max_{\beta} \{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}\}}{\sum_{r_{12}=1}^{R_2} \max_{\beta} \{mv_{i\beta r_{12}}^{LK}\}}, \quad (8.55)$$

ahol:

- $p_{r_{12}}^{LK,KSZ}$: az r_{12} -edik raktár kiszállítási pontossága, mely adatokat a **TRJ**, **LRJ** szerint kialakított adattáblák tartalmazzák.

Logisztikai mutatók normalizálásának módja:

Logisztikai költségek mutató normalizálása: Normalizálás során a minimalizálandó célfüggvény komponens maximalizálandóvá kerül átalakításra (értéke 0 és 1 közé esik).

$$\gamma_{1,i}^{LK} = 1 - \frac{K_i^{LK}}{\max_i \{K_i^{LK}\}} \quad (8.56)$$

Raktározási rendszer fejlettsége mutató normalizálása:

$$\gamma_{2,i}^{LK} = \frac{rf_i^{LK}}{\max_i \{rf_i^{LK}\}} \quad (8.57)$$

Készlet szint pontosság mutató normalizálása:

$$\gamma_{3,i}^{LK} = \frac{p_i^{LK,K}}{\max_i \{p_i^{LK,K}\}} \quad (8.58)$$

Kiszállítási pontosság mutató normalizálása:

$$\gamma_{4,i}^{LK} = \frac{p_i^{LK,KSZ}}{\max_i \{p_i^{LK,KSZ}\}} \quad (8.59)$$

Célfüggvény meghatározásának módja:

A célfüggvény meghatározásánál először meg kell adni a normalizált komponensekhez tartozó súlyok nagyságát (ezen adatokat a **CF** szerint kialakított adattábla tartalmazza), majd képezni kell a komponensek súlyozott összegét.

Célfüggvény komponensek fontossága:

$$0 \leq \varepsilon_j^{LK} \leq 1, \text{ illetve } \sum_{j=1}^4 \varepsilon_j^{LK} = 1, \quad (8.60)$$

ahol:

- ε_j^{LK} : a j -edik célfüggvény komponens fontossága.

Kiszervezési vizsgálat célfüggvénye:

$$f^{LK} = \max_i \left\{ \sum_{j=1}^4 \varepsilon_j^{LK} \gamma_{ji}^{LK} \right\} \quad (8.61)$$

II. Logisztikai erőforrás átadásával járó kiszervezési vizsgálat célfüggvénye:

A célfüggvény előállításának lépései megegyeznek az előző vizsgálati típusnál leírtakkal, csupán a logisztikai mutatók meghatározásának módja különbözik a vizsgálati típus eltérő jellege miatt.

Logisztikai mutatók meghatározásának módja:

Logisztikai költség mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a logisztikai költségek összege.

$$K_i^{LA} = \sum_{k=0}^K \sum_{r_1=1}^{R_1} \overbrace{mv_{r_1k}^{LA}}^{1.} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{I.} \\ \left[\overbrace{\frac{2.}{a_{r_1}} \cdot \left(\overbrace{A_{r_1}^A \cdot a_{r_1}}^{3.} + \overbrace{B_{r_1}^A \cdot \sigma_{r_1}^A + C_{r_1}^A}^{4.} + k_{r_1}^{A_2} (a_{r_1}, a_{r_1}^{max})} \right)}^{k=0} \right] + \left[\overbrace{\sum_{h=1}^{\Lambda_k} a_{r_1h} \cdot \left(\overbrace{k_{r_1kh}^A (a_{r_1h}) - k_{r_1ke}^A (a_{r_1e})}^{5., 6.} \right)}^{k>0} \right] \\ \text{III.} \\ \left[\overbrace{\frac{7.}{q_{r_1}} \cdot \left(\overbrace{A_{r_1}^T \cdot q_{r_1}}^{8.} + \overbrace{B_{r_1}^T \cdot \sigma_{r_1}^T + C_{r_1}^T}^{9.} + k_{r_1}^{T_2} (q_{r_1}, q_{r_1}^{max})} \right)}^{k=0} \right] + \left[\overbrace{\sum_{h=1}^{\Lambda_k} q_{r_1h} \cdot \left(\overbrace{k_{r_1kh}^T (q_{r_1h}) - k_{r_1ke}^T (q_{r_1e})}^{10., 11.} \right)}^{k>0} \right] \end{array} \right\} \quad [\text{EUR}] \quad (8.62)$$

Értelmezések:

Az **1. elem** a megoldásváltozat mátrix elemeit jelöli.

I. költségtag: Az r_1 -edik raktárra vonatkozó anyagmozgatási költség saját üzemeltetés esetére.

- **2. elem:** r_1 -edik raktárhoz kapcsolódó anyagmozgatási teljesítmény a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan, mely a $\mathbf{A}^{BE}$ és az $\mathbf{A}^{KI}$ mátrixokból határozható meg.
- **3. elem:** r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényének első komponense (saját üzemeltetés esetén), melynek értéke a tevékenységi szint változásától függ, együtthatói a $\mathbf{TK}^{A_1}$ adatstruktúra szerint kialakított

adattáblából, valamint változói (napi átlagos anyagmozgatási teljesítmény és annak szórása) az $\mathbf{A}^{BE}$ és az $\mathbf{A}^{KI}$ alapján létrehozott mátrixokból határozhatók meg.

- **4. elem:** r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos anyagmozgatási költségfüggvénye második komponense (saját üzemeltetés esetén), melynek értékét a $\mathbf{TK}^{A_2}$, az $\mathbf{A}^{BE}$, az $\mathbf{A}^{KI}$ alapján létrehozott mátrixok elemei határozzák meg. A $\mathbf{TK}^{A_2}$ a költségfüggvényt írja le, az $\mathbf{A}^{BE}$ és az $\mathbf{A}^{KI}$ felhasználásával pedig a költségfüggvény paraméterei kerülnek meghatározásra.

II. költségtag: Az r_1 -edik raktárra vonatkozó anyagmozgatási költséget mutatja k -adik logisztikai szolgáltatónál.

- **5. elem:** r_1 -edik raktárhoz kapcsolódó anyagmozgatási teljesítmény a vizsgált jövőbeni időszak h -edik hónapjára vonatkozóan, mely az $\mathbf{A}^{BE}$ és az $\mathbf{A}^{KI}$ alapján létrehozott mátrixokból határozható meg.
- **6. elem:** r_1 -edik saját raktárnál a k -adik logisztikai szolgáltató által megadott a vizsgált jövőbeni időszak h -edik hónapjára vonatkozó fajlagos anyagmozgatási költségfüggvény, melynek értékét az $\mathbf{A}^{BE}$, $\mathbf{A}^{KI}$ és az $\mathbf{LK}^{A_1}$, $\mathbf{LK}^{A_2}$ szerint létrehozott mátrixok értékeiből lehet meghatározni.

III. költségtag: Az r_1 -edik raktárra vonatkozó tárolási költség i . megoldásváltozatnál saját üzemeltetés esetére.

- **7. elem:** r_1 -edik raktárhoz kapcsolódó napi záró készletszintek összege a vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozóan, mely a $\mathbf{Q}$ alapján létrehozott mátrixból határozható meg.
- **8. elem:** r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos raktározási költségfüggvényének első komponense (saját üzemeltetés esetén), melynek értéke a tevékenységi szint változásától függ, együtthatói a $\mathbf{TK}^{T_1}$ adatstruktúra szerint kialakított adattáblából, változói (napi átlagos zárókészletszint és annak szórása) a $\mathbf{Q}$ alapján létrehozott mátrixból határozhatók meg.
- **9. elem:** r_1 -edik raktár vizsgált jövőbeni időszakra vonatkozó fajlagos tárolási költségfüggvényének második komponense (saját üzemeltetés esetén), melynek értékét a $\mathbf{TK}^{T_2}$, $\mathbf{Q}$ alapján létrehozott mátrixok elemei határozzák meg. A $\mathbf{TK}^{T_2}$ a

költségfüggvényt írja le, a **Q** pedig a költségfüggvény paramétereinek meghatározására szolgál.

IV. költségtag: Az r_1 -edik raktárra vonatkozó tárolási költség k -adik logisztikai szolgáltatónál.

- **10. elem:** r_1 -edik raktárhoz kapcsolódó napi záró készletszintek összege a vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjára vonatkozóan, mely a **Q** alapján létrehozott mátrixból határozható meg.
- **11. elem:** r_1 -edik saját raktárnál a k -adik logisztikai szolgáltató által megadott a vizsgált jövőbeni időszak h -adik hónapjára vonatkozó fajlagos raktározási költségfüggvény, melynek értékét az **Q**, az $\mathbf{LK}^{T_1}$ és az $\mathbf{LK}^{T_2}$ szerint létrehozott mátrixok értékeiből lehet meghatározni.

Raktározási rendszer fejlettsége mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a raktározási rendszerek fejlettségének átlaga.

$$rf_i^{LA} = \frac{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{k=0}^K rf_{r_1k} \cdot mv_{ir_1k}^{LA}}{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{k=0}^K mv_{ir_1k}^{LA}}, \quad (8.63)$$

ahol:

- rf_{r_1k} : az r_1 -edik saját raktár fejlettségi szintjének várható értéke a k -adik logisztikai szolgáltatónál, mely adatokat a **MVE** szerint kialakított adattábla tartalmazza.

Készletszint pontosság mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a kiszervezésben résztvevő raktárak készletszint pontosságának átlaga.

$$p_i^{LA,K} = \frac{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{k=0}^K p_{r_1k}^K \cdot mv_{ir_1k}^{LK}}{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{k=0}^K mv_{ir_1k}^{LK}}, \quad (8.64)$$

ahol:

- $p_{r_1}^K$: az r_1 -edik saját raktár készletszint pontosságának várható értéke a k -adik logisztikai szolgáltatónál, mely adatot az **MVE** adatstruktúra szerint kialakított adattábla tartalmazza.

Kiszállítási pontosság mutató: Megmutatja, hogy az i -edik megoldásváltozat esetén mekkora a raktárak kiszállítási pontosságának az átlaga.

$$p_i^{LA,KSZ} = \frac{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{k=0}^K p_{r_1k}^{KSZ} \cdot mv_{ir_1k}^{LA}}{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{k=0}^K mv_{ir_1k}^{LA}}, \quad (8.65)$$

ahol:

- $p_{r_{12}}^{KSZ}$: az r_1 -edik saját raktár kiszállítási pontosságának várható értéke a k -edik logisztikai szolgáltatónál, mely adatot az **MVE** adatstruktúra szerint kialakított adattábla tartalmazza.

Logisztikai mutatók normalizálásának módja:

A logisztikai mutatók normalizálásának módja megegyezik az előző kiszervezés vizsgálati típusnál leírtakkal.

Logisztikai költségek mutató normalizálása: Normalizálás során a minimalizálandó célfüggvény komponens maximalizálandóvá kerül átalakításra (értéke 0 és 1 közé esik).

$$\gamma_{1,i}^{LA} = 1 - \frac{K_i^{LA}}{\max_i \{K_i^{LA}\}} \quad (8.66)$$

Raktározási rendszer fejlettsége mutató normalizálása:

$$\gamma_{2,i}^{LA} = \frac{rf_i^{LA}}{\max_i \{rf_i^{LA}\}} \quad (8.67)$$

Készlet szint pontosság mutató normalizálása:

$$\gamma_{3,i}^{LA} = \frac{p_i^{LA,K}}{\max_i \{p_i^{LA,K}\}} \quad (8.68)$$

Kiszállítási pontosság mutató normalizálása:

$$\gamma_{4,i}^{LA} = \frac{p_i^{LA,KSZ}}{\max_i \{p_i^{LA,KSZ}\}} \quad (8.69)$$

Célfüggvény meghatározásának módja:

A célfüggvény meghatározásánál először meg kell adni a normalizált komponensekhez tartozó súlyok nagyságát a (8.63) szerinti módon, majd képezni kell a komponensek súlyozott összegét.

Célfüggvény komponensek fontossága:

$$0 \leq \varepsilon_j^{LA} \leq 1, \text{ illetve } \sum_{j=1}^4 \varepsilon_j^{LA} = 1, \quad (8.70)$$

ahol:

- ε_j : a j -edik célfüggvény komponens fontossága.

Kiszervezési vizsgálat célfüggvénye:

$$f^{LA} = \max_i \left\{ \sum_{j=1}^4 \varepsilon_j^{LA} \gamma_{j,i}^{LA} \right\} \quad (8.71)$$

9. SZIMULÁCIÓS PROGRAM MŰKÖDÉSI ELVÉNEK ISMERTETÉSE

A késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatának támogatására szimulációs alkalmazás [37] elkészítése vált szükségessé, mivel teljes elosztási rendszer(ek) működését kell modellezni a szükséges adatok előállítása érdekében. A programnak háromféle funkcióval kell rendelkeznie, melyek a következők:

I. Raktári információk előállítása

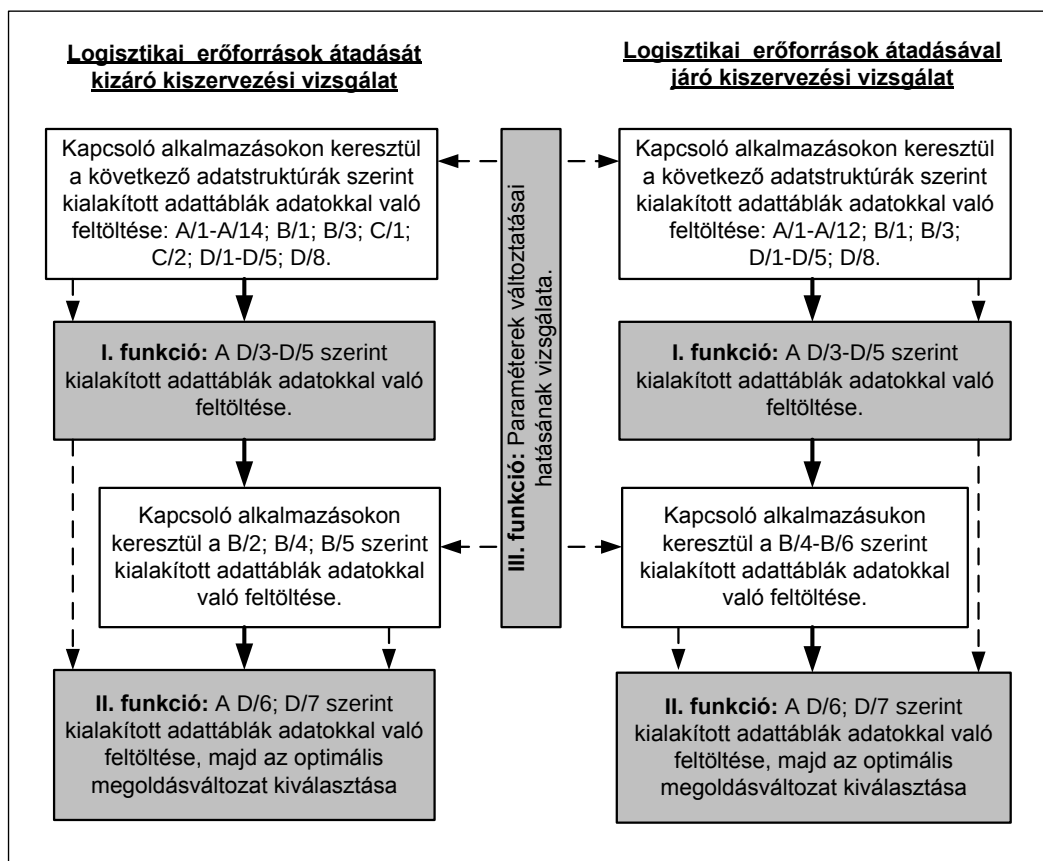
II. Kiszervezési döntés meghozatala

III. Paraméterek változtatásai hatásainak vizsgálata

A program funkciói a vizsgálati folyamat különböző szakaszaiban kerülnek alkalmazásra, ezek kapcsolódási pontjait a 9.1. ábra szemlélteti, vagyis:

- **az I. funkció** abban az esetben alkalmazható, ha a 9.1. ábrán látható adatstruktúrák szerint létrehozott adattáblák adatai a kapcsoló alkalmazásokon keresztül a korábbi 6-8. fejezetekben ismertetett módon feltöltésre kerültek,
- **a II. funkció**, akkor alkalmazható, ha a kiválasztott logisztikai szolgáltatók ajánlataikat a kapcsoló alkalmazásaikon feltöltötték (ennek formai követelményeit és működési mechanizmusait a 6-8. fejezetek részleteiben ismertetik).
- **a III. funkció** alkalmazására csak a II. funkció alkalmazását követően kerülhet sor akkor, ha bizonyos tényezők jelentős bizonytalansággal bírnak és a termelő vállalatok képviselői szeretnék megismerni a kedvezőtlen vagy kedvező irányba történő változásuk kiszervezési döntésre gyakorolt hatásait. Mivel a logisztikai szolgáltatók a kidolgozott modellben a mennyiség lépcsős függvényeként biztosítják ajánlatukat, így a modellben szereplő adatok módosításánál nem szükséges újabb ajánlatot kérni, csak abban az esetben, ha új logisztikai szolgáltatót vonunk be a vizsgálatba.

A fejezet következő részében a szimulációs program működési mechanizmusai kerülnek részleteiben ismertetésre.



9.1. ábra Szimuláció program kiszervezési vizsgálati folyamatba való kapcsolódásának pontjai [saját szerkesztés]

9. 1. Raktári információk előállítása

Ezen funkció feladata az, hogy a különböző készletmodellekhez tartozó terméktípusok különböző raktárakban való elhelyezése esetén meghatározza a betárolási-, kitárolási- és készletszint adatokat. A programnak tulajdonképpen valamennyi kiszervezési vizsgálati lehetőségre vonatkozóan kell meghatározni ezen adatok.

Szimulációs program működésének lépései:

Logisztikai erőforrás átadással járó kiszervezési vizsgálatnál:

1. Az adattáblák kapcsoló programon keresztüli feltöltését követően a **TRJ**, az **LRJ**, valamint a **VA** mátrixok adatai alapján létrehozásra kerülnek a kiszervezési vizsgálatba bevont raktárak, vevők, valamint a gyártási és szállítási tevékenységet modellező objektumok. A szállítási tevékenység egy, a szállítási teret modellező objektumtípus segítségével kerül lemodellezésre, ahova a termékek a szállítás kezdetekor bekerülnek és

ahonnan a szállítás befejezésével átkerülnek a célállomásba. Abban az esetben, ha regionális elosztó raktárak is szerepelnek a modellben, akkor két szállítási tér kerül létrehozásra a központi raktár vagy gyártó objektum és az elosztó raktárak, valamint a raktárak és a vevők közötti szállítási feladatok modellezésére.

2. Vevői megrendelési információk betöltésre kerülnek a vevői objektumokhoz kapcsolódó segéd táblákba (a segéd táblák **V** és a **VI** mátrix felhasználásával kerülnek meghatározásra). Ezen segéd táblák tartalmazzák a beszállítandó termékek típusát, mennyiségét és a legkorábbi beszállítási időpontot.
3. Terméktípusok készletezési mechanizmusai feltöltésre kerülnek a kijelölt raktárakhoz tartozó segéd táblákba (a segéd táblák adatai a **V** és a **KM** mátrix felhasználásával kerülnek meghatározásra). Ezen segéd táblák tartalmazzák a készletezési mechanizmusokat, vagyis azt hogy miből, mikor és mennyit kell rendelni. A kiszervezési lehetőségektől függően egy terméktípushoz tartozó készletmodell változat több raktár segéd táblázataiban is szerepelhet a párhuzamos futtatás miatt (értékeik azonban az utánpótlási idő miatt eltérhetnek).
4. Az **IK** induló készlet szint táblázat alapján induló készletként terméktípusok kerülnek elhelyezésre a kijelölt raktározási objektumokba.
5. A vevőket szimbolizáló objektumok segéd táblázataiban található megrendelés adatok (terméktípus, rendelt mennyiség, legkorábbi beszállítási időpont), valamint a raktárak segéd táblázataiban található készletmodellek adatai alapján meghatározásra kerülnek a raktárak és a vevők közötti szállítási tér segéd táblázatának fontosabb adatai. Lényegében egy vevő egy megrendeléséből annyi párhuzamos szállítási feladat generálódik, ahány készletmodell kapcsolódik az adott megrendeléshez tartozó terméktípushoz a raktárak segéd tábláiban. Ezzel a párhuzamosítással meghatározhatóvá válik az, hogyha egy terméktípust különböző helyre helyezünk, akkor hogyan alakulnak a kapcsolódó anyagáramlási jellemzői. A szállítási térhez kapcsolódó – a szállítási feladatot leíró – adatsorokhoz meg kell határozni a szállítási idő kezdetét és végét, melyek a rendelt mennyiség rendelkezésre állása, a raktárak (**TRÜ**, **LRÜ** mátrix) és vevők nyitvatartási ideje (**VTI** mátrix) és a legkorábbi beszállítási időpont alapján kerülnek meghatározásra. A szállítási feladat ellátását követően a feladatot tartalmazó adatsor törlésre kerül. A raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatokor a leendő szállító járművek kapacitása és járat tervezési rendszere sem ismert, ezért legjobb közelítésként a termékek megrendelési egységeként kerülnek szállításra.

6. A raktárakhoz rendelt segédtablák készletezési mechanizmusai folyamatosan vizsgálatra kerülnek, így az azok által generált igények alapján a gyártástól vagy a központi raktártól megrendelés történik. Amennyiben a gyártástól történik a megrendelés, akkor a termékek elkészülési időpontja a megrendelési időpont, a termelési időszakok (**GI** mátrix), valamint egy empirikus eloszlásfüggvény (**GA** mátrix alapján határozandó meg) által véletlenszerűen generált gyártási idő alapján kerül meghatározásra. A termékek elkészültét követően kerül meghatározásra a szállítási feladat a raktári nyitvatartási idők figyelembevételével. A központi raktártól való rendelésnél a raktári nyitvatartási időszak (**TRÜ**, **LRÜ** mátrix tartalmazza), valamint a termékek rendelkezésre állása alapján kerül meghatározásra a szállítási feladat. Ezen feladatok a szállítási térhez tartozó segédtablázatban kerülnek rögzítésre, melyek végrehajtását követően a kapcsolódó adatsorok törlésre kerülnek. Azt, hogy az egy raktárba beszállítandó termékek a központi raktárból vagy gyártástól kerülnek megrendelésre, a készletezési mechanizmus elosztási rendszerbeli kötöttségeket tartalmazó része fejezi ki (1-es érték esetén gyártástól; 2-es értéknél elosztó raktárak esetén a központi raktárból, központi raktár esetén pedig a gyártástól történik rendelés).
7. A program futása során a raktárak betárolási-, készletszint- és kitárolási adatai folyamatosan rögzítésre kerülnek az A^{BE} a **Q** és az A^{KI} szerint kialakított táblázatokba. Az adatok rögzítése ER darabszám dimenzióban történik.

Ezen program valamennyi kiszervezés vizsgálati lehetőség elosztási rendszerét párhuzamosan működteti és a meghatározott adatokat az A^{BE} a **Q** és az A^{KI} szerint kialakított adattáblákban tárolja.

Logisztikai erőforrás átadással járó kiszervezési vizsgálatnál:

Az előző esettől abban különbözik ez a vizsgálati típus, hogy a terméktípusok egyértelműen hozzá vannak rendelve a raktárakhoz, ezért nem szükséges a termékek anyagáramlási folyamatainak különböző pozíciókban való meghatározása (elegendő a kijelölt helyen).

9. 2. Kiszervezési döntés meghozatala

A kiszervezési döntés meghozatalánál egy olyan megoldásváltozat kerül kiválasztásra, melynél a 8.2. fejezetben ismertetett célfüggvény a legkedvezőbb értéket veszi fel. A kiválasztott megoldásváltozat megmutatja, hogy a logisztikai erőforrás átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál a készletmodell azonosítókhoz tartozó terméktípusok mely raktárakba legyenek kiszervezve, illetve a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál a kiválasztott „saját” raktárak mely logisztikai szolgáltatók által legyenek üzemeltetve.

Szimulációs program működésének lépései:

Logisztikai erőforrás átadását kizáró szimulációs vizsgálatnál:

1. Az A^{BE} a Q és az A^{KI} szerint kialakított adattáblák adatai a TT szerint kialakított mátrixban megadott mennyiségi egység szerinti dimenzióba kerülnek átszámításra.
2. A V mátrix értékei alapján meghatározásra kerül az összes lehetséges hozzárendelési változat a HV^{LK} szerint létrehozott adattáblába a szimulációs program által. Tulajdonképpen azon változatok előállítása történik, melyek eleget tesznek a 8.2. fejezetben ismertetett 9. feltételnek (1 vevőhöz több azonos terméktípust tartalmazó készletmodell változat nem rendelhető hozzá). Egy hozzárendelési változatnál egy készletmodell változathoz tartozó terméktípus egy vagy két raktárhoz kerülhet hozzárendelésre (két raktárhoz abban az esetben lehet hozzárendelés, ha a készletmodell változat elosztási rendszerbeli kötöttségeinél a KM hipervektorban 2-es szerepel).
3. A hozzárendelési változatok mátrix valamennyi változatának a feltétel-vizsgálata megtörténik, ahol a feltételeket a TKT és az LKT szerint kialakított adattáblák, a változatoknál vizsgált logisztikai mutatókat pedig az A^{BE} a Q és az A^{KI} szerint kialakított adattáblák adatai határozzák meg. Ezen logisztikai mutatók a napi átlagos minimális készletszint, raktári kapacitás, betárolási- és kitérési készletszint adatok. A feltételeknek eleget tevő hozzárendelési változatok a megoldásváltozatok (MV^{LK} szerint kialakított) mátrixba kerülnek.
4. Minden megoldásváltozatra ***meghatározásra kerül a célfüggvény*** (a 8.2. fejezetben ismertetett elvek szerint), majd ezt a legkedvezőbb értékkel rendelkező változat kiválasztása követi. Ezen feladat ellátása a feladat összetettsége miatt több segéd táblával

kerülhet megvalósításra. Először megoldás-változatonként előállításra kerülnek a logisztikai mutatók (logisztikai költség, raktározási rendszer fejlettsége, készletpontosság, kiszállítási pontosság), majd a normalizált célfüggvény komponensek súlyozott összegei. Annak a változatnak a kiválasztása történik meg melynél a normalizált célfüggvény komponensek súlyozott összege a legnagyobb értékű lesz.

Logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálatnál:

1. Az előző vizsgálati típushoz hasonlóan az A^{BE} a Q és az A^{KI} szerint kialakított adattáblák adatai a TT szerint kialakított mátrixban megadott mennyiségi egység szerinti dimenzióba kerülnek átszámításra.
2. Létrehozásra kerül a HV^{LA} szerint kialakított hozzárendelési változat mátrix, ahol egy hozzárendelési változaton belül egy raktárhoz csak egy logisztikai szolgáltató lehet hozzárendelve.
3. A hozzárendelési változatok mátrixból előállításra kerül a megoldásváltozatok mátrixa (HV^{LA}), melyben már csak azon változatok szerepelnek melyeknél a logisztikai szolgáltatók ajánlatot tettek.
4. Előállításra kerül megoldás változatonként a célfüggvény értéke (8.2. fejezetben ismertetett módon), majd a legkedvezőbb változat kerül kiválasztásra. A célfüggvény előállítása az előző esetben leírtakhoz hasonlóan történik.

Az *A függelékben* bemutatott program működésének tapasztalatai alapján az optimális kiszervezési döntés meghatározásának módszere (szisztematikus keresés) hatékonynak mondható, mivel az összes lehetséges megoldásváltozat vizsgálatával optimális megoldást kapunk, illetve ezen változatok száma a gyakorlati esetek többségében a vizsgálati feltételek (a vizsgálható termékeknek számos információval kell rendelkezniük, valamint az 1-9. feltételek is jelentős mértékben szűkítik az állapotteret) miatt csekélynek mondható.

9. 3. Paraméterek változtatásai hatásainak vizsgálata

A szimulációs vizsgálat I-II. funkciójának alkalmazását követően előfordulhat, hogy a jövőbeni időszak bizonytalanságából eredően a termelő vállalatok képviselői szükségesnek tartják azon paraméterek vizsgálatát, melyek kockázatot jelentenek a kiszervezési döntés vonatkozásában. A szimulációs program kialakítása oly módon történt, hogy annak segítségével a változtatott paraméterek kiszervezési döntésre és a célfüggvény értékre gyakorolt hatásai nyomon követhetők. Ennek segítségével akár az is meghatározható, hogy az adott döntés milyen paraméter intervallumok mellett marad megfelelő.

A kiszervezési vizsgálatok döntő többségében az alábbi paraméterek vizsgálata válhat szükségessé:

- **Célfüggvény komponensek súlya:** Abban az esetben, ha a termelő vállalatok képviselői nem tudják kellő bizonyossággal meghatározni a célfüggvény komponensek súlyát, akkor döntésüket elősegítheti az, ha ismerik, hogy az egyes paraméterek változtatásának milyen hatása van a célfüggvényre és a kiszervezési döntésre. Ezen vizsgálat eredményeként egyértelművé válik, hogy a kiszervezési döntés mely paraméterek változtatására érzékeny. A célfüggvény értékek a **CF** szerint létrehozott adattáblában módosíthatók.
- **Vevői igények:** A kiszervezési vizsgálat elvégzésekor lehetnek olyan vevők, amelyek által a jövőbeni időszakban rendelni szándékozott termékek mennyisége jelentős bizonytalansággal határozható meg. Ezekben az esetekben különböző paraméterek mellett meghatározhatók az optimális kiszervezési döntések. A vevői igények a szimulációs program futtatását megelőzően a **VI** szerint létrehozott adattáblában módosíthatók.
- **Vizsgálati feltételek:** A megoldásváltozat mátrix hozzárendelési-változat mátrixból való előállításánál alkalmazott feltételek (átlagos napi záró készletszint minimális értéke, raktári kapacitás, be- és kitárolási teljesítőképesség) vonatkozásában felmerülő bizonytalanság esetén a termelő vállalat raktárai vonatkozásakor a **TKT**, a logisztikai szolgáltatók raktárai vonatkozásában pedig az **LKT** szerint kialakított mátrixban módosíthatók a feltételek. A kívánt módosítást követően ugyancsak meghatározható a célfüggvény értéke és a hozzá kapcsolódó optimális kiszervezési döntés.
- **Készletezési mechanizmusok:** Előfordulhat olyan eset, amikor az egyes terméktípusokhoz tartozó készletezési mechanizmusok kiszervezési döntésre gyakorolt

hatásainak vizsgálata válik szükségessé (pl. vannak olyan új termékek, melyek készletezési mechanizmusa csak becsülhető, stb.). Ezen feladat az adatok **KM** adattáblában való módosításával végezhető el, melyet követően meghatározható a kiszervezési vizsgálat célfüggvény értéke és a hozzá kapcsolódó optimális kiszervezési döntés.

9. 4. Megvalósított szimulációs modell bemutatása

Az *A függelékben* ismertetésre kerül egy, a Plant Simulation gyártás-szimulációs keretrendszerben [68] készített szimulációs modell. Ezen modell a **logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálat** 9.1, 9.3. fejezetben bemutatott algoritmusát képezi le. Az alkalmazás ismertetése kapcsán megtörténik a modell kezelői felületének, valamint a meghatározott három programfunkció input és output adattábláinak bemutatása. Az adattáblák a 8.1. fejezetben részletezett adatstruktúrák szerint kerültek kialakításra.

Az alkalmazás **első funkciója** a terméktípusok különböző tárolási pozíciókba való elhelyezése esetén határozza meg a fontosabb raktári információkat (betárolási-, kitárolási-, tárolási adatok) a **második funkció** pedig az optimális hozzárendelési változat (készletmodell változatokhoz tartozó terméktípusok raktárakhoz való hozzárendelése) meghatározásáért felel. Az alkalmazás kapcsán lehetőség van valamennyi paraméter változtatására (**harmadik funkció**), csupán a vizsgált raktárak, vevők, terméktípusok köre nem változtatható. A kiszervezési döntés szempontjából kockázattal bíró paraméterek döntésre gyakorolt hatása vizsgálható. Az *A függelékben* az **átlagos készletszint minimális értéke** változtatásának kiszervezési döntésre gyakorolt hatását vizsgáltam, mellyel megállapítható, hogy az egyes mennyiségi tartományokban a különböző készletmodell változatokhoz tartozó terméktípusok mely raktárakhoz kerüljenek hozzárendelésre. Ez nagy jelentőséggel bír a termelő vállalatok számára megfelelő elosztási rendszer struktúra kiválasztásánál, mivel az átlagos készletszint minimális értékének változtatásával a kiszervezési döntéssel meghatározott raktárak köre is módosul. A dolgozat nem tartalmazza a logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat szimulációs modelljét, mivel a legkomplexebb vizsgálati típus algoritmus helyességének igazolásával, annak megfelelősége is könnyen belátható.

10. EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA, TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

A disszertációban ismertetett eredmények a gyakorlat számára elsősorban a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatainak hatékonyabb elvégzésére használhatók fel. A kidolgozott modell továbbá alkalmazható a már kiszervezett késztermék raktározási tevékenységek felülvizsgálatára is, mely a kiszervezési időszak rövidülésével [70] egyre több alkalmazási lehetőséget biztosíthat a kidolgozott modell számára. A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszéke és az Általános Informatikai Tanszéke, valamint a Kassai Biztonsági Menedzsment Egyetem a közeljövőben elkészíti – elsősorban a TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006 projekt tudásbázisára építve – egy, az Észak-Magyarországi és a Kassai Régióra kiterjedő virtuális logisztikai vállalat megvalósítását, melynek egy kapcsolódó modulja lesz a kidolgozott kiszervezés vizsgálati rendszer. A disszertációban kidolgozott alapelvek, módszerek jelentős része felhasználható az egyetemi oktatásban, valamint további kutatómunka tárgyát is képezhetik.

Továbbfejlesztési lehetőségek:

- A kidolgozott modell kiterjesztése a komissiózási tevékenységet is magába foglaló raktározási rendszerekre.
- A modell kiterjesztése a több telephelyen gyártó vállalatok késztermék raktározási tevékenységének kiszervezési vizsgálatára.
- Piackutatás elvégzése a kidolgozott modell preferált megvalósítási helyeinek meghatározására.
- A logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat szimulációs modelljének, valamint a koncepcióban meghatározott kapcsoló alkalmazások elkészítése.
- A kutatás eredményei alapján más logisztikai tevékenységek (pl. szállítás) kiszervezés vizsgálati lehetőségeinek, módszereinek kutatása.

11. AZ ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

I. Tézis: Kidolgoztam az **elektronikus piactérrel integrált kiszervezés vizsgálati rendszer koncepcióját** a késztermék raktározás lehatárolt rendszerváltozatai esetére, mellyel a feltárt kiszervezés vizsgálati módok megvalósíthatók. A tézishoz kapcsolódóan az alábbi eredményeket értem el [P/21, P/22, P/23, P/24, P/25]:

I.1. Feltártam a kiszervezés **vizsgálati lehetőségeket** a kidolgozott vizsgálati rendszer vonatkozásában.

I.2. Megalkottam az elektronikus piactérrel integrált kiszervezés **vizsgálati rendszer felépítését, definiáltam a rendszerelemek szerepét és a közöttük lévő kapcsolatokat**, valamint meghatároztam **működésének lehetséges formáit, használatának előnyeit**.

I.3. Kimunkáltam az **elektronikus piactérrel integrált kiszervezés vizsgálati rendszer működési mechanizmusait** a meghatározott vizsgálati lehetőségekre.

II. Tézis: Feltártam a késztermék raktározási tevékenységek **elektronikus piactérrel integrált kiszervezés vizsgálati rendszere fajlagos költségfüggvényei meghatározásának módszertanát**, melynek segítségével a kiszervezés vizsgálati lehetőségek alternatíváinak költség szempontú összehasonlítása lehetővé válik. A tézishoz kapcsolódóan az alábbi eredményeket értem el [P/1, P/2, P/19]:

II.1. Kidolgoztam a kiszervezési vizsgálatot igénylő **termelő vállalatok fajlagos költségfüggvényei** előállításának módszertanát.

II.2. Feltártam a kiszervezési vizsgálatban résztvevő logisztikai **szolgáltatók fajlagos költségfüggvényei** meghatározásának módszerét.

III. Tézis: Kidolgoztam a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezési vizsgálatát megvalósító **elektronikus piactér adatmodelljét, a vizsgálat feltételeit, célfüggvényeit, valamint az optimális kiszervezési alternatíva meghatározását végző szimulációs program működési algoritmusát**. A tézishoz kapcsolódóan az alábbi eredményeket értem el [P/21, P/22, P/23]:

III.1. Feltártam a termelő vállalatok, a logisztikai szolgáltatók, az információ szolgáltatók, valamint a szimulációs program által meghatározandó adatok **adatstruktúráit**.

III.2. Megalkottam az elektronikus piactérrel integrált **kiszervezés vizsgálati rendszer optimalizálási feltételeit és célfüggvényeit**.

III.3. Kidolgoztam az optimális kiszervezési alternatíva meghatározását végző **szimulációs program működésének algoritmusát**, melynek helyességét a legkomplexebb kiszervezési típusra vonatkozóan egy általam kifejlesztett szoftver-alkalmazással igazoltam.

12. JELÖLÉSRENDSZER

A disszertációban a változók jelölése indexelt latin és görög betűkkel történt. A felső indexeket nagy, az alsó indexeket kis betűvel jelöltem. A dolgozat az adatstruktúrák bemutatására hipervektorokat tartalmaz, ezek és a mátrixok félkövér nagy betűkkel lettek jelölve. Az áttekinthetőség érdekében a jelölésrendszer nem ismerteti a hipervektorok elemeit, ezeket a doktori értekezés tartalmazza.

Jelölések:

- a : mozgatott termékek mennyisége,
- b : napi biztosítási díjat figyelembe vevő tényező,
- c : raktárkapacitás,
- d : párhuzamosan folyó be- vagy kitárolások száma (indexeléstől függ),
- e : jövőbeni időszak azonosítója (index),
- f : célfüggvény,
- h : tárolt vagy szállított termékek mennyisége (indexeléstől függ),
- h : múltbeli vagy jövőbeni időszak hónapjának azonosítója (index),
- i : megoldásváltozat azonosítója (index),
- k : fajlagos költség,
- l : távolság,
- m : maximális tevékenységi szint intervallum határértéke,
- n : múltbeli vagy jövőbeni időszak napjának azonosítója (index),
- p : készlet- vagy szállítási pontosság (indexeléstől függ),
- q : zárókészletszint mennyisége,
- r_1 : vizsgált termelő vállalat saját üzemeltetésű raktárának azonosítója (index),
- r_2 : logisztikai szolgáltatók által üzemeltetett raktár azonosítója (index),
- s : szállított termékek mennyisége,
- fl : forgóeszköz lekötöttségi faktor,
- A : raktári anyagmozgatás (index),
- K : összetett költség,
- S : szállítás (index),
- T : tárolás (index),

- *BE* : betárolás (index),
- *BT* : betárolási teljesítőképesség (index),
- *FL* : forgóeszköz lekötöttség (index),
- *KI* : kitárolás (index),
- *KT* : kitárolási teljesítőképesség (index),
- *LA* : logisztikai erőforrások átadásával járó kiszervezési vizsgálat (index),
- *LK* : logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálat (index),
- *AGA* : anyagmozgató gépek amortizációja (index),
- *AGÜ* : anyagmozgató gépek üzemanyaga (index),
- *AGK* : anyagmozgató gépek karbantartása (index),
- *ASB* : anyagmozgató gépek kezelői (index),
- *MAX* : maximális érték (index),
- *MIN* : minimális érték (index),
- *SAP* : szállítójárművek autópályán való közlekedése és parkolása (index),
- *SBD* : gépjármű bérlet (index),
- *SGA* : gépjárművek amortizációja (index),
- *SGB* : gépjárművezető személyek (index),
- *SGK* : gépjárművek karbantartása (index),
- *SGÜ* : gépjárművek üzemanyaga (index),
- *SKB* : közvetett feladatot ellátó személyek pl. irányítók, diszpécser (index),
- *SLK* : logisztikai szolgáltató(k) által végzett szállítás (index),
- *STA* : terminál(ok), irányításhoz kapcsolódó épület(ek), valamint az információs rendszer eszközeinek amortizációja (index),
- *TAB* : raktári adminisztrációt végző személyek (index),
- *TBA* : biztonsági és tűzvédelmi rendszer amortizációja (index),
- *TBR* : raktár biztonsági rendszere (index),
- *TBK* : biztonsági és tűzvédelmi rendszer karbantartása (index),
- *TIA* : információs- és azonosítás-technikai eszközök amortizációja (index),
- *TIK* : információs- és azonosítás technológiai eszközök karbantartása (index),
- *TRA* : raktári épület amortizációja (index),
- *TRB* : bérelt raktár (index),
- *TRK* : raktári kommunikációs rendszer (index),

- TRR : raktári rezsi (index),
- TTA : tárolástechnikai eszközök amortizációja (index),
- TTK : tárolástechnikai eszközök karbantartása (index),
- α : terméktípus (index),
- β : készletmodell változat (index),
- ε : normalizált célfüggvény komponens fontosságát kifejező tényező,
- φ : szállítás részaránya,
- γ : normalizált célfüggvény komponens,
- λ : szállítási reláció azonosítója (index),
- σ : szórás,
- ψ : párhuzamosan folyó be- vagy kitérő utak esetén (indexeléstől függ) az egymást akadályozó gépek miatti idővesztést figyelembe vevő tényező,
- Λ : jövőbeni időszak napjait vagy hónapjait (indexeléstől függ) tartalmazó halmaz,
- Θ : múltbeli időszak napjait vagy hónapjait (indexeléstől függ) tartalmazó halmaz,
- $\mathbf{A}$: raktári anyagmozgatási mátrix,
- $\mathbf{L}$: anyagáramlási objektumok (források, nyelők) közötti szállítási távolságokat tartalmazó mátrix,
- $\mathbf{P}$: tárolási vagy kiszállítási pontosságot (indexeléstől függ) tartalmazó vektor,
- $\mathbf{Q}$: készletmennyiség mátrix,
- $\mathbf{T}$: anyagáramlási objektumok (források, nyelők) közötti szállítási időket tartalmazó mátrix,
- $\mathbf{V}$: vizsgálati mátrix,
- $\mathbf{CF}$: célfüggvény-komponensek fontosságát leíró vektor,
- $\mathbf{GA}$: gyártási átfutási idők gyakoriság hipervektora,
- $\mathbf{GI}$: gyártási időszakok hipervektora,
- $\mathbf{HV}$: hozzárendelési változat mátrix,
- $\mathbf{IK}$: raktárak induló készletmennyiségét leíró vektor,
- $\mathbf{KM}$: készletmodell hipervektor,
- $\mathbf{LK}$: logisztikai szolgáltató vállalatok fajlagos költségfüggvényeit leíró hipervektor,
- $\mathbf{MV}$: megoldásváltozat mátrix
- $\mathbf{TK}$: termelő vállalat fajlagos költségfüggvényeit leíró hipervektor,
- $\mathbf{TT}$: terméktípusok tulajdonságainak hipervektora,

- **VA**: vevők azonosító információinak hipervektora,
- **VI**: vevői igények mátrixa,
- **LKT**: logisztikai szolgáltatók raktári kapacitásainak és teljesítőképességeinek hipervektora,
- **LRJ**: logisztikai szolgáltatók raktári jellemzőinek hipervektora,
- **LRŰ**: logisztikai szolgáltatók raktári üzemelési időszakainak hipervektora,
- **MVE**: minőségi mutatók várható értékeinek hipervektora,
- **RM**: raktári minőségi feltételeket leíró vektor,
- **TKT**: termelő vállalat raktári kapacitásainak és teljesítőképességeinek hipervektora,
- **TRJ**: termelő vállalat raktári jellemzőinek hipervektora,
- **TRŰ**: termelő vállalati raktárak üzemelési időszakainak hipervektora,
- **VTI**: vevők termékátvételi időszakainak hipervektora,

13. IRODALOMJEGYZÉK

13. 1. Értekezés témakörében készült saját publikációk

- [P/1] TAMÁS, P. : *Dunapack Rt. nyíregyházi gyárának késztermék raktározási és elosztási rendszerének vizsgálata különös tekintettel az outsourcingba adás szempontjából*, Diplomamunka, Konzulens: Cselényi, J., Miskolc 2006.
- [P/2] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J., BÁLINT, R.: *Egy papíripari termékeket gyártó vállalat elosztási logisztikája, outsourcingba adásának vizsgálata*. Logisztikai Évkönyv 2006, Magyar Logisztikai Egyesület kiadványa, ISSN 1218-3849, pp. 115-124.
- [P/3] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J., BÁLINT, R.: *Decision supporting model and method for outsourcing of distribution logistics system of paper factories*. 4th International Logistics and Supply Chain Congress, ISBN: 975-8789-08-2, Turkey, Izmir, 2006, pp. 271-277.
- [P/4] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J., BÁLINT, R.: *Mathematical model for outsourcing possibilities of finished product storage of a paper factory*, 2nd Management of Manufacturing System Conference, MMS-2006, 28th September 2006, Presov, Slovakia, pp. 184-188.
- [P/5] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J., BÁLINT, R.: *Mathematical models for outsourcing of delivery channels of paper industry company*, Miskolci Beszélgetések 2006. szeptember 13-14., CD kiadvány, ISBN 978-963-661-790-5, Miskolc, pp. 230-239.
- [P/6] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J., BÁLINT, R.: *Papíripari termékek elosztási logisztikai rendszerének outsourcingba adásához kapcsolódó matematikai modellezés*, Doktoranduszok Fóruma, Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa, Miskolc, 2006. november. 9, pp. 211-221.
- [P/7] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J.: *Alternatives for outsourcing possibilities of finished goods storage activity of production companies*, microCad 2007, International Scientific Conference Miskolc, pp. 101-110
- [P/8] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J.: *Termelő vállalatok készáru raktározása egy részének outsourcingba adási vizsgálata bérraktározási lehetőségek felhasználása esetén*. XV. OGÉT, Románia, Kolozsvár, 2007, pp. 368-373.

- [P/9] TAMÁS, P., CSELÉNYI, J.: *Termelő vállalatok készáru raktározásának teljes- illetve részleges outsourcing-ba adására szolgáló döntési model és módszer ismertetése*, Doktoranduszok Fóruma, Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa, Miskolc, 2007. november. 13, pp. 143-151.
- [P/10] CSELÉNYI, J., TAMÁS, P., ILLÉS, B., SUBA, I., NAGY, G., GYÜKER, M., MÉSZÁROS, F., MOLNÁR, T.: *Készáru raktározási elosztási rendszer tárolási kapacitás növelési lehetőségeinek vizsgálata*, Kutatási Zárójelentés, ME-ALT, 2008.
- [P/11] TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.: *Optimális készáru raktárbővítési lehetőség kiválasztásának matematikai módszere*, microCAD 2008, International Scientific Conference, Miskolc, 20-21 March 2008, pp. 91-98.
- [P/12] TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.: *Karbantartási decentrum tevékenységeinek teljes-, illetve részleges áthelyezésére szolgáló döntési modell és módszer ismertetése*. Dunaújvárosi Főiskola Közleményei, XXX/3., A Magyar Tudomány Hete 2008 „A tudomány az élhető Földért” Konferenciasorozat előadásai, Felelős szerkesztő: Dr. Kadocsa László, ISSN 1586-8567.
- [P/13] TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.: *Decision making model and method for the total or partial relocation of activities of maintenance de-centres*. Advanced Logistic Systems. Theory and Practice, Volume 2, HU ISSN 1789-2198, pp. 35-40.
- [P/14] TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.: *Decision making method relating to outsourcing of finished goods storage activities*, Advanced Logistic Systems, Theory and Practice, 2009, Volume 3, pp 120-126, HU ISSN 1789-2198.
- [P/15] TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.: *Churchman-Ackoff féle súlyozási módszer alkalmazása az optimális raktárbővítési lehetőség kiválasztásánál*. Doktoranduszok Fóruma 2008, Miskolc, 2008.11.13.
- [P/16] TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.: *Decision making model and method for the total or partial relocation of activities of maintenance decentres*. MicroCAD 2009. Konferencia, O: Anyagáramlási rendszerek, Logisztikai informatika szekció kiadványa, ISBN 978-963-661-866-7-Ö, ISBN 978-963-661-880-3, Miskolc, 2009., pp.: 195-202.
- [P/17] TAMÁS, P., ILLÉS, B.: *Outsourcing decision for the finished goods storage activities with take into consideration safety aspects*, 3rd Secure Slovakia and

- European Union Conference, ISBN: 978-80-89282-33-3, Kassa, 12-13. november 2009, Kassa, Slovakia.
- [P/18] **TAMÁS, P., ILLÉS, B.:** *Termelő vállalat alapanyag raktározási SAP moduljának kiegészítése az FPFO elv érvényesítése mellett*, Doktoranduszok Fóruma 2009, Miskolc, 2009.
- [P/19] **TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.:** *Késztermék raktározási rendszerek outsourcing-ba adási vizsgálata virtuális logisztikai vállalat felhasználásával*. MicroCAD 2010. Konferencia, P: Anyagáramlási rendszerek, Logisztikai informatika szekció kiadványa, ISBN 978-963-661-925-1-Ö, ISBN 978-963-661-920-6., pp.: 103-110.
- [P/20] **TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.:** *Késztermék-raktározási tevékenység outsourcing-ba adási vizsgálatának költségmodellje*, MicroCAD 2010. Konferencia, P: Anyagáramlási rendszerek, Logisztikai informatika szekció kiadványa, ISBN 978-963-661-925-1-Ö, ISBN 978-963-661-920-6, Miskolc, 2010., pp.: 111-118.
- [P/21] **TAMÁS, P., ILLÉS, B., KOVÁCS GY.:** *Outsourcing examination for finished goods storage activity with virtual logistics company*. COMEC 2010. Conference, Villa Clara, Cuba, ISBN: 978-959-250-602-2.
- [P/22] **KOVÁCS, GY., ILLÉS, B., TAMÁS, P., BÁLINT, R.:** *Conception for establishment of a regional virtual logistics network*. COMEC 2010. Conference, Villa Clara, Cuba, ISBN: 978-959-250-602-2.
- [P/23] **TAMÁS, P., ILLÉS, B., KOVÁCS, GY.:** *Outsourcing-ba adás vizsgálati módszere késztermék raktározás vonatkozásában*, Közép-európai Logisztikai Konferencia, CD kiadvány, ISBN 978-963-661-946-6, Miskolc 2010.11.26.
- [P/24] **TAMÁS, P., KOVÁCS, GY., ILLÉS, B.:** *Szemléletváltás a logisztikai outsourcing vizsgálatában*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVI., Kolozsvár 2011, ISSN 2067-6808, pp. 333-336.
- [P/25] **TAMÁS, P., ILLÉS, B., KOVÁCS, GY.:** *Outsourcing examination for finished goods storage activity with electronic marketplace*, Advanced Logistics Systems, Volume 5, pp. 71-75.

13. 2. Felhasznált irodalom

- [1] **AGNIESZKA, K.:** *Outsourcing as the conception of modern management, The Challenges for Reconversation, Innpvation – Sustainability – Knowledge Management*, Chestochowa, Poland, 2006.
- [2] **ALI, K., ERMAN, C., TURAN, Ç.:** *Factors to consider for outsourcing decision in supply chain management*, 4th International Logistics and Supply Chain Congress, Turkey, Izmir, 2006.
- [3] **ANTAL-MOKOS, Z., BALATON, K., DRÓTOS, Gy., Tari, E.:** *Stratégia és szervezet*, Scientia, 2005.
- [4] **BÁNYAI, T., CSELÉNYI, J. (szerkesztők):** *Logistics Networks – Models and Applications*, Miskolci Egyetem, 2005.
- [5] **BENKŐ, J.:** *Logisztika II., Felsőfokú Logisztikai Tanfolyam tankönyve*, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2007.
- [6] **BENKŐ, J.:** *Periodikus készletfigyelésű modell megoldása dinamikus programozással általános feltételek mellett*, Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2002.
- [7] **BÖGEL, GY.:** *Fehérgalléros kiszervezés*, Debreceni Egyetem Competitio, 2005.
- [8] **CHURCHMAN, C.W., ACKOFF, R.L., ARNOFF, E.L.:** *Introduction to Operations Research*, Wiley, New York, 1957.
- [9] **CSELÉNYI, J.:** *A virtuális vállalatok logisztikájának alapjai*, microCAD '98, Miskolci Egyetem, 1998.
- [10] **CSELÉNYI, J., ILLÉS, B.:** *Logisztikai rendszerek I. Tankönyv*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2004.
- [11] **CSELÉNYI, J., ILLÉS, B.:** *Anyagáramlási rendszerek tervezése és irányítása I.*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2006.
- [12] **CSELÉNYI, J., ILLÉS, B., KOVÁCS, L.:** *Kis teherbírású modulokból felépülő számítógépes irányítású tárolórendszerek optimális kialakítási lehetőségei és működtetési stratégiái*, Anyagmozgatás-Logisztika, Tudomány a gyakorlatban, Transpack folyóirat válogatott tanulmányai ISBN: 9630608480.
- [13] **CSELÉNYI, J., ILLÉS, B., BÁLINT, R.:** *Mikor és milyen mértékben válhat gazdaságossá egy hálózatszerűen működő, karbantartást végző vállalat logisztikai tevékenységének az outsourcing-ja*, Miskolci Egyetem

Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, tanszéki jelentés, Miskolc 2006.

- [14] **CSELÉNYI, J., BÁNYAINÉ, T. Á.:** *Termelő vállalatoknál jelentkező logisztikai feladatok optimális outsourcingjának meghatározására szolgáló modellek*, Magyar Közlekedési Kiadó, Logisztikai Évkönyv 2000, pp. 20-29.
- [15] **DAVID, G.:** *Planning for Offshore outsourcing*, 2004.
- [16] **DAVID, E. M.:** *Warehouse distribution and operations handbook*, ISBN 0-07-044002-6
- [17] **FRAZELLE, E.:** *World-Class Warehousing and Material Handling*, ISBN 0-07-137600-3.
- [18] **FREEDMAN, D., PIASANI, R., PURVES, R.:** *Statisztika*, ISBN 963 9548 63 4, TYPOTEX, Budapest 2005., pp. 242-245.
- [19] **GIANPAOLO G., GILBERT, L., ROBERTO, M.:** *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*, ISBN: 0-470-84917-7, pp. 119-155.
- [20] **HÄTÖNEN, J., ERIKSSON, T.:** *30+ years of research and practice of outsourcing – Exploring the past and anticipating the future*, Journal of International Management 15 (2009) 142–155.
- [21] **HELMUTH, L.:** *Raktárszervezési és raktártechnikai kézikönyv*, Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest, 1974., pp. 209-232.
- [22] **HORVÁTH, CS.:** *Virtuális szervezetek, Divatos fogalom vagy valódi trend?*, doktori értekezés, Vállalkozáselmélet és gyakorlat doktori iskola, Miskolc, 2001.
- [23] **ILLÉS, B., GLISTAU, E., MACHADO, N. I. C.:** *Logistik und Qualitätsmanagement*, ISBN 978 963 87738 1 4, Miskolc, 2007.
- [24] **ILLÉS, B.:** *Logisztikai tevékenység, logisztikai szolgáltatás minőségbiztosítása*, Gép, 2001/6-7. pp.: 65-66.
- [25] **ILLÉS, B., Cselényi J.:** *Möglichkeiten bei der Nutzung des Elektronischen Marktplatzes zum Absatz von Restbeständen des Services*, Management of Manufacturing System Conference, 18-19 November, 2004. Presov, Kiadvány: pp.: 61-70. ISBN 80-8073209-4.
- [26] **ILLÉS, B., GLISTAU, E., MACHADO, N. I. C.:** *Qualitätssicherung der Logistik und Logistik in der Qualitätssicherung*, COMEC 2004, ISBN 959-250-147-5, Cuba, 2004.
- [27] **KACSUKNÉ, B. L., CSELÉNYI, J.:** *Principles and Algorithms of EMMIL Marketplaces*, IEEE Conference on E-Commerce 2005, München 2005.

- [28] **KACSUKNÉ, B. L., CSELÉNYI, J.:** *On the Optimization Problems of Emmil Marketplaces*, microCAD International Conference, Miskolc 2005.
- [29] **KACSUKNÉ, B. L., CSELÉNYI, J.:** *Modellek és megoldási algoritmusok logisztikával integrált elektronikus piacokhoz*, Ph.D. disszertáció, Miskolci Egyetem, Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola, 2005.
- [30] **KIM, S., YANG, D. NAM, C., MIN, J.:** *Developing an decision model for business process outsourcing*, Computers and Operation Research 34, 2007., pp. 3769-3778.
- [31] **KOVÁCS, GY, MOLNÁR, A.:** *Az optimális raktározási struktúra kialakításának módszere*, MicroCAD 2010. Miskolc, 2010. március 18-20.; P szekció konferencia-kiadványa, University of Miskolc, pp.: 51-58.
- [32] **KOVÁCS, GY., ILLÉS, B., GLISTAU, E, MACHADO, N. I. C.:** *Regionális Virtuális Logisztikai Központ kialakításának koncepciója*, Central European Conference on logistics, ISBN 978-963-661-946-6, Miskolc, 2010. november 25-26.
- [33] **KOVÁCS, GY., CSELÉNYI, J., SCHMIDT, SZ, IZSAI, Á.:** *Software conceptions relating to utilization of historic data evaluation of international transport activity and relating to cost calculation of transport loops*, MicroCAD 2007. Miskolc, 2007. március 22-23.; 2007. Konferencia-kiadványa, University of Miskolc, Supplementary Volume, pp.: 47-56.
- [34] **KÖRMENDI, L., PUCSEK, J.:** *A logisztika elmélete és gyakorlata*, Kiadó: SALDO Zrt., ISBN: 978 963 638 275 9.
- [35] **LAKATOS, P.:** *Logisztikai outsourcing tervezése és megvalósítása a Tesco Global Áruházak Rt.-nél*, Logisztikai Évkönyv 2001, pp. 87-92.
- [36] **LANGFORD, J. W.:** *Logistics principles and applications (second edition)*, ISBN-13:978-0-07-147224-1., pp. 255-265
- [37] **LIPOVSZKI, GY.:** *Számítógépes szimuláció*,
<http://rit.bme.hu/letoltheto/szamszisz/szamszisz.html>
- [38] **LYNCH, C. F.:** *Logistics outsourcing: a management guide*, USA: Council of Logistics Management Publications, 2000.
- [39] **MARCI, R., RAVI, K.:** *Offshore Outsourcing: Best Models, ROI and Best Practices*.
- [40] **MARTIN, C.:** *Logistics and Supply Chain Management, Creating Value-Adding*

Networks, ISBN 0 273-68176-1.

- [41] **MCIVOR, R.:** *What is the right outsourcing strategy for your process*, European Management Journal, 2008.
- [42] **METZ, M.:** *Outsourcing von Logistikleistungen.*= *Technische Rundschau*, 90. k. 7. sz. 199. p. 72-75.; Fordította: Bányiné Tóth Ágota.
- [43] **MTA IT ALAPÍTVÁNY ALKOTÓKÖZÖSSÉGE:** *Szemelvények az informatikából, Outsourcing a közigazgatásban (nemzetközi gyakorlat)*, Szerkesztő: Molnár Bálint, Kiadó: MTA Információtechnológiai Alapítvány, 1999.
- [44] **NYÁRI, K., LAURENT, C.:** *Logisztikai outsourcing a kiskereskedelemben – kiszervezni vagy beszervezni*, Magyar Logisztikai Egyesület, Logisztikai Évkönyv 2005.
- [45] **NYÍRI, A.:** *Vállalat és gazdálkodási rendszere*, ISBN 963 9466 23 1, Béborkiadó, Miskolc 2003.
- [46] **OBÁDOVICS, J. GY.:** *Mátrixok és differenciálegyenlet-rendszerek*, ISBN: 963-9534-24-2, SCOLAR KIADÓ, 2005., pp. 43-46.
- [47] **OBÁDOVICS, J. GY.:** *Valószínűségszámítás és matematikai statisztika*, ISBN: 978-963-244-067-5, SCHOLAR KIADÓ, 2009, pp. 173-180.
- [48] **PÁL, T.:** *Bevezetés a számvitelbe*, ECONOMIX Kiadó, ISBN 963 210 107 3, pp. 138-152.
- [49] **PETER, B., RUSHTON, A, CROUCHER, P.:** *The handbook of Logistics and distribution management*, ISBN 9780749446697, pp. 480-510.
- [50] **PREZENSZKI, J.:** *Raktározás-logisztika*, AMEROPA KIADÓ, Budapest 2010.
- [51] **ROHR, ARMATUR, SANTAR,** *Logisztikai outsourcing* OMIKK – Logisztika, 1999/2.
- [52] **SCHOLZ, C.:** *Die virtuelle Organisation als Strukturkonzept der Zukunft?* Arbeitspapier No. 30, Universität des Saarlandes Saarbrücken, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, 1994. szept.
- [53] **SIMONI B., HUBER E.:** *Logistik-Outsourcing mit System – Dritte richtig auswählen.* = *Schweizer Maschinenmarkt*, 100. k. 15. sz. 1999. ápr. p. 16-21. Fordította: Dr. Tokodi Jenő.
- [54] **SIMON, L.:** *Egy magyarországi élelmiszergyártó üzem termelésének és termelés-kiszolgáltatásának szimulációs vizsgálata tapasztalatai*, 17. MLBKT

kongresszus, Balatonalmádi, 2009, november 11-13.

- [55] **SKAPINYECH, R., ILLÉS, B.:** *Optimization of E-marketplace integrated virtual enterprises, 4th International Doctoral Students Workshop on Logistics*, 2011, pp. 39-45, Univ. Magdeburg, ISBN 978-3-940961-57-0.
- [56] **SKAPINYECH, R., ILLÉS, B.:** *A proposed logistical system for the collection of industrial by products*, Manufacturing 2010, Budapest, 2010, CD kiadvány, 7p., ISBN 978-963-9058-31-6
- [57] **SOMOGYI, A.:** *Raktáratomatizálási technológiák, raktártechnológiai újdonságok*, LOGISZTIKAI KONFERENCIA - Földön, vízen, levegőben - Trendek és tendenciák 2008-ban, Budapest, 2008.
- [58] **TANÁCS, Z.:** *A sikeres outsourcing alapja: a kiszervezési döntések megfelelő előkészítése*, IME I. évfolyam 4. szám, 2002.
- [59] **TOMPKINS, J. A., SMITH, J. D.:** *The Warehouse Management Handbook*, ISBN: 0-9658659-1-6, pp 63-88.
- [60] **TSAI, W.:** *Outsourcing or capacity expansions, Applications of activity-based costing model on joint products decision*, Computers & Operations Research 34, 2007, pp. 3666-3681.
- [61] **TEYARACHAKUL, S., TANG, K., TARAKCI, K.:** *Learning effects on maintenance outsourcing*, European Journal of Operational Research, 2007.
- [62] **TURCSÁNYI, K.:** *Outsourcing, itthon és külföldön – divat vagy szükségszerűség?*, Menedzsment, Vállalkozás és Benchmarking, Nemzetközi konferencia, Budapest, 2005. június 24-25.
- [63] **VASVÁRI, A.:** *Az „IT offshoring” vizsgálatának lényegi kérdései, katonai logisztika időszerű kérdései*, szakmai-tudományos konferencia, 2006. november 20.
- [64] **VASVÁRI, A.:** *Az Offshore outsourcing a Magyar Honvédségben*, Katonai Logisztika 15. évf. 1. szám (2007.).
- [65] **WADHWA, W., RAVINDRAN, A. R.:** *Vendor selection in outsourcing*, Computers & Operation Research (34), pp. 3725-3737.
- [66] **CAPGEMINI CONSULTING KFT.:** *Third-party Logistics 2008 - results and findings of the 13th annual study*.
- [67] **Gazdasági Tükörkép Magazin:** *Logisztikai outsourcing*, www.gtm.hu, 2003/7. július.

- [68] **GRAPHIT KFT.:** *Plant Simulation 8.1. program tanfolyam segédlete*, 2010.
- [69] **KPMG CONSULTING KFT.:** *Logisztikai Outsourcing Magyarországon*, Tanulmány 2003.
- [70] **KPMG TANÁCSADÓ KFT.:** *Logisztikai outsourcing Magyarországon*, Tanulmány 2009.
- [71] TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006.: *PP3 - Logisztikai tudástranszfer alkalmazása logisztikai központok alkotta regionális logisztikai hálózatok, klaszterek kialakításánál és fejlesztésénél*, Kutatási Zárójelentés, Miskolc, 2011.
- [72] <http://www.logsped.hu/viv041010.htm>, LogSped honlapja, letöltve: 2012.01.10.
- [73] <http://mvt.bme.hu/imvtttest/segedanyag/22/Keszletgazdalkodas.pdf>, BME, Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék, letöltve: 2012.02.10.

A. FÜGGELÉK

Ezen függelék a logisztikai erőforrások átadását kizáró kiszervezési vizsgálatra kidolgozott szimulációs modell kezelői felületét, valamint a 9. fejezetben ismertetett háromféle programfunkciót mutatja be. Az alkalmazás a 9. fejezetben ismertetett elvek alapján került megvalósításra. Megjegyzendő, hogy a bemutatásra kerülő szimulációs modell fiktív adatokkal mutatja be a program működését.

A.1. Szimulációs program kezelői felülete

A program kezelői felületének ismertetése az alkalmazott metódusok és objektumtípusok bemutatásán keresztül történik. Az alkalmazás az A.1. ábrán látható módon több **metódusból** áll, melyek az alábbiak:

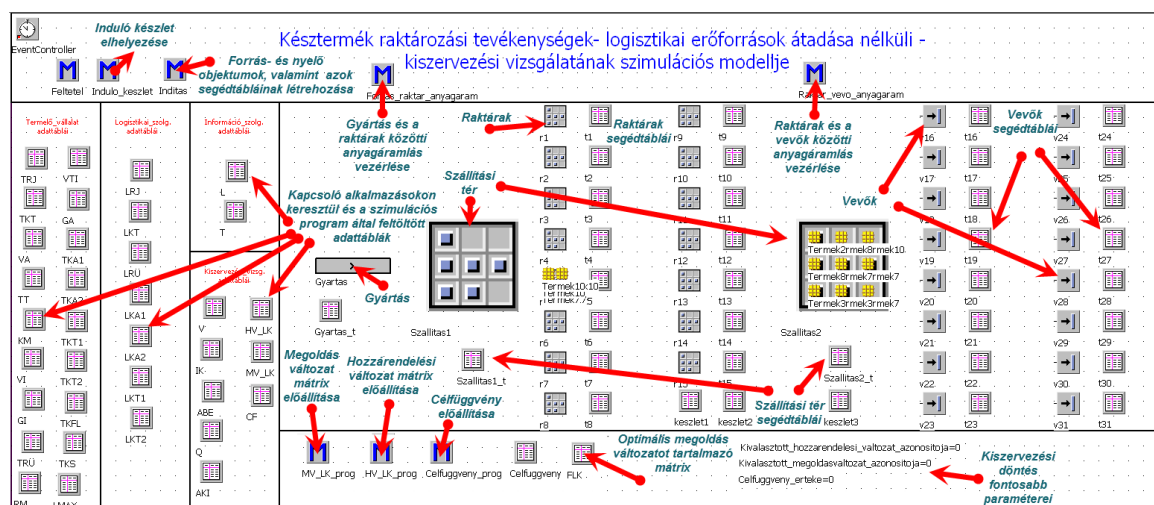
- **Indulo_keszlet method:** Az IK adattábla adatai alapján adott terméktípusból, adott raktárba meghatározott mennyiségű terméket helyez el a program.
- **Inditas method:** Forrás és nyelő objektumokat, valamint azok segédtablázatait hozza létre.
- **Forras_raktar_anyagaram method:** Ez a program működés közben a gyártás vagy a központi raktár és a regionális raktárak közötti anyagáramlást vezérli, valamint rögzíti a raktárakhoz tartozó készletszint-, be- és kitárolási adatokat.
- **Raktar_vevo_anyagaram method:** A raktárak és a vevők közötti anyagáramlást vezérli, valamint rögzíti a raktárakhoz tartozó készletszint-, be- és kitárolási adatokat.
- **HV_LK_prog method:** A lehetséges hozzárendelési változatokat hozza létre a HV_LK táblázatba.
- **MV_LK_prog method:** A TKT és az LKT táblázat alapján megfogalmazott feltételek alapján szűri a HV_LK táblázatot és a feltételeknek eleget tevő hozzárendelési változatokat az MV_LK táblázatba másolja (ez a program a be- és kitárolási, valamint a készletszint adatokat a TT táblázatban található mennyiségi egységre konvertálja a feltételek teljesülésének ellenőrzése érdekében).
- **Celfuggveny_prog method:** Kiválasztja az optimális megoldás változatot, kiírja ennek hozzárendelési-, és megoldásváltozat azonosítóját (a kiválasztott változat azonosítója a HV_LK és az MV_LK táblázatban található), az ezekhez kapcsolódó célfüggvény értéket, valamint a kiválasztott változatot egy táblázatba is bemásolja, mely a

kiszervezési vizsgálat eredményének tekinthető (a készletmodell azonosítóhoz tartozó termék, mely raktárhoz lett hozzárendelve).

A programban használt táblázatok jelentős része kapcsoló alkalmazásokon keresztül kerül feltöltésre a kidolgozott koncepcióban, de ugyanakkor vannak olyan adattáblák is, melyeket a fentiekben ismertetett, programmodulok határoznak meg (pl. ABE, Q, AKI, HV_LK, MV_LK, stb.).

A programban számos **objektumtípus** szerepel, melyek közül a legfontosabbak az alábbiak:

- **Szallitas1, Szallitas2:** A szállítási tér modellezésére használt objektumok, mely szállítási időben tartalmazzák a szállított termékeket (belépésnél kezdődik, kilépésnél befejeződik a szállítás).
- **Szallitas1_t, Szallitas2_t:** A szállítási feladatok ellátásához szükséges információkat tartalmazó segéd táblák.
- **Gyártás:** A termékek gyártási tevékenységét modellező objektum.
- **r1,...,r15:** A vizsgálatban használt raktárak modellezésére alkalmazott objektumok.
- **t1,...,t15:** A raktárak készletmodelljeit tartalmazó segéd táblák.
- **v16,...,v32:** A vizsgálatban szereplő vevők modellezésére használt objektumok.
- **t16,...,t32:** A vevők rendelési adatait tartalmazó segéd táblák.
- **Egyéb táblázatok:** Kapcsoló alkalmazásokon keresztül vagy a program által feltöltött táblázatok lehetnek. Ezek a következő részekben a három programfunkciónál kerülnek bemutatásra.



A.1. ábra Szimulációs program kezelői felülete

A.2. Raktári információk előállítás

A szimulációs program ezen funkciója valamennyi kiszervezési vizsgálati lehetőségre vonatkozóan meghatározza a különböző készletmodellekhez tartozó terméktípusok különböző raktárakban való elhelyezése esetén a betárolási-, kitárolási- és készletszint adatokat. Ezen funkció az Inditas metódussal kerül indításra (abban az esetben, ha van induló készlet, akkor előtte az Indulo_keszlet metódust is el kell indítani).

Alkalmazás futtatása előtt rendelkezésre álló adatok:

- **Termelő vállalat raktári jellemzőit tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/1. adatstruktúra alapján történik)

A.1. táblázat

Raktárak azonosítója	Raktárak neve	Raktárak GPS pozíciója	Raktárak alkalmazott tárolási rendszere	Raktározási rendszer fejlettsége	Készletpontosság	Kiszállítási pontosság
1	Miskolc1	48.104385, 20.791356	rekeszes állványos tárolás	8	0.85	0.86
2	Debrecen1	47.529974, 21.639357	magasraktár, padlószintű tárolás	7	0.88	0.89
3	Törökszentmiklós1	47.180736, 20.418293	rekeszes állványos tárolás	8	0.88	0.89
4	Győr1	47.684051, 17.635101	padlószintű tárolás	8	0.96	0.80
5	Békéscsaba1	46.684199, 21.086787	rekeszes állványos tárolás	8	0.98	0.85

- **Termelő vállalat raktári kapacitásait és teljesítőképességeit tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/2. adatstruktúra alapján történik)

A.2. táblázat

Raktárak azonosítója	Napi átlagos készletszint (alsó korlát)	Tárolási kapacitás (felső korlát)	Napi betárolási teljesítőképesség (felső korlát)	Napi kitárolási teljesítőképesség (felső korlát)	Mennyiségi egység
1	40	1200	200	200	ER
2	40	1000	210	210	ER
3	40	1400	220	220	ER
4	40	1500	210	210	ER
5	40	1600	230	230	ER

- **Raktárakkal kapcsolatos minőségi feltételeket tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/3. adatstruktúra alapján történik)

A.3. táblázat

Logisztikai mutatók	Raktározási rendszer fejlettsége	Készlet pontosság	Kiszállítási pontosság
Alsó korlát	6.00	0.70	0.78

- **Távolság feltételeket tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/4. adatstruktúra alapján történik)

A.4. táblázat

Vevők azonosítója	Maximális távolság [km]
16	50
17	50
18	70
19	80
20	150
21	67
22	26
23	57
24	50
25	50
26	67
27	50
28	50
29	50
30	30
31	50
32	94

- **Vevők azonosító információit tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/5. adatstruktúra alapján történik)

A.5. táblázat

Vevők azonosítója	Vevők megnevezése	Vevők GPS pozíciója
16	Sziksó1	48.194995, 20.929432
17	Felsőzsolca1	48.10880666387664, 20.855484
18	Nyékldháza1	47.99175981578037, 20.836944
19	Sátrolajújhely1	48.394141, 21.655996
20	Szolnok1	47.174662, 20.17628
21	Jászberény1	47.500618, 19.914719
22	Karcag1	47.316632, 20.922063
23	Cegléd1	47.177208, 19.798031
24	Hajdúszoboszló1	47.443667, 21.389719
25	Berettyóújfalu1	47.233892, 21.534022
26	Püspökladány1	47.31787944612917, 21.116409
27	Tiszaújváros1	47.92291, 21.052195
28	Orosháza1	46.561534, 20.66192
29	Gyula1	46.642498, 21.268809
30	Sarkad1	46.74644812572083, 21.384887
31	Tatabánya1	47.586187, 18.394766
32	Szombathely1	47.23514, 16.621918

- **Terméktípusok jellemző tulajdonságait tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/6. adatstruktúra alapján történik)

A.6. táblázat

Terméktípus azonosítója	Termék neve	Termék szélessége [m]	Termék hosszúsága [m]	Termék magassága [m]	Termék súlya [kg]	Termék halmazolthatósága	Mennyiségi egység
1	Termek1	1.80	1.28	1.70	500	4	ER
2	Termek2	1.80	1.28	1.70	550	4	ER
3	Termek3	1.80	1.28	1.80	500	4	ER
4	Termek4	1.80	1.28	1.80	600	4	ER
5	Termek5	2.50	1.80	1.80	600	4	ER
6	Termek6	2.50	1.80	1.80	500	4	ER
7	Termek7	2.50	1.80	1.82	600	4	ER
8	Termek8	2.50	1.80	1.82	500	4	ER
9	Termek9	3.00	1.80	1.60	500	4	ER
10	Termek10	3.00	1.80	1.60	500	4	ER

- **Készletmodelleket tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/7. adatstruktúra alapján történik)

A.7. táblázat

készletmodell változat azonosítója	Terméktípusok/vevők azonosítója	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Elosztási rendszerbeli kötöttség	Rendelési időköz [óra]	Minimális készletszint [ER]	Rendelési r
1	1								1										1	24	0	0
2	2			1	1	1													1	0	40	30
3	3					1													1	0	30	40
4	4			1	1	1	1												1	0	60	40
5	5																		1	25	0	0
6	6																		1	25	0	0
7	7					1													1	0	20	40
8	8							1											1	0	25	40
9	9																		1	26	0	0
10	10																		1	24	0	0
11	11																		1	0	20	30
12	12																		2	0	25	30
13	13																		1	0	15	35
14	14																		1	25	0	0
15	15																		1	24	0	0

- **Vevői igényeket tartalmazó három dimenziós adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/8. adatstruktúra alapján történik)

A.8. táblázat

Terméktípusok-/vevők azonosítója	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1								0									
2		0	0	0	0												
3		0							0			0					
4					0					0							
5						0					0						
6							0										
7													0				
8																	0
9															0	0	
10													0	0	0		

A 2-es azonosítóval ellátott terméktípusból a 16-os azonosítóval ellátott vevő részéről rendelt mennyiség.

A.9. táblázat

Dátum	Rendelt mennyiség [ER]
2012/01/01	0
2012/01/02	0
2012/01/03	0
2012/01/04	0
2012/01/05	0
2012/01/06	0
2012/01/07	0
2012/01/08	0
2012/01/09	10
2012/01/10	0
2012/01/11	0
2012/01/12	11

– **Üzemelési időszakokat tartalmazó adattáblák**

- **Gyártási időszakokat tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/9. adatstruktúra alapján történik)

A.10. táblázat

Dátum	Nyitvatartás időszaka
2012/01/01	10:00-11:00
2012/01/02	
2012/01/03	0:00-24:00
2012/01/04	0:00-24:00
2012/01/05	0:00-24:00

- **Raktárak nyitvatartási időszakait tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/9. adatstruktúra alapján történik)

A.11. táblázat

Raktárak azonosítója (saját)	Dátum	Nyitvatartás időszaka
1	2012/01/01	
1	2012/01/02	0:00-24:00
1	2012/01/03	0:00-24:00
1	2012/01/04	0:00-24:00
1	2012/01/05	0:00-24:00

- **Vevők nyitvatartási időszakait tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/9. adatstruktúra alapján történik)

A.12. táblázat

Vevők azonosítója	Dátum	Nyitvatartás időszaka
16	2012/01/01	
16	2012/01/02	8:00-16:00
16	2012/01/03	8:00-16:00
16	2012/01/04	8:00-16:00
16	2012/01/05	8:00-16:00
16	2012/01/06	8:00-16:00

- **Gyártási átfutási idők gyakoriság értékeit tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/10. adatstruktúra alapján történik)

A.13. táblázat

Gyártási időintervallum alsó értéke [óra]	Gyártási időintervallum felső értéke [óra]	Gyakoriság [db]
5	6	20
6	7	10
7	8	15
8	9	4

- **Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényt leíró adattáblák**
 - **Tevékenységi szint változásától függő költségkomponenst leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/11. adatstruktúra alapján történik)

A.14. táblázat

Raktárak azonosítója	Naponta átlagosan mozgatott mennyiség együtthatója	Naponta mozgatott mennyiség szórásának együtthatója	Regressziós függvény konstans értéke
1	0.80	0.20	0.10
2	0.85	0.10	0.15
3	0.70	0.15	0.15
4	0.78	0.24	0.14
5	0.62	0.23	0.12

- **Logisztikai erőforrások kapacitás igényétől függő költségkomponenst leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/11. adatstruktúra alapján történik)

A.15. táblázat

Raktárak azonosítója	Maximális napi anyagmozgatás alsó határértéke [ME/nap]	Maximális napi anyagmozgatás felső határértéke [ME/nap]	Költség [EURO]
2	30.00	70.00	-2000.00
4	10.00	40.00	-2500.00

- **Fajlagos tárolási költségfüggvényt leíró adattáblák**
 - **Tevékenységi szint változásától függő költségkomponenst leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/12. adatstruktúra alapján történik)

A.16. táblázat

Raktárak azonosítója	Napi átlagos zárókészlet szint együtthatója	Napi zárókészlet szint szórásának együtthatója	Regressziós függvény konstans értéke
1	0.70	0.20	0.10
2	0.60	0.10	0.15
3	0.50	0.15	0.10
4	0.60	0.24	0.08
5	0.65	0.23	0.12

- **Logisztikai erőforrások kapacitás igényétől függő költségkomponenst leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/12. adatstruktúra alapján történik)

A.17. táblázat

Raktárak azonosítója	Maximális napi zárókészlet szint alsó határértéke [ME/nap]	Maximális napi zárókészlet szint felső határértéke [ME/nap]	Költség [EURO]
2	30.00	70.00	-2000.00
1	10.00	20.00	-1500.00

- **Fajlagos forgóeszköz lekötöttségi- és biztosítási költségfüggvényeket leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/13. adatstruktúra alapján történik)

A.18. táblázat

Termék azonosítója	Fajlagos forgóeszköz lekötöttségi és biztosítási ktg. [EURO/ME/nap]
1	0.60
2	0.67
3	0.70
4	0.75
5	0.80
6	0.80
7	0.90
8	0.85
9	0.80
10	0.20

- **Fajlagos szállítási költségfüggvényeket leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt A/14. adatstruktúra alapján történik)

A.19. táblázat

Szállítási reláció	Fajlagos szállítási ktg. [EURO/ME/KM]
1	0.35
2	0.60

- **Logisztikai szolgáltatók raktári jellemzőit tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt B/1. adatstruktúra alapján történik)

A.20. táblázat

Raktárak azonosítója	Raktárak neve	Raktárak GPS pozíciója	Raktárak alkalmazott tárolási rendszere	Logisztikai sz. azonosítója	Log. szolg. elérhetősége	Raktározási rendszer fejlettsége	Készletpontosság	Kiszállítási pontosság
6	Árnódt1	48.131431, 20.856356	rekeszes állványos tárolás	1	v1 Kft., v1@gmail.com	7	0.90	0.92
7	Alsózsoltka1	48.070148, 20.879931	magasraktár, padlószerű tárolás	1	v1 Kft., v1@gmail.com	8	0.88	0.80
8	Ónga1	48.119256, 20.904925	rekeszes állványos tárolás	2	v2 Kft., v2@gmail.com	8	0.85	0.90
9	Nyírábrány1	47.54436, 22.01436	padlószerű tárolás	2	v2 Kft., v2@gmail.com	8	0.96	0.80
10	Sáránd1	47.412493, 21.62427	rekeszes állványos tárolás	3	v3 Kft., v3@gmail.com	8	0.80	0.90
11	Balmazújváros1	47.612435, 21.343577	rekeszes állványos tárolás	3	v3 Kft., v3@gmail.com	8	0.98	0.98
12	Fegyvernek1	47.260813, 20.523436	rekeszes állványos tárolás	4	v4 Kft., v4@gmail.com	7	0.99	0.99
13	Kenderes1	47.246736, 20.673899	padlószerű tárolás	5	v5 Kft., v5@gmail.com	8	0.80	0.85
14	Gönyű1	47.733037, 17.837846	rekeszes állványos tárolás	6	v6 Kft., v6@gmail.com	8	0.96	0.96
15	Köröncő1	47.5951406038282, 17	magasraktár, padlószerű tárolás	7	v7 Kft., v7@gmail.com	8	0.98	0.96

- **Raktárak nyitvatartási időszakait tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt B/3. adatstruktúra alapján történik)

A.21. táblázat

Raktári azonosító	Dátum	Nyitvatartás időszaka
6	2012/01/01	
6	2012/01/02	6:00-22:00
6	2012/01/03	6:00-22:00
6	2012/01/04	6:00-22:00
6	2012/01/05	6:00-22:00
6	2012/01/06	6:00-22:00

- **Anyagáramlási objektumok közötti szállítási távolságot tartalmazó adattábla**
(létrehozása a 8.1. fejezetben leírt C/1. adatstruktúra alapján történik)

A.22. táblázat

Szállítási távolság [km]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	113	156	307	245	8	10	9	143	131	96	138	191	291	316	16	5	14	82	148	152	168
2	113	0	111	356	129	111	109	113	30	14	25	102	89	340	365	120	110	89	127	132	201	66
3	156	111	0	250	87	153	151	155	141	109	103	14	22	235	259	162	152	140	227	21	67	49
4	307	356	250	0	337	308	305	309	386	375	340	265	273	18	15	316	306	294	382	230	213	299
5	245	129	87	337	0	243	240	245	159	115	131	95	109	321	345	251	242	221	256	108	154	100
6	8	111	153	308	243	0	8	6	143	131	96	138	191	291	316	12	3	24	78	148	151	168
7	10	109	151	305	240	8	0	9	140	129	94	136	188	289	313	17	5	16	78	145	149	166
8	9	113	155	309	245	6	9	0	145	133	98	140	193	293	318	9	4	26	78	150	153	170
9	143	30	141	386	159	143	140	145	0	44	55	132	118	370	395	150	140	119	133	161	231	96
10	131	14	109	375	115	131	129	133	44	0	38	100	87	359	383	138	129	107	140	130	219	64
11	96	25	103	340	131	96	94	98	55	38	0	94	81	324	349	104	94	73	169	124	185	58
12	138	102	14	265	95	138	136	140	132	100	94	0	14	248	273	146	137	124	212	35	81	40
13	191	89	22	273	109	191	188	193	118	87	81	14	0	256	281	198	189	167	264	43	89	26
14	291	340	235	18	321	291	289	293	370	359	324	248	256	0	38	300	290	278	366	214	196	283
15	316	365	259	15	345	316	313	318	395	383	349	273	281	38	0	324	315	302	390	238	221	308
16	16	120	162	316	251	12	17	9	150	138	104	146	198	300	324	0	11	33	86	156	160	177
17	5	110	152	306	242	3	5	4	140	129	94	137	189	290	315	11	0	22	76	146	149	166

- **Anyagáramlási objektumok közötti szállítási időket tartalmazó adattábla**
(létrehozása a 8.1. fejezetben leírt C/2. adatstruktúra alapján történik)

A.23. táblázat

Szállítási idő [perc]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	72	138	184	199	12	15	14	104	85	65	126	128	174	187	18	9	18	77	126	97	114
2	72	0	100	213	130	70	74	73	32	16	30	93	79	203	216	76	69	63	129	121	125	64
3	138	100	0	173	86	136	139	138	128	96	96	17	20	164	176	142	135	129	201	26	77	43
4	184	213	173	0	247	185	188	188	246	228	207	190	193	21	19	191	184	179	250	157	147	216
5	199	130	86	247	0	197	201	200	162	115	149	104	106	236	248	203	197	190	259	112	163	112
6	12	70	136	185	197	0	14	8	104	85	64	125	127	174	186	12	5	21	71	125	96	113
7	15	74	139	188	201	14	0	15	108	89	69	129	132	178	190	20	9	24	74	130	100	118
8	14	73	138	188	200	8	15	0	107	88	67	128	130	177	189	11	6	24	71	128	99	116
9	104	32	128	246	162	104	108	107	0	48	61	125	111	235	247	108	101	95	152	153	157	97
10	85	16	96	228	115	85	89	88	48	0	44	91	77	218	230	91	84	78	144	119	140	63
11	65	30	96	207	149	64	69	67	61	44	0	92	78	197	209	70	63	57	129	120	119	64
12	126	93	17	190	104	125	129	128	125	91	92	0	15	176	188	132	125	119	191	39	89	38
13	128	79	20	193	106	127	132	130	111	77	78	15	0	180	192	132	125	119	191	42	93	23
14	174	203	164	21	236	174	178	177	235	218	197	176	180	0	31	181	174	168	240	147	137	206
15	187	216	176	19	248	186	190	189	247	230	209	188	192	31	0	192	185	180	252	158	148	217
16	18	76	142	191	203	12	20	11	108	91	70	132	132	181	192	0	11	27	77	131	102	119
17	9	69	135	184	197	5	9	6	101	84	63	125	125	174	185	11	0	20	69	124	95	112
18	18	63	129	179	190	21	24	24	95	78	57	119	119	168	180	27	20	0	87	119	89	107

- **Vizsgálati adatokat tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/1. adatstruktúra alapján történik)

A.24. táblázat

Készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0
10	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

- **Célfüggvénykomponensek fontosságát leíró adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/8. adatstruktúra alapján történik)

A.25. táblázat

Logisztikai költség fontossága	Raktározási rendsz. fejlettségének fontossága	Készletpontosság fontossága	Kiszállítási pontosság fontossága
0.25	0.25	0.25	0.25

- Az **induló készlet-, a betárolási-, a készletszint-, és a kitárolási** adatstruktúrák (D/2-D/5) szerint kialakított adattáblák adatokkal való feltöltésére ennél a vizsgálatnál nem került sor, de természetesen más vizsgálatnál megadható adatok.

Alkalmazás által előállított adatok:

- **Betárolási adatokat tartalmazó három dimenziós adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/2. adatstruktúra alapján történik)

A.26. táblázat

Készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0	0												
2	0					0									
3						0									
4						0	0		0						
5	0														
6		0								0					
7		0								0					
8			0												
9						0			0				0		
10					0		0								
11		0													
12	0				0										
13		0	0												
14					0		0								
15					0		0								

A 2. készletmodell termékeiből az 1. raktárba betárolt mennyiségek a vizsgálati időszakban

A.27. táblázat

Datum	Betarolt_menny [ER]
2012/01/01	0
2012/01/02	0
2012/01/03	60
2012/01/04	0
2012/01/05	0
2012/01/06	0
2012/01/07	0
2012/01/08	0
2012/01/09	0
2012/01/10	30

- **Készletszint adatokat tartalmazó három dimenziós táblázat** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/3. adatstruktúra alapján történik)

A.28. táblázat

Készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A 2. készletmodell termékeiből az 1. raktárban tárolt mennyiségek a vizsgálati időszakban

A.29. táblázat

Datum	Napi_zarokeszlet [ER]
2012/01/01	0
2012/01/02	0
2012/01/03	60
2012/01/04	60
2012/01/05	60
2012/01/06	60
2012/01/07	60
2012/01/08	60
2012/01/09	46
2012/01/10	61

- **Kitárolási adatokat tartalmazó három dimenziós adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/4. adatstruktúra alapján történik)

A.30. táblázat

Készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0	0												
2	0					0									
3						0									
4						0	0		0						
5	0														
6		0								0					
7		0								0					
8			0												
9						0			0				0		
10					0		0								
11		0													
12	0				0										
13		0	0												
14					0		0								
15					0		0								

A 2. készletmodell termékeiből az 1. raktárból kitárolt mennyiségek a vizsgálati időszakban

A.31. táblázat

Datum	17. vevonek kiszallított menny. [ER]	18. vevonek kiszallított menny. [ER]	19. vevonek kiszallított menny. [ER]
2012/01/04	0	0	0
2012/01/05	0	0	0
2012/01/06	0	0	0
2012/01/07	0	0	0
2012/01/08	0	0	0
2012/01/09	0	14	0
2012/01/10	0	0	15
2012/01/11	0	0	0
2012/01/12	5	8	0
2012/01/13	11	0	7
2012/01/14	0	0	0
2012/01/15	0	0	0
2012/01/16	31	16	7
2012/01/17	9	8	12

A.2. Kiszervezési döntés meghozatala

A kiszervezési döntés meghozatalánál egy olyan megoldásváltozat kerül kiválasztásra, melynél a 8.2. fejezetben ismertetett célfüggvény a legkedvezőbb értéket veszi fel. A kiválasztott megoldásváltozat megmutatja, hogy a logisztikai erőforrás átadását kizáró kiszervezési vizsgálatnál a készletmodell azonosítókhoz tartozó terméktípusok mely raktárakba legyenek kiszervezve. A funkció alkalmazása a HV_LK_prog, az MV_LK_prog és a Celfuggveny_prog metódusok egymást követő elindításával történik.

Alkalmazás futtatása előtt rendelkezésre álló adatok:

- **Logisztikai szolgáltatók raktári kapacitásait és teljesítőképességeit tartalmazó adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt B/2. adatstruktúra alapján történik)

A.32. táblázat

Raktárak azonosítója	Napi átlagos készletszint (alsó korlát)	Tárolási kapacitás (felső korlát)	Napi betárolási teljesítőképesség (felső korlát)	Napi kitérési teljesítőképesség (felső korlát)	Mennyiségi egység
6	40	762	200	200	ER
7	40	838	220	220	ER
8	40	1234	300	300	ER
9	40	962	220	220	ER
10	40	789	160	160	ER
11	40	1853	200	200	ER
12	40	605	240	240	ER
13	40	1203	280	280	ER
14	40	1547	270	270	ER
15	40	965	240	240	ER

- **Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényt leíró adattáblák** (létrehozásuk a 8.1. fejezetben leírt B/4. adatstruktúra alapján történik)

- **Fajlagos anyagmozgatási költségfüggvényt leíró adattábla**

A.33. táblázat

Raktári azonosító	Időszak kezdete	Időszak vége	Maximális napi anyagmozgatás alsó határértéke [ME/nap]	Maximális napi anyagmozgatás felső határértéke [ME/nap]	Fajlagos anyagmozgatási ktg. [EURO/ME]
6	2012/01/01	2012/03/31	1	50	0.60
6	2012/01/01	2012/03/31	51	200	0.50
6	2012/04/01	2012/12/31	1	200	0.46
7	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.55
8	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.50
9	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.70
10	2012/01/01	2012/12/31	1	180	0.70
11	2012/01/01	2012/03/31	1	200	0.65
11	2012/04/01	2012/06/30	1	200	0.60
11	2012/07/01	2012/12/31	1	200	0.55
12	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.60
13	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.65
14	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.65
15	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.60

- **Fajlagos költségkedvezményt leíró adattábla**

A.34. táblázat

Raktárak azonosítója	Időszak kezdete	Időszak vége	Maximális napi anyagmozgatás alsó határértéke [ME/nap]	Maximális napi anyagmozgatás felső határértéke [ME/nap]	Fajlagos díjkedvezmény [EURO/ME]
6	2012/01/01	2012/03/31	50	100	-0.20
6	2012/04/01	2012/12/31	61	100	-0.10
7	2012/01/01	2012/12/31	50	150	-0.20

- **Fajlagos tárolási költségfüggvényt leíró adattáblák** (létrehozásuk a 8.1. fejezetben leírt B/5. adatstruktúra alapján történik)

- **Fajlagos tárolási költségfüggvényt leíró adattábla**

A.35. táblázat

Raktárak azonosítója	Időszak kezdete	Időszak vége	Maximális napi zárókészletszint alsó határértéke [ME/nap]	Maximális napi zárókészletszint felső határértéke [ME/nap]	Fajlagos raktározási kgt. [EURO/ME]
6	2012/01/01	2012/03/31	1	11	0.30
6	2012/01/01	2012/03/31	11	40	0.25
6	2012/04/01	2012/12/31	41	200	0.20
7	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.30
8	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.42
9	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.34
10	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.45
11	2012/01/01	2012/03/31	1	200	0.40
11	2012/04/01	2012/06/30	1	200	0.30
11	2012/07/01	2012/12/31	1	200	0.24
12	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.25
13	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.30
14	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.40
15	2012/01/01	2012/12/31	1	200	0.45

- **Fajlagos költségkedvezményt leíró adattábla**

A.36. táblázat

Raktári azonosító	Időszak kezdete	Időszak vége	Maximális napi zárókészletszint alsó határértéke [ME/nap]	Maximális napi zárókészletszint felső határértéke [ME/nap]	Fajlagos díjkedvezmény [EURO/ME]
6	2012/01/01	2012/03/31	50	100	-0.06
6	2012/04/01	2012/12/31	61	100	-0.08
7	2012/01/01	2012/12/31	50	150	-0.10

Megjegyzés: A logisztikai szolgáltatók raktárainál az anyagmozgatási és raktározási költségfüggvények, valamint a költségkedvezmények esetében meghatározott időszakok megegyeznek.

Alkalmazás által előállított adatok:

- **Hozzárendelési változatokat tartalmazó három dimenziós adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/6. adatstruktúra alapján történik)

A.37. táblázat

<észletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Az A.38. táblázat megmutatja, hogy a 2. készletmodell termékeiből az 1. raktárban mely hozzárendelési változatokban történik tárolás (az A.37. táblázat minden eleme vektor).

A.38. táblázat

változat_sorszama	Változat kijelölése
1	1
2	1
5	1
5	1

- **Megoldás-változatokat tartalmazó három dimenziós adattábla** (létrehozása a 8.1. fejezetben leírt D/7. adatstruktúra alapján történik)

A.39. táblázat

Készletmodellek/raktári_azon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			1												
2	1														
3						1									
4															
5	1														
6										1					
7										1					
8			1												
9						1									
10					1										
11		1													
12	1				1										
13		1													
14					1										
15					1										

Az A.39. táblázat megmutatja, hogy a 2. készletmodell termékeiből az 1. raktárban mely megoldásváltozatok esetén történik tárolás (az A.39. táblázat minden eleme vektor).

A.40. táblázat

Változat_sorszama	Változat kijelölése
1	1
2	
3	1
4	
5	1
6	
7	1
8	

– **Optimális megoldás-változatot tartalmazó táblázat**

A.41. táblázat

készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			1												
2															
3															
4						1									
5		1													
6										1					
7										1					
8			1												
9						1									
10					1										
11			1												
12		1			1										
13			1												
14					1										
15					1										

– **Kiválasztott megoldásváltozat fontosabb paraméterei**

```

Kivalasztott_hozzarendelesi_valtozat_azonositoja=212
Kivalasztott_megoldasvaltozat_azonositoja=31
Celfuggveny_erteke=0.835213589166856

```

A.2. ábra Kiválasztott megoldásváltozat fontosabb paraméterei

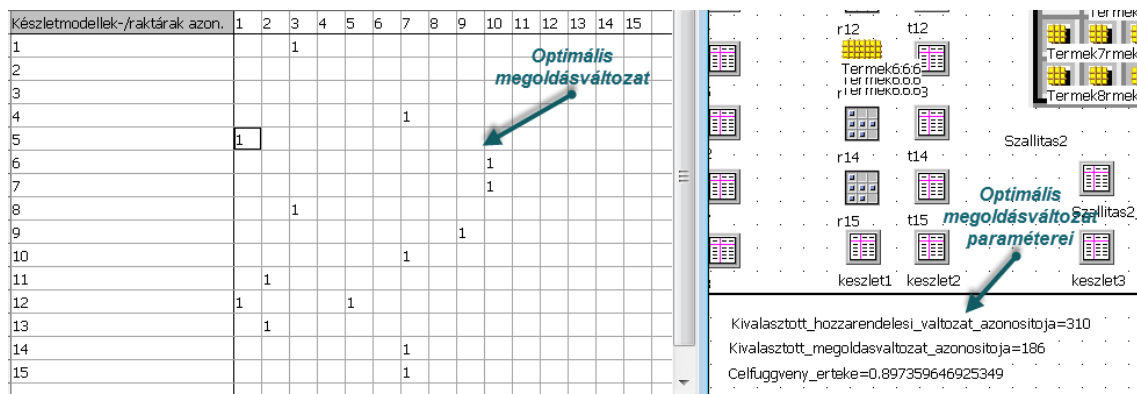
A.3. Paraméterek változtatásai hatásainak vizsgálata

A szimulációs program kialakítása oly módon történt, hogy annak segítségével a változtatott paraméterek kiszervezési döntésre és a célfüggvény értékre gyakorolt hatásai nyomonkövethetők. Ezzel megvizsgálhatók azon paraméterek, melyek alakulása a termelő vállalat képviselői szerint bizonytalanságot, kockázatot hordoz magában. Az alábbiakban a napi átlagos záró készlet szint minimális értéke feltétel változásának eredményre gyakorolt hatása kerül vizsgálatra. Ezen vizsgálat alapján a termelő vállalat képviselői megválaszthatják akár az optimális elosztási rendszer struktúrát is a vizsgált jövőbeni időszakra.

A továbbiakban 1 ER-től elindulva egységenként került vizsgálatra az átlagos készlet szint minimum értéke feltétel változtatásának kiszervezési döntésre gyakorolt hatása. Azokban az esetekben, ahol változik az optimális megoldásváltozat ott annak adattáblája bemutatásra kerül. Ezen funkció használata előtt az átlagos készlet szint minimum feltételét át kell írni a

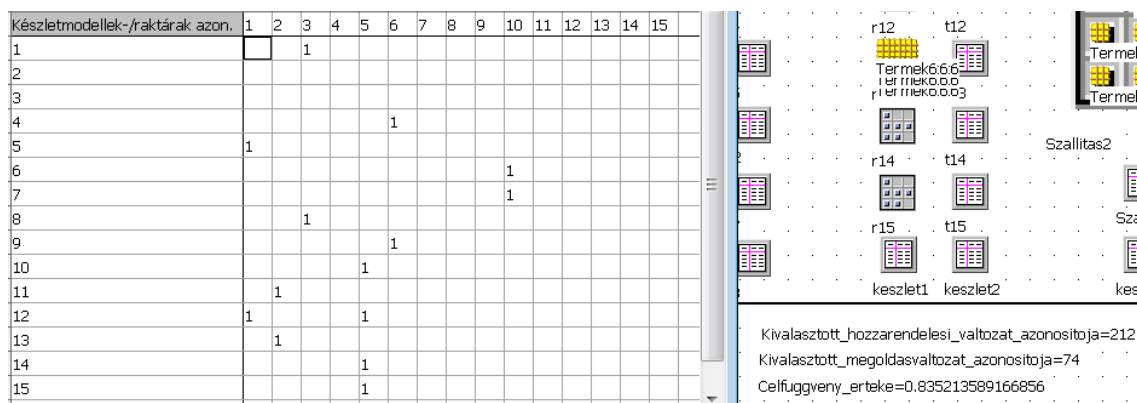
kívánt értékre (TKT, LKT táblázat), majd az MV_LK és a Celfuggveny_prog metódusokat kell futtatni.

– **Átlagos készletszint minimuma 1 ER**



A.3. ábra Optimális megoldásváltozat és paraméterei

– **Átlagos készletszint minimuma 24 ER**



A.4. ábra Optimális megoldásváltozat és paraméterei

– **Átlagos készletszint minimuma 70 ER**

Készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			1												
2															
3															
4						1									
5	1														
6		1													
7		1													
8			1												
9						1									
10						1									
11			1												
12	1					1									
13				1											
14						1									
15						1									

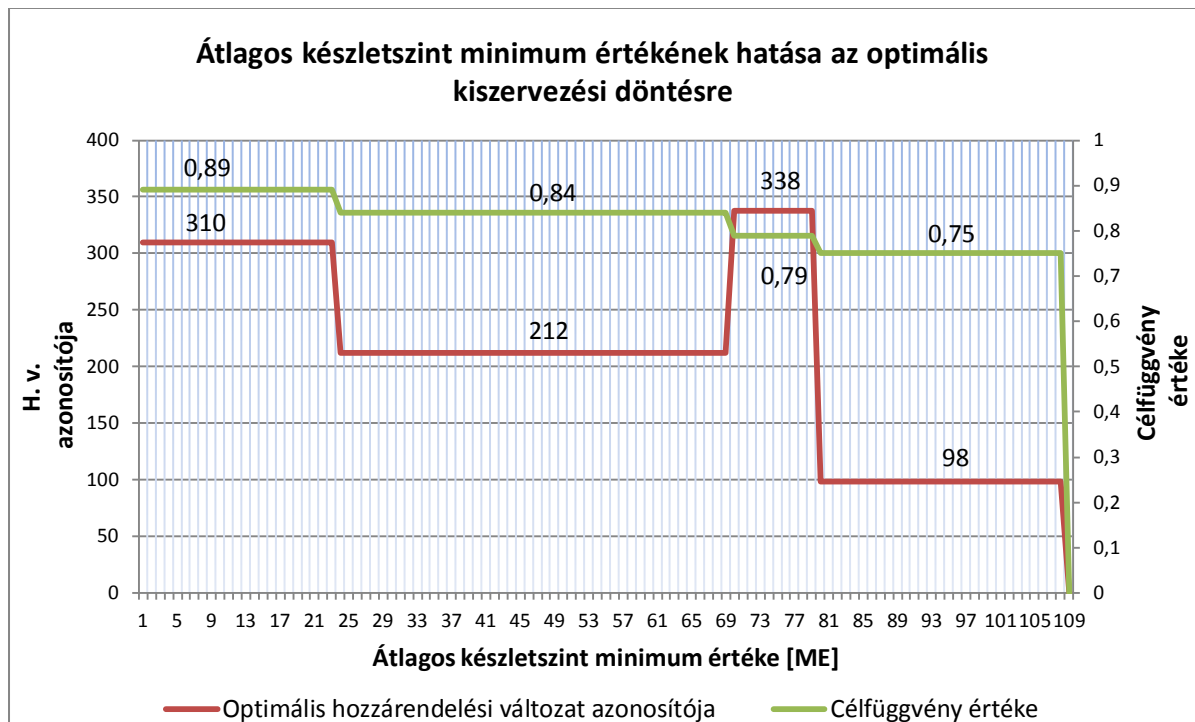
A.5. Optimális megoldásváltozat és paramétere

– **Átlagos készletszint minimuma 80 ER**

Készletmodellek-/raktárak azon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			1												
2		1													
3						1									
4															
5	1														
6		1													
7		1													
8			1												
9						1									
10						1									
11			1												
12	1					1									
13				1											
14						1									
15						1									

A.6. Optimális megoldásváltozat és paramétere

Abban az esetben, ha az átlagos készletszint minimuma 109 ER, akkor már nem található megoldásváltozat, ezért nem kerültek vizsgálatra a nagyobb értékek.



A.7. ábra Átlagos készlet szint minimum értékének hatása az optimális kiszervezési döntésre

Az érzékenységvizsgálat eredményeként megállapíthatjuk, hogy ha az átlagos készlet szint minimuma feltétel értékét növeljük, akkor 24, 70, 80 és 108 ER-nál új optimális megoldásváltozatok adódnak, melyek célfüggvény értéke csökkenő tendenciát mutat. Ezen adatok alapján a termelő vállalat képviselői eldönthetik, hogy mely minimum értéket és a hozzá kapcsolódó optimális megoldás-változatot választják. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy az átlagos készlet szint 1 ER-os minimum értékénél 7 raktár, 80 ER-os minimum értékénél pedig csak 5 raktár került kijelölésre.

"A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg"