

OTDK-DOLGOZAT

2015

**A Miskolci Patyolat Szolgáltató Zrt. fuvarszervező rendszerének
racionalizálása**

**The Rationalisation of the Freight Forwarding System
at the Miskolci Patyolat Szolgáltató Zrt.**

Kézirat lezárása: 2014. november 20.

TARTALOM

Bevezetés	1
1. A probléma meghatározása	3
1.1. A probléma definiálása	3
1.2. A megoldandó feladat behatárolása	4
1.3. A problémamegoldás iránya	8
2. Jelenállapot bemutatása	10
2.1. A bázisvállalat jellemzői	10
2.2. A jelenlegi rendszer bemutatása	11
2.2.1 A kimutatási rendszer vizsgálata	11
2.2.2 Jelenlegi körök bemutatása	15
2.3. Veszteség-elemzés	24
3. Elemzés	26
3.1. Elméleti modellek áttekintése	26
3.1.1 Szállítási feladatok	26
3.1.2 A magyar módszer	28
3.1.3 Centrumprobléma	28
3.1.4 A legrövidebb út probléma és CPM	29
3.1.5 Utazó ügynök problémája	30
3.1.6 A klasszikus körutazási feladat egy algoritmus	32
3.2. Az elméleti modellek vizsgálata a megoldandó feladat szempontjából	33
3.3. A körjárat tervezési és kimutatási rendszer fejlesztési igényének meghatározása	35
4. Fejlesztés	37
4.1. A továbbfejlesztett kimutatási rendszer áttekintése	37
4.2. A körjárat-tervező alrendszer bemutatása	43

5. Ellenőrzés	50
5.1. A körjárat tervező alrendszer tesztelési folyamata	50
5.2. Teszteredmények szimulált adatok alapján	50
5.3. Beválás mérési módszer (célváltozók és veszteségek alapján)	56
5.4. Beválás mérési eredmények és célelérés értékelése	59
5.5. A továbbfejlesztés lehetséges irányai	60
Összefoglalás, eredmények	61
Irodalomjegyzék	64
Melléklet	I
Az alkalmazott program kódja	II

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat – Célváltozók és funkciók kapcsolata	5
2. táblázat – Az irodai veszteség 7 típusa a kimutatási és fuvarszervezési rendszerre	25
3. táblázat – A termelési veszteség 7 típusa a fuvarszervezési rendszerre	25
4. táblázat – Elméleti modellek alkalmazhatósága szállítási feladat esetén	34
5. táblázat – Költségek gépjármű típusonként	38
6. táblázat – Aktuális és fejlesztett „Budapest” kör összehasonlítása	52
7. táblázat – Aktuális és fejlesztett „Sátoraljaújhely” kör összehasonlítása	52
8. táblázat – Aktuális és fejlesztett „Kazincbarcika” kör összehasonlítása	53
9. táblázat – Aktuális és fejlesztett „Mátra” kör összehasonlítása	53
10. táblázat – Aktuális és fejlesztett „Városlog-Miskolc” kör összehasonlítása	53
11. táblázat – Aktuális és fejlesztett „Környék – Miskolc környék” kör összehasonlítása	54
12. táblázat – Aktuális „Megyei Tiszai” és „Eger” körök vizsgálata	54
13. táblázat – Aktuális és fejlesztett körök összehasonlítása	54
14. táblázat – A „Budapest” fuvarkör változó költségeinek vizsgálata	56
15. táblázat – A célváltozók és az azokhoz kapcsolódó kérdések a kimutatási rendszerrel	57
16. táblázat – A célváltozók és az azokhoz kapcsolódó kérdések a fuvartervező programnál	57
17. táblázat – Irodai veszteségtényezők értékelése	58
18. táblázat – Termelési veszteségtényezők értékelése	59

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra - A cég logója	1
2. ábra - Funkciók és feladatok kapcsolata a körjárattervező esetén	6
3. ábra - Funkciók és feladatok kapcsolata a kimutatási rendszer esetén	7
4. ábra - A problémamegoldás mérföldkövei	9
5. ábra - A szállítást végző gépjárművek	10
6. ábra - Az alkalmazott kimutatási rendszer összefüggései	14
7. ábra - "Budapesti" kör	16
8. ábra - "Egri" kör	17
9. ábra - "Kazincbarcikai" kör	18
10. ábra - "Megyei Kórház- Tiszai" kör	19
11. ábra - "Városlog" kör	20
12. ábra - "Sátoraljaújhelyi" kör	21
13. ábra - "Mátrai" kör	22
14. ábra - "Környék" kör	23
15. ábra - Az új kimutatási rendszer összefüggései	39
16. ábra - A "Kitöltendő" munkalap	41
17. ábra - A "Főtábla" munkalap	41
18. ábra - A táblázat kitöltésének folyamatábrája	43
19. ábra - Teherbírás-ellenőrzés és körjárattervezés indító munkalap a programfuttatást megkönnyítő nyomógombokkal („Tervező” munkalap)	44
20. ábra - A körjárattervező program kialakításának folyamatábrája	45
21. ábra - Párbeszédablak legördülő listákkal (Gépjárműkapacitás-ellenőrzés)	46
22. ábra - Párbeszédablak legördülő listákkal (Körjárat-tervezés)	46
23. ábra - Körjárattervező rendszer kapcsolatai	47
24. ábra - Fuvartervező rendszer szemléltetése	49

BEVEZETÉS

Kutatómunkám során a Miskolci Patyolat Szolgáltató Zrt. egy kiemelt fontosságú logisztikai területével foglalkoztam. Ezen belül pedig a tisztított és a tisztítandó textíliák elosztógyűjtő körjáratainak tervezésével és az ehhez kapcsolódó informatikai eszközzel segített automatizálás racionalizálásával.



Miskolci Patyolat Zrt.

1. ábra - A cég logója

Forrás: <http://83.137.157.90/~miskolci/>; letöltve: 2014. október 8.

A bázisvállalat két évtizede foglalkozik a lakosság tisztítási igényeinek kielégítésével. Az ezredforduló után jelentős mértékben kibővült a vevőkör, így napjainkban már a két miskolci telephely mellett Debrecenben és Szegeden is üzemeltetnek egy-egy mosoda. Műszakonként átlagosan 25 tonna textíliát tisztítanak, szárítanak és vasalnak. A vállalat üzeimeiben együttvéve 2014-ben már több mint 250 alkalmazott dolgozik több műszakban. Legfőbb vevőik közé az egészségügyi intézmények, közintézmények és szállodák tartoznak. Fő tevékenységeik között újítként megjelent a bértextília szolgáltatás. A vállalkozás árbevétele évről-évre nő, 2013-ban meghaladta az 1,6 milliárd forintot. A textíliák tisztítása előtt és után a rendelkezésre álló gépjárművek különböző fuvarköröket járnak be. Jelenleg az alkalmazott fuvartervező rendszer a döntéshozók tapasztalatai szerint nem hatékony, illetve annak használata rendkívül időigényes.

A vállalat kifejezett igénye a fejlesztési feladat megoldása kapcsán a racionalizáció mellett az, hogy egy jól átlátható, egyszerűen alkalmazható megoldást dolgozzak ki. Az előbbi igényre vonatkozóan célom, hogy az időbeni és pénzügyi veszteségek azonosítását és csökkentését érjem el. Az utóbbi igény teljesítéséhez pedig az egyszerű megoldások mellett a hatékony vizualizációt tartom szükségesnek. A „Six Sigma+Lean” megközelítést és annak eszköztárát alkalmazva a kutatómunka során mindkét igény teljesítése áttekinthető formában irányítható. A dolgozat tehát egyben egy feladatmegoldásra vonatkozó javaslattétel leszállítandó dokumentuma is, ezért a struktúráját és az alkalmazott vizuális eszközöket (ábrák, táblázatok) is az említett filozófia és módszercsoport felhasználásával dolgozom ki, természetesen egyfajta szelekciót megvalósítva az eszközöket illetően.

A kutatás során a fejlesztési feladat egy jól körülhatárolható problémamegoldás, melynek megvalósítását a világviszonylatban is széles körben ismert DMAIC ciklus szerint építem fel (Meran et al [2013]).

Az 1.fejezetben („A probléma meghatározása”) a megoldandó feladat pontos definiálását adom meg, majd behatárolását részletezem, megadva a nem vizsgált területeket is. Ezeket figyelembe véve pedig leírom a megoldás módját. A 2. fejezetben („Jelenállapot bemutatása”) a tervezés jelenlegi állapotát részletezem, leírva a teljes rendszert és az ahhoz szükséges és rendelkezésre álló adatokat. Ebben a részben azonosítom és vizsgálom a járattervezési folyamat, illetve az azzal összefüggésben lévő kimutatási rendszer veszteségtényezőit. A fejezet egy statikus képet ad a jelenlegi helyzetről. Megjegyzendő, hogy bár a DMAIC ciklust tekintve ennek a fázisnak a feladata a mérés, én elsősorban a feladatmegoldáshoz szükséges információk logikus csoportba rendezését valósítottam meg a már rendelkezésre álló mérési adatokat felhasználva, és csak néhány esetben végeztem el további szükséges adatfelvételt. A 3. fejezetben („Elemzés”) áttekintem a legfontosabb, általam ismert fuvarszervezési elméleti modelleket, pontosabban az azokban megjelenő alkalmazási előfeltételeket és korlátozásokat. A modellek vizsgálatának az a célja, hogy a speciális sajátosságokkal és feltételekkel rendelkező vállalati rendszerhez megadhatóak legyenek a hatékony tervezőrendszer fejlesztésének irányvonalai. A 4. fejezetben („Fejlesztés”) vizuális eszközök segítségével leírom a modell működését és a kapcsolódó automatizált kimutatási megoldást. A formális és ábrák segítségével történő leírást azért tartom szükségesnek, mert a jövőben potenciálisan jelentkező továbbfejlesztési igények kielégítéséhez az informatikai fejlesztést a rendszerleíró megoldások segítik. A vizuális eszközök a mindennapi működtetéshez nyújtanak jól áttekinthető segítséget. Az 5. fejezetben („Ellenőrzés”) a körjárattervező rendszer tesztelési folyamatát vázolom, majd szimulált adatokkal elvégzem a tesztelést. Ez azt jelenti, hogy a 2013-as év adataira vonatkozóan tervezem meg a járatokat és összehasonlítom az akkor alkalmazottal.

Az 1. fejezetben megadott, fejlesztési igényekre definiált és a feladatot kiadó bázisvállalat által elfogadott „célváltozók” és a 2. fejezetben részletezett veszteségek alapján beválás mérési módszert vázolok, majd leírom a vállalati konzultációk során ezen módszerrel kapott, a rendszer megfelelőségére vonatkozó eredményeket és tapasztalatokat. A dolgozat zárásaképp a rendszer továbbfejlesztési lehetőségeit járom körül.

1. A PROBLÉMA MEGHATÁROZÁSA

1.1. A PROBLÉMA DEFINIÁLÁSA

A bázisvállalat fuvarszervezése egy viszonylag soktényezős feladat. A körjáratok kialakításánál kezdetben nem volt szükség bonyolult hálózatban történő gondolkodásra, intuitív heurisztikák segítségével és folyamatos, a tapasztalat által diktált ésszerű, inkrementális változtatások sorozatával egyszerűen ki lehetett alakítani a körjáratokat. Az ügyfélkör növekedésével a hálózatot egy-egy csomóponttal bővítették abban a körjáratban, aminek az útvonala a legközelebb esett az új ponttól. Jelenleg az egyes körjáratokban olyan ügyfelek is helyet foglalnak, akiknek az ellátása nem jövedelmező a cég számára vagy csak jelentős szerződéses ár emelése esetén lenne az. Ezen ügyfelek száma ma már érzékelhető mértékű, ezért merült fel az igény a körjáratok felülvizsgálatára és racionalizálására. A bázisvállalat döntéshozói valószínűsítik, hogy a hagyományos módszerrel nem lehet optimális vagy optimumhoz közeli körjáratot kialakítani.

A meglévő stabil körjárat-útvonalak mellett a vállalat egy olyan adminisztratív rendszert működtet, aminek a segítségével havi szinten nyomon követhetőek a szállítási adatok. Ezekben a kimutatásokban szerepelnek az egyes ügyfelekhez köthető költségek, valamint a feladatok ellátáshoz szükséges feltételek is (például ügyfélre fordított munkaóra vagy a szállítási kilométer). Minden lényeges adatot egy táblázatba tömörít az anyavállalat, ami rendkívül komplex és nagy kiterjedésű. Emellett külön táblázatokban rögzítik a szállító gépjárművek műszaki állapotát, fogyasztását és az azokhoz tartozó különböző típusú költségeket. Ezek a kimutatások hasznosak, hiszen ezek alapján lehet következtetéseket levonni a szállításokra vonatkozóan. *Egyik célom ezeknek a táblázatoknak az átforgatása a nagyobb transzparencia érdekében.* Az adminisztrációs rendszerrel kvalitatív értékeléshez kapcsolódó célváltozók kerültek meghatározásra:

- A. A kimutatás érthetősége
- B. A kimutatás átláthatósága
- C. A kimutatás kezelhetősége
- D. Új adatok bevitelének ideje
- E. Módosítások ideje

A havi tervezés elengedhetetlen a hatékony működéshez. A beérkező adatok segítségével minden hónap végén felül lehet vizsgálni, hogy optimálisak-e a szállítási folyamatok a bázisvállalaton belül. Amennyiben a tények azt diktálják, akár havi rendszerességgel is módosítani kell az aktuális köröket, illetve az azokhoz tartozó paramétereket (gépkocsik típusa, száma), hiszen ezáltal jelentős költségmegtakarítás érhető el.

Mind az optimális körök kialakításánál, mind az adminisztrációs rendszernél is meghatároztam a fejlesztési igényekhez kapcsolódó célváltozókat. Ezen célváltozók alapján értékelhető a fejlesztés megfelelősége és azok egyben a probléma behatárolásának is a kiindulópontjai.

A körjáratoknál meghatározható lényeges elemeket az alábbi lista tartalmazza. Ez azt jelenti, hogy a körjárat tervezése eredményeképp ezeknek a változóknak az értékeit kell feltétlenül ismerni, midőn a körjárat tervező rendszert a vállalat egyedi sajátosságainak megfelelően kell megvalósítani. Ilyen sajátosságok a körjárat egy napi (egy műszak) teljesíthetősége; a szállítandó textíliák gyűjtő, illetve elosztójáratban való kezelhetősége; a viszonylag nagy kiterjedésű, szétszórta le- és felrakó helyeket magában foglaló földrajzi terület és a meglévő adminisztratív rendszerhez illeszthetőség igénye.

- F. Az optimális körhöz tartozó változó költségek forintban
- G. Egy szállítási kör teljesítésének ideje órában
- H. Egy szállítási kör hossza kilométerben
- I. Egy szállítási kör alatt összegyűjtött / elosztott textília súlya kilogrammban
- J. Egy szállítási kör alatt kielégített vevői igények száma
- K. Egyszerű, átlátható használat

Munkám során konzultációt folytattam a cég munkatársaival, hogy megtudjam, miként értékelik, mennyire tartják hasznosnak az általam kialakított változtatásokat és ezek alapján a szükséges módosításokat megvalósítsam, azonban a dolgozatban csak a végső értékelést ismertetem.

1.2. A MEGOLDANDÓ FELADAT BEHATÁROLÁSA

A tisztítóipari cégnél a fejlesztendő terület kiterjedése a megfogalmazott igényeken belül is rendkívül nagyméretű. A kutatómunka terjedelmi korlátai miatt meg kellett határozni a fejlesztési „pontok” prioritásait.

A cég döntéshozóival folytatott kezdeti konzultációk során meghatároztuk a kiemelt fontosságú ellátandó funkciókat, melyeket az 1. táblázat foglal össze.

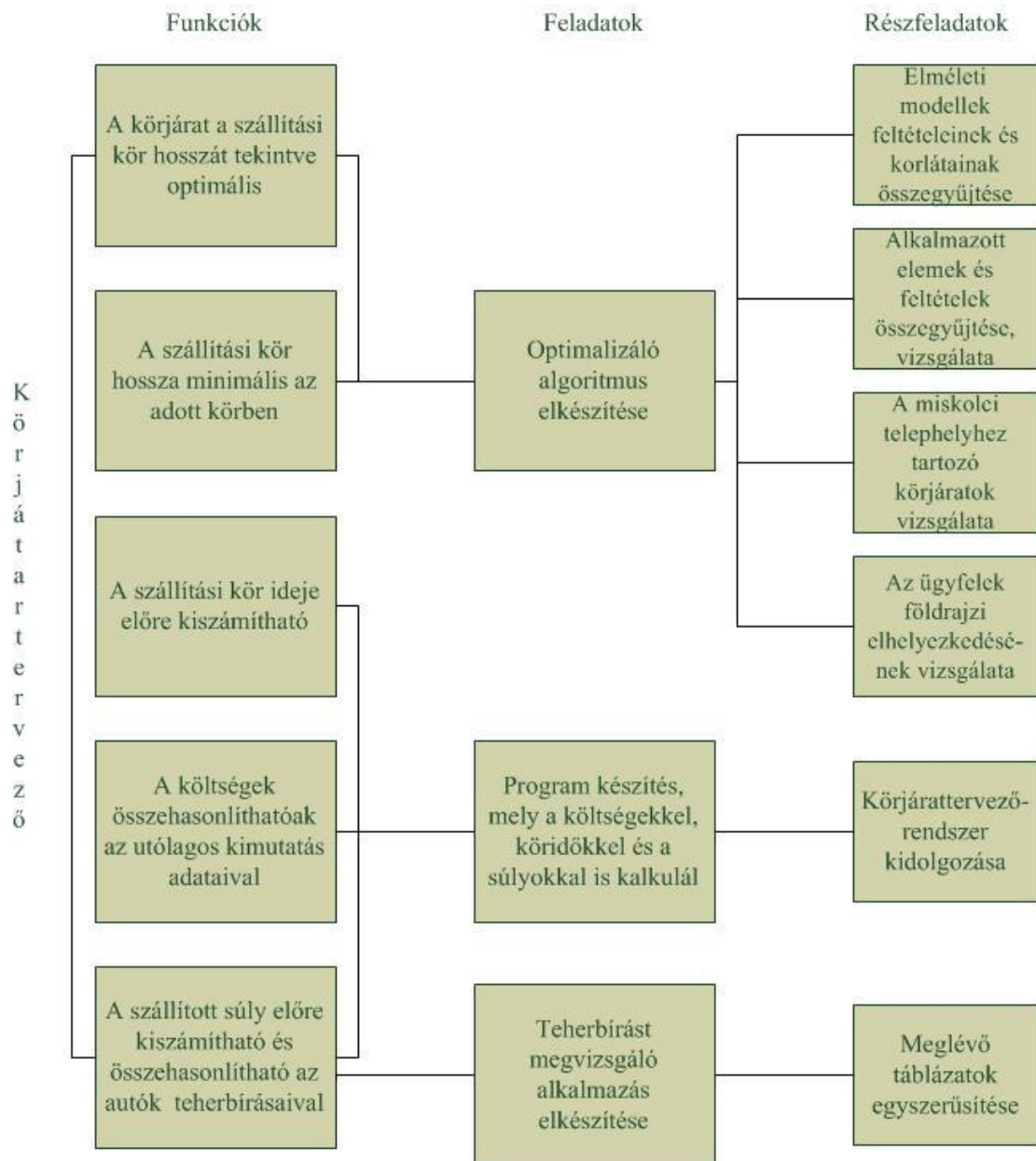
1. táblázat: Célváltozók és funkciók kapcsolata

	Célváltozó	Funkció
Körjárat tervezés	<i>Változó költségek körönként [eFt]</i>	– A körjárat a szállítási kör hosszát tekintve optimális vagy optimumközeli. – A tervező rendszer a költségeket előre kalkulálja úgy, hogy egyszerűen összehasonlítható legyen az utólagos kimutatás adatával.
	<i>Szállítási kör ideje [h]</i>	– A körjárat a szállítási kör hosszát tekintve optimális vagy optimumközeli. – A szállítási kör idejét a tervező rendszer előre kalkulálja.
	<i>Szállítási kör hossza [km]</i>	– A szállítási kör hossza minimális az adott körben.
	<i>Szállított súly körönként [kg]</i>	– A szállított súly előre kalkulálható és összevethető a gépjárműpark bármely tagjának teherbírásával.
	<i>Érintett ügyfelek körönként [db]</i>	– Egy szállítási körben a lehető legtöbb ügyfél ellátása.
	<i>Egyszerű, átlátható használat</i>	– Gyors megértés elősegítése
Kimutatás	<i>Kimutatás érthetősége</i>	– Egyszerű táblázatok, megjelenítés. – Sorvezetők, információk megadása a rendszer kezeléséhez.
	<i>Kimutatás átláthatósága</i>	– A kimutatások magas fokon vizualizáltak és egyszerűek.
	<i>Kimutatás kezelhetősége</i>	– Az adminisztratív munka során (adatrögzítés, lehívás, karbantartás) a hibalehetőségek kiszűrése vagy minimalizálása. – Számítógép-kezelés mozdulatainak minimalizálása. – Informatív adattáblák.
	<i>Új adatok beviteli ideje és módosítások ideje</i>	– Adatbevitel melléktevékenységeinek (új sor beszúrása, képletek másolása, hivatkozások megadása stb.) minimalizálása.

Forrás: Saját szerkesztés

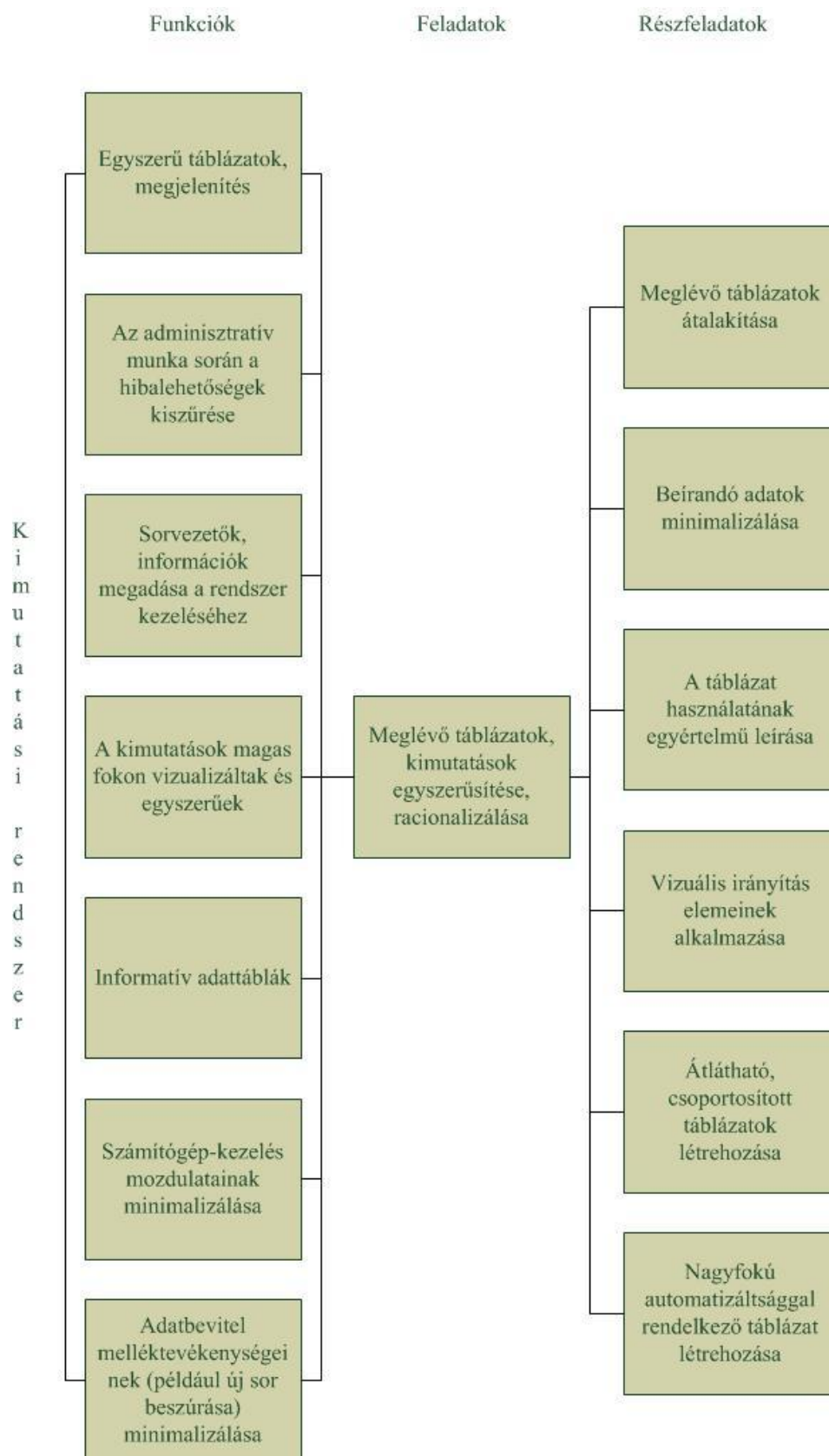
A táblázatban strukturált funkciók ellátása érdekében a körjárat tervező és a kimutató rendszer továbbfejlesztéséhez a következő feladatokat kell elvégezni. Meglévő és általam megismert elméleti modellek feltételeinek és korlátainak, majd bázisvállalat körjárat-tervezésnél alkalmazott feltételeinek és elhanyagolható elemeinek összegyűjtése, majd összehasonlítása a feltárt elméleti modellekkel.

A miskolci telephelyhez tartozó körjáratok megvizsgálása, majd körjárat tervező rendszer kidolgozása úgy, hogy a minimálisan szükséges adatokat egyszer kell megadni, majd az útidő-, költség tervezés a megadott adatok alapján automatikusan történjen. Ezekhez szükséges a bázisvállalat ügyfeleinek földrajzi elhelyezkedésének vizsgálata is. További feladat a meglévő táblázatok, kimutatások egyszerűsítése, racionalizálása. A feladatok konkrét megvalósításának részletes elemeit a 4. fejezetben (Fejlesztés) fejtem ki.



2. ábra - Funkciók és feladatok kapcsolata a körjárat tervező esetén

Forrás: Saját szerkesztés



3. ábra - Funkciók és feladatok kapcsolata a kimutatási rendszer esetén
 Forrás: Saját szerkesztés

A fejlesztendő rendszer fent vázolt ellátandó funkcióihoz tartozó fejlesztési tevékenységeken túl további feladatok is értelmezhetők, melyeket a terjedelmi korlátok miatt nem oldok meg, ezek az alábbiak.

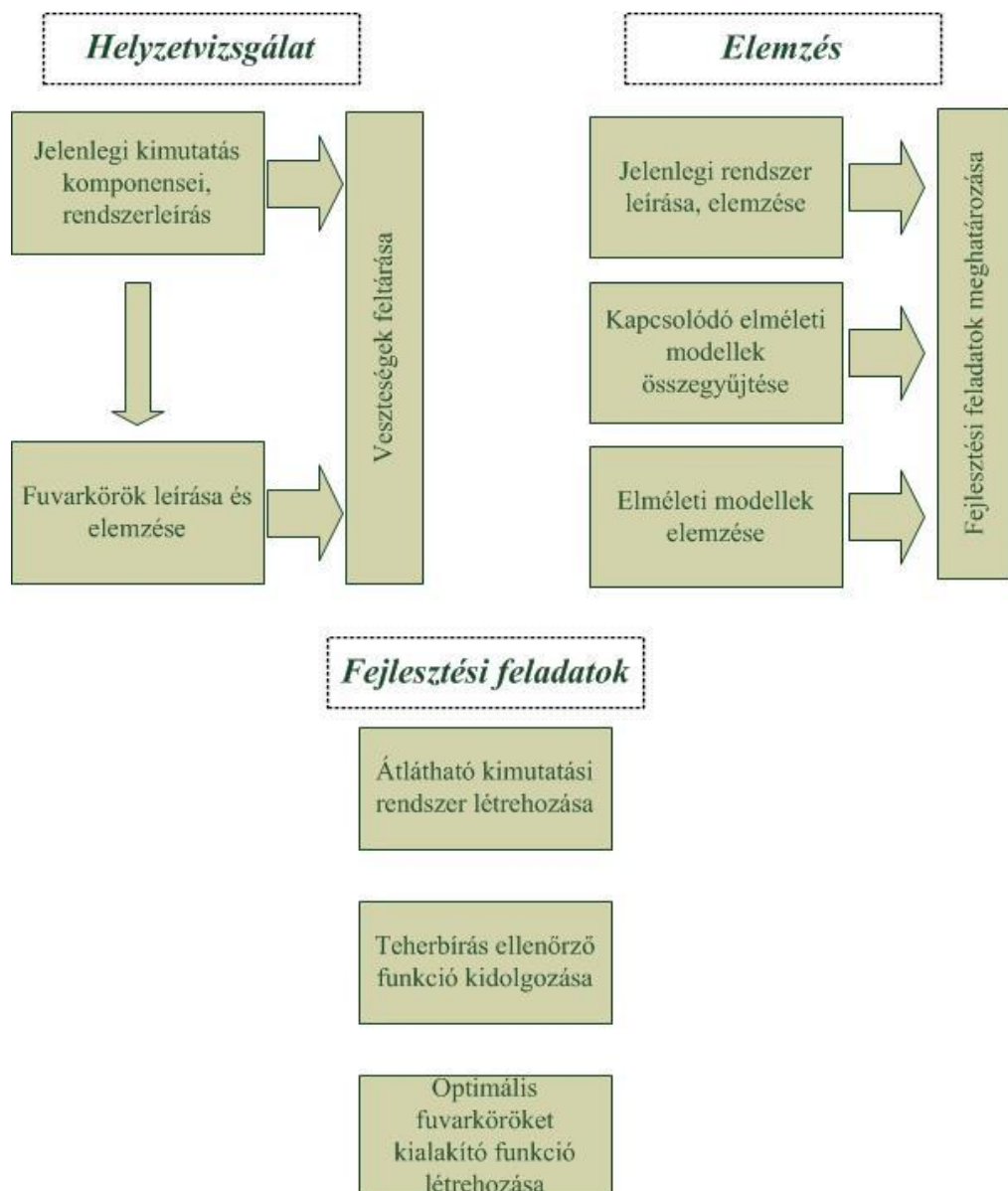
- Pontos jármű-kihasználtsági mutatók beépítése a rendszerbe, helyette csak szállított súly.
- Az értelmezett körjáratok területek egymás közötti átjárhatóságának vizsgálata, figyelembe vétele.
- Szegedi és debreceni telephelyhez tartozó körjáratok.
- Genetikus algoritmus segítségével történő megoldás vizsgálata
- A feladat szempontjából optimális programozási nyelv vagy környezet kiválasztása.
- A tervezés számítógépi idejének vagy műveletmennyiségének minimalizálása, mert a tervezőrendszer futtatása alapvetően csak néhány másodpercet vesz igénybe a kézi műveletekkel (kattintás, kiválasztás stb.) együtt.
- Mindenre kiterjedő költségkalkulációk, helyette csupán a körjáratok változó költségeit vizsgálom.
- Az egy hónapban nem minden nap érintett szállítási helyek kezelésére két megoldás kínálkozik. Az egyik a tervező algoritmus módosítása (komplexitása növekszik). A másik pedig az, hogy azoknál a körjáratoknál, amelyek tartalmazzak heti egyszeri vagy kétszeri szállításokat, új körjárat-tervező munkalapot lehet értelmezni csökkentett számú szállítási helyekkel, azaz új körjáratként kezelni, esetleg összevonva más, hasonló sajátosságokkal rendelkező körjáratokkal. Az utóbbi lehetőséget választottam abból a megfontolásból, hogy maga a tervező program algoritmus is a lehető legegyszerűbb maradjon.

1.3. A PROBLÉMA MEGOLDÁS IRÁNYA

A probléma megoldásánál első lépésként a jelenlegi helyzet megértése és átlátása szükséges. Csak ezután következhet a megoldási terv kidolgozása. Az adminisztratív rendszer felülvizsgálatával kezdem, hiszen ez a kimutatás a leglényegesebb a bázisvállalat életében, valamint ez alapján határozzák meg, azaz vizsgálják felül a fuvarozási köröket, valamint az ahhoz tartozó költségeket is. Ezt követően az ügyfelek telephelyeit tekintem át.

Ezek vizsgálata, egymástól való távolságuk meghatározása elengedhetetlen ahhoz, hogy hatékony, optimális fuvarkörök kerüljenek kialakításra. Ki kell alakítani egy programot, melynek segítségével havi szinten optimalizálhatóvá válnak a fuvarkörök.

A program létrehozását követően tesztköröket kell lefuttatni, melyeknek eredményeit mindenképpen ki kell elemezni. Természetesen visszajelzésre a cég dolgozóitól is szükség van. Ez egyrészt azért lényeges, hogy megtudjam mennyire váltak be az elképzeéseim, másrészt, hogy az esetleges módosításokat eszközölni tudjam.



4. ábra - A problémamegoldás mérföldkövei
Forrás: Saját szerkesztés

2. JELENÁLLAPOT BEMUTATÁSA

2.1. A BÁZISVÁLLALAT JELLEMZŐI

A Miskolci Patyolat Szolgáltató Zrt. immár két évtizede foglalkozik a lakosság tisztítási igényeinek kielégítésével. Az Állami Vagyongynökség 1993 tavaszán, egészen pontosan március 1-jén alapította meg a Miskolci Patyolat Szolgáltató Részvénytársaságot. A vállalkozás 1994-ben átesett az ebben az időszakban rendkívül jellemző privatizáción, ennek következtében fejlődési pályájára állt. A magánosítás után a tulajdonosi kör átalakult, állami kézből főleg magánszemélyek és gazdasági társaságokhoz került át az irányítás. 1996-tól a cég nyitott az egészségügyi intézmények, kórházak felé, így lehetséges partnerköre jelentősen kibővült. Jelenleg négy üzemük működik, ebből három (Miskolc, Debrecen, Szeged) nagy kórházi mosodaként. Miskolcon a külvárosban található egy másik telephelyük is, ahol szintén számos textíliát tisztítanak. Műszakonként mintegy 16 tonna textíliát tisztítanak, szárítanak és vasalnak ki. Legfőbb vevőik közé az egészségügyi intézmények, közintézmények és szállodák tartoznak. Fő tevékenységeik között újítként megjelent a bértextília szolgáltatás. A vállalkozás árbevétele évről évre nő, tavaly már meghaladta az 1,6 milliárdos összeget is.



5. ábra - A szállítást végző gépjárművek

Forrás: <http://83.137.157.90/~miskolci/>; letöltve: 2014. október 13.

A cég számos partnerrel áll kapcsolatban elsősorban Magyarország keleti felén. A textíliák szállítását korszerű, GPS-szel felszerelt teherautó végzik. Természetesen az egyes ügyfelektől átvett áruk mennyisége és az azokon elvégezendő szolgáltatások fajtája technológiai értelemben nagymértékben eltérő. A vállalat által nyújtott legfontosabb szolgáltatások a következők: higiénikus mosás, textíliajavítás, textíliabérlés, szállítás, vegytisztítás, késztermék gyártás (ágytextília és betegruha), varrás, szaktanácsadás.

2.2. A JELENLEGI RENDSZER BEMUTATÁSA

A helyzetértékelést két különálló részre bontottam. Az egyik a körjárat tervezésének, a másik pedig a kimutatási rendszernek a vizsgálata, mert ez a két fázis időben elkülönül egymástól. Ebben a fejezetben a két fázishoz tartozó input adatok leltárát is elkészítem.

2.2.1 A kimutatási rendszer vizsgálata

A cég legfontosabb adathalmaza az ügyfelekhez kapcsolódik. A kapcsolódó táblázatban minden, a partnerekhez köthető releváns adat rögzítésre került. Az összesítő táblázatban többek között a szerződésekből átvett adatokat jelenítik meg. A szállítási feladat megoldásához szükséges adatok az alábbiak.

- Egyedi mosási kilogramm árak partnerenként.
- Az ügyfelek telephelytől való távolsága kilométerben.
- Költségek:
 - Üzemanyagköltség (adatok külön kimutatásból)
 - Bérköltség (sofőrök egységes órábére)
 - Szervizköltség (adatok külön kimutatásból)
 - Útdíj költség (HU-GO útdíj nettó 6,03 Ft/km)
 - Amortizáció (mértéke gépjárművenként eltérő)
 - Súlyadó (mértéke gépjárművenként eltérő)

A gépjárműparkra vonatkozó adatokat évről-évre frissíti a bázisvállalat. Ezek a dokumentumok számos lényeges információt tartalmaznak a szállító autókról, mely adatok módosíthatják a tervezés eredményét eseti jelleggel. A tervezés szempontjából releváns adatok az alábbiak:

- A műszaki érvényességre vonatkozó adatok
- Biztosítási, szervizelési adatok
- A gépjárművek egyéni hibái és a további kapcsolódó megjegyzések
- Sofőrök engedélyeinek a paraméterei (érvényesség)

A kimutatások különböző táblázatokban vannak elhelyezve. Jelenlegi logikai struktúrája az alábbiak szerint néz ki.

- A havi mosott textilálya kilogramm szerinti mennyiségét megrendelőkre lebontva jegyzi
- Az egyes ügyfelekre fordított munkaórák száma fontos adatként szerepel
- A számla végösszeget a mosási ár és a mosott mennyiség súlyának szorzata adja
- A költségeket összesítik egy szumma függvény segítségével
- A kapott értékeket leosztják a kimosott textíliák kilogramm szerinti súlyával, így megkapják a kilogramm szerinti összköltségeket
- A havi profitot a mosási ár és az összköltség különbsége adja. Ez az érték határozza meg, hogy mennyire jövedelmező a vállalkozás számára az üzlet.

Az üzemanyag elszámolások és menetleveleket havi rendszerességgel rögzítik. A szállítást végző gépjárművek adatait külön-külön tartják számon. Szerkezetük a következő módon épül fel:

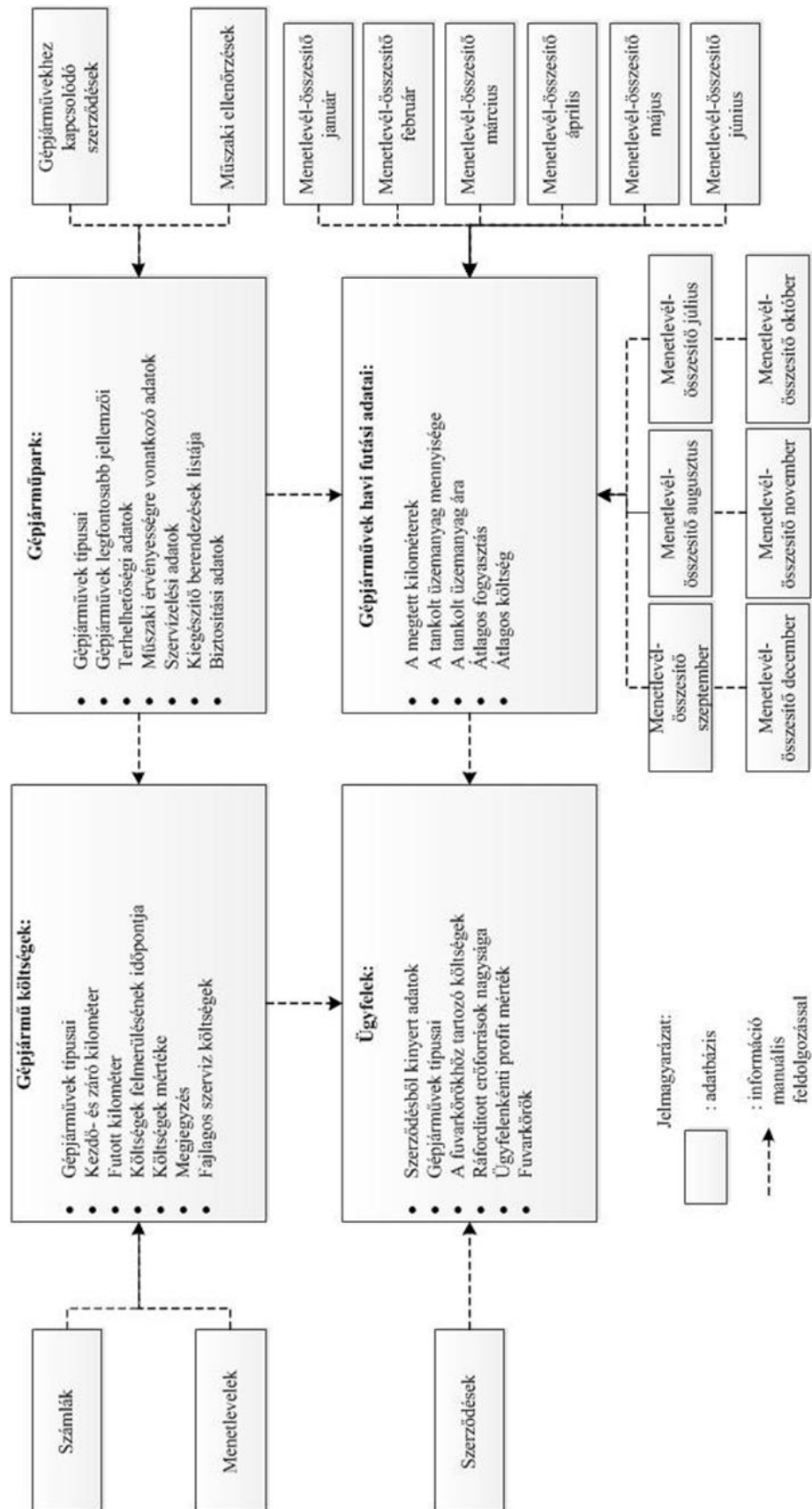
- Az autók által futott kilométereket naponta feljegyzik, ezek összegzése megadja a havi futott kilométert
- A tankolt üzemanyag-mennyiséget és díját a tankolási napon jegyzi fel, ezek összegzése megadja a havi üzemanyag-mennyiséget és költségeket
- Az induló és záró kilométerek autónként rögzítve vannak, ezek különbsége megadja a gépkocsi által futott havi kilométert

A gépjármű költségek elemzésére külön táblázatot használ fel a cég, amely nem tartalmazza az előzőekben vizsgált üzemanyag költségeket. Hasonlóan a menetlevelek szerkezetéhez, itt is elszeparálva kezelik az egyes autókhoz tartozó adatokat. A költségeket a számlákról vezeték fel a táblázatba a munkatársak. A kimutatásban szereplő adatok a következők:

- Az induló és záró kilométerek autónként rögzítve vannak, ezek különbsége megadja a gépkocsi által futott havi kilométert
- Az autókhoz kapcsolódó költségek rögzítve vannak, melyek elsősorban közvetlen szervizköltségek jelentkeznek (pl. gumiszerelés, váltófelújítás, felépítményjavítás)
- A táblázat végén a költségek összesítve vannak
- Az összköltség és a futott kilométerek hányadosa meghatározza az autók fajlagos szervizköltségét
- 2013-ban ezek a mutatószámok autónként 4,23 és 85,49 Ft/kilométer között ingadoztak

Az általános költségeket a vállalat egy másik kimutatásban követi nyomon, amely tartalmazza a következő elemeket:

- A gépjárművek által megtett kilométerek számát
- A tankolt üzemanyag mennyiségeket literben
- Az üzemanyag-költségeket
- Az átlagos fogyasztást, melyet a litermennyiség és a futott kilométerek hányadosa adja
- Az átlagos fajlagos költségeket, melyet a költségek és a futott kilométerek hányadosa adja



6. ábra - Az alkalmazott kimutatási rendszer összefüggései

Forrás: Saját szerkesztés

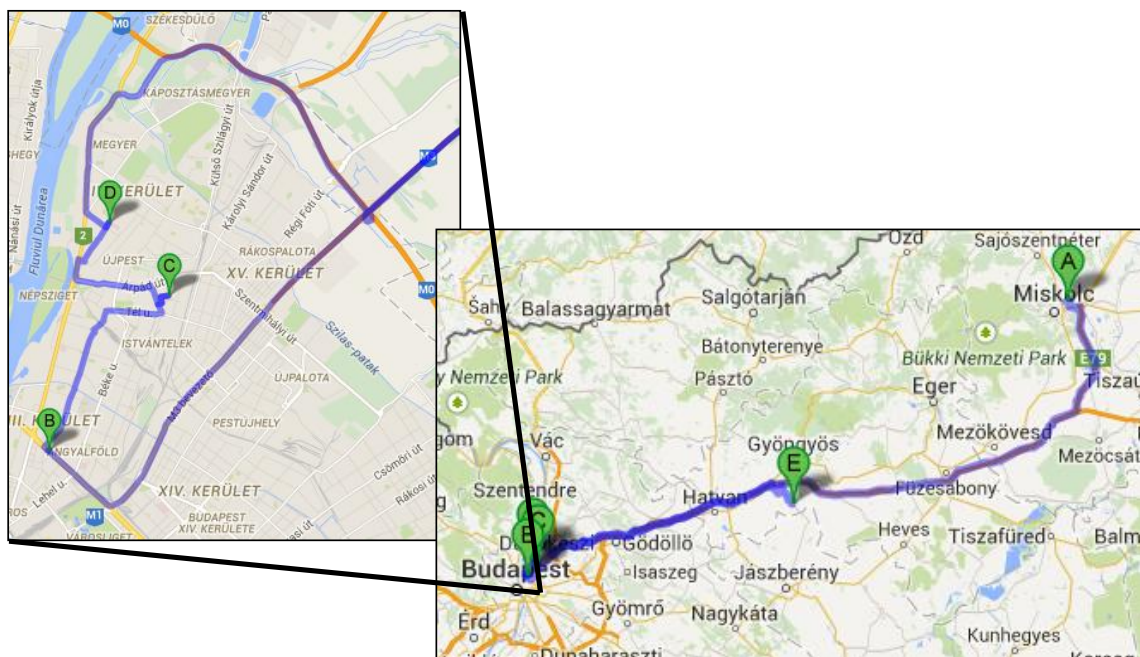
A 6. ábra a jelenlegi kimutatási rendszer az információs kapcsolatait mutatja be. Az információk egyik adatbázisból a másikba történő megjelenítése manuálisan, azaz új adat vagy változtatás esetén kézi adatbevitellel történik. A „Gépjárműpark” dokumentum bemutatja a vállalat rendelkezésére álló szállítást végző járműveket, valamint az azokhoz kapcsolódó különböző adatokat. Ezeket az információkat a cég a járművekhez kapcsolódó különböző szerződésekből nyeri ki. A heti rendszerességgel elvégzett műszaki ellenőrzések által az egyes hibák és a kiegészítő eszközök állapota is hatékonyan felmérhető. A „Gépjárművek havi futási adatai” tábla a gépjármű típusokat a „Gépjárműpark” dokumentumból veszi át. Az itt leírt adatokat a havonta rendszerezett menetlevelek mutatják be. A „Gépjármű költségek” adatait a már említett menetlevelekből, illetve a havi számlákból vezetik át, a típusokat szintén a „Gépjárműpark” táblázatból veszik.

Az „Ügyfelek” dokumentum a legtöbb információt a partnerekkel kötött szerződésekből kapja, ezen túl pedig számos adattal hivatkozik az fentebb említett táblázatokra.

2.2.2 Jelenlegi körök bemutatása

A cég szállítást végző tehergépjárművei jelenleg nyolc fuvarkört futnak be napi rendszerességgel. A legnagyobb áruforgalmat Miskolcon bonyolítják, azonban ezek a fuvarozási útvonalak behálózzák Észak-Magyarország nagy részét. Partnereik túlnyomó részét az egészségügyi intézmények, kórházak teszik ki. Az összes fuvarkör a bázisvállalat telephelyéről indul és oda is érkezik vissza.

A cég közelmúltban kapcsolatba került budapesti ügyfelekkel, így szükségessé vált egy úgynevezett „budapesti kör” kialakítása. Napi rendszerességgel indulnak a vállalkozás járművei a fővárosba. Három kórház szerepel a célállomások között, a Honvéd Kórház (B), a Városi Kórház (D) és a Károlyi Sándor (C) kórház. Hetente egyszer a vámosgyörki (E) szociális otthon textíliáit is elszállítja a bázisvállalat. A fuvarkörben érintett állomásokat a 7. ábra mutatja be.



7. ábra - "Budapesti" kör

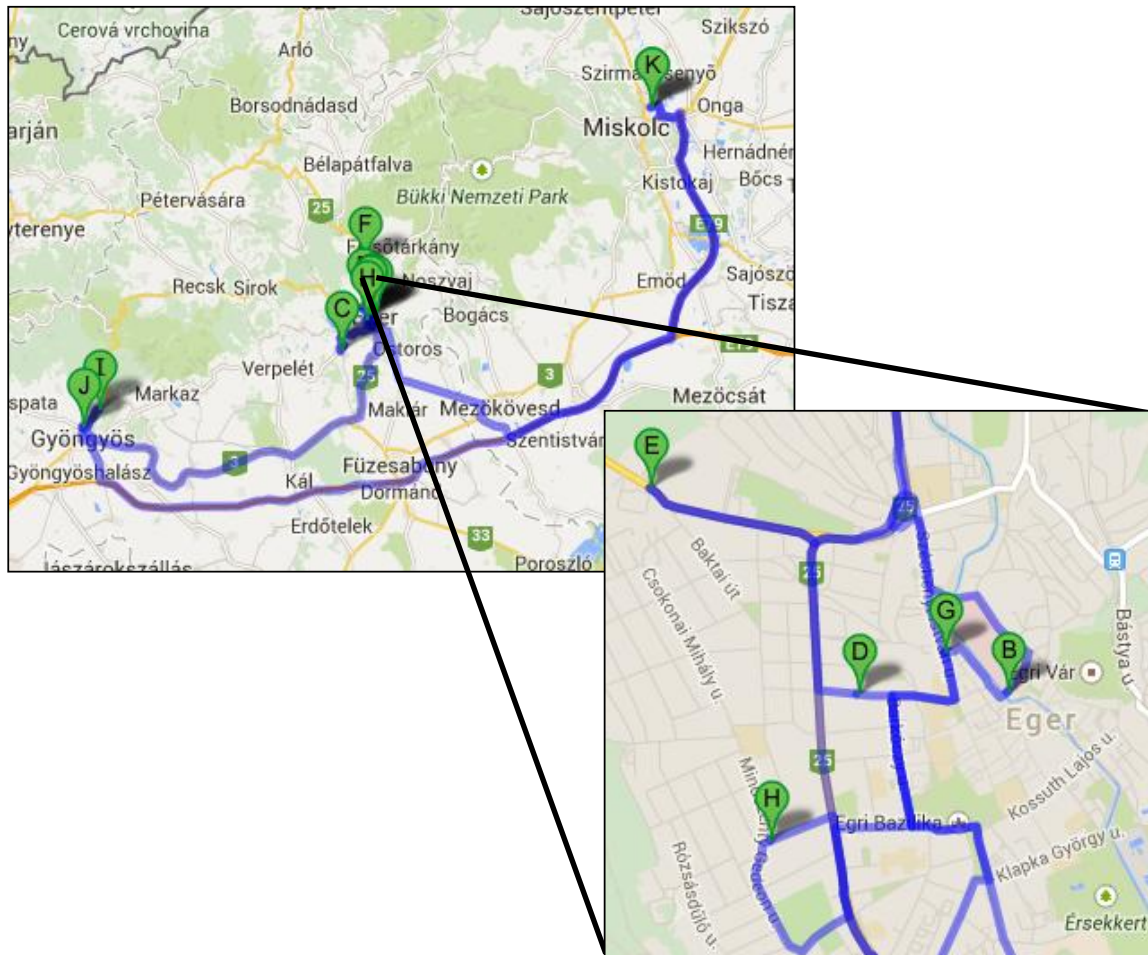
Forrás: <https://maps.google.com>

Második körként a Miskolc-Eger-Gyöngyös útvonal került kialakításra. Természetesen legfontosabb állomásként az egeri Markhot Ferenc Oktatókórház és Rendelőintézet (B) és a gyöngyösi Bugát Pál Kórház (J) említhető. A két imént említett intézményen kívül persze számos más csomópontot is érintenek a szállítást végző gépjárművek. Egerben megállnak a vérellátó központnál (G), a bervavölgyi (F) és az egeri (H) idősek otthonánál, valamint a városi dialízis központban (E) is. Egerszalókon egy éttermet (C), Gyöngyös mellett pedig egy borhotelt (I) ejtenek útba. Csak a két kórházba történik naponta a szállítás, a többi célállomásra csak ritkábban fuvaroznak. Az említett célpontokat a 8. ábra szemlélteti.

A harmadik útvonal már a Miskolctól északra lévő területekre irányul. Számos kisváros és település érintésre kerül, név szerint:

- Kazincbarcika (H)
- Szikszó
 - II. Rákóczi Ferenc Kórház- Rendelőintézet (N)
 - Városi dialízis központ (O)
- Izsófalva (I)
- Bélápátfalva (M)

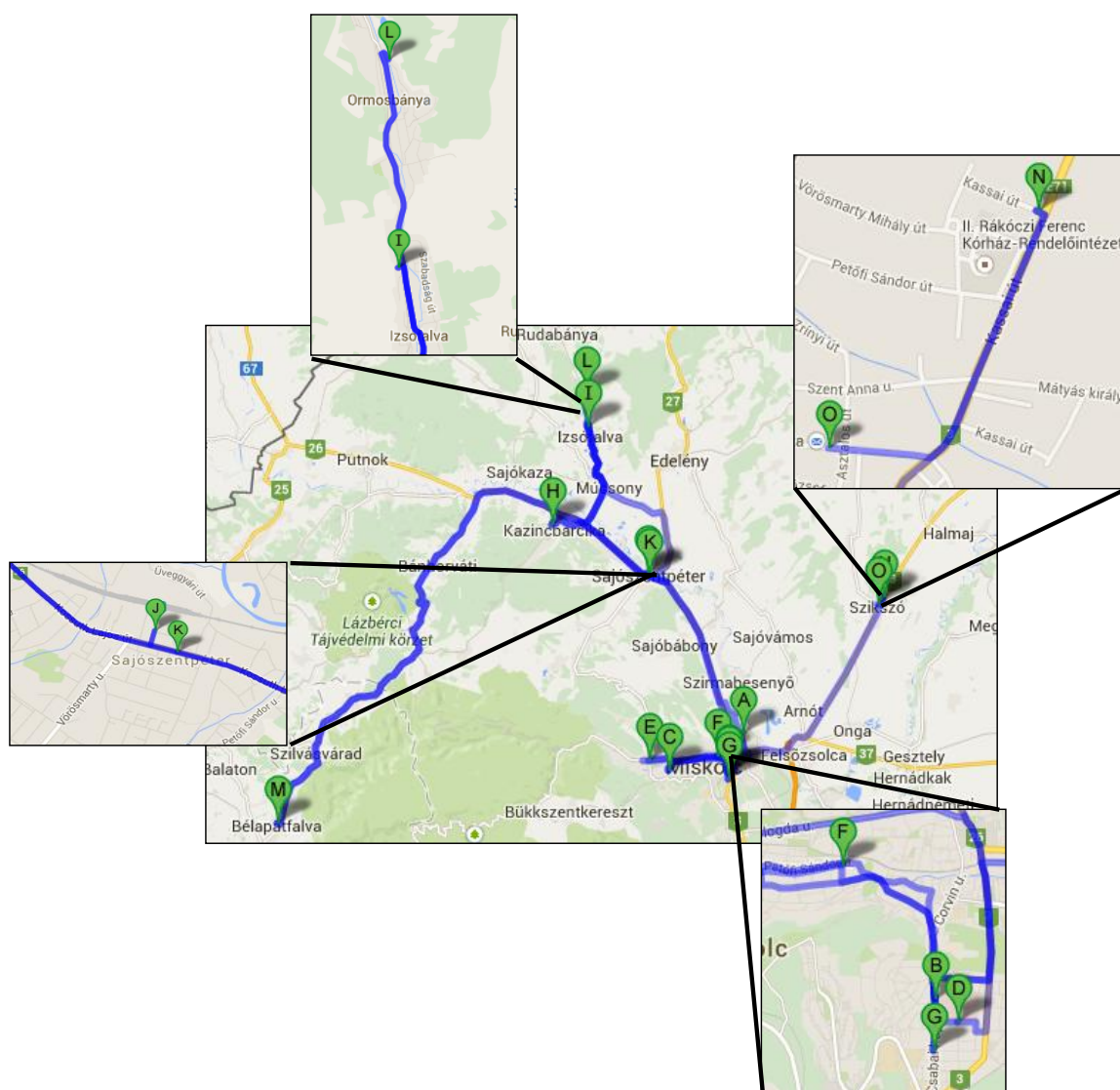
- Sajószentpéter
 - Sajószentpéteri Idősek Otthona (J)
 - Sajószentpéteri Gyógyító Megelőző Intézet (K)
- Ormosbánya (L)



8. ábra - "Egri" kör

Forrás: <https://maps.google.com>

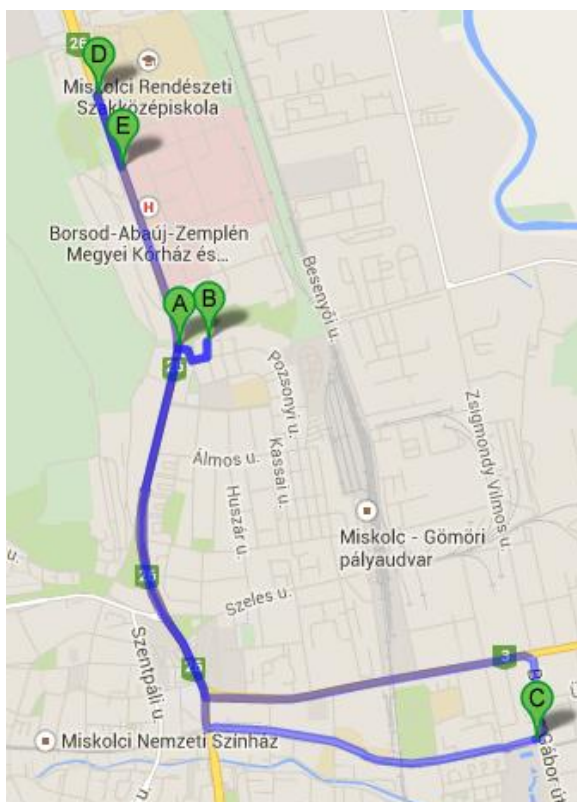
A legnagyobb forgalmat az útitervbe bekerülő két miskolci egészségügyi intézménnyel, a Szent Ferenc (G) és a Semmelweis (B) Kórházzal bonyolítja a cég. Miskolcon továbbá a vasgyári kórházba (C), a városi vérellátóba (D) és az Aranykor Idősek Otthonába (E) állnak meg a cég gépjárművei. A többi településen szociális intézmények, illetve kórházak textíliáit szállítja a vállalat. A leírt útvonalat a 9. ábra mutatja be.



9. ábra - "Kazincbarcikai" kör

Forrás: <https://maps.google.com>

A következő körnél a kettes üzem közvetlen közelében lévő célpontok textíliái kerülnek begyűjtésre. Az útitervbe egy rendelőintézet (C), Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kórház és Egyetemi Oktató Kórház (A), egy tisztítócég (B) az Őszi Napsugár Idősek Otthona (D), és egy dialízis központ (E) került be. A legrövidebb fuvarkört a 10. ábra szemlélteti.



10. ábra - "Megyei Kórház- Tiszai" kör

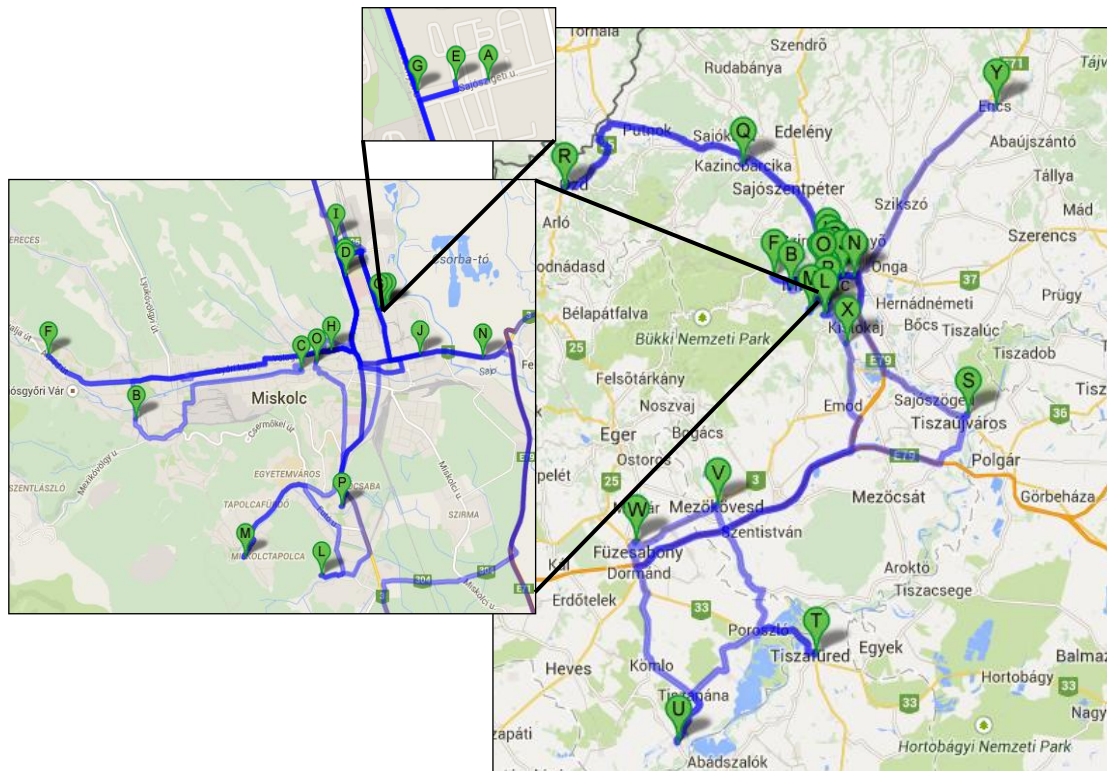
Forrás: <https://maps.google.com>

A ötödik egységbe főképp a Miskolcon belüli partnerek tartoznak leszámítva a kórházakat. Ezek az állomáshelyek a következők:

- Pékség (B)
- Gyógyászati segédeszköz boltot (C)
- Városi Rendészeti Központot (D)
- Környezetvédelmi felügyeletet (E)
- Máltai Szeretetszolgálat egyik telephelye (F)
- Acéltermék feldolgozó (G)
- Iskola (H)
- Multinacionális cég telephelye (I)
- A helyi közlekedési vállalat telephelye (J)
- Élelmiszer-lánc telephelye (K)
- Posta (L)
- Apartman (M)
- Gimnázium (O)
- Ugyannak az élelmiszer-láncnak egy másik telephelye (P)

A megyeszékhelyen kívül még számos közeli településről gyűjtik össze a textíliát a cég gépjárművei. Ezek a települések:

- Kazincbarcika (Q)
- Ózd (R)
- Tiszaújváros (S)
- Tiszafüred (T)
- Kisköre (U)
- Mezőkövesd (V)
- Füzesabony (W)
- Mályi (X)
- Encs (Y)

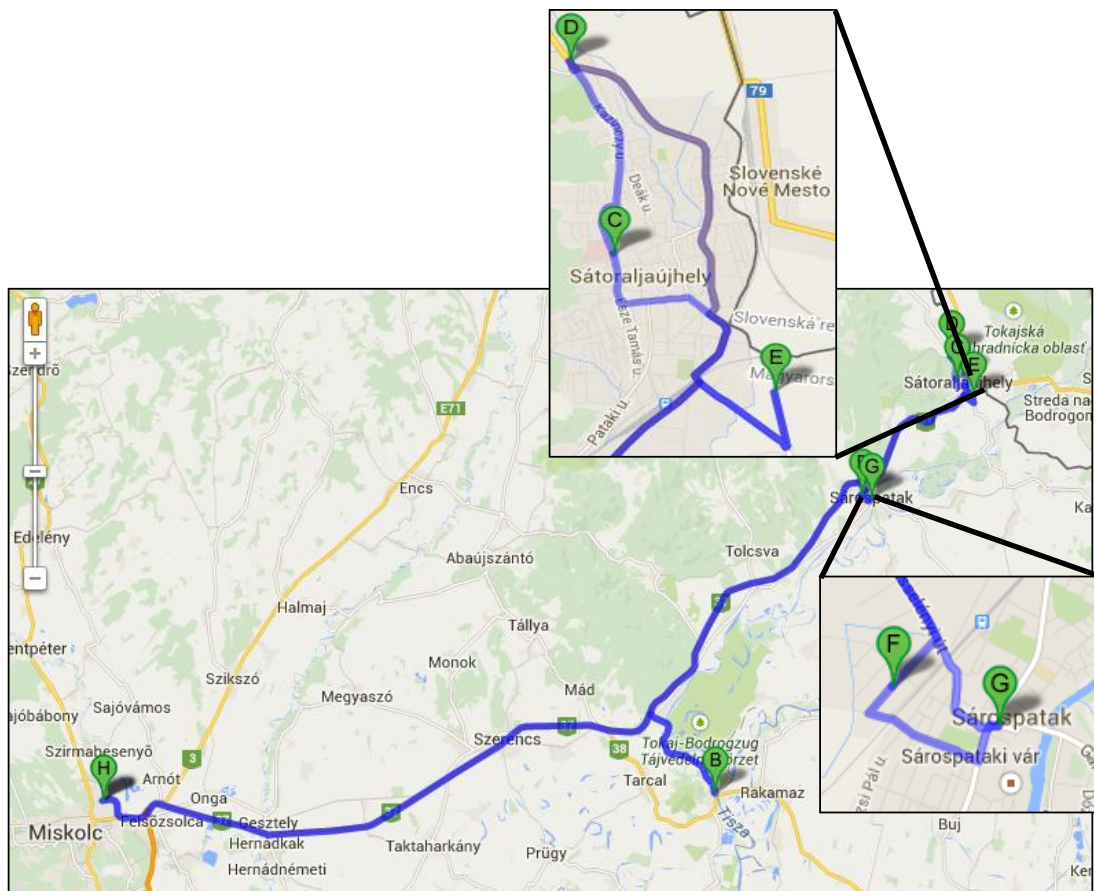


11. ábra - "Városlog" kör

Forrás: <https://maps.google.com>

A hatodik kör Sátoraljaújhelyt, Tokajt és Sárospatakot érinti. Az útvonal Tokajon a postát (B), Sárospatakon egy éttermet (G) és egy pincészetet (F), Sátoraljaújhelyen pedig a kórházat (C), egy élelmiszerlánc telephelyét (D) és a helyi közlekedési vállalat bázisát (E)

foglalja magába. Érdeemes megemlíteni, hogy ebbe az irányba csak 2 naponta indulnak el a fuvarok. A sátoraljaújhelyi útirányt a 12. ábra tartalmazza.



12. ábra - "Sátoraljaújhelyi" kör

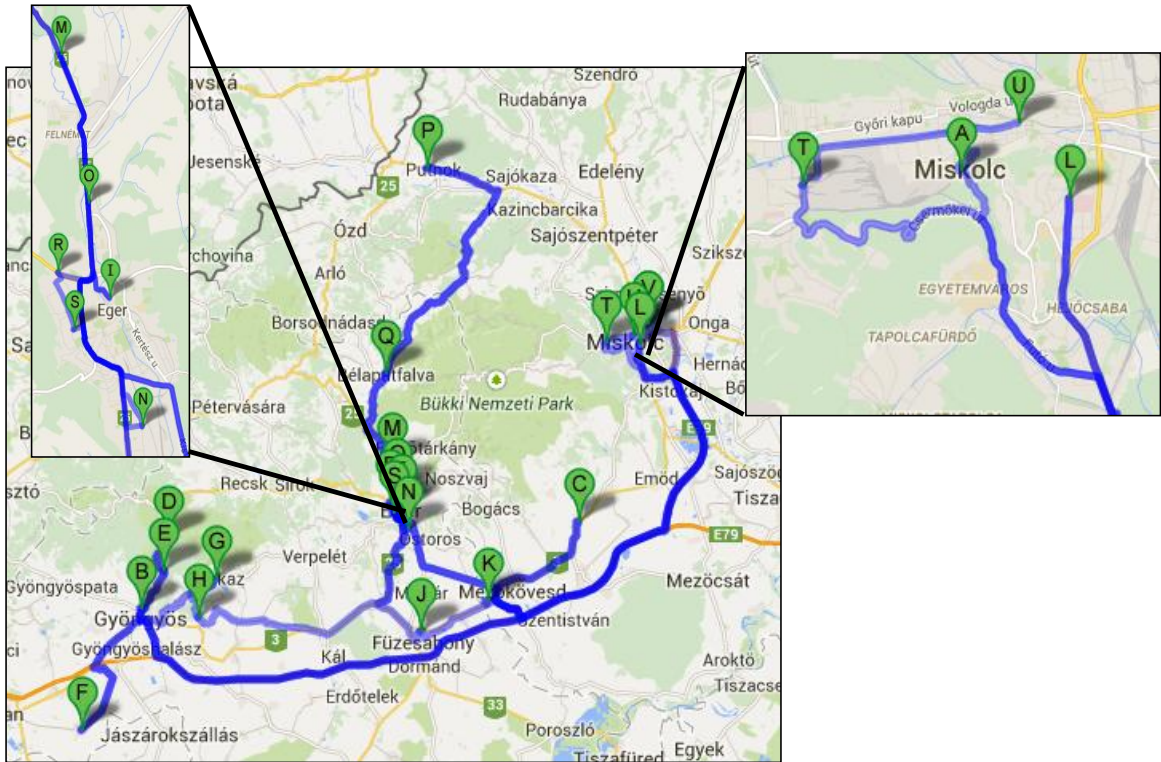
Forrás: <https://maps.google.com>

A hetedik fuvarkör a „Mátrai kör” nevet kapta a bázisvállalattól, ennek megfelelően ebben a térségben próbálják kielégíteni a vevői igényeket. Számos települést érintenek az adott régióban:

- Gyöngyös (B)
- Bükkábrány (C)
- Mátraháza (D)
- Mátrafüred (E)
- Csány (F)
- Markaz (G)
- Visonta (H)
- Eger (I)

- Füzesabony (J)
- Mezőkövesd (K)
- Putnok (P)
- Bélapátfalva (Q)

ügyi szolgáltatót (U) érint a fuvarkör. Az érintett célállomásokat a 13. ábra jeleníti meg.



13. ábra -"Mátraí" kör

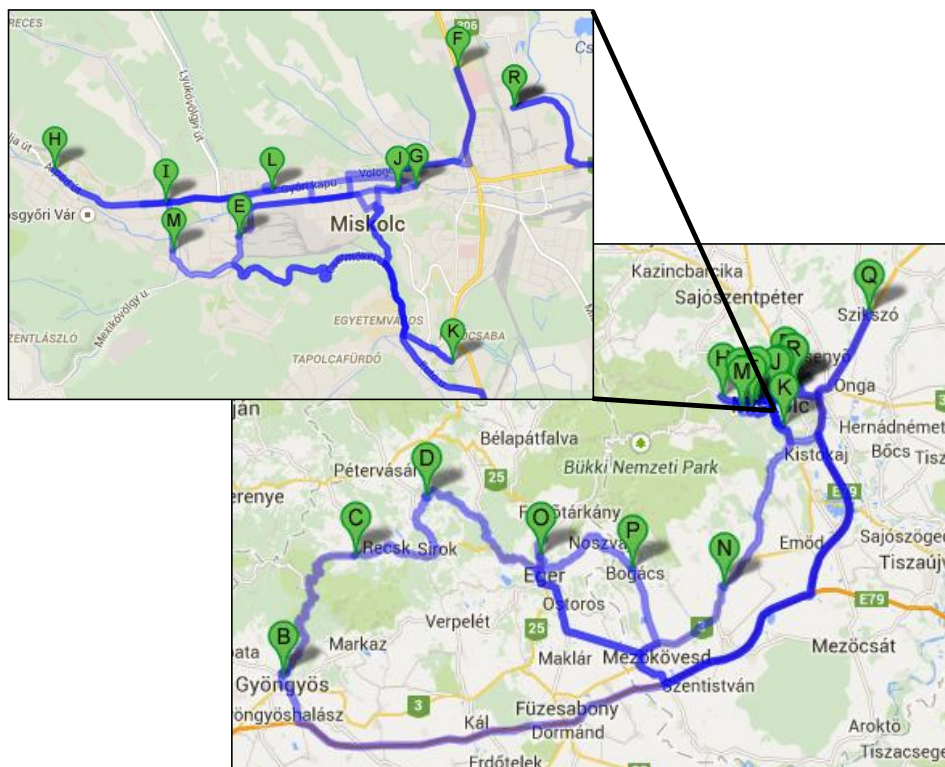
Forrás: <https://maps.google.com>

Az utolsó blokkba a hasonlóan a ötödik körhöz a miskolci és az ahhoz közel elhelyezkedő ügyfelek kerültek. A borsodi megyeszékhelyhez elérhető távolságban lévő települések, melyeket az adott fúvarkör érint:

- Gyöngyös (B)
- Parád (C)
- Bükkszék (D)
- Bükkábrány (N)
- Eger (O)
- Bogács (P)
- Szikszó (Q)

Miskolcon pedig a következő helyeken állnak meg a vállalat gépjárművei:

- Vasgyári kórház (E)
- Őszi Napsugár Idősek Otthona (F)
- Egészségügyi szolgáltató (G)
- Máltai Szeretetszolgálat telephelye (H)
- Aranykor Idősek Otthona (I)
- Gyógyászati segédeszközbolt (J)
- Élelmiszerlánc telephely (K)
- Kollégium (L)
- Pékség (M)



14. ábra - "Környék" kör
 Forrás: <https://maps.google.com>

2.3. VESZTESÉG-ELEMZÉS

Ahhoz, hogy átfogó képet kapjunk a vállalat hatékonyságáról, mindenképpen meg kell vizsgálnunk a felmerülő veszteségeket. A cég munkatársaitól megtudtam, hogy a tizen-négyszáz autóból álló gépjárműparkból két autó csak kisegítő funkciót lát el, vagyis túl nyomorúságot csak áll. Az gépjárművek állása várakozási veszteséget okoz. A kimutatási rendszer komplikáltsága miatt a pénzügyi munkatársak sok időt töltenek az adatok keresésével. Ez mozgási veszteség, hiszen ha átláthatóbbak lennének a dokumentumok, akkor nem kellene kutatniuk az információk után, ezáltal meggyorsítanák a folyamatot.

Az táblázatok közötti áthivatkozások hiánya túlzott feldolgozási veszteséget eredményez, mert minden egyes táblázatba külön-külön kell beírniuk az adatokat, ahelyett, hogy ezt hivatkozással oldanák meg. Ezek az elemek természetesen költség szinten is megjelennek, hiszen az emberi erőforrás ilyenkor nem hasznosan kerül felhasználásra. A cég által alkalmazott fuvarkörök az elmúlt időszakban nem kerültek felülvizsgálatra. Ha a körök nem optimálisak, akkor a gépjárművek az indokoltnál több kilométert tesznek meg, melyek többletköltséget jelentenek a vállalat számára. Vannak olyan célállomások, melyek több fuvarkörben is szerepelnek. Ez rontja a hatékonyságot, így további veszteséget okoz. A feltárt veszteségi formákat a 2. táblázat és a 3. táblázat szerint lehet részletesen összefoglalni.

2. táblázat: Az irodai veszteség 7 típusa a kimutatási és fuvarszervezési rendszerre

Veszteségtípus	Veszteség
<i>Túltermelés</i>	– Túl sok adatot írnak be a táblázatokba. – Túl sok fuvarkör alkalmazása.
<i>Várakozás</i>	– Az havi szállítási és tisztítási adatokhoz csak a hónap végén juthat hozzá a cég. – Új célállomás beiktatása a meglévő körbe hosszú időt vesz igénybe.
<i>Szállítás</i>	– Egyes adatokat át kell írni, egyik táblázatból a másikba. – Egyes adatok több helyen is szerepelnek, így több helyről is begyűjtik azokat. – A körök optimális kialakításához több dokumentum áttekintése szükséges, melyeket egy számítógépre kell összegyűjteni.
<i>Túlzott feldolgozás</i>	– Egyes adatokat többször is beírják a táblázatokba. – Az optimális fuvarkörökhöz a menetleveleket használják fel, ahelyett, hogy az útmátrixokkal kalkulálnának.
<i>Készlet</i>	– Túl sok adat van egy táblázatban. – Túl sok dokumentum van használatban. – A kellenél több fuvarútvonal.
<i>Javítás</i>	– A táblázatok bonyolultsága miatt hiba csúszhat a kimutatásokba. – Ahhoz, hogy optimálisak legyenek a fuvarkörök, gyakran át kell alakítani azokat.
<i>Mozgás</i>	– Sok adat manuálisan kerül bevitelre. – Cellaértékeket egyesével számolják ki, ahelyett hogy automatizálnák.

Forrás: Saját szerkesztés

3. táblázat: A termelési veszteség 7 típusa a fuvarszervezési rendszerre

Veszteségtípus	Veszteség
<i>Túltermelés</i>	– Egyes állomáshelyeket a kellenél is többször érintenek a fuvarkörök, több bértexília, mint amennyit használnak
<i>Várakozás</i>	– Két autó nem végez szállítást, csak áll
<i>Szállítás</i>	– A textiliákat többször fölöslegesen szállítják egyik állomáshelyről a másikra
<i>Túlzott feldolgozás</i>	– Nyolc fuvarkör kialakítása
<i>Készlet</i>	– Bértexiliák raktáron
<i>Javítás</i>	n.a.
<i>Mozgás</i>	n.a.

Forrás: Saját szerkesztés

3. ELEMZÉS

3.1. ELMÉLETI MODELLEK ÁTTEKINTÉSE

A következőkben megvizsgálom néhány elméleti problémát és modellt. Ezáltal a későbbiekben világossá válhat, hogy az általam tanulmányozott fuvarszervezésnél melyik modellt lehet hatékonyan alkalmazni vagy a modellfejlesztésnél módosítással felhasználni. Az áttekintést az egyszerű szállítási feladatokkal kezdem, kitérek a magyar módszerre, majd a centrumkeresési problémával folytatom. Ezt követően a legrövidebb út probléma és a CPM kerül rövid bemutatásra. Végül az utazó ügynök probléma alapgondolatait és alkalmazási feltételrendszerét foglalom össze.

3.1.1 Szállítási feladatok

A szállítási feladat problémájával először 1941-ben találkozhatott a nagyvilág, amikor Frank Lauren Hitchcock megfogalmazta azt. Szintén az amerikai matematikus nevéhez köthetik a feladat megoldásához köthető szimplex módszer, valamint ennek a szisztémának a speciális fajtájaként emlegetett disztribúciós módszer is. Nem véletlen az elmélet első említésnek az évszáma, hiszen a második világháború során az egyik legfontosabb kérdés volt, hogy a háborúzó felek miként tudják megoldani a hadianyag optimális szállítását. Napjainkban szerencsére már nem csupán katonai célokat szolgál ez a módszer, a mindennapi élet számos területén alkalmazzák. Szállítmányozási-, ütemezési-, készletezési feladatoknál előszeretettel használják fel a mintegy fél évszázados alapokat, de jóformán szinte bármilyen döntést igénylő kérdés megoldásánál tudják alkalmazni (Jándy [1971], Nagy [2010], Winston [2003]).

A szállítási feladatokban általában feladóhelyekről kell az árut a rendeltetési helyre szállítani. Az egységnyi áru szállítási költsége adott. A cél a minimális költségű szállítási terv elkészítése. A modellt általános formában a következőképpen írhatjuk fel (Nagy [2006]):

Adott n számú $F_1, F_2, \dots, F_n$ feladó, akik $f_1, f_2, \dots, f_n$ mennyiségű azonos típusú termékkel rendelkeznek, valamint m számú $R_1, R_2, \dots, R_m$ megrendelő, akik $r_1, r_2, \dots, r_m$ mennyiséget szeretnének venni az adott termékből.

Jelentse c_{ij} azt a fajlagos szállítási költséget, amelybe az egységnyi termék szállítása kerül, ha azt az i -edik feladótól a j -edik megrendelőhöz szállítjuk. A cél a megrendelők igényét úgy kielégíteni, hogy a szállítás összes költsége minimális legyen.

Ha x_{ij} az i -edik feladótól a j -edik megrendelőhöz szállítandó mennyiséget jelenti, akkor a feladatot a következőformában írhatjuk fel (Nagy [2006]):

$$x_{ij} \geq 0; (1 \leq i \leq n); (1 \leq j \leq m) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = f_i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = r_j \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n f_i = \sum_{j=1}^m r_j \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} = z \rightarrow \min! \quad (5)$$

Az öt feltétel behatárolja a feladatot. Az (1) kikötés biztosítja, hogy a szállítás egyirányú legyen a feladótól a megrendelő irányába. A (2) feltétel szerint a feladó készletét mindenképpen el kell szállítani. A (3) követelmény elrendeli, hogy a megrendelő igényeit ki kell elégíteni. A (4) elvárás szerint a feladó készletének és a megrendelő igényének meg kell egyeznie. Az (5) kikötés pedig lineáris függvényben határozza meg a célt, vagyis hogy a szállítási költségek a minimálisak legyenek. Ez akkor következhet be, ha a fajlagos költségek és a szállított mennyiségek szorzatainak összege minimális. Mivel mindennapi életben a (4) feltétel ritkán teljesül (a vevői igények nem egyeznek meg az eladói készlettel), ezért ilyenkor a (2) és a (3) kikötés is egyenlőtlenséggé transzformálódik.

A probléma megoldható a lineáris programozás használatával. Ekkor táblázatszerűen, mátrixos formában felírjuk az adatokat. Nemnegativitási- és egészértékűségi- feltételeket kötünk ki, vagyis a táblában szereplő adatok nem lehetnek negatívak és egészeknek kell lenniük. Mivel ha egy szállítási feladatnak létezik elfogadott és megengedett megoldása, akkor az csak egész értékeket vehet fel, így az egészértékűségi-feltételt nem kell külön ellenőrizni, el lehet hagyni. Minekután a feladóhelyek és a rendeltetési helyek igényeit is ki kell elégítenünk, így korlátozó feltételeket szabunk meg. A szállítási összköltséget szeretnénk minimalizálni, ehhez azonban előbb meg kell határoznunk a célfüggvényt.

A simplex módszer segítségével a szállítási feladat megoldása lényegesen leegyszerűsíthető, a disztribúciós módszerrel pedig sok számítást, és ezzel együtt időt takaríthatunk meg (Nagy [2006], Winston [2003]).

3.1.2 A magyar módszer

Léteznek olyan szállítási feladatok, ahol a simplex módszerrel való megoldás nem bizonyul eléggé hatékonynak. Az ebbe a kategóriába tartozó problémákat hozzárendelési feladatoknak nevezzük (Nagy [2006]). A magyar módszer ennél a típusnál alkalmazható. A módszer tulajdonképpen egy háromlépéses algoritmus, amelyet Harold Kuhn dolgozott ki. Az eljárás kidolgozásához alapot nyújtott neki két kiváló magyar matematikus, König Dénes és Egerváry Jenő gráfelméleti munkássága. Az eljárást magyar tudóstársai tiszteletére nevezte el a 2014-ben elhunyt amerikai matematikus¹.

3.1.3 Centrumprobléma

A centrumprobléma alapjában a centrum és a körzetek állnak. A centrum latin eredetű szó, jelentése központ, középpont. Már maga a név is jól meghatározza az irányvonalat, ennél az elméleti módszernél azokkal a térképen is egyértelműen meghatározható földrajzi pontok kerülnek vizsgálatra, ahol fontos objektumok állnak (pl. gyár, elosztóhely). A centrumba a termék beérkezik, onnan pedig a kiáramlás megtörténik a különböző körzetekbe. Előbbit a centrum ellátó-körzetének, utóbbit pedig a fogyasztó-körzetének nevezzük. Körzetnek (rayonnak) azoknak a helyeket hívjuk, melyek a centrummal valamilyen direkt, közvetlen kapcsolatban állnak. A centrumkeresés feltételrendszere a következő (Jándy [1971]):

$$Q(z_1, \dots, z_m, x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} (z_i) \rightarrow \min! \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = \beta_j \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq \alpha_i \quad (8)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (9)$$

$$z_i \in S_0, \quad (10)$$

¹ Forrás: <http://www.cs.elte.hu/egres/tr/egres-02-06.pdf> (letöltés ideje: 2014. október 2.)

ahol $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n; C_{ij}$ az (i,j) relációban elvégzett művelet fajlagos jellemzője; X_{ij} az i centrumból a j fogyasztóhelyre szállított mennyiség; Q az X_{ij} mennyiséggel elvégzett művelet vizsgált jellemzője; z_i az i jelű centrum helyét meghatározó vektor; β_j kereslet a j fogyasztóhelyen; S_0 az összes fogyasztóhely halmaza.

A (7) feltétel biztosítja, hogy a fogyasztóhelyek igényeit ki kell elégíteni. A (8) kikötés a kapacitáskorlátozást foglalja magában. A (9) feltétel a nemnegativitást biztosítja a szállított mennyiséggel kapcsolatban, míg a (10) kimondja, hogy a centrum az összes általunk vizsgált fogyasztóhely közül fog kikerülni.

A centrumkeresés lényege, hogy az optimális központ megválasztásával a költségeket a lehető legkisebb értékre csökkentjük. Azért, hogy a szállítmányokat homogénként tudjuk kezelni, egy szorzás segítségével kialakítunk szállítási önköltségeket, melyeket például forint/kilométer mértékegységben mérünk. A probléma megoldásához szükségünk van a kritikus pontok ismeretére, ezek segítségével lehet racionálisan meghatározni a legkedvezőbb centrumot (Jándy [1971]).

3.1.4 A legrövidebb út probléma és CPM

A legrövidebb út probléma értelmezéséhez szükséges, hogy hálózatban gondolkodjunk. A rendszer mindegyik éle rendelkezik egy bizonyos hosszal. Egy adott csúcsból egy másikba több, különböző módon is el lehet jutni. A hálózaton belüli minimális összhosszúságú utak keresését hívjuk a legrövidebb út problémájának. Ha az a korlátozó feltétel, mely szerint az élek hossza nem vehet fel negatív értéket teljesül, abban az esetben a holland informatikus, Edsger Wybe Dijkstra algoritmus alkalmazható a legrövidebb utak meghatározására (Winston [2003]).

Legyen adva egy irányított G gráf $V_0, V_1, V_2, \dots, V_n, V_{n+1}$ csúcspontokkal, melynek minden $e \in E$ élének van egy c_{ij} súlya. Legyen adva továbbá a gráf két pontja, mondjuk V_0 induló pont és V_{n+1} célpont. A legrövidebb út probléma feladatként a következőképpen írható fel (Kaufmann [1968]):

$$C(x) = \sum_{(ij) \in E} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min! \quad (11)$$

A következő feltételeknek kell teljesülnie:

$$\sum_{0j \in E} x_{0j} = 1 \quad (12)$$

$$\sum_{ik \in E} x_{ik} = \sum_{kj \in E} x_{kj}; \quad k = 1, 2 \dots n \quad (13)$$

$$\sum_{(i,n+1)j \in E} x_{i,n+1} = 1, \quad (14)$$

ahol az összes ismeretlen x_{ij} változó vagy 0-t vagy 1-et vehet fel értékül.

A probléma megfogalmazható szállítási feladatként is, ebben az esetben az adatokat a szállítási feladat adatainak kell megfeleltetni. Az így átalakított probléma pedig kiegyensúlyozott szállítási feladattá transzformálható (Winston [2003]).

A CPM egy mozaikszó, mely a Critical Path Method-ot, vagyis a kritikus út módszerét foglalja magába. Egy feladat megoldásához sok tevékenységnek kell végbemennie egymást követően illetve egymással párhuzamosan is. A kritikus út meghatározza a projekt valós hosszát, vagyis a folyamat akkor fejeződik be ténylegesen, ha a kritikus út utolsó tevékenysége is véget ért már (Monks [1982]). A kritikus út elemeire kiemelt figyelmet kell fordítani, hiszen ezzel jelentősen befolyásolni tudjuk a felhasználásra kerülő időt².

3.1.5 Utazó ügynök problémája

Az utazó ügynök problémája, vagyis a TSP (Travelling Salesman Problem), egy több mint két évszázados múlta visszatekintő kombinatorikus optimalizálási probléma. Az ehhez kapcsolódó gráfelméleti feladatokkal először William Rowan Hamilton és Thomas Penyngton Kirkman Graph Theory című munkájában találkozhatunk. A huszadik század elején tovább fejlesztették az ehhez kapcsolódó elméletet, az 1930-as években Karl Menger foglalkozott az utazó ügynök probléma általánosításával.

A TSP lényege egy adott pontból kiindulva az összes célobjektum elérése úgy, hogy a célpontok valamilyen szempontból optimálisan kövessék egymást. A városokat az egyszerűség kedvéért számokkal jelöljük 1-től n-ig terjedő intervallumban. Ahhoz, hogy hatékonyan tudjunk foglalkozni a problémával, a városok közötti távolságokat ismernünk kell. Az i-edik csúcspontból az j-edikbe vezető él hossza C_{ij} .

² Forrás: <http://office.microsoft.com/hu-hu/project-help/a-kritikus-ut-HP001040434.aspx> (letöltés ideje: 2014. október 4.),

Az ügynök feladata, hogy az 1-es városból kiindulva eljusson az összes többi városba egyszer oly módon, hogy útja a lehető legrövidebb legyen, majd térjen vissza a kiinduló helyére. Ha egy hálózatban vizsgálódunk, ahol a pontokat élek kötik össze, akkor a feladat tulajdonképp egy olyan Hamilton kör megkeresése, ahol az él hosszok összege a lehető legkisebb. Ebből következik, hogy a TSP-t gyakran körutazási feladatnak is hívják (Temesi-Varró [2007]).

Miskolci Patyolat Szolgáltató Zrt. számára is rendkívüli jelentőséggel bír ez az elmélet, hiszen a fuvarszervezési körök optimális megalkotásánál hatalmas segítséget nyújthatnak a már meglévő megoldások.

Körutak számlálása faktoriálisokkal csak kevés számú „város” esetében használható, hiszen nagy elemszámnál értelmezhetetlenül hosszú ideig tartana, amíg optimális megoldáshoz jutunk. Azonban a gyakorlati életben általában „sok célpontot kell érinteni az ügynöknek”, az ehhez kapcsolódó számításokat pedig speciális algoritmus segítségével lehet végrehajtani.

Ahhoz, hogy a modellt fel tudjuk írni, kétindexes változókat kell bevezetni:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ha az } i. \text{ városból } j. \text{ edikbe megyünk} \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases} \quad (15)$$

Ebből következően meg lehet határozni a modellt, és annak feltételrendszerét, amely a következőképpen alakul (Temesi-Varró [2007]):

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1; \quad i = 1, \dots, n \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; \quad j = 1, \dots, n \quad (18)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1; \quad \forall \emptyset \subset S \subset V \text{ esetén} \quad (19)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad (20)$$

ahol S befutja V minden valódi részhalmazát és c_{ij} az i . városból j . városba vezető út hossza.

A feltételrendszer elemeit (17) és (18) kikötések adják. Előbbi meghatározza, hogy az ügynök minden pontból csak egyszer induljon el, míg utóbbi azért felel, hogy az utazó meg is érkezzon minden célpontba egyszer.

A TSP egészértékű modelljét több részfeladatra bontjuk. Ezek lazításának célfüggvénye meghatároz egy alsó korlátot az optimális megoldás célfüggvény-értékére, ezáltal a részkörutakra vonatkozó (19) elhagyható. Ekkor a komplikált lineáris programozási feladatból egy jóval egyszerűbb hozzárendelési feladatot transzformáltunk, amely a fentebb már tárgyalt magyar módszer segítségével könnyedén megoldható (Temesi-Varró [2007]).

3.1.6 A klasszikus körutazási feladat egy algoritmus

A módszer raktárak és üzemek közötti szállítási feladat megoldását segíti, az algoritmus eredménye az állomások felkeresési sorrendje.

A körjárattervezésnél figyelembe vett kezdeti feltételek (Illés et al [2011]):

- Az anyagáram determinisztikus, azaz egy időintervallumban pontosan megadható a Q anyagáram mátrix egy sor- vagy oszlopvektora (elosztójárat vagy gyűjtőjárat).
- A szállítási időpontok nem kötöttek.
- A várakozási idő zérus, azaz objektumba érve a rakodás azonnal megkezdhető.
- A rakodási időszükséglet arányos a lerakott vagy feladott áruval.
- Egy-egy rakodóhelyet csak egyszer lehet érinteni.

A körjárattervezés célfüggvénye, hogy a szállítási időszükséglet minimális legyen, azaz:

$$T(p) = t_k(p) + t_{\bar{u}}(p) + t_r(p) + t_w(p) \rightarrow \min! \quad (21)$$

ahol $t_k(p)$ a körjárat időtartama, $t_{\bar{u}}(p)$ az üresjáratok időösszege, $t_w(p)$ a rakodóhelyen fellépő várakozási időösszege, $t_r(p)$ a rakodási időösszege és p a rakodóhelyek felkeresési sorrendváltozatának a jele.

Feltételezhető, hogy nincs várakozási idő. Körjáratnál az üresjárat nem értelmezhető a szokott módon. A rakodási idő pedig állandó. Így az új célfüggvény:

$$T(p) = t_k(p) + t_r(p) \rightarrow \min! \quad (22)$$

Ez egyszerűsíthető:

$$L_k(p) \rightarrow \min!, \quad (23)$$

mert:

$$t_k(p) = \frac{L_k(p)}{v}, \quad (24)$$

ahol L_k a körút hossza és v a jármű átlagsebessége.

A célfüggvény optimalizálásra alkalmas formája:

$$L_k(p) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n l_{ij} x_{ij} \rightarrow \min!, \quad (25)$$

ahol x_{ij} az optimalizálandó változó.

Feltétel, hogy minden rakodóhelyről csak egyszer lehet kilépni és csak egyszer lehet oda belépni. Továbbá, hogy az ütemek láncolatot alkossanak.

A célfüggvény optimalizálását, vagyis a körút hosszának a minimalizálását (klasszikus körutazási feladat) az útmátrix oszlopösszegzésén alapuló heurisztikus módszerrel lehet megoldani, ami bizonyíthatóan mindig optimumközeli megoldást ad (Illés et al [2011]).

A megoldás menete (Illés et al [2011]):

- Képezzük az aktuális anyagáram vektorból a járatszám vektort és ellenőrizzük a feltétel fennállását (Megoldhatóság egy körjáráttal)
- Ha a feltétel teljesül, akkor képezzük az útmátrix oszlop összegét, meghatározzuk ezek csökkenő sorrendjét.
- Vesszük a sorrendben első három állomást, kiszámítjuk a körút hosszát.
- Vesszük a sorrendben következő állomást és azon már kiválasztott állomások közé illesztjük, ahol az úthossz növekedés minimális.
- Addig folytatjuk a sorrendben következő állomások bevonását, amíg el nem fogynak.
- A megkapott körjárat a kezdőpontból indítjuk.

3.2. AZ ELMÉLETI MODELLEK VIZSGÁLATA A MEGOLDANDÓ FELADAT SZEMPONTJÁBÓL

Az 1.2 alfejezetben bemutatott szállítási feladatra alkalmazható, elterjedt modellek összehasonlító elemzését tartalmazza a 4. táblázat.

A szimplex módszerrel megoldható szállítási feladatok, illetve ennek módosított változatai (például megoldás magyar módszerrel) számos beépítendő feltételt írnak elő, így például feltételezi, hogy a feladó és a megrendelő állomásokon az elszállítandó mennyiségek összege megegyezik. Ez a gyakorlatban nem mindig igaz, a bázisvállalatot illetően sokszor előfordul, hogy eltér a kiszállított, mint az elszállított textília mennyisége. Ez a módszer ugyanakkor a szállítandó mennyiség, mint kötelező inputadat megadását is igényli az algoritmus futtatásához. A centrumprobléma alapvetően arra az esetre lett kidolgozva, amikor a szállítási területen földrajzi szempontból központi állomást kell értelmezni. A kritikus út módszer egy egyszerű tervezési megoldás, kiegészítve az egyes helyek közötti időadatok szóródásával annak a valószínűsége is kalkulálható, hogy mennyi késésre kell esetlegesen számítani (Monks [1982]).

4. táblázat: Elméleti modellek alkalmazhatósága szállítási feladat esetén

Jellemzők		Szimplex módszer	Centrumkeresés	CPM módszer	Utazó ügynök probléma	Klasszikus KF	ELVÁRÁSOK
Egyirányúság (egy állomást egyszer érint)		X		X	X	X	X
Kötelező teljes készlet elszállítás feladótól		X					
Kötelező igénykielégítés		X	X				
Feladott és megrendelt mennyi. egyenlő		X					
Költségminimalizálás		X	X	X	X	X	X
Kapacitáskorlát			X				
Centrumpont értelmezhetősége			X				
Szállítási mennyiség kötelező input		X					
Szállítási költség vagy idő kötelező input		X					
Állomások közötti távolság kötelező input			X	X	X	X	X
Járattípus (kapcsolatok szerint)	Sugaras		X				
	Vonal	X		X			
	Kör				X	X	X

Forrás: Saját szerkesztés

Minimális konverzióval a háló körjárattervezésre is alkalmazható, de a bonyolultságot fokozza, hogy az optimális út kiválasztásához viszonylag sok számítási lépés szükséges. A körjárat tervezési feladatot az utazó ügynök probléma elegánsan leírja. Ez a probléma ma már genetikusan algoritmus segítségével is megoldható, így az optimalizálási feladat eredménye egy fokozott pontosságú útvonalterv. Ebben az esetben számításigénye nagy. A körjárattervezés egy egyszerű, könnyen algoritmizálható és kis számításigényű módszere egy, a klasszikus körutazási feladat alapján kidolgozott algoritmus. Ez az első lépésben tisztázza a körjárhoz szükséges járművek számát, így a második lépésben a kapacitáskorlát figyelembe vétele nélkül lehetséges az útvonal megtervezése. Egyszerűségét fokozza, hogy az útvonaltervező algoritmushoz elegendő az állomások közötti útmátrix definiálása, további lépésekben pedig alkalmasan választott függvények segítségével lehetséges idő- és költségadatokat számolni. A 4. táblázat utolsó oszlopában a bázisvállalat körjáratok tervezésére vonatkozó igényeit és lehetőségeit (rendelkezésre álló adatok) figyelembe véve jelenítettem meg a szükséges algoritmus sajátosságait, ami igazolja, hogy a fent utolsóként említett módszer – bár egyszerűen algoritmizálható – elegendő a feladat megoldására.

3.3. A KÖRJÁRAT TERVEZÉSI ÉS KIMUTATÁSI RENDSZER FEJLESZTÉSI IGÉNYÉNEK MEGHATÁROZÁSA

A bázisvállalat által használt kimutatási rendszer komplex képet ad a cég ügyfeleiről, valamint a hozzájuk kapcsolódó költségekről is. Azonban a munkatársak részéről felmerült problémaként, hogy a táblázat kitöltése komplikált, valamint rendkívül időigényes. Az év végi időszakban többen, megfeszített munkában dolgoznak, hogy a kimutatások készen legyenek. Igényként meghatározták, hogy a rendszer legyen könnyebben kezelhetőbb, nagyobb legyen a transzparencia. Számukra előnyös lenne, ha a táblázatok jól tagoltak lennének, egyértelmű lenne, hogy mit és hova kell beírni. A kapott adatok hatékonyságának érdekében elvárják, hogy a kimutatást havonta tudják módosítani. A későbbi elemzések szempontjából fontos lenne, hogy a költségek külön egységben jelenjenek meg. A jelenlegi táblázat meghatározza az egyes ügyfelekhez tartozó profitot. Azonban hasznos lenne, ha kiemelné azokat a partnereket, ahol ez a profit negatív. Ezekben az esetekben az üzlet a bázisvállalat számára veszteséges, vagyis valamilyen átalakítást kell végrehajtani.

A kimutatási rendszer továbbfejlesztésének igénye technikailag az alábbiak szerint foglалható össze:

- A havi kimutatásokhoz kapcsolódó költségadatok egy táblázatban kerüljenek összefoglalásra.
- A havi kimutatásokhoz kapcsolódó bemeneti adatokat a költségkalkulációhoz automatikus áthivatkozás tegye lehetővé.
- A havi kimutatások táblázata tegye lehetővé az éves rendszerességű kimutatások kezelését is.

A cég szállítást végző gépjárművei évek óta ugyanazokat a fuvarköröket futják be. Azonban a munkatársak részéről felmerült az igény, hogy érdemes lenne ezeket a fuvarköröket bizonyos időközönként optimalizálni, oly módon, hogy az a lehető legkisebb többlet erőforrás felhasználást jelentse. Ez által megvizsgálhatóak lennének az adott útvonalak hossza, illetve az ahhoz kapcsolódó költségek is. Ha a bázisvállalat egy új partnerrel köt szerződést, az ügyfél célállomását valamelyik meglévő fuvarkörbe integrálják. Hasznos lenne, ha egy program „megmondaná” nekik, hogy hova kell, melyik körbe kell bekapcsolni az adott úti célt. A gazdasági munkatársak számára fontos, az egyes autók teherbírása is, egy erre specializálódott programmal könnyebben el tudnák végezni a szükséges elemzéseket. A technikai fejlesztés igényei a következők szerint foglалhatók össze:

- A körjárat által befutott út optimális legyen.
- A körjárat megtervezése teljesen automatikusan történjen.
- A tervező rendszerbe bármikor új körjárat programozási beavatkozás nélkül beilleszthető legyen.
- A tervező rendszerbe bármikor beilleszthető legyen új úti cél.
- A rendszer adjon előzetes kalkulációt a potenciális, adott körben alkalmazandó szállítójárművek teherbírására.
- A rendszer automatikusan kalkulálja a körjárat idejét és változó költségeit.

4. FEJLESZTÉS

4.1. A TOVÁBBFEJLESZTETT KIMUTATÁSI RENDSZER ÁTTEKINTÉSE

A bázisvállalat által használt táblázat vizsgálatakor feltűnő volt számomra, hogy túl sok adatot próbálnak egy munkalapon belül megjeleníteni. A nagyobb átláthatóság érdekében átalakítottam a kimutatásokat. Négy fontos részre osztottam fel a dokumentumot.

A „Kitöltendő” munkalapon kell rögzíteni a ténylegesen az adatokat. A cég adminisztrátori feladatait is ellátó dolgozóknak havi, illetve éves rendszerességgel érdemes felvezetni ide a számokat. Az itt megjelenő értékek a következők:

- A megrendelő neve
- Szerződés szerinti mosási ár kilogrammonként nettó árfolyamon
- A havonta mosott textilálya súlya kilogrammban
- A szállítást végző gépjárművek típusa
- Az ügyfélre „fordított” szállítási kilométer havi értéke
- Kilométer – arány – Amennyiben egy partnerhez több autó is szállít, akkor meg kell határozni, hogy milyen arányban oszlik el a szállítási kilométer nagysága
- Az ügyfélre „fordított” munkaórák havi mennyisége
- Sofőrök óradíja

Az „Összesítő” munkalap tartalmazza adott évben felmerülő kiadásokat, javítások, a változó költségeket és ezek díjait, a riport végén pedig egy összefoglaló táblázat van, amely tartalmazza a gépjárműtípusokhoz tartozó költségeke.

A „Költségek” munkafüzet szintén a könnyebb átláthatóság miatt hoztam létre. Ebben a blokkban találhatóak a gépkocsihoz köthető kiadások, azonban az ide bekerülő információk az „Összesítő” (5. táblázat) munkalapból vannak meghivatkozva:

- Üzemanyag költség Ft/Km
- Bér költség Ft/Km
- Szerviz költségek Ft / Km
- Útdíj költségek Ft / Km
- Amortizáció Ft / Km
- Súlyadó, KGFB, Casco Ft/ Km

5. táblázat: Költségek gépjármű típusonként

	Szervizköltség Ft/km	Amortizáció Ft/km	Súlyadó, KGFB, Casco Ft/ Km	Útdíj Ft/km	Üzemanyag Ft/km
<i>Mitsubishi</i>	8,22	22	1,18	6,03	55,57
<i>Nissan</i>	49,31	19,79	4,59	3,15	48,26
<i>Mazda</i>	85,49	16,23	1,41	0	39,03
<i>Ford</i>	11,28	16,23	1,41	0	35,58

Forrás: A cég kimutatásai

A „Költségek” munkalap további elemeit a következők szerint kalkulálja a táblázat:

- Az egy kilogramm textíliára jutó költségek:

$$\left(\sum \text{költségek}\right) \cdot \text{kilométer arány} \quad (26)$$

- Az egy szállítási kilométerre jutó arányos költségek:

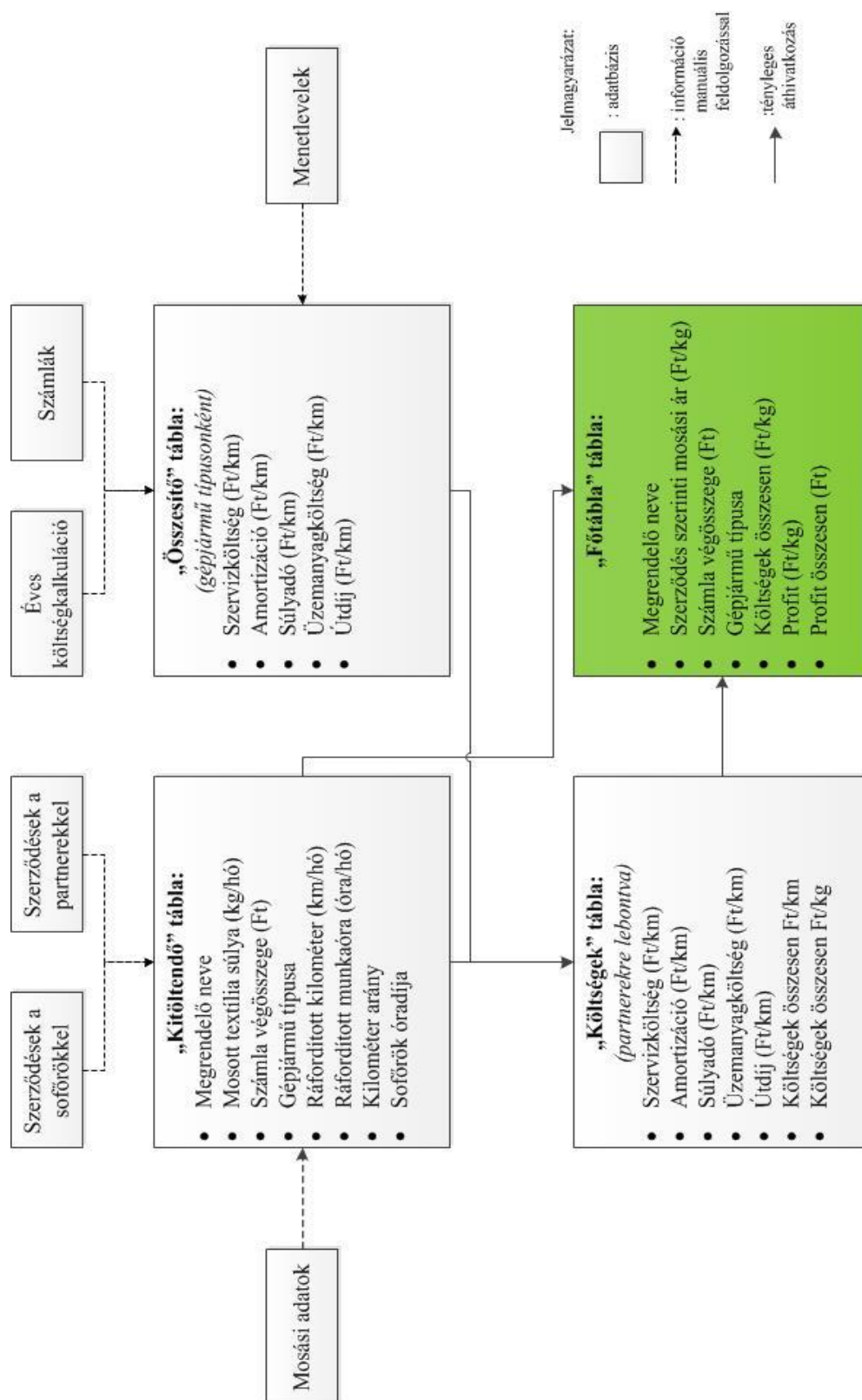
$$\text{Egy szállítási km – re jutó költségek} \cdot \frac{\text{Ráford. km/hó}}{\text{Mosott kg/hó}} \cdot \text{km arány} \quad (27)$$

A „Főtábla” munkalap tartalmazza a cég számára legfontosabb információkat. A munkatársaknak ebbe a részbe nem kell beleírniuk, hiszem az összes adat képletek segítségével van meghivatkozva. Itt megtalálható információk a következők:

- A megrendelő neve (hivatkozás a „Kitöltendő” munkalap azonos nevű oszlopára)
- Szerződés szerinti mosási ár kilogrammonként nettó árfolyamon

$$\frac{\text{Számla végösszeg (Ft)}}{\text{Mosott súly kg/hó}} \quad (28)$$

- A havonta mosott textília súlya kilogrammban (hivatkozás a „Kitöltendő” munkalap azonos nevű oszlopára)
- A számla végösszege (hivatkozás a „Kitöltendő” munkalap azonos nevű oszlopára)
- A szállítást végző gépjárművek típusa (hivatkozás a „Kitöltendő” munkalap azonos nevű oszlopára)
- Az egy kilogramm textíliára jutó költségek (hivatkozás a „Költségek” munkalap azonos nevű oszlopára)
- A bázisvállalat profitja kilogrammonként (a szerződés szerinti nettó, kilogrammonkénti mosási ár és az egy kilogrammra jutó mosási költség különbsége)
- A bázisvállalat profitja összesen (A havi mosott textília súlyának és a kilogrammonkénti profitnak a szorzata)



15. ábra - Az új kimutatási rendszer összefüggései
Forrás: Saját szerkesztés

A „Kitöltendő” tábla adatait a munkatársak a havi mosási adatokból, valamint a különböző szerződésekből nyerik ki. Az „Összesítő” táblához a költséges éves kalkulációja, a gépjárművekhez kapcsolódó számlák, valamint a menetlevelek nyújtják a szükséges információkat. Ezen két tábla segítségével a „Költségek” valamint a „Főtábla” rész is automatikusan kitöltésre kerül.

Véleményem szerint összességében az adatok csoportosításával egyszerűbbé, könnyebben értelmezhetővé alakítottam át az eredeti táblázatot. Amíg az cég által használt táblázatban sok információt „kézzel” beírtak, addig az új kimutatásban lehető legtöbb adatot képletek segítségével számítottam ki. Az áthivatkozások száma is jelentősen megnőtt az általam átalakított táblában.

Az átalakított kimutatási rendszert bemutattam a cég munkatársainak, akiknek a véleményét az Ellenőrzés fejezet 5.4 részében foglalom össze.

A már meglévő kilogrammonkénti profit mellé létrehoztam egy összesített profit oszlopot is. Amennyiben a kilogrammonkénti nyereség nem haladja meg a 0-át, akkor a táblázat adott sora piros színűvé változik, ezzel is felhívva az vezetőség figyelmét a problémára. Ezt a lépést azért tartottam fontosnak, mert így a igazgatóság számára egyértelművé válhat, hogy melyik az a partner, ahol nem optimálisak a feltételek.

A régi verzió ebben a kimutatásban foglalkozott a fuvarkörökkel is, én azonban ezt egy másik dokumentumba csoportosítottam át.

A partnerekkel történő szerződéskötést követően a cég pénzügyi munkatársai felveszik a „Kitöltendő” munkalapra az ügyfél nevét, illetve a szerződésben lefektetett mosási kilogramm szerinti árat. Mivel a sofőrök órábére azonos, így ezt az értéket is ilyenkor érdemes beírni a rendszerbe. Ezeket az információkat elég évente egyszer bevinni az adott cellákba, ha évközben nincs változás.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Megrendelő neve	Mosott súly Kg/Hó	Számla végösszeg (Ft)	Gépjármű típusa	Ráfordított Km/Hó	Kilométer - Arány	Ráfordított Munkaóra/Hó	Sofőrök óradíja (Ft)
2	A	16 738	2 560 914	Mitsubishi	4531,9	1,00	142,8	885
3	B	84	19 404	Ford	64,1	1,00	3,2	
4	C	276	68 448	Mitsubishi	81,7	1,00	4,3	
5	D	767	190 216	Mitsubishi	37,8	1,00	2,5	
6	E	6 604	1 420 917	Mitsubishi	368,9	0,67	16,8	
7				Nissan	184,47	0,33	8,385	
8	F	69 679	16 938 965	Ford	871,7	0,58	318,6	
9				Mazda	619,5	0,42	298,6	
10	G	2 190	543 120	Mitsubishi	114,3	1,00	7,7	

16. ábra - A "Kitöltendő" munkalap

Forrás: Saját szerkesztés

Ezt követően a beérkező adatok alapján havonta bejegyzik a „kitöltendő” munkalap következő oszlopának celláiba az információkat. Ide tartoznak a súlyra és a ráfordított munkaórára vonatkozó értékek.

Ezután a gépjármű típus meghatározása következik, az oszlop celláiba kerülnek beírásra a különböző típusok.

Amennyiben egy partnerhez csak egyfajta autó szállít, akkor a „kilométerarány” oszlopba automatikusan az 1 érték kerül felvezetésre. Ha azonban több típus is megy az adott ügyfélhez, akkor a ráfordított kilométerek alapján kerül meghatározásra ez az arány.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Megrendelő neve	Szerződés szerinti mosási ár Ft/kg (Nettó)	Mosott súly Kg/Hó	Számla végösszeg (Ft)	Gépjármű típusa	Költségek összesen Ft/Kg	Profit Ft/Kg	Profit összesen Ft
2	A	153	16738	2 560 914	Mitsubishi	*****	*****	*****
3	B	231	84	19 404	Ford	*****	*****	*****
4	C	248	276	68 448	Mitsubishi	*****	*****	*****
5	D	248	767	190 216	Mitsubishi	*****	*****	*****
6	E	215	6604	1 420 917	Mitsubishi	*****	*****	*****
7					Nissan	*****	*****	*****
8	F	243	69679	16 938 965	Ford	*****	*****	*****
9					Mazda	*****	*****	*****
10	G	248	2190	543 120	Mitsubishi	*****	*****	*****

17. ábra - A "Főtábla" munkalap

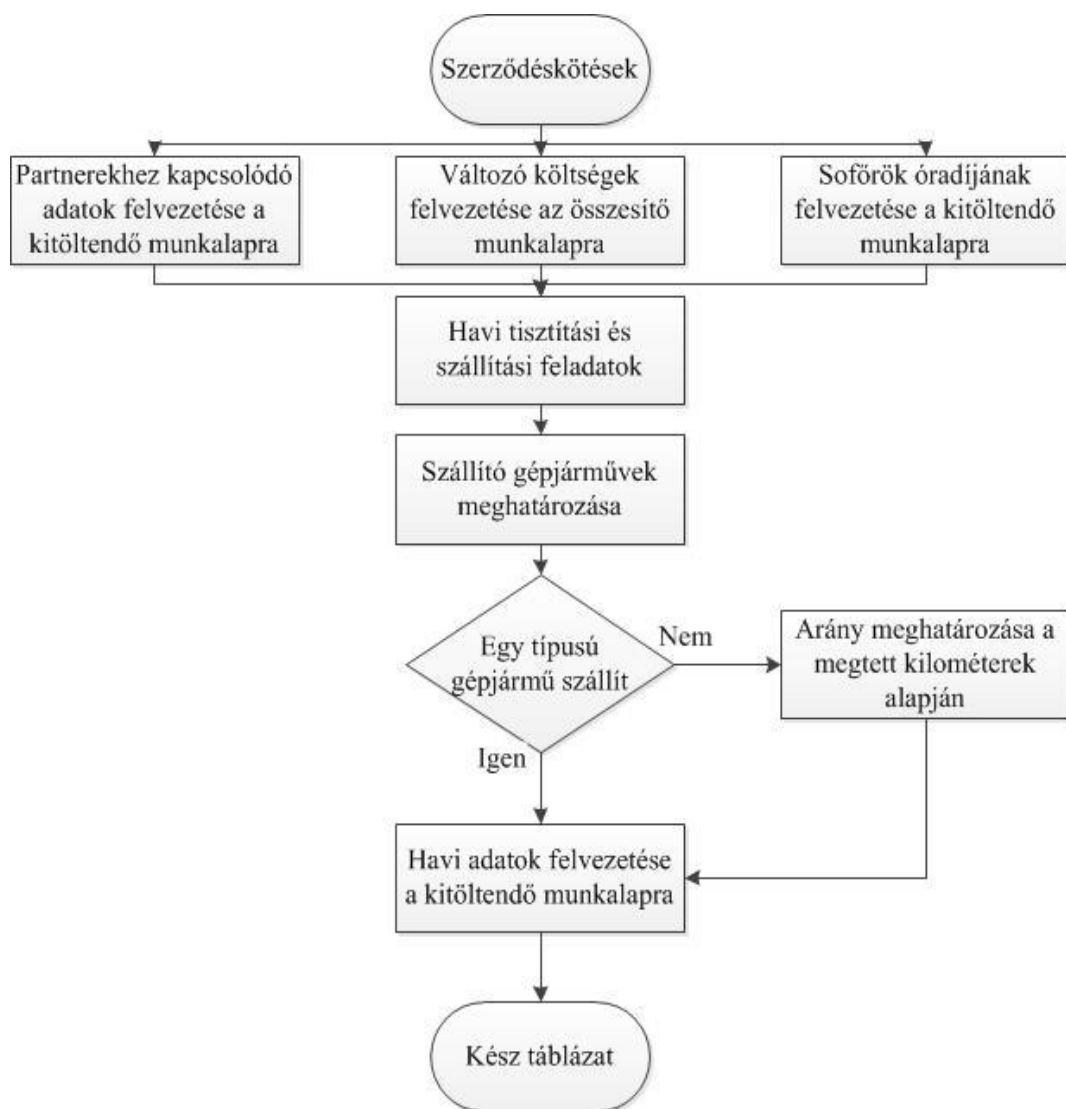
Forrás: Saját szerkesztés

A „kitöltendő” munkafüzetbe felvitt adatok alapján automatikusan elkészül a „főtábla” és a „költségek” blokk is.

Az egyes partnerek neveit, valamint a cég költségeit illetve profitját kódolva mutatom be az információk bizalmas jellege miatt.

A táblázatkitöltés folyamatát a 18. ábra mutatja be vizuálisan. A munkalapok címkéit különböző színűvé alakítottam. A zöld színt a „Főtábla” kapta, hiszen ez tartalmazza a leginkább releváns adatokat. Piros háttérű lett a „Költségek” munkalap, mert ebbe nem kell manuálisan beírni. Az „Összesítő” és a „Kitöltendő” sárga háttérrel kapott, ide kell beírni az adatokat. A munkalapokon belül azoknak a celláknak a háttére zöld, melyekbe írni kell a munkatársaknak (például 16. ábra), a többit fehérre hagytam.

A partnerekkel és a sofőrökkel történő szerződéskötéseket követően a pénzügyi munkatársak az ezen dokumentumokból kinyert adatok alapján beírják a 16. ábra három oszlopát (A, C és H oszlopokat). A gépkocsikhoz tartozó változó költségek ezzel a tevékenységgel párhuzamosan kerülnek meghatározásra, ezeket az értékeket az „Összesítő” munkalapra (15. ábra) kell beírni. A hónap végén a cég részletese adatokhoz jut az adott periódusban teljesített tisztítási és szállítási feladatokról. Ezekből a jelentésekből kiderül, hogy az egyes partnerekhez mennyiféle különböző típusú gépjármű szállítja a textíliákat. Amennyiben csak egy, akkor ezek alapján ki tudják tölteni a 16. ábra megmaradt oszlopait is (B, D, E, F és G oszlopokat). Ha az egyes ügyfelekhez több típusú gépjármű is szállít, akkor először meg kell határozni a szállítási arányt a megtett kilométerek alapján (F oszlop), hiszen ilyenkor a kilométer arány nem 1,00 lesz. Miután a „Kitöltendő” és „Összesítő” táblázat celláiba adatok kerültek, automatikusan kiszámításra kerülnek a többi munkalap eredményei is (15. ábra), ezáltal létrejön a „Főtábla” rész is (17. ábra), mely a legfontosabb információkat tartalmazza.



18. ábra - A táblázat kitöltésének folyamatábrája

Forrás: Saját szerkesztés

4.2. A KÖRJÁRATTERVEZŐ ALRENDSZER BEMUTATÁSA

A cég által használt fuvarköröket évekkel ezelőtt dolgozta ki az egyik alkalmazott, aki jelenleg már nem áll a vállalkozás alkalmazásában. Az évek alatt ezek az útirányok csak a legkritkább esetben kerültek átalakításra, akkor is számítógépes program támogatása nélkül. Az alapvető célom az volt, hogy megkönnyítsem a bázisvállalat dolgozói számára az optimális fuvarkörök kialakítását, illetve a már meglévő útvonalak racionalizálást. Ennek érdekében létrehoztam egy programot. A körjárat tervező rendszer létrehozásánál a legegyszerűbb elemi algoritmusokat használtam.

A program kialakításában Visual Basic kódot alkalmaztam annak egyszerűsége miatt, melyek segítségével az egyszerű feladatokat automatizáltam. Az alkalmazás lényege, hogy a megadott távolságok alapján megmutassa, hogy milyen sorrendben érdemes a szállítási műveleteket elvégezni. A fuvarkörbe úgy lehet új szállítási pontot bekapcsolni, hogy az útmátrixot tartalmazó munkalapon egy új sort hozunk létre. A szoftver másik funkciója a bázisvállalat gépjárműveinek a teherbírását vizsgálja meg. Egy gombnyomással kiderül, hogy az adott autó képes-e a végrehajtani az adott fuvarkört. A fent említett két funkció jelentősen megkönnyítheti a fuvarkörökkel foglalkozó munkatársak feladatát.

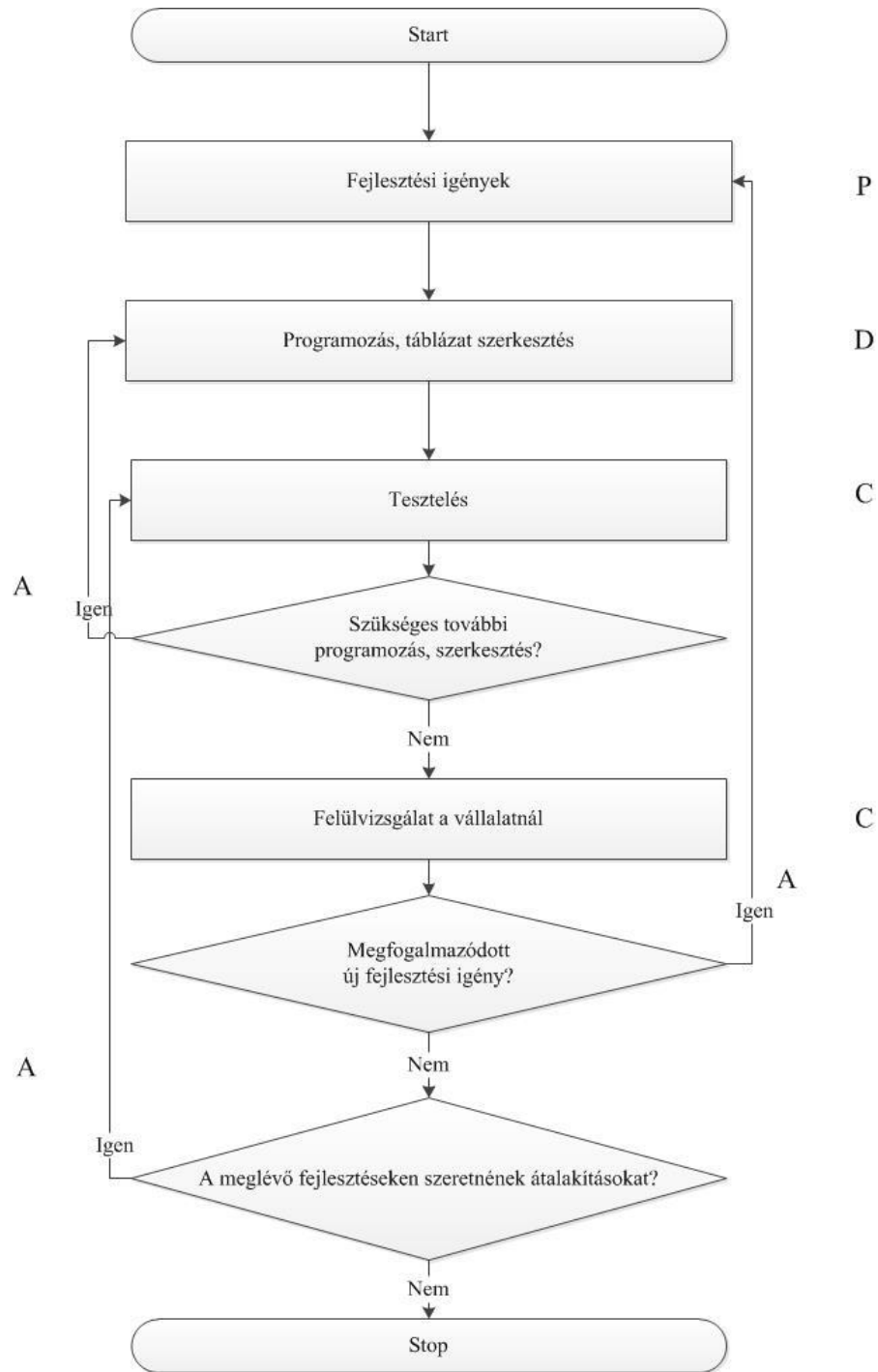
KÖRJÁRATTERVEZÉS	
GÉPJÁRMŰ TEHERBÍRÁS ELLENŐRZÉSE	
A gépjárművek teherbíróképességéhez hasonlítjuk a kiválasztott körjáratban terv szerint elszállítandó mennyiséget.	
Ez az ellenőrzési funkció nem jár beavatkozással, figyelmezteti a felhasználót az újratervezés szükségességére!	
Teherbírás ellenőrzés	
KÖRJÁRAT OPTIMALIZÁLÁSA	
Az optimalizálás elvégzéséhez a tervezés előtt minden szükséges adatot meg kell adni az adatbeviteli munkalapokon (sárga színű).	
Az adatbevitel csak a zöld színű cellákban lehetséges.	
Körjárat optimalizálás	

19. ábra - Teherbírás-ellenőrzés és körjárattervezés indító munkalap a programfuttatást megkönnyítő nyomógombokkal („Tervező” munkalap)

Forrás: Saját szerkesztés

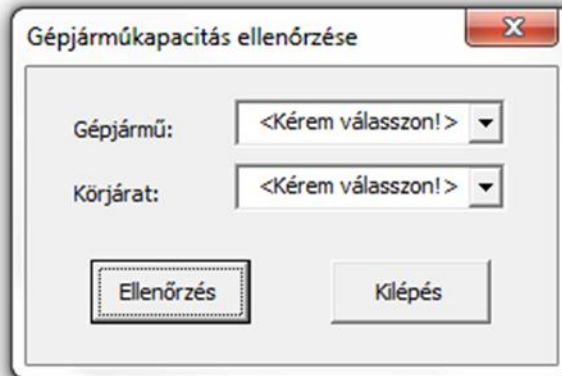
A táblázat számos munkafület tartalmaz. A sárga háttérű munkafületeket kell kitöltenie a felhasználónak. A kitöltést az „Adatok” résszel kell kezdeni. Itt meg kell adni a gépjárművek típusait a hozzájuk tartozó teherbírással és rendszámmal, valamint körjáratok elnevezéseit is. A többi kitöltendő rész az útirányok után kapja a nevét. Az útirányoknál a programba be kell táplálni a célállomások neveit, valamint az egymástól való távolságukat kilométerben. Az alkalmazás ezen adatok segítségével tudja az optimális fuvarköröket megtervezni. Amikor az összes kitöltendő adat bevitelre került, a szoftver lefuttatható a „Tervező” munkalapon. A kialakítás folyamatábráját a 20. ábra szemlélteti. A grafikon megjelenik a PDCA-ciklus (Plan, Do, Check, Act) is. A folyamat első fázisa a tervezés, ekkor kerülnek meghatározásra az alapvető fejlesztési igények.

Miután kiderül, hogy mire van szüksége a vállalatnak, el lehet kezdeni a programozást és a táblázatok átalakítását. A tesztelésekkel és a vállalat dolgozóinak megkérdezésével a program rendeltetésszerű működését, illetve a táblázatok átláthatóságát vizsgáltam. Amennyiben változtatásra, vagy új fejlesztés kialakításra volt szükség, akkor be kellett avatkoznom és módosításokat kellett végrehajtanom.



20. ábra - A körjárattervező program kialakításának folyamatábrája
 Forrás: Saját szerkesztés

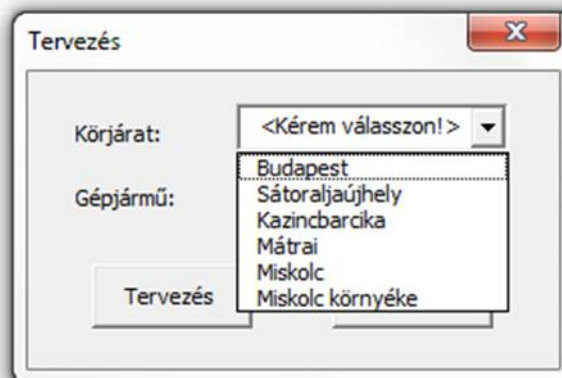
A teherbírás ellenőrzésnél ki kell választanunk, hogy melyik gépkocsit vizsgáljuk, illetve hogy melyik fuvarkörön. A kiválasztáshoz egy párbeszédpanel jelenik meg a program futásának első lépéseként (21. ábra).



21. ábra - Párbeszédablak legördülő listákkal (Gépjárműkapacitás-ellenőrzés)

Forrás: Saját szerkesztés

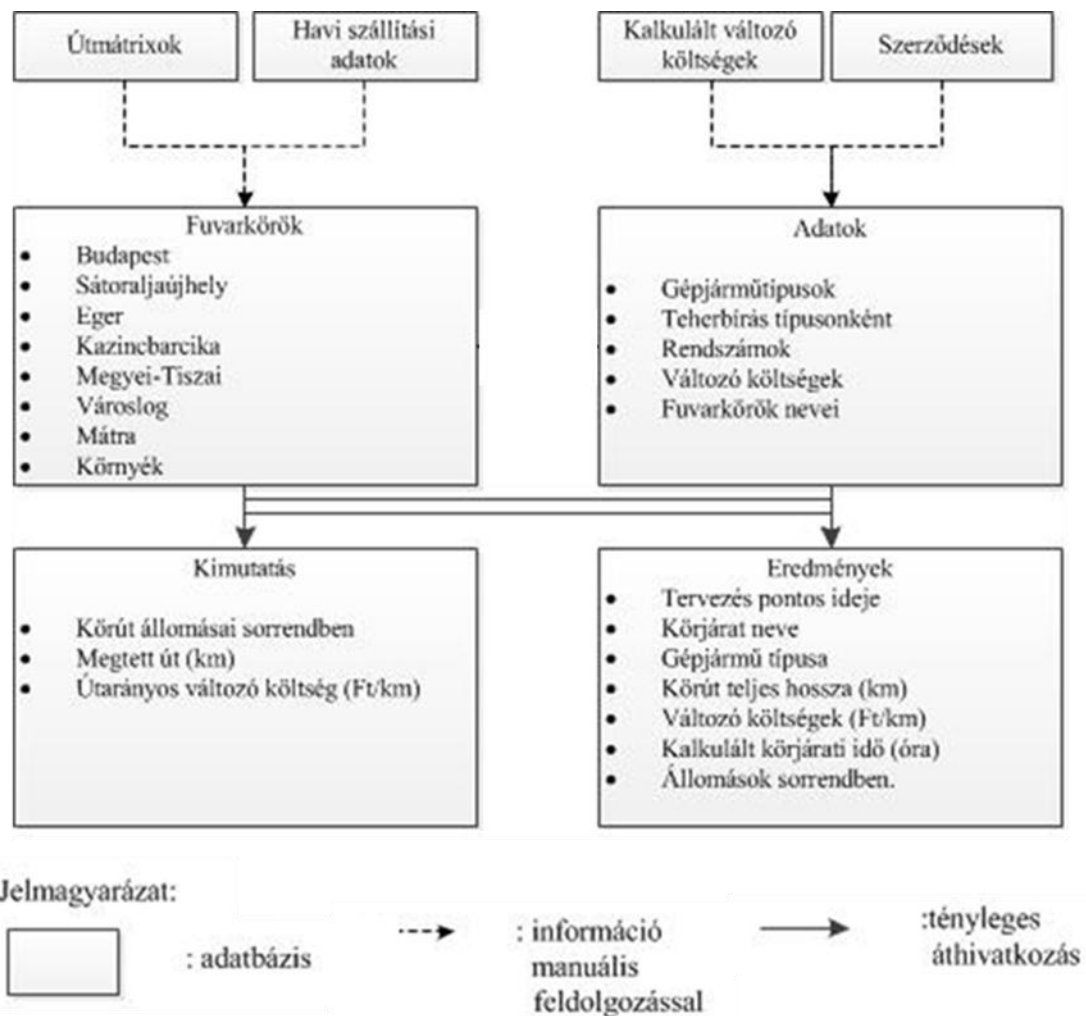
A futtatás után a program egy párbeszédablakban megadja, hogy a tervezett körjárat megvalósítható-e az adott autóval. A körjárat optimalizálás már komplexebb eredményt szolgáltat. Hasonlóképpen a teherbíráshoz, itt is kétszer kell választanunk, először a fuvarkörök, majd a gépjármű típusok közül (22. ábra).



22. ábra - Párbeszédablak legördülő listákkal (Körjárat-tervezés)

Forrás: Saját szerkesztés

A tervezés gombra kattintva a program elvégzi a szükséges lépéseket. A körjárat tervezési eredménylapon megjelennek a számunkra releváns információk, melyeket a 23. ábra szemléltet.



23. ábra - Körjárattervező rendszer kapcsolatai

Forrás: Saját szerkesztés

Érdemes megjegyezni, hogy mivel fuvarkörről beszélünk, így az első és az utolsó állomás megegyezik, így a kör teljes lesz.

Az eredmények munkalapon található eredmények az alábbiak szerint kerülnek kiszámításra, megjelenítésre.

- Tervezés pontos ideje: A program futtatásának kezdetekor („Körjárattervezés” nyomógomb aktiválása) aktuális dátum és idő rögzítése a munkalap adott cellájában.
- Körjárat neve: A tervezés elindításakor kiválasztott körjárat nevének beillesztése a munkalap adott cellájába.
- Gépjármű típusa: A tervezés elindításakor kiválasztott gépjármű típusának beillesztése a munkalap adott cellájába.

- Körjárat teljes hossza: Az optimalizálási algoritmus által adott sorrend alapján az adott körjáratához tartozó útmátrix alapján az állomások közötti távolságok összegzése.
- Változó költségek: A teljes körjárat úthossz felosztása a bázis és az érintett pontok közötti – a körjárat útvonala szerinti – távolságok arányában, majd az egyes helyekre vonatkozó útarányszámok szorzása az üzemanyag és az amortizáció költségével. A változó költség másik összetevője: a körjárat idő felosztása a fenti arányok szerint, majd ezek szorzása a sofőr óradíjával (adattáblában megadva); a körjárat teljes ideje tartalmazza a felkeresendő helyeken és a bázison történő átrakodás átlagos idejét, amit a program az adattáblából olvas ki. Az első és a második tag összege adja egy adott hely változó költségét, a körjáratra vonatkozóan annak változó költsége pedig a helyekre vonatkozóak összege.

$$R_i = l_i / \sum_i l_i : \text{útarány}, \quad (29)$$

ahol l_i : bázis – partner távolsága a körjárat útvonalán

$$VC'_i = R_i \cdot (am + \ddot{u}a), \quad (30)$$

ahol am : amortizáció, $\ddot{u}a$: üzemanyag költség

$$VC''_i = R_i \cdot T \cdot K, \quad (31)$$

ahol $T = T_{\text{szállítási}} + T_{\text{rakodási}}$

$$VC_i = VC'_i + VC''_i \quad (32)$$

$$VC = \sum_i VC_i \quad (33)$$

- Kalkulált körjárat idő: Algoritmus szerinti körjárat úthossz szorzása a körjárat-hoz előre megadott átlagsebességgel.
- Állomások sorrendben: Az érintett helyek felsorolása sorrendben, azok mellett pedig a fent részletezett számítási eljárás szerint a változó költségek kiírása.

A „Számítás” munkalapon nyomon követhetőek az egyes lépések, melyek alapján az optimális sorrend kialakításra került. A kimutatási rendszerhez hasonlóan (4.1 fejezet) a munkalapok címkéit itt is színes háttérűvé változtattam. A zöld szín itt is a fontos kimutatókat, sárga a szükséges adatbeírásokat, piros pedig a segédszámításokat jelöli. A munkalapokon belül pedig a zöld háttérű cellákba kell beírni az adatokat.

36	17	Matrai Gyógyintézet	131	48	54	50	39	21	21	57	51	133	130	129	95	70	18	96	0	50	66	65	82	79
37	18	Sziluet	81,6	1,8	5,8	2,7	82	36	48	5,1	2,3	85	82	79	63	22	55	36	50	0	25	24	22	25
38	19	Füzesabony szenvedé	74,9	24	29	23	60	39	43	20	25	77	75	73	112	45	48	29	66	25	0	1,7	11	18
39	20	Füzesabony Piko Pac	74,9	22	27	21	60	38	39	18	23	77	74	73	112	44	48	31	65	24	1,7	0	13	23
40	21	Mezőkövesd Reuma	62,8	23	28	22	77	47	48	19	25	64	62	61	99	44	64	19	82	22	11	13	0	7,5
41	22	Mezőkövesd Idősek	60,3	28	32	26	74	65	57	23	29	62	59	58	97	46	62	14	79	25	18	23	7,5	0

24. ábra - Fuvartervező rendszer szemléltetése

Forrás: Saját szerkesztés

A program segítségével az optimális sorrend kialakítása egyszerűvé és gyorsá válik. A színek azt jelentik, hogy a sárga lapfülszínű munkalapon lehetséges adatbevitel, de csak a zöld háttérű cellákba, a többi cella módosítása és a munkalapon egyéb módosítás csak jelszó megadásával lehetséges. Ez kiküszöböli a helytelen sor- és oszlopbeszűrésokat, mivel az algoritmushoz tartozó VB kód számos ciklusa cellahelyhez kötött. A zöld lapfülszín jelentése az, hogy az azokon elhelyezkedő értékek a futtatás eredményadatai. A „Kimutatás” munkalapon szereplő adatok elhelyezése lehetővé teszi az átlátható, A/4-es méretű lapra történő nyomtatást, a „Log” munkalap pedig az utolsó törlés óta keletkezett futtatási eredményeket jeleníti meg egyfajta karbantartható archívumként. A piros lapfülszínű munkalapok az aktuális futtatás részeredményeit összesíti. Ebben a táblázatban nem szükséges módosítás elleni Poka-Yoke védelem, mert minden futtatás előtt a program törli a tartalmát. Ezek a megoldások nagymértékben lehetővé teszik az emberi tévedés kiküszöbölését.

A VB program két modulból és három felhasználói formából áll, forráskódja a mellékletben található.

5. ELLENŐRZÉS

A fejlesztési igények megvalósítása után fontos lépés azok ellenőrzése, tesztelése is. Az 5.1-es fejezetben a tesztelési folyamatot részletezem. Az 5.2-es részben a tesztelési folyamat alatt kapott értékeket vizsgálom meg. Az 5.3-as szekcióban a beválás mérés módszerét mutatom be, majd a 5.4-es fejezetben a célelérést értékelem. Végül pedig a vállalat dolgozói segítségével meghatározom a továbbfejlesztés lehetséges irányait (5.5 fejezet).

5.1. A KÖRJÁRATTERVEZŐ ALRENDSZER TESZTELÉSI FOLYAMATA

A körjárat tervező rendszer kidolgozása után a működőképesség ellenőrzéséhez elengedhetetlen lépés annak tesztelése is. Első lépésként a bázisvállalat által alkalmazott köröket vettem górcső alá. A program futtatásához szükségem volt a célállomások egymástól való távolságaira, így ezen adatok kigyűjtésével kezdtem a folyamatot. Ezeket az információkat, valamint a gépjárművek szükséges jellemzőit beírtam a táblázat adott részeibe (rendre: körjáratok munkalapjai és „Adatok” munkalap), majd lefuttattam az egyes köröket. Az eredmények kiértékelése után megállapítható, hogy az útvonalak célállomásai között vannak átfedések, és a körökön belül egyes csomópontok indokolatlanul távol vannak egymástól. Ezért a következő lépésben új „tömbök” kialakításával próbáltam hatékonyabbá tenni a szállítási folyamatokat. Ezeket az egységeket a partnerek célállomásainak földrajzi elhelyezkedése alapján jelöltem ki. Ez azért volt fontos, mert ezen csoportok alapján a cég akár új fuvarköröket is kialakíthat a közeljövőben. Ezután hasonlóan jártam el, mint a már meglévő köröknél, vagyis kitöltöttem a távolságmátrixot, illetve megadtam az autók adatait, végül elindítottam az alkalmazást az új tömbökre.

5.2. TESZTEREDMÉNYEK SZIMULÁLT ADATOK ALAPJÁN

A régi körök tesztelésénél az útirányok hosszaival kapcsolatban a következő eredményeket kaptam:

- 1. kör (Budapest): 378 km
- 2. kör (Eger-Gyöngyös): 269 km
- 3. kör (Kazincbarcika): 181 km
- 4. kör (Megyei-Tiszai): 8 km
- 5. kör (Városlog): 261 km

- 6. kör (Sátoraljaújhely): 194 km
- 7. kör (Mátra): 421 km
- 8. kör (Környék): 316 km

Mindegyik esetben megjelent a fuvarkörön belüli optimális sorrend is. Ezek túlnyomó részben megegyeztek a bázisvállalat által alkalmazott fuvarkörön belüli sorrendekkel. A számítások esetén szűk-keresztmetszet értékekkel dolgoztam, azaz az egyes fuvarkörökben a hét legterheltebb napjait vettem figyelembe (nem minden nap történik minden-hova szállítás, van ahova csak heti egyszer vagy kétszer).

Mindeddig ezek a sorrendek nem voltak tényleges számításokkal alátámasztva, most már azonban a célállomások egymástól való távolságait is figyelembe vette a program. Az eredményekből látszik, hogy 6. kör a leghosszabb (437 km), míg a Megyei-Tiszai kör mindössze 8 kilométer hosszú.

Az általam kialakított új tömbök a meglévő nyolc fuvarkör helyett, már csak hat csoportba foglalták össze az érintendő csomópontokat. Értelemszerűen itt is megegyeznek a kiinduló és végpontok, vagyis a bázisvállalat vizsgált telephelye. A budapesti és a sátoraljaújhelyi útirányokon nem változtattam. Kialakítottam egy tisztán miskolci kört, mely csak a borsodi megyeszékhely ügyfeleinek igényét elégítené ki. Ennek következtében a megmaradt útvonalakból már kivettem a miskolci partnereket. A kazincbarcikai kört a közelben lévő putnoki egészségügyi intézménnyel egészítettem ki. A mátrai kört összevon-tam az egrivel, így az ebben az útvonalban szereplő partnerek száma jelentősen megemel-kedett. Vizsgálataim során felfedeztem olyan pontokat, melyeket igazán eredményesen egyik körhöz sem lehet csatolni földrajzi kiugró elhelyezkedésük miatt. Itt említhetjük a tiszaujvárosi, encsi, valamint az szikszói ügyfelek telephelyeit is. Ezeket egy 6. csoportba egyesítettem, ezáltal létrehozva egy teljesen új fuvarkört. A program lefuttatása után a kö-vetkező eredményeket kaptam

- 1. kör (Budapest): 378 km
- 2. kör (Sátoraljaújhely): 194 km
- 3. kör (Kazincbarcika): 162 km
- 4. kör (Mátra): 475 km
- 5. kör (Miskolc): 56 km
- 6. kör (Miskolc környéke): 138 km

Az általam kialakított tömbök esetében a mátrai kör lett a leghosszabb 475 kilométerrel. Ennek oka, hogy a bázisvállalat által használt körök kerültek benne egyesítésre. A legrövidebb miskolci fuvarkör 56 kilométer hosszú. Feltűnő lehet, hogy a kazincbarcikai kör rövidebb lett, ez annak a következményei, hogy a miskolci ügyfelek textíliái már nem ebben a körben kerülnek felvételre. A Miskolctól keletre tervezett új 6-os számú kör hossza 138 kilométer.

6. táblázat: Aktuális és fejlesztett „Budapest” kör összehasonlítása

	Aktuális kör	Fejlesztett kör
<i>Körjárat neve</i>	Budapest	
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	378	
<i>Változó költség (Ft)</i>	34241	
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	5,56	

Forrás: Saját szerkesztés

Az első két körjáratot az eredeti állomáshelyekkel hagytam, így a régi és a fejlesztett változat között nincs különbség. A „Budapest” körút hossza 378 kilométer, melyre a járművek a rakodási időt is beleszámítva 5,56 óra. Az útvonalhoz kapcsolódó változó költségek mértéke 34241 forint.

7. táblázat: Aktuális és fejlesztett „Sátoraljaújhely” kör összehasonlítása

	Aktuális kör	Fejlesztett kör
<i>Körjárat neve</i>	Sátoraljaújhely	
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	194	
<i>Változó költség (Ft)</i>	19810	
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	5,38	

Forrás: Saját szerkesztés

A „Sátoraljaújhely” kör alatt 194 kilométert tesznek meg az autók 5,4 óra alatt, a változó költségek mértéke pedig 19810 forint.

**8. táblázat: Aktuális és fejlesztett „Kazincbarcika”
kör összehasonlítása**

	Aktuális kör	Fejlesztett kör
<i>Körjárat neve</i>	Kazincbarcika	
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	181	162
<i>Változó költség (Ft)</i>	18922	16542
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	5,52	4,49

Forrás: Saját szerkesztés

A „Kazincbarcika” körön már végeztem átalakításokat, melyet az adatok eltérése is alátámaszt. Az eredeti körjáratból kivettem a miskolci és a szikszói célállomásokat, így a az útvonal hossza 19 kilométerrel, a körjárat idő pedig több mint egy órával lerövidült. Ennek következtében a változó költségek 2380 forinttal csökkentek.

**9. táblázat: Aktuális és fejlesztett „Mátra”
kör összehasonlítása**

	Aktuális kör	Fejlesztett kör
<i>Körjárat neve</i>	Mátra	
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	285	449
<i>Változó költség (Ft)</i>	27240	45139
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	5,80	11,65

Forrás: Saját szerkesztés

A „Mátra” fuvarkör esetében a változások iránya ellentétes. A fejlesztett körbe több régi útirányt is összevontam, így ennek hossza 164 kilométerrel hosszabb, kapcsolódó költsége 17899 forinttal nagyobb, és a teljesíthetőség ideje is 11,65 órára nyúlt meg.

**10. táblázat: Aktuális és fejlesztett „Városlog-Miskolc”
kör összehasonlítása**

	Aktuális kör	Fejlesztett kör
<i>Körjárat neve</i>	Városlog	Miskolc
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	261	56
<i>Változó költség (Ft)</i>	26854	9723
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	7,47	6,08

Forrás: Saját szerkesztés

A legnagyobb eltérések ezek között az útvonalak között vannak, így az adatok közötti eltérések mértéke is itt a legnagyobb. A „Városlog” kör a miskolci ügyfeleken kívül a környező települések partnereihez is elmegy (például Ózd vagy Mezőkövesd), míg az átalakított „Miskolc” kör csak a borsodi megyeszékhely határain belül marad.

11. táblázat: Aktuális és fejlesztett „Környék-Miskolc környék” kör összehasonlítása

	Aktuális kör	Fejlesztett kör
<i>Körjárat neve</i>	Környék	Miskolc környék
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	316	138
<i>Változó költség (Ft)</i>	31617	14451
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	8,03	4,23

Forrás: Saját szerkesztés

Az aktuálisan használt „Környék” útvonal nagyobb sugarú kört fed le, mint a „Miskolc környék” kör, amely csak Encset, Mályit, Szikszót és Tiszaújvárost érinti.

12. táblázat: Aktuális „Megyei Tiszai” és „Eger” körök vizsgálata

	Aktuális kör	Aktuális kör
<i>Körjárat neve</i>	Megyei-Tiszai	Eger
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	8	269
<i>Változó költség (Ft)</i>	1515	26004
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	1,01	5,81

Forrás: Saját szerkesztés

Az átalakítások nyomán az eredeti nyolc körből már csak hat maradt. A „Megyei-Tiszai” kör a cég telephelyéhez közeli ügyfelektől gyűjti be a textíliákat, így az útvonal csak 8 kilométer hosszú, a kapcsolódó költség 1515 Ft, a kalkulál körjárat idő pedig 1,01 óra. Az „Eger” kör az átalakított köröknél integrálásba került a „Mátra” körbe. A körút hossza 269 kilométer, a hozzá kapcsolódó költségek mértéke 26004 forint, melyet a gépjárművek 5,81 óra alatt tudnak teljesíteni.

13. táblázat: Aktuális és fejlesztett körök összehasonlítása

	Összesen	
	Aktuális körök	Fejlesztett körök
<i>Körút teljes hossza (km)</i>	1892	1377
<i>Változó költség (Ft)</i>	186203	139905
<i>Kalkulált körjárat idő (h)</i>	44,56	37,39

Forrás: Saját szerkesztés

Az aktuális és a fejlesztett körök összesített adataiból látszik, hogy az átalakított útvonalak hossza jelentősen, 515 kilométerrel megrövidült, az azokhoz kapcsolódó költségek 46298 forinttal csökkentek. A kalkulált körjárat idők is körülbelül 7 órával csökkentek, melyek jelentős változásokat generálhatnak a munkaerő kihasználtság rendszerében is.

A változó költségeket egy külön vizsgálattal hasonlítottam össze. A fuvartervező program által generált változó költségeket hasonlítottam össze a vállalat által jelenleg használt változó költségekkel. Az összevetést „budapesti” kör esetében mutatom be. A fuvarkör részletesen a „Jelenállapot bemutatása” fejezet „2.2.2”-es részében került leírásra. Az útvonal a miskolci telephelyen kívül három budapesti és egy vámosgyörki állomást tartalmaz. Minden csomóponthoz külön változó költség köthető, melyek a cég dolgozói a következőképpen számítanak ki:

$$\frac{\text{Havi üzemanyag költség (Ft)} + \text{Havi bérköltség(Ft)}}{\text{Szállítási alkalmak száma}} \quad (34)$$

A kiszámításhoz szükséges üzemanyag- és bérköltségi adatok összesítő táblázatból veszik, azonban a szállítási alkalmak számát már egy másik munkalap tartalmazza. A számítások elvégzését követően a következő eredményeket kaptam (a számokat egészre kerekítettem):

- Vámosgyörki Szociális Otthon:

$$\frac{7\,169\text{ Ft} + 3\,425\text{ Ft}}{4\text{ alkalom}} = 2\,649\text{ Ft/alkalom}$$

- Károlyi Kórház:

$$\frac{127\,349\text{ Ft} + 63\,894\text{ Ft}}{21\text{ alkalom}} = 9\,107\text{ Ft/alkalom}$$

- Honvéd Kórház:

$$\frac{251\,837\text{ Ft} + 126\,343\text{ Ft}}{21\text{ alkalom}} = 18\,009\text{ Ft/alkalom}$$

- Városi Kórház:

$$\frac{98\,715\text{ Ft} + 49\,507\text{ Ft}}{21\text{ alkalom}} = 7\,058\text{ Ft/alkalom}$$

A kapott eredményeket összevetettem a program által kiszámoltakkal (14. táblázat).

14. táblázat: A "Budapesti" fuvarkör változó költségeinek vizsgálata

	Manuálisan számított változó költség (Ft)	Program által kalkulált változó költség (Ft)
<i>Városgyörki Szociális Otthon</i>	2 649	5 996
<i>Károlyi Kórház</i>	9 107	9 257
<i>Honvéd Kórház</i>	18 009	9 520
<i>Városi Kórház</i>	7 058	9 467
Összesen:	36 823	34 241

Forrás: Saját szerkesztés

Az összehasonlításból látszik, hogy az összesített eredmények közel azonosak, mindazonáltal a program által kiszámított érték 2582 forinttal kisebb. Feltűnő különbség, hogy a változó költségek másképp vannak felosztva az egyes kiszámítási módokban. A szoftver által számított értékek logikusabbak, hiszen a három budapesti partnerhez a program közel azonos mértékű költséget köt (körülbelül 9400 Ft). A manuális számításnál azonban ezek az értékek jelentősen eltérnek egymástól, a legnagyobb különbség a két fővárosi célállomásnál 10951 forint. Ennek oka az lehet, hogy ebben a számítási módszerben nem veszik figyelembe a célállomások egymástól való távolságát.

A manuális kiszámítás bonyolultabb és több időt, ezáltal több felhasznált emberi erőforrást is igényel. A hibázási lehetőségek száma nagy, hiszen az információkat több helyről kell összegyűjteni. A program automatikusan kiszámítja az optimális költségeket, mely jelentős könnyítést jelenthet a dolgozóknak. A többi fuvarkör összehasonlításakor is hasonló következtetések lehet levonni.

5.3. BEVÁLÁS MÉRÉSI MÓDSZER (CÉLVÁLTOZÓK ÉS VESZTESÉGEK ALAPJÁN)

Az átalakított kimutatás és a kidolgozott körjárat tervező rendszer esetében is szükséges, hogy működőképességük, hatékonyságuk ellenőrző vizsgálatra kerüljön. Lényeges, hogy ezek az elemek mennyire használhatóak, mennyire váltak be a bázisvállalat számára. A korábbi fejezetben kifejtett célváltozók támaszt nyújthatnak az ellenőrzés során. Összehasonlítottam a korábbról származó adatokat a munkám során kialakítottakkal. A legfontosabb visszajelzést persze a cég pénzügyi, logisztikai területén dolgozó munkatársak tudják adni, így őket is felkeresetem több alkalommal, hogy értékeljék az addig elkészült változatokat. Az adminisztrációs rendszerrel és a fuvartervező programmal kapcsolatos, használhatóságra vonatkozó megfigyeléseikről érdeklődtem náluk a 1.2. fejezetben bemutatott célváltozókhoz megfogalmazott kérdésekkel (15. táblázat).

15. táblázat: A célváltozók és az azokhoz kapcsolódó kérdések a kimutatási rendszernél

Célváltozók	Megfogalmazott kérdések
<i>Kimutatás érthetősége</i>	Mennyire egyértelmű az új táblázat?
<i>Kimutatás átláthatósága</i>	Mennyire átlátható az új kimutatás?
	Mennyi tagolt az új kimutatás?
	A költségek mennyire átláthatóak?
<i>Kimutatás kezelhetősége</i>	Egyértelműen látszik, hogy melyik ügyfelekkel kell foglalkozni?
	Mennyire könnyen használható?
<i>Új adatok beviteli ideje és módosítások ideje</i>	Gyorsabban lehet bevinni egy új ügyfél adatait?
	Gyorsabban lehet módosítani egy meglévő ügyfél adatait?

Forrás: Saját szerkesztés

16. táblázat: A célváltozók és az azokhoz kapcsolódó kérdések a fuvartervező programnál

Célváltozók	Megfogalmazott kérdések
<i>Változó költségek körönként (Ft)</i>	Kiszámítja a program a változó költségeket?
<i>Érintett ügyfelek körönként (db)</i>	Mennyire optimálisak az útvonalak?
<i>Szállítási kör ideje (óra)</i>	A lehető legrövidebbek lettek a szállítási köridők?
<i>Szállított súly körönként (kg)</i>	Megkönnyíti az autók terhelhetőségének kiszámítását?
<i>Szállítási kör hossza (km)</i>	Könnyebben kiszámolhatóak a fuvarkörök hosszai?
<i>Egyszerű, átlátható használat</i>	Mennyire átlátható az új kimutatás?
	Mennyi tagolt az új kimutatás?
	Mennyire érthető a tervezőrendszer működése?

Forrás: Saját szerkesztés

A kapott válaszokat összegyűjtöttem és levontam a konzekvenciákat, amit az 5.4. alfejezetben foglalkozok össze. A 2.3. alfejezetben a vállalatnál folytatott interjúk alapján összegeztem a feltárt veszteségeket és azokat a hét fő veszteség kategóriái szerint csoportosítottam. A fejlesztési munka eredményeképp a rendszer használatában érintettek segítségével értékeltem, hogy mely veszteségtényezők esetében sikerült csökkentést elérni. Megjegyzendő, hogy hosszabb távú alkalmazás esetén érdemes ezeknek az eredményeket újra felülvizsgálni.

17. táblázat: Irodai veszteségtényezők értékelése

Veszteségtípus	Veszteség	Értékelés
<i>Túltermelés</i>	Túl sok adatot írnak be a táblázatokba.	Csökkent.
	Túl sok fuvarkör alkalmazása.	Csökkent.
<i>Várakozás</i>	Az havi szállítási és tisztítási adatokhoz csak a hónap végén juthat hozzá a cég.	Nem változott, de a kontrolling tevékenységek része, a feladatmegoldás határain kívüli.
	Új célállomás beiktatása a meglévő körbe hosszú időt vesz igénybe.	Nagymértékben csökkent, automatizálással megoldva.
<i>Szállítás</i>	Egyes adatokat át kell írni, egyik táblázatból a másikba.	Nagymértékben csökkent, automatizálással megoldva.
	Egyes adatok több helyen is szerepelnek, így több helyről is begyűjtik azokat.	Nagymértékben csökkent, automatizálással megoldva.
	A körök optimális kialakításához több dokumentum áttekintése szükséges, melyeket egy számítógépre kell összegyűjteni.	Nagymértékben csökkent, automatizálással megoldva.
<i>Túlzott feldolgozás</i>	Egyes adatokat többször is beírják a táblázatokba.	Nagymértékben csökkent, automatizálással megoldva.
	Az optimális fuvarkörökhöz a menetleveleket használják fel, ahelyett, hogy az útmátrixokkal kalkulálnának.	Csökkent.
<i>Készlet</i>	Túl sok adat van egy táblázatban.	Nagymértékben csökkent.
	Túl sok dokumentum van használatban.	Nagymértékben csökkent.
	A kelleténél több fuvarútvonal.	Csökkent
<i>Javítás</i>	A táblázatok bonyolultsága miatt hiba csúszhat a kimutatásokba.	Nagymértékben csökkent.
	Ahhoz, hogy optimálisak legyenek a fuvarkörök, gyakran át kell alakítani azokat.	Nagymértékben csökkent.
<i>Mozgás</i>	Sok adat manuálisan kerül bevitelre.	Nagymértékben csökkent.
	Cellaértékeket egyesével számolják ki, ahelyett hogy automatizálnák.	Nagymértékben csökkent, automatizálással megoldva.

Forrás: Saját szerkesztés

18. táblázat: Termelési veszteségtényezők értékelése

Veszteségtípus	Veszteség	Értékelés
<i>Túltermelés</i>	Egyes állomáshelyeket a kelleténél is többször érintenek a fuvarkörök, több bértextília, mint amennyit használnak.	A körjáratok átalakításával az ismételődések teljes mértékben eliminálásra kerültek.
<i>Várákozás</i>	Két autó nem végez szállítást, csak áll.	Nem megoldott, a feladatmegoldás határain kívüli.
<i>Szállítás</i>	A textíliákat többször fölöslegesen szállítják egyik állomáshelyről a másikra.	Nem megoldott, a feladatmegoldás határain kívüli.
<i>Túlzott feldolgozás</i>	Nyolc fuvarkör kialakítása.	Háromnegyedére csökkent a fuvarkörök száma.
<i>Készlet</i>	Bértextíliák raktáron.	Nem megoldott, feladatmegoldás határain kívüli.
<i>Javítás</i>	n.a.	
<i>Mozgás</i>	n.a.	

Forrás: Saját szerkesztés

5.4. BEVÁLÁS MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS CÉLELÉRÉS ÉRTÉKELÉSE

Az átalakított kimutatás célja az, hogy leegyszerűsítse, meggyorsítsa az pénzügyi feladatokat ellátó dolgozók munkáját, azáltal hogy növeli az átláthatóságot. A korábban használt táblázat nélkülözte a hivatkozásokat, így mindent egyesével kellett bevinniük a rendszerben. A racionalizált kimutatás ezzel szemben túlnyomó részben hivatkozásokkal operál, így a beírandó elemek száma drasztikusan lecsökkent. Az ügyfelek adatainak módosítása és az új ügyfelek felvételének folyamata gyorsabbá vált. A dolgozóktól kapott válaszok alapján az új kimutatás teljes mértékben áttekinthető, egyértelmű és tagolt. A transzparenencia jelentős mértékben megnövekedett. Véleményük szerint a költségek külön munkafültre helyezése hasznos, hiszen így egyszerűbben áttekinthetőek a kiadások. A veszteséges üzletek pirossal való kiemelése egyértelműsíti számukra, hogy melyek azok a partnerek, akikkel egyeztetniük kell a részletekről.

Kipróbálás után elmondták nekem, hogy az új táblázat sokkal könnyebben használható, mint a régi, hiszen csak néhány oszlopot kell nekik kitölteniük, minden mást „kiszámolnak” a hivatkozások. Jelenlétemben próbaképp beírták egy új ügyfél adatait. Ekkor meg is bizonyosodtak róla, hogy gyorsabban lehet adatokat bevinni, illetve módosítani is.

A munkatársak szerint összességében megállapítható, hogy hatékonyabb, gyorsabb, egyszerűbb lett az új kimutatás.

A fuvartervezésnél más szempontokból kerültek megvizsgálásra az elért eredmények. Mivel eddig nem állt rendelkezésükre ilyen tervező, így újdonságként kezelték az alkalmazást. A programot hasznosnak találták, hiszen jelentősen megkönnyíti az új ügyfelek bekapcsolását az adott fuvarkörbe, valamint a már meglévő útirányokat időről időre könnyedén felül tudják vizsgálni ezen egyszerű program segítségével. A program kipróbálása után arra a következtetésre jutottak, hogy többnyire helyesen határozták meg az útvonalakat, azonban néhány módosítás még így is alkalmazható. Az általam javasolt tömböket pozitívan fogadták. Véleményük szerint az új ügyfél bekapcsolásának folyamata az egyes körökbe felgyorsult, hiszen csak a többi célponttól való távolságot kell megadni, és az alkalmazás be is helyezi optimális sorrendbe az állomásokat. A válaszokból kiderült, hogy a terhelhetőséget is gyorsan ki tudják számolni az egyes autókra, valamint az egyes fuvarkörök hosszai meghatározásánál sem kell hosszú kalkulációkat végezniük már. Elmondásaik alapján megállapítható, hogy elégedettek az körjárat tervező alkalmazással, azaz a 15. táblázatban és 16. táblázatban felsorolt kérdésekre adott válaszuk maradéktalanul igen, vagy 1-3-ig terjedő skálán 3-as érték, ahol az 1-es érték a nem teljesült, a 2-es a részben és a 3-as a teljes mértékben teljesült választ jelenti. Itt is megjegyzem, hogy a későbbi időpontban megismételt felülvizsgálat elengedhetetlen a pontos adatok ismeretéhez.

5.5. A TOVÁBBFEJLESZTÉS LEHETSÉGES IRÁNYAI

A bázisvállalat dolgozói a pozitív visszajelzés mellett megfogalmaztak néhány hosszabb távú lehetséges fejlesztési irányt, valamint én is átgondoltam, hogy mit lehetne még újítani. A kimutatás még használhatóbbá válna számukra, ha cég többi táblázatával is össze lehetne fűzni. Ez egy komplexebb feladat lenne, sok új tényező és változó bevonásával.

A fuvartervező rendszer jelenleg nem kalkulál teljes költségekkel. Ezek bekapcsolása a programba megkönnyítené a fuvarkörökhöz tartozó pénzügyi adatok kiszámítását, ezáltal az alkalmazás akár összekapcsolható lenne a különböző kimutatásokkal is. A bázisvállalat munkatársai részéről felmerült a kérdés, hogy mi a teendő, ha egy ügyfél speciális kérést fogalmaz meg, amely felborítja az optimális sorrendet. Ezen extra igényeknek alkalmazásba való beillesztéséhez további fejlesztések szükségesek.

ÖSSZEFOGLALÁS, EREDMÉNYEK

A dolgozat célja egyrészt egy valós, komplex ipari probléma megoldása volt úgy, hogy a kidolgozott informatikai megoldás a napi üzletmenetben hatékonyan alkalmazható legyen. Másrészt ezt a fejlesztési folyamatot és a végeredmény bemutatását a világviszonylatban is haladónak számító Lean megközelítés felhasználásával, azon belül is elsősorban a vizuális irányítás eszközeivel szándékoztam véghezvinni.

Az első fejezetben a vállalat igényeiből kiindulva az elérendő céloknak megfeleltettem a fejlesztendő rendszer funkcióit, azoknak pedig a munka során elvégzendő feladatokat abból a célból, hogy a viszonylag bonyolult feladat megoldása végig irányított, ellenőrzött formában és keretek között történjen. A második fejezetben a jelenlegi helyzet részletes bemutatását dolgoztam ki és feltártam a hét fő veszteségen belül azokat a konkrét veszteségtényezőket, amelyek a vállalati igény felmerülését hívták életre megfogalmazott, vagy látens igény formájában. A harmadik fejezetben a rendszer fejlesztéséhez szükséges szakirodalmi háttérrel foglaltam össze, ami azt segítette, hogy a rendelkezésre álló elméleti modellek közül melyiknek a felhasználása jelentheti a legegyszerűbb problémamegoldást. Egy olyan modellt választottam, amelynek az algoritmus egyszerű programozási eszközökkel végrehajtható. Ennek az volt a célja, hogy a potenciális továbbfejlesztés esetén ne legyen szükség speciális, bonyolult programnyelv elsajátítására, ami szintén nem hozzáadott értéket termelő veszteségként jelenne meg a vállalat életében. A negyedik fejezetben a fejlesztett rendszert írtam le számos folyamatábra, adatkapcsolati ábra és alkalmazás-vizualizáció segítségével, illetve a bonyolult rendszer megértését megkönnyítendő, a MS Excel alkalmazásban használt képletek helyett matematikai formulákkal írtam le a körjárat-tervezéshez és az ahhoz kapcsolódó kimutatási rendszerhez használt gazdasági mutatók és adatok számítmódját. Az ötödik fejezetben a rendszer tesztelési folyamatát és a többlépcsős tesztelés végeredményeit foglaltam össze egyrészt a megvalósított programelemek, másrészt a használhatóság változói mentén. Utóbbi esetben egyszerű kvalitatív vizsgálatot (interjúkészítés szakértői csoportban) végeztem. A dolgozat elején definiált célváltozókhoz visszatérve állítottam össze azok alapján az interjú alapját szolgáló kérdéseket. Emellett visszatértem a veszteségeket kategorizáló listára, a megvalósított veszteségcsökkentés ellenőrzése céljából.

Tudományos szempontból a teljes feladat-megoldási koncepció és mód egészét tekintem újszerűnek: a Six Sigma+Lean megközelítés DMAIC ciklusa mentén építettem fel a programfejlesztési és kimutatás-racionalizálási feladatot

- a nem hatékony informatikai / irodai rendszer strukturált formában összegyűjtött veszteségelemeinek,
- a fejlesztés minden lépésében a veszteségek csökkentésére való törekvésnek,
- a fejlesztési feladat egzakt határainak,
- a fejlesztett rendszerek egyszerűségére való törekvésnek,
- a vizuális irányítás szabályainak,
- az érintett személyek teljes bevonásának és
- az általános gyártási folyamatfejlesztés irodaautomatizálásban történő adaptálásának a folyamatos figyelembe vételével.

Az itt felsoroltak a szakirodalom szerint fontos részét képezik bármely folyamat vagy rendszerfejlesztésnek, a gyakorlatban azonban csak kis arányban nyílik lehetőség ilyen átfogó rendszerfejlesztésre az irodaautomatizálás terén Magyarországon. Megállapítom, hogy egy viszonylag bonyolult, sok összetevőből álló rendszer esetén is, a Six-Sigma+ Lean megközelítés és eszközrendszer átgondolt alkalmazása a ma még hazánkban erősen elhanyagolt backoffice területeken is hatékony lehet. A megállapításomat esettanulmány módszerrel teszteltem, a dolgozatban ennek a módszernek az 5. fejezet felel meg.

Az elvégzett munka technikai eredménye az alábbiak szerint foglalható össze.

Több visszacsatolás és ellenőrzési mozzanat mellett az elérendő számszerűsíthető céloknak és hatékonysági elvárásoknak megfelelően megoldottam egy valós, jól behatárolt, két részből álló vállalati problémát:

- egy körjárat-tervező modell informatikai adaptálását a vállalati sajátosságok és szokások figyelembe vételével, a radikális változás elkerülésére való törekvéssel, illetve
- racionalizáltam egy több file-ből álló bonyolult és jelentős adminisztrációs veszteséget magában hordozó adatbázis- és kimutatási rendszer kritikus elemeinek a működését.

Mindkét esetben olyan megjelenítési és működtetési eszközöket alkalmaztam, amik a használat során az elsődleges funkciókon és a kényelmi megoldásokon túl nagymértékben lecsökkentik a veszteségek termelését, nevezetesen az emberi hiba lehetőségét csökkentettem Poka-Yoke megoldásokkal és a felesleges informatikai tevékenységeket csökkentettem az átláthatóság növelésével és egyszerű automatizálási eszközökkel.

A fejlesztési munka során részletesen feltártam a közvetlenül vagy közvetetten kapcsolódó veszteségtényezőket, majd a fejlesztés végén, az érintettek segítségével értékeltem azok csökkenésének mértékét. A tizenhat irodai veszteségtényező közül tizenegy nagymértékben csökkentésre került, négy esetén szintén csökkenés tapasztalható és egy esetben nem történt veszteségcsökkentés, azonban ezt a feladat behatárolása sem tette szükségessé. A termelési veszteségek öt azonosított veszteségtényezője közül egy csökkentésre, egy pedig eliminálásra került. A többi három a feladat határain kívül esett. A nem csökkent veszteségek arra hívják fel a figyelmet – mivel a feladathoz közvetetten kapcsolható veszteségekről van szó –, hogy a jövőben érdemes ezekre is hangsúlyt fektetni a folyamatos fejlesztés megvalósulása érdekében.

Az átdolgozott kimutatás és a fuvartervező program segítségével a cég dolgozói hasznosítható újítást vezethetnek be. Elmondásuk szerint mindkét újítást alkalmazni fogják, hiszen azok meggyorsítják, átláthatóbbá teszik a folyamatokat, főképp az új ügyfelek fuvarkörbe való bekapcsolásánál. Miután eddig nem rendelkeztek fuvartervezővel, így a már meglévő útirányok megfelelőségét is meg tudják vizsgálni ezután. Remélem, munkámmal megkönnyíthetem a dolgozóinak feladatát, ezáltal elősegítve az általam bemutatott társaság jövőbeli fejlődését.

IRODALOMJEGYZÉK

Szakirodalom:

1. ILLÉS B. et. al. [2011]: Termelésstervezés és –menedzsment (elektronikus tananyag), <http://miskolc.infotec.hu> (letöltés ideje: 2014. október 4.)
2. JÁNDY, G. [1971]: Operációkutatás a kapacitások tervezésében és irányításában, Műszaki Könyvkiadó, Bp., pp92-93., pp379-380.
3. KAUFMANN, A. [1968]: Az operációkutatás módszerei és modelljei, Műszaki Könyvkiadó, Bp., pp203-206.
4. MERAN, R. et. al. [2013]: Six Sigma + Lean Toolset, Springer-Verlag, Berlin, pp22-23.
5. MONKS, J. G. [1982]: Operations Management / Theory and Problems, McGraw-Hill, USA, pp611-613.
6. NAGY, T. [2006]: Operációkutatás, Miskolci Egyetemi Kiadó, pp216-222.
7. T. NAGY, J. [2010]: Operációkutatás, KIT Kft., pp91-98.
8. TEMESI, J. – VARRÓ, Z. [2007]: Operációkutatás, Aula Kiadó, Bp., pp193-316.
9. WINSTON, W. L. [2003]: Operációkutatás, Módszerek és alkalmazások, Aula Kiadó, Bp., pp285-342.

Internetes források:

10. Magyar módszer: <http://www.cs.elte.hu/egres/tr/egres-02-06.pdf> (letöltés ideje: 2014. október 2.)
11. Kritikus út: <http://office.microsoft.com/hu-hu/project-help/a-kritikus-ut-HP001040434.aspx> (letöltés ideje: 2014. október 4.)

MELLÉKLETEK

AZ ALKALMAZOTT PROGRAM KÓDJA

```
'GÉPJÁRMŰ TEHERBÍRÁS SZÁMÍTÁS FUTTATÁSA PÁRBESZÉDABLAK BEÉPÍTÉSÉVEL'
Sub teherbírás()
UserForm1.Show
End Sub
'KÖRJÁRAT OPTIMALIZÁLÁS FUTTATÁSA PÁRBESZÉDABLAK BEÉPÍTÉSÉVEL'
Sub körjárat()
UserForm2.Show
End Sub
'LOGLISTA (KÖRJÁRAT-OPTIMALIZÁLÁS FUTTATÁSI ARCHÍVUM) TÖRLÉSE PÁRBESZÉDAB-
LAK BEÉPÍTÉSÉVEL'
Sub loglistatörlés()
UserForm3.Show
End Sub
'GÉPJÁRMŰ TEHERBÍRÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA A SZÁLLÍTANDÓ MENNYISÉGGEL'
Private Sub UserForm_Initialize()
Dim jarmu(100) As String
Dim kj(100) As String
Dim anyagaram(50) As Integer
'Kiválasztólista feltöltése gépjárművekkel'
Worksheets("ADATOK").Activate
sz = 0
osszesgk = Cells(36, 3)
For i = 1 To osszesgk
    jarmu(i) = Cells(4 + i, 2)
    sz = sz + 1
Next
For i = 1 To osszesgk
    ComboBox1.AddItem jarmu(i)
Next
'Kiválasztólista feltöltése körjáratokkal'
sz = 0
osszeskj = Cells(36, 9)
For i = 1 To osszeskj
    kj(i) = Cells(4 + i, 9)
    sz = sz + 1
Next
For i = 1 To osszeskj
    ComboBox2.AddItem kj(i)
Next
'TERVEZŐ munkalap aktiválása'
Worksheets("TERVEZŐ").Activate
End Sub
'ELLENŐRZÉS NYOMÓGOMB'
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim anyagaram1(50) As Integer
Dim anyagaram2(50) As Integer
Dim jarmu(100) As String
Dim jarmukapacitas(100) As Integer
Dim kj(100) As String
Dim kjjel(100) As Integer
If ComboBox1.Value = "<Kérem válasszon!>" Then
    MsgBox ("Válassza ki a gépjárművet!")
Else
    If ComboBox2.Value = "<Kérem válasszon!>" Then
        MsgBox ("Válassza ki a körjáratot!")
    Else
        tervezettkapacitas = 0
        'Gépjármű és körjárat adatok beolvasása tömbbe'
```

```

Worksheets("ADATOK").Activate
osszeskj = Cells(36, 9)
osszesgk = Cells(36, 3)
For i = 1 To osszeskj
    kj(i) = Cells(4 + i, 9)
    kjjel(i) = Cells(4 + i, 8)
Next
'Körjárat választás alapján munkalap megjelölés'
For i = 1 To osszeskj
    If kj(i) = ComboBox2.Value Then
        munkalap = kjjel(i)
    End If
Next
'Járműkapacitás tömb feltöltése'
For i = 1 To osszesgk
    jarmu(i) = Cells(4 + i, 2)
    jarmukapacitas(i) = Cells(4 + i, 3)
Next
Worksheets(munkalap).Activate
k = Cells(72, 6)
'Anyagáramlási tömb feltöltése, összegzés'
For i = 1 To k
    anyagaram1(i) = Cells(6, 2 + i)
    anyagaram2(i) = Cells(10, 2 + i)
Next
anyagosszeg1 = 0
anyagosszeg2 = 0
For i = 1 To k
    anyagosszeg1 = anyagosszeg1 + anyagaram1(i)
    anyagosszeg2 = anyagosszeg2 + anyagaram2(i)
Next
anyagosszeg = anyagosszeg2
If anyagosszeg1 > anyagosszeg2 Then anyagosszeg = anyagosszeg1
Worksheets("TERVEZŐ").Activate
'Kapacitás ellenőrzés összehasonlítással, majd üzenet megjelenítése.'
maxjarmukapacitas = 0
For i = 1 To osszesgk
    If jarmu(i) = ComboBox1.Value Then maxjarmukapacitas = jarmukapacitas(i)
Next
If anyagosszeg <= (maxjarmukapacitas) Then
    MsgBox ("A tervezett körjárat MEGVALÓSÍTHATÓ az adott gépjárművel!")
Else
    MsgBox ("A gépjármű teherbírása NEM ELEGENDŐ az adott körjárat megvalósításához! (Módosítás vagy több gépjármű alkalmazása szükséges)")
End If
End If
End Sub
'MÉGSE NYOMÓGOMB - KILÉPÉS'
Private Sub CommandButton2_Click()
End
End Sub
'KÖRJÁRAT-OPTIMALIZÁLÁS PÁRBESZÉDPANEL'
Private Sub UserForm_Initialize()
Dim jarmu(50) As String
Dim kj(50) As String
Dim kjjel(50) As String
'Gépjárművek beolvasása tömbbe és kiválasztólista feltöltése'
Worksheets("ADATOK").Activate
sz = 0

```

```

osszesgk = Cells(36, 3)
For i = 1 To osszesgk
    jarmu(i) = Cells(4 + i, 2)
    sz = sz + 1
Next
For i = 1 To osszesgk
    ComboBox2.AddItem jarmu(i)
Next
'Körjáratok beolvasása tömbbe és kiválasztólista feltöltése.'
sz = 0
osszeskj = Cells(36, 9)
For i = 1 To osszeskj
    kj(i) = Cells(4 + i, 9)
    sz = sz + 1
Next
For i = 1 To osszeskj
    ComboBox1.AddItem kj(i)
Next
Worksheets("TERVEZŐ").Activate
End Sub
'TERVEZÉS NYOMÓGOMB'
Private Sub CommandButton1_Click()
    Dim kj(50) As String
    Dim kjjel(50) As Integer
    Dim gknev(50) As String
    Dim frsz(50) As String
    Dim gkszam(50) As Integer
    'Feltételek megfogalmazása a kiválasztás tényére'
    If ComboBox1.Value = "<Kérem válasszon!>" Then
        MsgBox ("Válassza ki a körjáratot!")
    Else
        If ComboBox2.Value = "<Kérem válasszon!>" Then
            MsgBox ("Válassza ki a gépjárművet!")
        Else
            Worksheets("ADATOK").Activate
            osszeskj = Cells(36, 9)

            'Tömbök feltöltése körjáratadatokkal, munkalap megjelölés'
            For i = 1 To osszeskj
                kj(i) = Cells(4 + i, 9)
                kjjel(i) = Cells(4 + i, 8)
            Next
            For i = 1 To osszeskj
                If kj(i) = ComboBox1.Value Then
                    munkalap = kjjel(i)
                    korjarat = kj(i)
                End If
            Next
            'Tömbök feltöltése gépjárműadatokkal'
            osszesgk = Cells(36, 3)
            For i = 1 To osszesgk
                gknev(i) = Cells(4 + i, 2)
                frsz(i) = Cells(4 + i, 4)
                gkszam(i) = Cells(4 + i, 1)
            Next
            For i = 1 To osszesgk
                If gknev(i) = ComboBox2.Value Then
                    rendszam = frsz(i)
                    gkneve = gknev(i)
                    gksorszam = gkszam(i)
                End If
            Next
        End If
    End If
End Sub

```

```

    End If
Next
'Kimutatás munkalap előző eredményeinek törlése (fejléc)'
Worksheets("KIMUTATÁS").Activate
Range("b3:b5").Select
Selection.ClearContents
Range("d3:d5").Select
Selection.ClearContents
Cells(4, 4) = munkalap
Cells(4, 3) = gksorszam
'Kimutatás munkalap feltöltése új tervezési adatokkal'
Cells(4, 2) = korjarat
Cells(3, 2) = Date
Cells(3, 4) = Time
Cells(5, 2) = gkneve
Cells(5, 4) = rendszam
Worksheets("Log").Activate
'Log munkalap feltöltése'
If Cells(8, 1) > 0 Then
    aktivsor = 9
    ures = 9
    While Cells(aktivsor, 1) > 0
        aktivsor = aktivsor + 1
        ures = aktivsor
    Wend
Else
    ures = 8
End If
Cells(ures, 1) = ures - 7
Cells(ures, 2) = Date
Cells(ures, 3) = Time
Cells(ures, 4) = korjarat
Cells(ures, 5) = gkneve
Cells(ures, 6) = rendszam
Worksheets(munkalap).Activate
'Körjárat-optimalizálási algoritmus futtatása'
számol
Worksheets("TERVEZŐ").Activate
End If
End If
End Sub
'KILÉPÉS NYOMÓGOMB'
Private Sub CommandButton2_Click()
    End
End Sub
'KÖRJÁRAT OPTIMALIZÁLÁS'
Sub számol()
'Változók definiálása'
Dim osszegzes As Integer
Dim max As Integer
Dim index As Integer
Dim lepesekszama As Integer
Dim k As Integer
Dim rakodasiido As Integer
'Tömbök definiálása'
Dim oszloposzeg(100) As Integer
Dim oszloposzegcsokkeno(100) As Integer
Dim indextomb(100) As Integer
Dim bovitettindextomb(100) As Integer
Dim novekmeny(100) As Integer

```

```

Dim bovitett2(100) As Integer
Dim utvonalterv(100) As Integer
Dim utvonal(100) As String
Dim helyek(100) As String
Dim tavolsagok(100) As Single
Dim utarany(100) As Single
Dim idoarany(100) As Single
Dim kjjelszammal(50) As Integer
Dim kjseb(50) As Integer
Dim gkszam(50) As Integer
Dim gkua(50) As Single
Dim gkam(50) As Single
Dim valtozoktg(100) As Single
'Mátrixdefiníció'
Dim utmatrix(100, 100) As Integer
'Útmátrix feltöltése: beolvasás szerkeszthető adattáblából'
k = Cells(72, 6)
For j = 1 To k
    For i = 1 To k
        utmatrix(i, j) = Cells(i + 19, j + 2)
    Next
Next
For i = 1 To k
    helyek(i) = Cells(19 + i, 2)
Next
Worksheets("SZÁMÍTÁS").Activate
Range("b1:dd1000").Delete
'Oszlopösszegek kiszámolása és elhelyezése az "oszlopösszeg" tömbben'
For j = 1 To k
    osszegzes = 0
    For i = 1 To k
        osszegzes = osszegzes + utmatrix(i, j)
    Next
    oszlopösszeg(j) = osszegzes
Next
'Oszlopösszegek megjelenítése'
For i = 1 To k
    Cells(2, i + 1) = oszlopösszeg(i)
Next
'Többelemez csökkenő sorrendbe rendezése és elhelyezése "oszlopösszegcsokkeno" tömbben; "indextomb"
feltöltése'
For j = 1 To k
    max = oszlopösszeg(1)
    index = 1
    For i = 1 To k
        If oszlopösszeg(i) > max Then
            max = oszlopösszeg(i)
            index = i
        End If
    Next
    oszlopösszegcsokkeno(j) = max
    indextomb(j) = index
    oszlopösszeg(index) = 0
Next
'Csökkenő sorrend megjelenítése: értékek és helyek'
For i = 1 To k
    Cells(3, i + 1) = oszlopösszegcsokkeno(i)
    Cells(4, i + 1) = indextomb(i)
Next
'A bővített indextömb feltöltése'

```

```

For i = 1 To 3
    bovitettindextomb(i) = indextomb(i)
Next
bovitettindextomb(4) = indextomb(1)
For i = 4 To k
    bovitettindextomb(i + 1) = indextomb(i)
Next
'A bővített indextömb megjelenítése'
For i = 1 To k + 1
    Cells(7, i + 1) = bovitettindextomb(i)
Next
lepesekszama = k - 3
'Optimalizálási algoritmus'
For f = 1 To lepesekszama
    vizsg = 4 + f
    'növekmények számolása - "novekmeny" tömbben és megjelenítés
    For i = 1 To vizsg - 2
        novekmeny(i) = utmatrix(bovitettindextomb(i), bovitettindextomb(vizsg)) +
        utmatrix(bovitettindextomb(vizsg), bovitettindextomb(i + 1)) - utmatrix(bovitettindextomb(i),
        bovitettindextomb(i + 1))
        Cells(8 + 4 * (f - 1), i + 1) = novekmeny(i)
    Next
    'A minimális növekmény és helyének megkeresése'
    Min = novekmeny(1)
    hely = 1
    For i = 2 To vizsg - 2
        If novekmeny(i) < Min Then
            Min = novekmeny(i)
            hely = i
        End If
    Next
    'A minimális növekmény helyének megjelenítése'
    Cells(9 + 4 * (f - 1), 2) = hely
    'A minimális növekménnyel járó hely beillesztése a bővített indextömbbe'
    'Átmeneti tárolás a beszúrás miatt: "bovitett2" tömb'
    For i = 1 To hely
        bovitett2(i) = bovitettindextomb(i)
    Next
    bovitett2(hely + 1) = bovitettindextomb(vizsg)
    For i = hely + 2 To vizsg
        bovitett2(i) = bovitettindextomb(i - 1)
    Next
    For i = vizsg + 1 To k + 1
        bovitett2(i) = bovitettindextomb(i)
    Next
    For i = 1 To k + 1
        bovitettindextomb(i) = bovitett2(i)
    Next
    'Az új bővített indextömb megjelenítése'
    For i = 1 To k + 1
        Cells(7 + 4 * (f), i + 1) = bovitettindextomb(i)
    Next
Next
Next
'teljes körjárat hosszának kiszámítása'
uthossz = 0
For i = 1 To k
    uthossz = uthossz + utmatrix(bovitettindextomb(i), bovitettindextomb(i + 1))
Next
Worksheets("KIMUTATÁS").Activate
'Előző futtatási eredmények törlése'

```

```

Range("b7:b9").Select
Selection.ClearContents
Range("a12:d200").Select
Selection.ClearContents
'Útvonalterv megjelenítése'
For i = 1 To k + 1
    If bovitettindexomb(i) = 1 Then kezd = i
Next
For i = 1 To k + 1 - kezd
    utvonalterv(i) = bovitettindexomb(kezd - 1 + i)
Next
For i = k + 2 - kezd To k + 1
    utvonalterv(i) = bovitettindexomb(i + kezd - 1 - k)
Next
For i = 1 To k + 1
    Cells(11 + i, 1) = helyek(utvonalterv(i))
Next
For i = 1 To k
    Cells(12 + i, 2) = utmatrix(utvonalterv(i), utvonalterv(i + 1))
Next
tavosszeg = 0
For i = 1 To k - 1
    tavolsagok(i) = utmatrix(utvonalterv(1), utvonalterv(i + 1))
    tavosszeg = tavosszeg + tavolsagok(i)
Next
Cells(7, 2) = uthossz
munkalap = Cells(4, 4)
Worksheets("ADATOK").Activate
rakodasiido = Cells(10, 16)
oraber = Cells(9, 16)
osszeskj = Cells(36, 9)
osszesgk = Cells(36, 3)
For i = 1 To osszeskj
    kjjelszammal(i) = Cells(4 + i, 8)
    kjseb(i) = Cells(4 + i, 10)
Next
For i = 1 To osszeskj
    If kjjelszammal(i) = munkalap Then sebesseg = kjseb(i)
Next
For i = 1 To osszesgk
    gkszam(i) = Cells(4 + i, 1)
    gkua(i) = Cells(4 + i, 5)
    gkam(i) = Cells(4 + i, 6)
Next
Worksheets("KIMUTATÁS").Activate
tervezettido = (uthossz / sebesseg) + k * rakodasiido / 60
Cells(9, 2) = tervezettido
For i = 1 To k - 1
    utarany(i) = (tavolsagok(i) / tavosszeg) * uthossz
    idoarany(i) = (tavolsagok(i) / tavosszeg) * tervezettido
Next
osszesvaltktg = 0
gksorszam = Cells(4, 3)
For i = 1 To k - 1
    valtozoktg(i) = utarany(i) * (gkua(gksorszam) + gkam(gksorszam)) + idoarany(i) * oraber
    Cells(12 + i, 3) = valtozoktg(i)
    osszesvaltktg = osszesvaltktg + valtozoktg(i)
Next
Cells(8, 2) = osszesvaltktg
'Kimutatás archiválása'

```

```

Worksheets("Log").Activate
If Cells(8, 1) > 0 Then
    aktivsor = 9
    ures = 9
    While Cells(aktivsor, 1) > 0
        aktivsor = aktivsor + 1
        ures = aktivsor
    Wend
Else
    ures = 8
End If
Cells(ures - 1, 7) = uthossz
Cells(ures - 1, 8) = osszesvaltktg
Cells(ures - 1, 9) = tervezettido
For i = 1 To k + 1
    Cells(ures - 1, 9 + i) = helyek(utvonalterv(i))
Next
For i = 1 To k - 1
    Cells(ures - 1, 10 + k + i) = valtozoktg(i)
Next
MsgBox ("Az útvonalat a 'KIMUTATÁS' munkalapon tekintheti meg és nyomtathatja ki.")
End Sub
'LOG LISTA TÖRLÉSE'
'Mégse nyomógomb alapértelmezett'
Private Sub UserForm_Initialize()
    CommandButton2.Default = True
End Sub
'Törlés nyomógomb'
Private Sub CommandButton1_Click()
    Worksheets("Log").Activate
    'Nem üres cellák azonosítása'
    If Cells(8, 1) > 0 Then
        aktivsor = 9
        ures = 9
        While Cells(aktivsor, 1) > 0
            aktivsor = aktivsor + 1
            ures = aktivsor
        Wend
    Else
        ures = 8
    End If
    'Nem üres cellák törlése'
    For i = 8 To ures
        Rows(i).Select
        Selection.ClearContents
    Next
    'Aktív cella megadása'
    Cells(7, 1).Activate
    Cells(8, 1).Activate
End
End Sub
'Mégse nyomógomb'
Private Sub CommandButton2_Click()
End
End Sub

```