

MISKOLCI EGYETEM DOKTORI (PHD) TÉZISFÜZETEI

HATVANY JÓZSEF INFORMATIKAI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

**Késleltetett összeszerelő üzemek logisztika orientált telepítésére
szolgáló matematikai modellek és módszerek fejlesztése globalizált
termelés esetén**

Készítette:

GUBÁN MIKLÓS
okleveles matematikus

AKI DOKTORI (PHD) FOKOZAT ELNYERÉSÉRE PÁLYÁZIK

MISKOLC, 2004

A Bíráló Bizottság tagjai

Elnök:

Tóth Tibor DSc

Titkár:

Bányainé Tóth Ágota PhD

Tagok:

Nagy Tamás CSc

Illés Béla PhD

Tóth Lajos CSc

Opponensek:

Knoll Imre DSc

Kovács László PhD

1. Előzmények

Napjainkban a világgazdaság jelentős változásokon megy keresztül. A technológiák és a termékek életciklusának lerövidülése mellett a globalizáció hatásai is megfigyelhetők.

A termelés globalizációja világjelenség. Alapja, hogy ugyanazt a terméket a világban ma már bárhol meg lehet vásárolni. Ennek egyik következménye, hogy multinacionális vállalatok jönnek létre. További következmény, hogy a termelési folyamatban lévő jellegzetes tevékenységeket a logisztikai lánc vége felé igyekeznek eltolni, hogy a termékek a piacon minél közelebb legyenek a fogyasztókhoz. A késleltetett termelés során a termékek összeszereléséhez szükséges stratégiai alkatrészeket részben a multinacionális vállalat anyavállalata, részben néhány magas technikai és technológiai színvonalat biztosítani tudó, alkatrész gyártására szakosodott leányvállalat vagy beszállítóként megerősödött vállalat tudja biztosítani. Ugyanakkor az alkatrészek jelentős részét a kihelyezett szerelőhelyhez közeli beszállítók szolgáltatják.

A logisztika szerepe jelentősen megnő a globalizált gazdaságban. A logisztikai rendszerek és módszerek kiemelkedő szerepet kapnak a késleltetett termelésnél, mert

- a versenyképességet alapvetően meghatározó elemeket, az átfutási időket, készleteket, a ráfordításokat jelentős mértékben a logisztikai rendszer fejlettsége határozza meg;
- a logisztikai rendszereket, módszereket jelentős mértékben a helyi környezet határozza meg és csak kis mértékben importálhatók;
- dinamikusan változó termékstruktúra és volumen a logisztikai rendszer gyakori intenzifikálását, reengineeringjét kívánja meg.

Késleltetett összeszerelésnél az összeszerelő üzemek a felhasználók közvetlen közelében kerülnek telepítésre, így messzemenően figyelembe lehet venni a késztermékekkel kapcsolatos speciális igényeket (pl. nemzeti szokásokat, földrajzi viszonyokból következő sajátosságok, stb.). A kihelyezés okai közül alapvetően kettőt kell megemlíteni. Az egyik, hogy a kihelyezés révén az összeszerelés közelebb kerül a piacokhoz, ezáltal a vevői igények jobban kielégíthetők lesznek, másrészt a költségráfordítás jelentősen csökkenthető.

A késleltetett termelés koncepcióját már több mint 50 évvel ezelőtt megfogalmazták (*Alderson, Wroe*), azonban kb. 15 évvel ezelőtt kezdték a logisztikusok részletesen kutatni a témát és ekkor adták meg a késleltetett termelés definícióját is. 1993-ban a Hewlett-Packard mutatott be egy korai sikeres alkalmazást a késleltetésre (*E. Feitzinger, H. L. Lee, C. Billington, B. Carter*). Az elmúlt időszakban a globalizált termelés sok vállalat vezetőjét készítette arra, hogy komolyan kezdjen el foglalkozni az ellátási lánc stratégiáival (pl. *W. Zinn, D. J. Bowersox*). Ez a fejlődés a kutatók figyelmét is a késleltetés hatásainak a vizsgálata irányába fordította. 2000-ben *Pagh* és *Cooper* kifejlesztett egy modellt a különböző késleltetések leírására és elméleti

stratégiákra. Jó irodalmi áttekintést találunk *Aviv Yossi* és *Awi Federgruen* „The Benefits of Design for Postponement” című művében. A telepítések elméleti megfogalmazásával nagyon kevés irodalom foglalkozott és kizárólag speciális eseteket vizsgáltak (pl. *Simchi-Levi*, *Kaminsky*). A telepítési probléma egy érdekes esetét és megoldását találtam *Pance M.* doktori disszertációjában.

A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén, Cselényi professzor úr vezetésével működő kutatócsoport szintén vizsgálja a késleltetett összeszerelést, valamint multinacionális vállalatok összeszerelő üzemének a kihelyezését (*Cselényi J.*, *Bányainé Tóth Á.*, *Illés B.*). Ebbe a munkába illeszkedik értekezésemben végzett kutatásom és a kapott eredmények.

2. A kutatás célkitűzése

A késleltetett termelés globalizált világunkban egy olyan új gyártási és elosztási stratégia, melynek megfelelő alkalmazása csökkenheti a költségeket és a termékek eladhatóságát növeli.

Mint az már a korai alkalmazásoknál is kiderült, a késleltetés egyik fontos része a kihelyezés, éppen ezért már a késleltetési stratégiák megválasztásakor dönteni kell, hogy hol építsék fel a kihelyezett összeszerelő üzemeket. Az üzemek elhelyezésének a vizsgálata azért is fontos, mert maga a telepítés jelentős költséget emészt fel és egy hibás elrendezési változat utólagos módosítása jelentős veszteséggel és társadalmi feszültséggel járhat. Az üzemek elhelyezése nagymértékben függ az adott térség fejlettségétől, adottságaitól. Nagyon fontos kérdés az is, hogy mennyi üzemet kell telepíteni ahhoz, hogy a termelés és elosztás optimális legyen.

A hazai és nemzetközi szakirodalom tanulmányozásának eredményeként azt tapasztaltam, hogy a megoldások inkább egyediak voltak, kevés matematikai modellel találkoztam, és emiatt a problémák megoldása általában nem optimalizáló eljárásokkal történt. Nem találtam olyan modellt és módszert, amellyel az összeszerelő üzemek számának és helyének meghatározása általánosan megoldható lett volna. Ezért határoztam el, hogy az értekezésemben a késleltetett összeszerelő üzemekkel és azon belül is az üzemek általános telepítési problémájával fogok foglalkozni. A mai globális termelési környezetben ezek a kérdések nagyon fontosak, aktuális problémát jelentenek egy multinacionális vállalat számára és azok a módszerek, melyek ezekre a kérdésekre adnak választ a gyakorlatban jól alkalmazhatók.

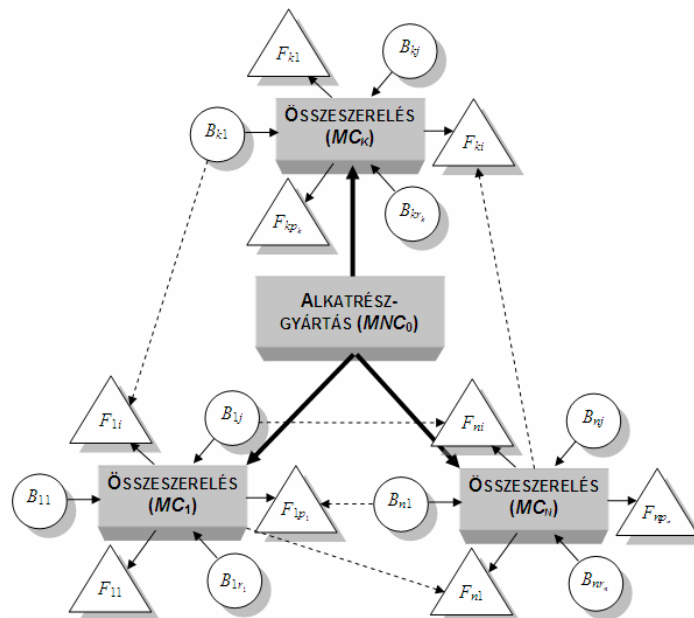
A késleltetett összeszerelő üzemek telepítése – bonyolultsága ellenére is – matematikailag jól modellezhető. A matematikai modell egy operációkutatási feladatként fogalmazható meg, melynek célfüggvénye egy összetett költségfüggvény lesz, és amelyben a logisztikai költségek lesznek meghatározóak. A költségfüggvény komponensek közül néhány részletesen megtalálható a szakirodalomban. A feltételrendszer matematikai leírását és a célfüggvény telepítésre történő megfogalmazását csak részben találtam meg a

szakirodalomban. A modellek hiányában, valamint az általános megoldhatóság lehetetlensége miatt módszereket sem találtam a probléma megoldására.

A fenti problémák miatt tűztem ki célul egy olyan modell összeállítását, amely a telepítési problémát matematikailag leírja és egy olyan új módszert terveztem kidolgozni, amely megadja az optimális telephely számot és az optimális elrendezési változatot. Általános megoldás hiányában csakis heurisztikus módszer kidolgozása lehetett a cél a feladat megoldására.

3. A feladat megoldásának módszere

A feladat megoldásakor figyelembe kellett vennem, hogy a téma interdiszciplináris, így a megoldáshoz fel kellett használnom a logisztika, a matematika, valamint az informatika eredményeit.



1. ábra. A késleltetett összeszerelés

A megoldás első lépése a műszaki – gazdasági modell elkészítése volt. Ehhez a gyakorlati probléma vizsgálata mellett az Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszéken fellelhető munkák tanulmányozása segített. A problémát röviden így fogalmazhatjuk meg:

egy multinacionális vállalat – mely egy központi telephelyen található – több csúcstechnológiájú termékcsoport (m darab) gyártását tervezi kihelyezett összeszerelő üzemekben. A multinacionális vállalat a kulcsalkatrészeket központi telephelyén állítja elő és ezeket az alkatrészeket ő szállítja az összes kihelyezett összeszerelő üzembe. A termékek összeszereléséhez szükséges további alkatrészeket a cég a beszállítóktól szerzi be. A termékek előállításakor w számú alkatrészfajta kerül beszerelésre. A vizsgálatok alapján az alkatrészek beszerzésére r_0 számú beszállító jöhet számításba. Ezek a beszállítók többféle alkatrész beszállítására is képesek lehetnek. Az elkészült termékeket az üzemekből p_0 számú felhasználóhoz szállítják ki, akik igényeiknek megfelelő

mennyiségű készterméket képesek fogadni, megfelelő ütemezésben. A vállalat az összeszerelő üzemek telepítésére z számú lehetséges helyet választott ki. Ezek közül kell kiválasztani azt az n helyet, ahol ténylegesen megtörténik a telepítés. A vállalat – ebből következően – legfeljebb z számú összeszerelő üzemet tervez telepíteni. A célunk az, hogy határozzuk meg a telepítendő összeszerelő üzemek számát úgy, hogy azok termelése kielégítse a felhasználók igényeit, valamint határozzuk meg a helyüket úgy, hogy a késleltetett összeszerelés alapján vevő közelben helyezkedjenek el. Emellett rendeljük hozzá a lehetőség szerint minimális számú beszállítót az összeszerelő üzemekhez. Mindezt úgy végezzük el, hogy a logisztikai költségeken alapuló költségeink minimálisak legyenek. Az 1. ábra a vizsgált feladat struktúráját mutatja.

A műszaki – gazdasági modell megalkotásakor megállapítottam, hogy a feladatot célszerű a logisztikai költségeken alapuló költségfüggvény minimalizálásával optimalizálni. A költségfüggvényt öt fő komponensre bontottam szét. Az öt komponens az alábbi lesz:

- K_V egy év alatt beszerelésre kerülő összes alkatrész vásárlási költsége;
- *Szállítási költségek:*
 - K_{AS} : egy év alatt az összeszerelő üzembe beszállított összes alkatrész szállítási költsége;
 - K_{BS} : egy év alatt az összes összeszerelt terméknek az összeszerelő üzemekből a felhasználóhoz való kiszállítási (deattribúció) költsége;
- *Tárolási költségek:*
 - K_{AR} : az év folyamán az összes beszállított alkatrésznek az összeszerelő üzemekben való tárolási költsége;
 - K_{BR} : a vizsgált időszak alatt az összes összeszerelt termékeknek az összeszerelő üzemekben való tárolási költsége;
- K_M : egy év alatt összeszerelt összes terméknek az összeszerelő üzemekben jelentkező szerelési költsége;
- K_T : az összeszerelő üzemek telepítési költségének egy évi leírása.

A probléma műszaki – gazdasági modellje a feladat végső megoldásának egyik kulcslépése volt. A matematikai modell kidolgozásához felhasználtam a mátrixaritmetika eredményeit. A mátrixok és műveleteik felhasználásával tömör, jól áttekinthető formában lehet megfogalmazni az ilyen típusú feladatokat.

A matematikai modell megoldására szolgáló módszer kidolgozása előtt elsőként megvizsgáltam, hogy milyen főbb lépéseket kell végrehajtani. A vizsgálat eredményeként egy visszacsatolós megoldási módszert dolgoztam ki.

A kidolgozott matematikai modell hagyományos programozási eszközökkel nagyon nehezen kezelhető. Ezt igazolta a feladat MP feladatként történő vizsgálata. Ebben az esetben a feladat együttható mátrixa rendkívül nagy méretű lesz. A szimplex módszerrel történő megoldás során a pivottáblák száma egy 10 lehetséges telephelyes, egy termékes, két alkatrészes telepítéskor már milliós nagyságrendű lesz. Ezen okok miatt vetődött fel, hogy más módon közelítsük

meg az eredeti problémát. A telepítés megoldásához egy heurisztikus algoritmust készítettem. A probléma egy fázisban nem oldható meg, ez annak a következménye, hogy a feladat három különálló feladatot tartalmaz, melyek szorosan összefüggnek.

Az *első fázisban* egy adott elrendezési változathoz a felhasználók és beszállítók optimális hozzárendelését végezzük el a redukált költség alapján. A redukált költségfüggvényt úgy határozzuk meg, hogy csak azokat a komponenseket vesszük figyelembe, amelyek alapvető szerepet játszanak a telepítés során.

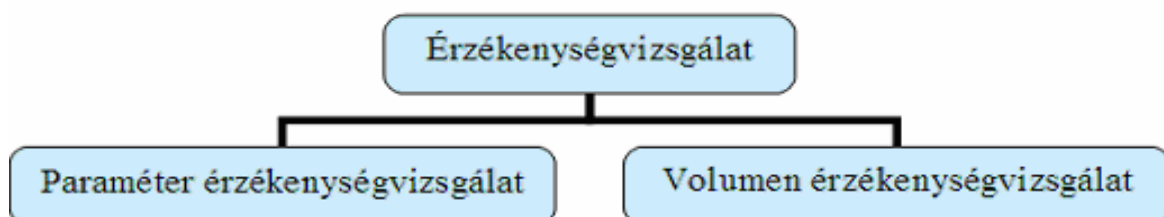
Az algoritmus egy kezdeti elrendezésből kiindulva javító lépésekkel közeledik a legjobb megoldáshoz. Amennyiben már a kezdeti lépés közelítőleg jó elrendezést biztosít, akkor a módszer jellegéből adódóan néhány lépésen belül megtalálhatjuk az optimális elrendezést. Ha már megtaláltuk az optimális hozzárendelést, akkor a redukált költség is rendelkezésünkre áll.

A *második fázisban* elő kell állítani a lehetséges intervallumon belüli további elrendezéseket. Minden egyes n értékhez (egy konkrét üzemszámra) további elrendezések előállítása szükséges. Itt két irányban léphetünk tovább. Amennyiben a telephelyek száma nem túl nagy, akkor az összes esetet megvizsgálhatjuk, és így kereshetjük meg az optimális elrendezést az adott számra. Amennyiben a szám nagy, akkor genetikusan algoritmusok felhasználásával kaphatjuk meg az optimum közeli eredményt. Itt az első fázis eredményeinek felhasználásával a legjobb p esetet választjuk ki.

A *harmadik fázisban* már a teljes költségfüggvény felhasználásával végezzük el az üzemszámok meghatározását és az együtt szállításokat. Az üzemszámok meghatározásához egy táblázatot használunk fel, amelynek segítségével kiszámíthatjuk a költségeket és kiválaszthatjuk az adott redukált költségű optimális megoldáshoz a legjobb be- és kiszállítási üzemszámokat. Az együttszállítások meghatározását egyszerűsítetten kezeljük. Ekkor egy szabványos egységre vonatkoztatjuk a beszállítandó volumeneket és ezek alapján már könnyen kiválaszthatjuk a megfelelő szállítójárművet az egyes változatokhoz tartozó költségek meghatározásával. A változat eddigi költségeihez hozzáadva a kapott költséget megkapjuk a teljes költséget és a p változat közül kiválaszthatjuk a legkisebb költségű elrendezést az összes jellemzőjével együtt.

A probléma optimumának meghatározásához szorosan hozzátartozik a kapott optimum stabilitásának a vizsgálata. Ehhez érzékenységvizsgálatot kell végezni.

Az érzékenységvizsgálatot két részre bontva oldottam meg:



2. ábra. Az érzékenységvizsgálat területei

A vizsgálat módszere a paraméterek és a volumenek diszkrét volta miatt csak táblázatos formában volt lehetséges. A vizsgálat során a költségelemeket nem önállóan vizsgáljuk, hanem a költségtényezők arányát változtatjuk meg és ezeknek a telepítésre gyakorolt hatását vizsgáljuk. A kapott összefüggés segítségével egyszerűsíthetjük az adatok változtatását. A vizsgálatot az öt költségkomponensre külön-külön végezzük el, így öt paraméter érzékenységvizsgálatát végezhetjük el. Minden paraméterre és volumenre külön alsó és felső értékhatárt és költséghatárt határozunk meg a hozzárendelés stabilitására, valamint a telepítés stabilitására.

4. Új tudományos eredmények

Az értekezésemben kidolgozott új tudományos tételeket az alábbiakban foglalom össze. Megvizsgálva a telepítési problémát és a megoldására irányuló törekvéseket, arra a következtetésre jutottam, hogy a probléma csak egy megfelelő modellsorozaton keresztül oldható meg. A műszaki – gazdasági modell megfogalmazása után egy új matematikai modell kidolgozásával, valamint egy új heurisztikus eljárás kifejlesztésével egy hatékony módszer adható meg.

Első tézis:

Meghatároztam a késleltetett összeszerelő üzemek telepítési jellemzőit, és a jellemzők felhasználásával meghatároztam a műszaki – gazdasági modellt. A modell elkészítéséhez megvizsgáltam a figyelembe vehető célfüggvényeket és ezek közül a logisztikai költségeken alapuló költségfüggvényt adtam meg. A költségfüggvényt öt fő komponensre bontottam szét és a vizsgálat során meghatároztam azokat a paramétereket, melyek a telepítés során jelentősen befolyásolják a költségkomponenseket. A modell felhasználásával elkészítettem a probléma matematikai modelljét. Ezzel a modellel lehetőség nyílt a probléma általános vizsgálatára, elvonatkoztatva a konkrét problémától. A vizsgálataim során megállapítottam, hogy a modell teljesen lefedi a kitűzött problémát. A matematikai modell lehetőséget adott arra, hogy meghatározzuk azokat a megoldási módszereket, amelyekkel a probléma kezelhetővé vált.

* * *

Második tézis:

A modellből kiindulva készítettem egy új, háromfázisú heurisztikus algoritmust a feladat megoldására. A szakirodalom szerint a problémakörnek nem létezik általános megoldása, ezért egy heurisztikus eljárást dolgoztam ki. A probléma vizsgálata során igazoltam, hogy az algoritmus véges lépésben véget ér. A módszer fázisainak fő lépései:

I. fázis: egy n_0 számú rögzített telephelyű összeszerelő üzemre a felhasználók és beszállítók optimális hozzárendelése a redukált költségfüggvény felhasználásával. Az algoritmus egy kezdeti elrendezés

megadásából és egy ebből kiinduló javító algoritmusból épül fel. Ez az eljárás a teljes algoritmus magja.

II. fázis: a legjobb telepítési változat meghatározása az összes lehetséges n értékre. Ehhez minden konkrét n értékhez meg kell határozni a telepítési változatokat. A telepítési változatok meghatározása kis n számú lehetséges telephely esetén (pl. $n \leq 17$) az összes eset megvizsgálásával történik, nagyszámú lehetséges telephely esetén pedig genetikus algoritmus felhasználásával. Az egyes $n_0 = n$ értékekhez az optimális redukált költség meghatározása az I. fázis felhasználásával történik. A megoldás során a legjobb p változat kerül megőrzésre.

III. fázis: A teljes költségfüggvény vizsgálata. Az előző fázisban kapott első optimális hozzárendeléshez meghatározzuk az optimális be- és kiszállítási ütemszámot, ebből adódnak az egy ütemben való beszállítások mennyiségei. Az ütemszámok meghatározásához négy csoportba soroljuk a beszállítókat és a felhasználókat, majd ez alapján határozzuk meg a teljes költséget. Ezután mind az összes p változatra meghatározzuk a teljes költséget. A p változat közül kiválasztjuk azt, amelyiknél a teljes költség minimális lesz. Ez a változat biztosítja a költségfüggvény szerinti optimumot.

* * *

Harmadik tézis:

Az első fázis hozzárendelési problémájához kidolgoztam egy másik megoldási módszert. Itt szintén a redukált költséget használtam fel. Az így megadott célfüggvényről megmutattam, hogy szeparálható függvény, és a komponensei konvexek. A módszer a célfüggvény szakaszonkénti linearizálására épül. Ezután a feladat egészértékű lineáris programozási feladatként megoldható szakaszonkénti célfüggvény vizsgálattal. A két módszer hatékonyságát megvizsgáltam, és a kapott eredményeket összehasonlítottam. Mindkét módszer a megvizsgált esetekre ugyanazt az eredményt adta, azonban a heurisztikus algoritmus sokkal hatékonyabban működik. A módszerek vizsgálatához kifejlesztettem egy adatbázison alapuló számítógépes programot, mellyel a telepítési probléma hatékonyan vizsgálható.

* * *

Negyedik tézis:

A feladat optimális megoldása mellett fontos vizsgálatot képez, hogy az adott megoldás mennyire lesz stabil, azaz milyen értékhatárok között változtathatóak az alapadatok úgy, hogy ne változzék a kapott optimális megoldás szerkezete. A feladat nagyon sok alapadattal rendelkezik. Az érzékenységvizsgálat első lépéseként meghatároztam azokat a változókat, amelyekre érdemes a vizsgálatot elvégezni. Az elemzést két részre bontottam szét:

- paraméterek érzékenységvizsgálata;
- volumenek érzékenységvizsgálata.

A feladatok érzékenységvizsgálatához egy olyan eljárást készítettem, amely a nagyszámú, közel azonos arányban változó paraméterek, valamint a volumenek vizsgálatára alkalmas. Mindkét vizsgálati esetben megnéztem, hogy meddig lehet változtatni a paramétereket, volumeneket úgy, hogy:

- a felhasználók és beszállítók hozzárendelése ne változzék;
- ne kelljen új összeszerelő üzemet telepíteni, vagy egy régit megszüntetni.

A mintafeladat legfontosabb jellemzőin keresztül bemutattam mind a paraméter, mind a volumen érzékenységvizsgálat módszerét és eredményeit. A megadott vizsgálati módszer alkalmas a rendszer belső struktúrájának a vizsgálatára is (pl. szűk-keresztmetszetek keresésére).

5. Az eredmények hasznosítása, lehetőségek a továbbfejlesztéshez

Az értekezésben szereplő kutatás a Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén folyó kutatásokhoz csatlakozik. Az értekezés részeredményei már bekerültek a Tanszék több kutatási projektjébe.

A disszertációban szereplő eredmények jól hasznosíthatók a gyakorlatban, hiszen gyorsan fejlődő világunkban a multinacionális vállalatok gyors reagálását a piaci körülményekre csak objektív döntésekkel lehet megoldani. Az értekezésben kidolgozott eljárás nagyon jó eredményeket szolgáltat ilyen műszaki – gazdasági döntések meghozatalához.

1. Az értekezésben kidolgozott modell és optimalizálási módszer alkalmas egy új telepítés olyan megtervezésére, amelynél optimálisak a kívánt költségek, és a globalizáció pozitív hatásait használja fel.
2. A kapott eredmények jól hasznosíthatóak egy már meglévő telepítés objektív vizsgálatára is. Segítségével meghatározható, hogy melyik összeszerelő üzem termelését célszerű növelni, vagy csökkenteni. A vizsgálattal az is meghatározható, hogy szükség esetén hol kell újabb üzemet létesíteni, esetleg megszüntetni.
3. A módszer alkalmas a megfelelő beszállítók kiválasztására, így segítségével olcsóbb hazai beszállítók kereshetők, emellett kedvezőbb szállítási módszerek felhasználásával távolabbi piacok is felkutathatók.
4. Az érzékenységvizsgálatnál szereplő komponensek elemzésével megismerhető, hogy az összeszerelő üzemeknél milyen tényezőket kell erősíteni, melyekre kell különösen odafigyelni.
5. A téma jellegéből adódóan túlnő egy ország keretein, így alkalmas arra, hogy nemzetközi kutatási projekteken is felhasználható legyen.

Az értekezés eredményei az oktatásban is jól felhasználhatók.

1. Miskolci Egyetemen a Globális logisztika (Eurologisztika) tantárgy anyagában jól felhasználható az értekezés anyaga.

2. A Budapesti Gazdasági Főiskola (BGF) Pénzügyi és Számviteli Főiskolai Karán a Matematika – Statisztika Tanszék Operációkutatás II. tantárgyában felhasználásra került az értekezésben szereplő modell.

3. Szintén a BGF-en, Matematikai modellezés tantárgyba is beépültek az értekezésben szereplő eredmények.

A rendszer több továbbfejlesztés lehetőséget is tartalmaz.

1. *Más célfüggvény, vagy célfüggvények alkalmazása a modellben.* Az értekezésben célfüggvényként költségfüggvényt használtam az optimalizáláshoz, azonban lehetőség van más célfüggvények használatára, esetleg több célfüggvény együttes vizsgálatára is.

2. *A kidolgozott algoritmus hatékonyságának tovább fokozása.* A módszer javítása céljából érdemes volna pontosan megvizsgálni az algoritmus pontos lépésszámát, mely számszerűen mutatná a módszer hatékonyságát és biztosítaná a javítás lehetőségét.

3. A téma kidolgozását eleve úgy végeztem el, hogy *integrálható legyen egy, a globalizált termelést teljesen átfogó modellbe.*

6. Az értekezés témájában megjelent tudományos közlemények

[A1] **Cselényi J., Gubán M.:** *Heuristic algorithm for establish of delayed assembling plants oriented by logistics 3rd.* International conference of PhD Students Engineering sciences Vol I. 13-19 August 2001. pp. 71-76.

[A2] **Cselényi J., Gubán M.:** *Model for establish of delayed assembling plants oriented by logistics.* MISKOLCI BESZÉLGETÉSEK 2001. nemzetközi konferencia. 2001. szept. 13-14. Miskolc ISBN 963 661493 8 pp. 77-83

[A3] **Cselényi J., Gubán M.:** *Mathematical model and heuristic algorithm to establish delayed assembling plants oriented by logistics.* MISKOLCI BESZÉLGETÉSEK 2001. nemzetközi konferencia. 2001. szeptember 13-14. Miskolc ISBN 963 661493 8. pp. 84-88

[A4] **Cselényi J., Gubán M.:** *Mathematical model and heuristic algorithm to establish delayed assembling plants oriented by logistics,* in T. BÁNYAI, J. CSELÉNYI: modelling and optimisation of logistic systems. Theory and practice, ISBN 963 661 510 1 pp. 58-69

[A5] **Gubán M., Cselényi J.:** *Computer Analysis of a Heuristic Model for Optimal Logistic Oriented Establishing of Delayed Assembling Plants.* MicroCAD 2003 International Scientific Conference 6-7 March 2003.

[A6] **Gubán M., Cselényi J., Vadász D.:** *Comparing method of mathematical programming and heuristic method to establish delayed assembly plants oriented by logistics and examination of these methods.* 4th Workshop on European Scientific and Industrial Collaboration 2003. May 28-30. pp. 87-94

[A7] **Gubán M., Cselényi J.:** *Complete method of establishing delayed assembly plants oriented by logistics with total cost function.* Miskolcer Gespräche 2003. ISBN 963 661 595 0 pp. 207-212.

- [A8] **Cselényi J., Gubán M.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztika orientált telepítésére szolgáló matematikai modell.* Doktoranduszok fóruma. Miskolc, 2000. október. 30. ME. Gépészmérnöki kar. pp. 19-24.
- [A9] **Cselényi J., Gubán M., Kovács L.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikával orientált telepítésére szolgáló módszerek.* Magyar Tudomány Napja 2000. alkalmából tartott előadások összefoglalói. 2000. november 6-7. BGF PSZF. p. 43.
- [A10] **Cselényi J., Gubán M.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek optimális telepítésének heurisztikus algoritmusa.* Nógrádi gondolatok) nemzetközi konferencia előadásainak összefoglalója. 2001. április 20. pp. 10-14.
- [A11] **Cselényi J., Gubán M.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztika orientált optimális telepítését befolyásoló tényezők és a telepítés heurisztikus algoritmusa.* Doktoranduszok fóruma. Miskolc, 2001. november 6. Gépészmérnöki kar szekciókiadványa. pp. 64-69.
- [A12] **Gubán M., Gubán Á.:** *Többfokozatú szállítási probléma I fázisa.* (tanulmány, 2002.)
- [A13] **Cselényi J., Gubán M.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikaorientált optimális telepítését befolyásoló tényezők és a telepítés heurisztikus algoritmusa.* BGF Tudományos évkönyv 2001. ISBN 963 394 466 X. pp. 236-241
- [A14] **Cselényi J., Gubán M.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikaorientált optimális telepítésének matematikai modellje és a telepítés egy heurisztikus algoritmusa.* Gépgyártás 2002. 7.-8. INDEX: 25344 ISSN 1587-4648. pp. 9-19.
- [A15] **Gubán M., Gubán Á.:** *Egy fuvarozási vállalat szállítmányozási feladatának matematikai modellje és tervezett megoldási algoritmusa "Globalitás és vállalkozás" Tudomány napja.* BGF Budapest 2001. november 9.
- [A16] **Gubán M. - Gubán Á.:** *Egy szállítmányozási probléma többfokozatú megoldása.* Módszertani Szimpózium BGF-KVIFK 2002. január 16.
- [A17] **Gubán M.:** *Többfokozatú szállítmányozási probléma II. és III. fázisa.* INFOPROG 2002. 2002. április 14. Filakovo
- [A18] **Gubán M., Cselényi J.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek beszállítóinak és felhasználóinak optimális hozzárendelését megadó egészértékű L_p modell és a modell vizsgálata.* 2002. november 5-6. Doktoranduszok fóruma, Miskolci Egyetem. pp. 80-91.
- [A19] **Gubán M.:** *Sensitivity analysis of optimal establishment of postponed assembling plants.* MicroCAD 2004 International Scientific Conference 6-7 March 2004. Supplementary Vol. ISBN 963 661 624 8 pp. 29-36
- [A20] **Gubán M., Cselényi J.:** *The method and analysis of establishment of logistic-oriented postponement assembly plants,* DAAAM International Scientific Book 2004 ISSN 1726-9687, ISBN 3-901509-38-0, Ed. B. Katalinic, DAAAM International Vienna, Vienna 2004. (Megjelenés alatt)