

## VERSYS

### járatütemezési optimalizációs rendszer

#### Járatütemezési problémák

Az Iterion Informatika Kft. komplex üzleti optimalizálási feladatokat megoldó döntéstámogató rendszerek fejlesztésével foglalkozik. Az utóbbi évtizedekben mind az információtechnológia, mind az optimalizációs módszertanok szédületes fejlődésen mentek át. Filozófiánk szerint e fejlődés hozadékeként ma már széles körben lehetőség nyílik a pusztán adminisztratív funkciójú, nyilvántartási és információrendszerrel szoftvereszközökön való túllépésre, és *valódi döntéstámogatás* megvalósítására.

Az alábbiakban ismertetésre kerülő rendszer egy közismert üzleti optimalizációs feladatra, a járatütemezés problémájára kínál megoldást. Gyakori terminológiai félreértés, hogy járatütemezés alatt célállomások adott halmazának meglátogatásához bejárando legrovidebb vagy leggyorsabb útvonal meghatározását értik. Ez az útvonal-tervezési probléma, amely a digitális térképek terjedésével széleskörű szoftveres támogatást nyert. A *járatütemezés* problémája komplexitásában messze túlmutat az útvonaltervezésen: *különböző típusú járművekből álló flotta számára osztja szét kapacitásoknak és kiszolgálási korlátoknak megfelelően a szállítási feladatállomány tételeit.*

#### Szoftveres járatütemezési optimalizáció alkalmazása

A napi operatív szállítási terveket hazánkban általában az alábbi két módszer valamelyikének alkalmazásával készítik:

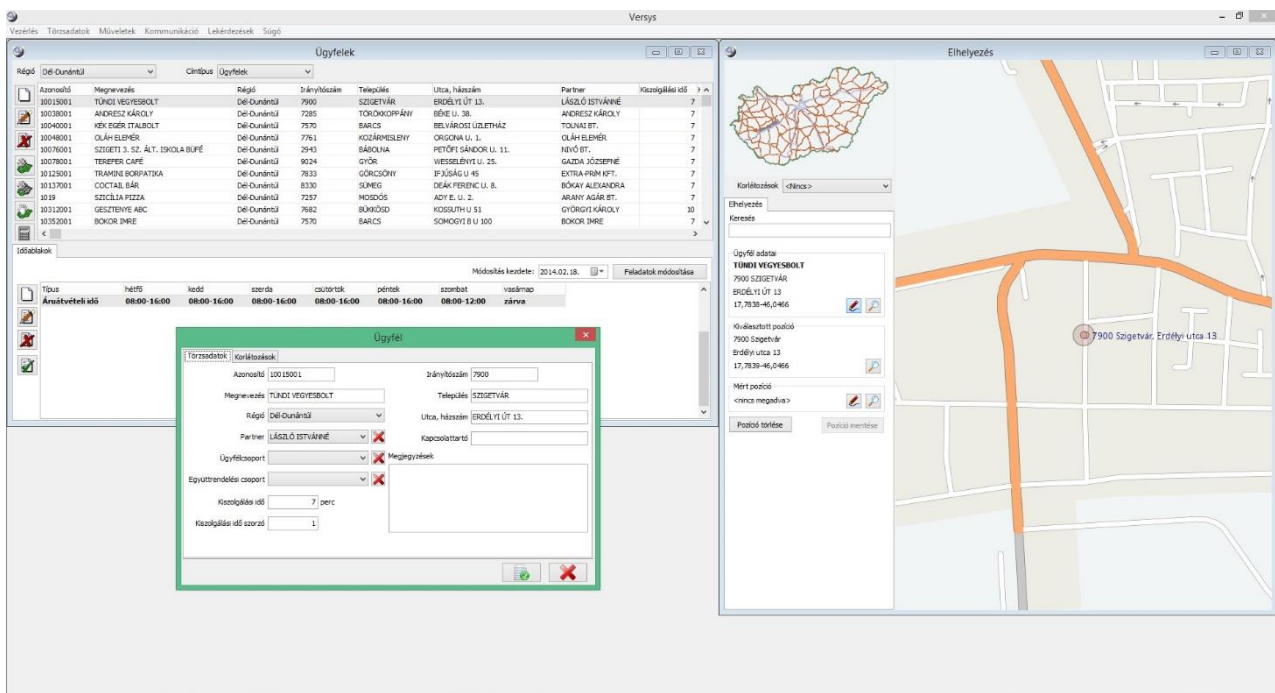
– Fixtúrás ütemezés:

A járművek változatlan heti „menetrend” szerint látogatják végig az ügyfeleket, akik csak megadott szállítási napokon rendelhetnek. Napi feladatként csak az adott napra beérkezett megrendelésekből automatikusan összeálló járatok útvonal-tervezése jelentkezik. A fixtúrás ütemezés legfőbb hátránya, hogy nem vesz tudomást a napi rendelésállomány árumennyiségeinek földrajzi eloszlásáról, ezért komoly hatékonyságvesztést eredményezhet. Például: kis rendelésállomány esetén a gyenge kapacitás-kihasználtság ellenére is minden járat elindul; feszített napokon pedig a túlterhelt járatok nem bírhatnak ellátni minden ügyfelet, másik járatnak kell átvállalni állomásokat a problémás területről. Fixtúrás rendszerben az ügyfelek maradéktalan kiszolgálása érdekében gyakran

felültervezik a szükséges járatok számát. Mivel bekorlátozza az ügyfelek rendelési napjait, a módszer üzleti szempontból is problematikus lehet. További nehézséget jelenthet az ügyfélkör gyakori változásainak (új ügyfelek járatba vétele, elvesztett ügyfelek kikerülése a járatokból) követése.

– Kézi ütemezés:

A napi járatok különböző hüvelykujj-szabályok alkalmazásával, esetleg útvonaltervező szoftver támogatásával, kézileg kerülnek összeállításra. A szállítási ütemtervek kézi elkészítését számos tényező nehezítheti: a kiszolgálási körzet úthálózatának korlátozott ismerete (bejárando útszelvények hossza, érintett utak minősége, forgalmi korlátozások, stb.); az útvonalak kidolgozásán kívül a szállítási feladatok különböző típusú járművek közti szétosztását is meg kell határozni (nem az egyes járatokat kell optimálisan megtervezni, hanem a teljes flotta napi szállításait!); a szállítási tervek térbeli vetülete mellett tekintettel kell lenni azok időbeli vetületére is (nyitvatartási idők, le- és felrakodási idősükséglet, sofőrök munkaideje, stb.). Komolyabb mennyiségű szállítási feladat esetén a fenti tényezők kezelhetetlenné válnak, és a kézileg készített ütemtervek egyre távolabb kerülnek az optimálistól.



1. ábra: Ügyfelek adatainak karbantartása a VERSYS rendszerben

A felsorolt érvek mindegyike azt támasztja alá, hogy a fenti módszerek komoly hatékonyságvesztést eredményezhetnek. A kihasználatlan szállítási kapacitások, a

feleslegesen megtett kilométerek, egy túlméretezett flotta fenntartása kézzelfogható költségtöbbletet jelenthetnek a vállalkozások számára.

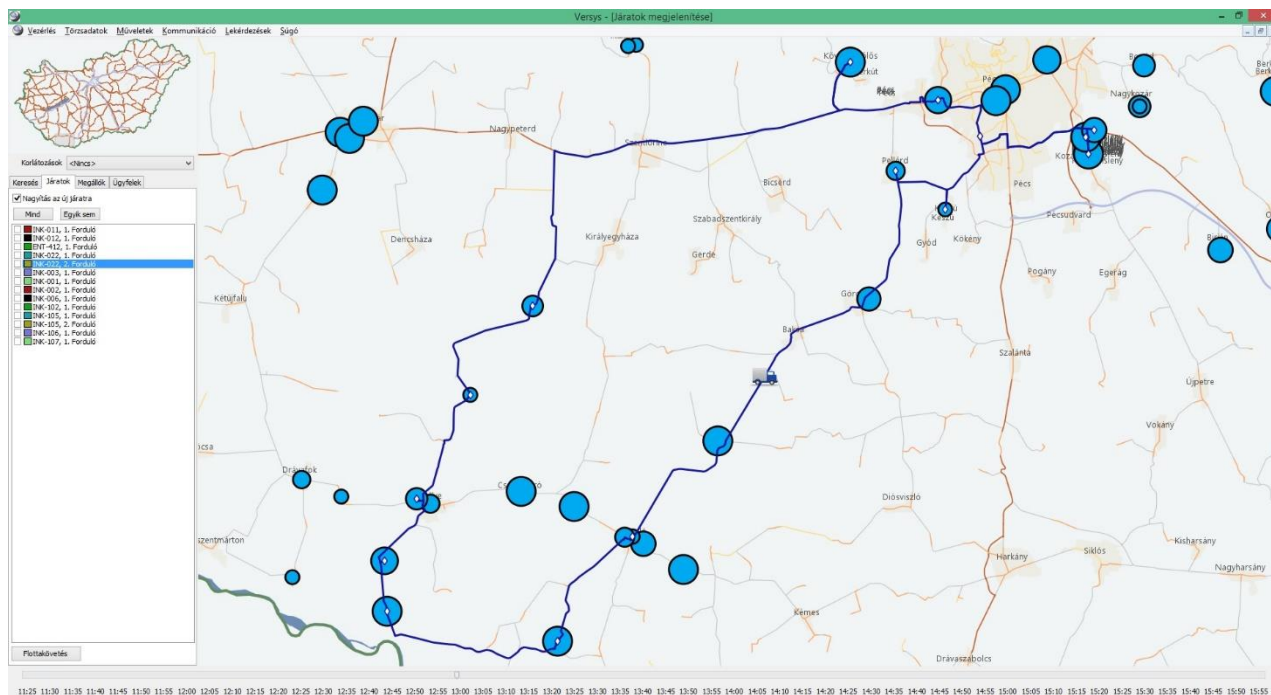
A VERSYS rendszer a szállítási tervekre a napi rendelésállomány földrajzi eloszlásának megfelelően tesz felajánlást. Az előállított szállítási terv teljes részletezettségű, tehát tartalmazza az alábbi adatokat:

- adott napon mely járművek vegyenek részt a szállítási feladatok végrehajtásában,
- adott jármű hány fordulót tegyen az adott napon,
- az egyes fordulóiban mely célállomásokat látogasson meg milyen sorrendben,
- az egyes célállomásokon milyen árumennyiségeket rakodjon.

A rendszer rendkívül sokféle korlátozó feltétel figyelembe-vételére képes. A nagyméretű feladatok kézi tervezését éppen a gyakorlatban felmerülő korlátozó feltételek betartása nehezíti meg leginkább. A járatütemezési algoritmus azonban *a korlátozások betartása mellett törekszik a flotta által megtett úthossz és a közvetlen szállítási költségek minimalizálására.*

A VERSYS rendszer tesztelési célból számos, különböző ágazatból vett feladat megoldásával kipróbálásra került. A tesztfeladatok elemzése során a közvetlen szállítási költségek területén *5-25%-os megtakarítás* volt kimutatható a fixjáratos és kézi ütemezéshez képest. A megtakarítás konkrét mértékét több tényező befolyásolja. A szállítási célpontok napi átlagos számának magas értéke, a kiszolgáló flotta járműveinek nagy száma, a megrendelt árumennyiségek időbeli változékonysága, illetve a kiszolgálási körzet nagy földrajzi kiterjedése esetén növekednek a relatív megtakarítási potenciálok. A nagyon rendszeresen és fix mennyiségekkel rendelő ügyfélkör és a hosszú kiszolgálási idők ezzel szemben kisebb megtakarításokat tesznek lehetővé.

Hangsúlyozzuk azonban, hogy a rendszer bevezetésének előnyei nem korlátozódnak pusztán a közvetlen szállítási költségek csökkentésére: gépi ütemezéssel a fuvarszervezési területen jelentős munkaidő-megtakarítás realizálható (a napi szállítási terv szoftveres előállítása 2-30 percet vesz igénybe feladatmérettől és hardvertől függően), valamint az ügyfeleknek nyújtott szállítási szolgáltatások minősége is javítható.



2. ábra: Járatterv térképes megjelenítése a VERSYS rendszerben

## A VERSYS rendszer járatütemezési optimalizációs szolgáltatásai

A VERSYS rendszer alapvető célja tehát, hogy a megfelelő bemeneti adatok (cikkek, ügyfelek, járművek, megrendelések) alapján a megadott korlátozások figyelembe vételével részletes napi szállítási tervet állítson össze.

A járatütemezési algoritmus főbb képességei a következők:

- optimális útvonalak keresése Magyarország részletes, digitális közúti térképe alapján; (külföldi feladatok is tervezhetők a megfelelő térképi adatbázis illesztésével); az útvonalkeresés járműre szabott: a közúti súly- és magasság-korlátozások, valamint az adott jármű úttípus-preferenciái figyelembevételre kerülnek;
- az ügyfelek és kiszolgálási központok (depók) rugalmas beilleszthetősége az úthálózatba, automatikus elhelyezés cím vagy GPS-koordináta alapján;
- az úthálózat tetszőleges szakaszainak felhasználói letiltása;
- az ügyfelek fogadási idejének figyelembevétele, ebédszünetes nyitvatartási idők kezelése;
- a sofőrök munkaidejének figyelembevétele;
- kétkomponensű kiszolgálási idő figyelembe vétele: az első komponens az ügyfélre jellemző adminisztrációs és/vagy várakozási idő, a második pedig a mennyiségfüggő rakodási idő;

- az ügyfelek részéről a járművekkel szemben megkövetelt kiszolgálási követelmények tetszőleges definiálása és figyelembe vétele;
- a cikkek részéről a járművekkel szemben megkövetelt szállíthatósági követelmények tetszőleges definiálása és figyelembevétele;
- a járművek úttípusonként megadott sebességnormáinak figyelembevétele;
- járművek telephelyének (garázs) figyelembevétele a járatütemezés során;
- a járművek szállítási kapacitásainak (súly és térfogat) figyelembevétele, a hatékonyabb járatok kialakítása érdekében puha kapacitás-korlátok érvényesíthetők;
- a járművek kilométerenkénti átlagos közvetlen költségének figyelembevétele (az algoritmus célja nem a flotta által megtett összes távolság minimalizálása, hanem a flotta működési költségének csökkentése);
- pótkocsik rugalmas kezelése;
- a megrendelések többnapos teljesíthetőségi intervallumának (határidős rendelések) kezelése;
- kiszolgálási körzetek kialakítása a járművek és ügyfelek depóhoz rendelésével;
- körzet kiszolgálása több depóból;
- járművek napközbeni újratöltése idegen depóban;
- járművek használatának napi letiltása (pl. szerviz esetén);
- ömlesztve szállított (pl. tartályautó) cikkek kezelése;
- ömlesztve szállított cikkek cikkváltási költségének figyelembevétele;
- napi többszöri kiszállítás kezelése;
- fixjárat kialakítási optimalizáció (figyelembe véve pl. referencia-időszakot, körzetet, szezonálitást, rendelési mennyiség változékonyságát)
- napi járatok generálása fixjáratok alapján;
- a járműpark optimális összetételére irányuló szimulációk futtatása;
- ügyfélkiszolgálás gazdaságosságának vizsgálata;
- kiszállítási, cikkesérés (göngyöleg) és visszarus tranzakciók kezelése.

## A VERSYS rendszer kiegészítő szolgáltatásai

A VERSYS rendszer a hatékony szállítási tervek automatikus összeállításán túl messzemenően támogatja a teljes fuvarszervezési tevékenységi kört.

### A) Kézi járatszervezés:

Jól kezelhető funkció áll rendelkezésre a napi szállítási tervek kézi szerkesztésére: a korlátozó feltételeket maradéktalanul betartó járatok teljes egészében kézilleg is létrehozhatók. A szerkesztési műveletek következményeiről a járatszervező folyamatos visszajelzést kap. Kézi szerkesztés során a rendszer megengedi a korlátozó feltételek megsértését, de a problémákról azonnali figyelmeztetést ad. Az elkészült járattevők útvonala a digitális térképen grafikuson nyomon követhető. A tervjáratokról részletes járatutasítások nyomtathatók.

### B) Dinamikus optimalizációs lehetőségek:

A tervezett járattevők gyakran felborulnak előre nem látható események bekövetkezése miatt (jármű meghibásodása, közúti akadály, járatok lezárása után beérkezett fontos rendelés, kiszolgálás meghiúsulása, stb.). A VERSYS rendszer dinamikus optimalizációs eszközök biztosításával támogatja a szállítási tervek utólagos részleges módosítását: a kézilleg összeállított vagy átszerkesztett járatok optimális látogatási sorrendje gombnyomásra meghatározható; az optimalizáció újra végrehajtható a szállítási terv tetszőleges elemeinek rögzítése mellett is (a rögzített járatok, állomások az új megoldásban is a helyükön maradnak).

### C) Megvalósult járatok nyilvántartása:

A rendszer lehetőséget biztosít a megvalósult tényjáratok rögzítésére is. A tényjáratok vizsgálata alapján pontosabb képet kaphatunk a logisztikai funkció működésének hatékonyságáról.

### D) GPS-alapú járatkövetés:

Megfelelő felszereltséggel rendelkező járművek esetén a napi útvonal a begyűjtött GPS-koordináták alapján ellenőrizhető. Ha GPS-készülékek kommunikációs funkciókat is támogatnak, akkor a folyamatban lévő járatok on-line követése is megvalósítható.

### E) Felkeresések ciklikus ütemezése:

Egyes ágazatokban a felkeresések ütemezését nem az ügyfelek által leadott megrendelések vezérlik, hanem az a felkeresési rendszeresség, amit az eladó különböző fogyasztóihoz rendel (push-rendszerű értékesítés). A felkeresési rendszerességet az adott ügyfél vásárlási hajlandósága alapján állítják be.



A VERSYS rendszer támogatást nyújt az ilyen ágazatokban tevékenykedő cégek számára is. A látogatások rendje megfelelő optimalizációs algoritmus alkalmazásával ciklikusan megtervezhető. Az optimalizáció eredményeképpen a rendszer az ideális felkeresési gyakoriságok betartása mellett úgy ütemezi a felkeresési ciklus különböző napjainak látogatásait, hogy egyrészt az adott napon felkeresendő ügyfelek földrajzilag minél közelebb kerüljenek egymáshoz, másrészt a látogatások száma és a leadott árumennyiség minél egyenletesebben oszoljon el a felkeresési ciklus egyes napjai között. A szállítási feladatok a ciklus fentiek szerint meghatározott felkeresési rendje alapján már naponta generálhatók. Az ügyfelek felkeresési rendjének előzetes megtervezése nagyban hozzájárulhat ahhoz, hogy a napi járatütemezési optimalizáció még hatékonyabb szállítási terveket állítson össze.

A rendszer képes arra, hogy a múltbeli értékesítési adatok statisztikai elemzése alapján az ügyfelek ideális felkeresési gyakoriságára is felajánlást tegyen.

Az alkalmazás korszerű Windows-os környezetben működik, erőforrásigényei nem haladják meg az operációs rendszerét. Az adatok tárolásáért SQL-alapú adatbáziskezelő felel. Többfelhasználós, kliens-szerver üzemmódra is van lehetőség. Amennyiben az alapadatok részben vagy egészben már üzemelő rendszerekben rendelkezésre állnak, akkor az importálási funkciók elkészítését vállaljuk. A rendszer segítségével rögzített adatok rendszerezett elérését biztosító lekérdezéseket felhasználói igények szerint előállítjuk.

The screenshot displays the VERSYS software interface for route planning. The main window shows a list of routes with columns for 'Megnevezés', 'Érkezés', 'Indulás', and 'Terhelés'. A dialog box titled 'Járatütemezési optimalizáció' is open in the center, showing optimization parameters and results. The dialog box contains the following text:

```

Indítás      Leállítás      Mérés
Lépcső: 2688
Optimalizációs költség: 744677,94
Hasznosság: 1700425,00
Töltésterhelés: 1,28
Kérés (sec): 0
Legjobb lépés: 2104
Legjobb költség: 1842226,42
Legjobb hasznosság: 1700425,00
Legjobb késés (sec): 0
Legjobb járműszám: 13
Legjobb járatszám: 17
Legjobb csomagszám: 161
Lejártó feladatok a legjobb megoldásban: 100,0%
  
```

The background interface shows a list of routes with columns for 'Ügyfél', 'Település', 'Megnevezés', 'Érkezés', 'Indulás', and 'Terhelés'. The routes are listed in a table format, showing various destinations and their corresponding arrival and departure times and loads.

3. ábra: Járatszerkesztési felület a VERSYS rendszerben

A rendszer fejlesztése során törekedtünk az optimalizációs feladat minél általánosabb megfogalmazására. Természetesen elképzelhető, hogy valamely oknál fogva az ismertett specifikáció mégsem felel meg maradéktalanul az adott szállítványozási funkció ütemezési problémáinak. Ebben az esetben teljesen nyitottak vagyunk mindennemű bővítési vagy testreszabási fejlesztés megvalósítására.



## Tesztek

Az általunk elvégzett felmérések a nemzetközi szakirodalomban olvasható eredményekhez hasonló előnyöket mutatnak. A tesztfeladatok azt mutatják, hogy a közvetlen szállítási költségek területén 5-25%-os megtakarítás érhető el a fixjáratos és kézi ütemezéshez képest.

A felhasználók leggyakrabban az alábbi célokat fogalmazzák meg egy járatütemezési rendszer bevezetésénél:

- A fuvarszervezési munka felgyorsítása és az eredmények javítása.
- Járatok összeállítása a mindenkori piaci igények földrajzi eloszlása alapján történjen.
- Szállítási hatékonyság javítása.
- Költségek csökkentése.

Leggyakrabban használt mutatók szerint a VERSYS használatával:

- a kiszállítások 10-20%-kal kevesebb járművel megvalósíthatók,
- a túrák 5-25%-kal rövidebbek,
- 5-15%-kal kevesebb túra,
- a kihasználtság 7-15%-kal jobb.

A VERSYS használatával elért további előnyök:

- kevesebb késés,
- preferált járművek használata,
- kapacitás korlátok betartása,
- vevői megelégedettség javítása a szolgáltatási színvonal emelésén keresztül,
- a humán erőforrások hatékonyabb felhasználása azáltal, hogy a szállítási menedzser operatív terhei csökkennek,
- vezetői kontroll kiterjesztése a sofőrök és szállítási alvállalkozók fölött,
- széleskörű elemzési lehetőségek rövid és hosszú távú döntések támogatásához,
- szimulációs lehetőségek (pl. mi lenne, ha változna a flotta összetétele).

## Referenciák

### ÁRUSZÁLLÍTÁS

- **MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.**

A közúti üzemanyag-szállítási és tartályos gázdisztribúciós tevékenységhez kapcsolódó, az egész országra kiterjedő szállítás-szervezési és járatütemezési feladatok ellátása, a fuvarozó alvállalkozók irányítása, a tervjáratok megvalósulásának nyomon követése, a járművektől érkező GPS-pozíciók fogadása és megjelenítése.

A MOL csoport több országot érintő, nemzetközi vasúti szállítási tevékenységének támogatása az egyedi optimalizációs algoritmust használó RFMS (Railway Fleet Management System) kifejlesztésével.

- **TOTAL Hungária Kft.**

Gázszállítás ütemezése, szállítási alvállalkozók irányítása.

- **Prímagáz Hungária Zrt.**

Tartályos és palackos gáz regionális központokból való kiszállításának egész országra kiterjedő szervezése, a fuvarozási alvállalkozók irányítása, a tervjáratok megvalósulásának nyomon követése, a járművektől érkező GPS-pozíciók fogadása és megjelenítése. A gázpalackok push rendszerű értékesítésének ciklikus ütemezése. Raktárközi szállítások szervezése.

- **SLOVNAFT Plc.**

A közúti üzemanyag-szállítási tevékenységhez kapcsolódó, egész Szlovákiára kiterjedő járatütemezési feladatok ellátása, a fuvarozó alvállalkozók irányítása, a tervjáratok megvalósulásának nyomon követése.

- **TEVA Magyarország Kft.**

Gyógyszerek, gyógyhatású készítmények és gyógyászati segédeszközök nagykereskedelmi áruterítésének szervezése több kiszolgáló depóból, szállítási alvállalkozók irányítása.

- **Hungaropharma Zrt.**

Gyógyszerek, gyógyhatású készítmények és gyógyászati segédeszközök nagykereskedelmi áruterítésének szervezése több kiszolgáló depóból, szállítási alvállalkozók irányítása.

- **PHOENIX Pharma Zrt.**

Gyógyszerek, gyógyhatású készítmények és gyógyászati segédeszközök nagykereskedelmi áruterítésének szervezése több kiszolgáló depóból, szállítási alvállalkozók irányítása.

- **Gallicoop Pulykafeldolgozó Zrt.**

Pulyka friss hús, készítmények, fagyasztott termékek egész országra kiterjedő áruterítése közvetlen kiszolgálású és disztribúció keretei között kiszolgált ügyfelek részére. Fuvarozási alvállalkozók irányítása, osztható rakterű járművek részkapacitásainak figyelembe vételével.

- **Baromfiudvar Kft.**

Hűtött élelmiszerek forgalmazása, disztribúciója saját és alvállalkozói járművekkel.

- **Pápai Hús Kft.**

Élelmiszeripari nagy- és kiskereskedelmi tevékenység szállítási feladatainak támogatása.

- **Kedvenc JM Kft.**

Hűtött élelmiszerek forgalmazása, disztribúciója.

- **Helit Kereskedelmi Kft.**

Hűtött élelmiszerek szállításának szervezése Budapesten és környékén.

- **Ceres Zrt.**

Sütőipari termékek országos disztribúciójának támogatása fixjáratok és napi ütemezésű kiszállítások alapján több telephelyről.

- **Mecsek Fűszért Zrt.**

Élelmiszer és vegyi áru termékek több logisztikai központból történő kiszállításának szervezése.

- **Pécsi Sörfőzde Zrt.**

Kiskereskedelmi áruterítés szervezése a Dél-Dunántúl régióban egy kiszolgáló depóból.

- **Pek-Snack Kft.**

Fagyasztott pékáruk országos terítésének szervezése napi szintű optimalizáció használatával, multidepós környezetben. A tervjáratok megvalósulásának nyomon követése, a járművektől érkező GPS-pozíciók fogadása és megjelenítése.

Szimulációk végrehajtása az optimális flottaösszetétel és depólokációk meghatározása érdekében.

- **Vitaleggs Kft.**

Étkezési tojás országos disztribúciójának szervezése napi szintű optimalizációval, multidepós környezetben.

- **SCA Hygiene Products Kft.**

Higiéniai termékek (Zewa, Libero, Libresse, Tork, stb.) országos terítésének szervezése, optimális flottaösszetétel meghatározásának támogatása.

- **ATEV Fehérjefeldolgozó Zrt.**

Állati melléktermékek egész országra kiterjedő begyűjtésének, szállításának szervezése, körjáratos és céljáratos begyűjtő, valamint telephelyek közötti átszállítási feladatok kezelésével multi depós környezetben.

- **ABRONCS Kereskedőház Kft.**

Személyautó-gumiabroncsok országos disztribúciójának támogatása saját és alvállalkozói heterogén flotta irányításával.

- **CE Glass Industries**

Építészeti, lakossági és egyéb ipari üvegtermékek, valamint üvegipari gépek, berendezések nemzetközi áruszállításának központi szervezése Magyarország, Szlovákia, Horvátország, Szlovénia és Románia területére.

- **Lapker Zrt.**

Megközelítőleg 11500 árusítópont sajtótermékkel történő ellátását célzó logisztikai tevékenység teljes körű támogatása.

- **Techno-Trade Kft.**

Gillette és Duracell termékek disztribúciója.

## **DOLGOZÓI UTAZTATÁS**

- **Magyar Suzuki Zrt.**

A vidéki dolgozók műszakonkénti be-és hazaszállításának szervezése fixjáratos modell kialakításával, a túlóras műszakváltásokhoz kapcsolódó járatok egyedi optimalizációjával, a fuvarozó alvállalkozók irányítása.

- **Flextronics International Kft.**

A vidéki dolgozók műszakonkénti be-és hazaszállításának szervezése fixjáratos modell kialakításával, a fuvarozó alvállalkozók irányítása.

- **Elcoteq Magyarország Elektronikai Kft.**

A vidéki dolgozók műszakonkénti be-és hazaszállításának szervezése, a műszakváltásokhoz igazodó napi szintű optimalizáció használatával.

## **TANÁCSADÁSI PROJEKTEK**

- **IFUA Horváth & Partners Kft.**
- **FrieslandCampina Hungária ZRt.**



Optimális depólokációk meghatározása a Kelet-Magyarország-i régióban az egydepós és a többdepós struktúrák keretei között.