



MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**Általános matematikai modell kidolgozása
nemzetközi vegyes típusú áruszállító körjáratok
optimális tankolási pontjának meghatározásához**

Zakar Katalin
OHLH5Q

Konzulens:
Dr. Kovács György
egyetemi docens
Logisztikai Intézet

Miskolc, 2014.



Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Optimális üzemanyag töltőállomások meghatározásának módszere egy általános járatra	4
1.1. Az ideális üzemanyagtöltő állomás megválasztásának nehézségei.....	4
1.2. A közúti áruszállítás lehetséges szervezési módjai	5
1.3. Lehetséges töltőállomás alternatívák meghatározásának módszere.....	7
1.4. Az egyes szállítási szakaszok azonosítására kialakított általános modell	10
2. Áruszállító járat önköltség számításának általános modellje	13
2.1. Szakaszfüggő üzemanyag költség számítási módszer meghatározása	13
2.2. Szakaszfüggő bérköltség számítási módszer meghatározása	16
2.3. Szakaszfüggő járulékos költség számítási módszerének meghatározása	17
2.4. Szakaszfüggő fenntartási költség számítási módszerének meghatározása.....	18
2.5. A szakaszfüggő önköltség számítási módszerének összegzése a matematikai modell alapján.....	20
2.6. Az optimális üzemanyag töltőállomás kereséshez szükséges GPS koordináták bekérése Excel szoftver alkalmazásával	21
3. A módszer alkalmazásának előkészítése a járat tulajdonságainak elemzésével	22
3.1. A kidolgozott módszer alkalmazása az optimális üzemanyagtöltő állomás meghatározása, egy gyakorlati példán keresztül Excel alkalmazás segítségével	23
3.2. A modellre kifejlesztett Excel alkalmazás	24
3.3. Önköltség számítása a feladatra Excelben	26
3.3.1. Az adott feladat esetén az önköltség számításának összegzése.....	26
3.3.2. Töltőállomás alternatívák meghatározása	27
3.3.3. Optimális töltőállomás keresése Excel alkalmazás segítségével.....	28
4. A szoftver koncepciójának előkészítése, fejlesztési lehetőségek.....	32
5. Összefoglalás	33
6. Irodalomjegyzék	34

Bevezetés

A jelenlegi éles versenypiaci helyzetben, pontosságra kiélezett világban, nagy jelentősége van a hatékonyságnak, költségtakarékosságnak, és a profizmusnak. Napjainkban nagy gondot okoz a fuvarozó cégek számára az, hogy a gépjárműveik hol tankoljanak közúti áruszállítás esetén.

Nemzetközi áruszállítás esetén ez még nagyobb problémát jelent, figyelembe véve a cégek eltérő szerződési feltételeit az üzemanyag beszállító cégekkel. Gyakran találkozni olyan szerződési feltételekkel, amikor nemzetközi viszonylatban az egyes országok esetén átlagárat alkalmaznak a beszállítók. Az átlagárból pedig attól függően adnak kedvezményt, hogy az adott üzemanyagtöltő állomást milyen prioritásúként tüntetik fel. Nyilvánvalóan az autópálya menti töltőállomások fogják a legkevesebb kedvezményt kapni.

Ezzel a gyakorlatban fellépő problémával szeretnék foglalkozni és matematikai modellt kialakítani annak a vizsgálatára, hogy a nemzetközi vegyes körjáratok esetén hol vannak az optimális tankolási pontok. Az optimális tankolási ponton kívül meghatározom, hogy mennyi megtakarítást jelent ez a cégek számára járatonként.

Nemzetközi vegyes körjáratok esetén a feladási és leadási pontok alkalmával változik a feladott és leadott súly mértéke, ezáltal a fogyasztás is. Tehát olyan matematikai modellt kell kialakítani, amellyel azonosítani tudjuk a rakodási, tankolási pontokat és a megtett távolságokat annak érdekében, hogy tulajdonságokkal tudjuk felruházni az egyes szakaszokat. A szállítási folyamatokat így olyan tulajdonságokkal tudjuk felruházni, ami az optimalizálás szempontjából fontos. A tankolási pontok közötti szakaszra önköltséget kell meghatározni, amely alapján az optimalizálást el lehet végezni.

Dolgozatom megírásával az a célom, hogy matematikai modellel és annak szoftver koncepcióját kidolgozva, segítséget és megoldást adjak a cégek számára, hogyan választhatnak optimális tankolási pontot gépjárműveik számára, bonyolultabb vegyes körjáratok esetén is. A matematikai modell és a szoftver koncepció segítségével, a szállítási tulajdonságoknak megfelelő költségek alakíthatóak ki, amelyek elősegítik a pontos tervezését a fuvarszervezők számára.

1. Optimális üzemanyag töltőállomások meghatározásának módszere egy általános járatra

Ebben a fejezetben ismertetem a közúti áruszállítás szervezésének módjait. Kidolgozom az optimális üzemanyag töltőállomás keresésére vonatkozó módszert. Egy matematikai modellt határozok meg körjárat esetére, amellyel az érintett útvonal költségei leírhatóak. A modell alapján határozható meg a szakaszonként változó költségek, majd ez alapján az optimális tankolási pont.

1.1. Az ideális üzemanyagtöltő állomás megválasztásának nehézségei

Az üzemanyagtöltő állomás megválasztása nehéz feladat a cégek számára, mert nagymértékű különbségek vannak az egyes üzemanyagtöltő állomás árai között. Ez nem csak Magyarország esetén igaz, hanem a külföldi árak esetén is. Kiemelkedően nagy eltérések tapasztalhatóak közvetlen az autópálya mentén lévő, és a városi töltőállomások között. Általánosan elmondható, hogy az autópálya közvetlen közelében a legdrágább, az autópályától távolodva csökken az üzemanyagár. Akár 30-40 Ft-os eltérést is tapasztalhatunk Magyarországon belül. Mivel kamionok esetén nagyságrendileg egyszerre 900-1100 liter jelent tele tankot, és egy hónapban legalább 3 tele tank szükséges gépjárművenként és ekkora mennyiség esetén, már 10 -15 Ft/liter- áreltérés is lényeges tényező hosszú távon.

A külföldi országok esetén nem csak az országokon belül, hanem az egyes országok között is nagy üzemanyagár különbség tapasztalható. Az országok közötti üzemanyagár eltérésnek nem feltétlenül földrajzi oka van, lehetnek azok szomszédos országok is, mint például Belgium és Luxemburg.

A töltőállomások választásánál, figyelembe kell venni az adott cég szerződési feltételeit, lehetőségeit, külföldi tankolások esetén általános forgalmi adó (áfa) visszaigénylés lehetőségeit, amelyek nagymértékű költség hányadot tesznek ki. Cégenként változnak az áru fuvarozási sajátosságok. Lehet fix járatra és dinamikusan változó esetre tervezni, ahol a tevékenységből adódóan folyamatosan változik az igény.

Az autópálya mentén lévő tankolások elkerülése érdekében nem könnyű azt megmondani, hogy az egyes üzemanyagtöltő állomásért érdemes-e kerülni, milyen plusz költséggel jár az a cég részére, és mennyi megtakarítással. Az egyes üzemanyagtöltő állomások eléréséhez szükségessé plusz kilométer mértékét, időbeni ráfordítást is nehéz megítélni. Ezeket a költségeknek és megtakarításoknak az optimumát nem könnyű jól meghatározni, legtöbbször érzésre teszik ezt meg a gépkocsivezetők.

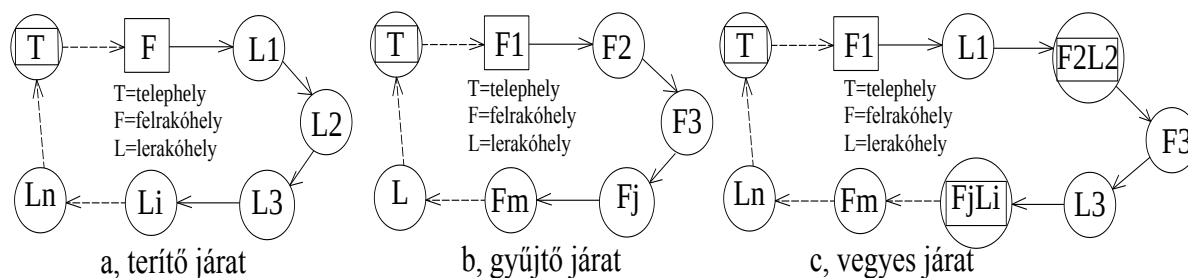
Nagy vállalatok esetén nincs idő arra, hogy ezeket a fuvarszervezők figyelembe vegyék, legtöbbször a gépkocsivezetőkre bízják. Ennek a megváltoztatása érdekében alakított ki egy olyan általánosan alkalmazható módszert, amely segítségével könnyen összevethetőek és tervezhetőek lesznek az optimális üzemanyagtöltő állomás megválasztása. Ezt követően bemutatom az alkalmazásának menetét azzal, hogy meghatározom a cégen belüli vegyes körjáratra egy adott feladat esetén az optimális üzemanyagtöltő állomások helyét.

1.2.A közúti áruszállítás lehetséges szervezési módjai

A közúti áruszállítás szervezésének célja a szállítási igények rugalmas és gyors kielégítése a szállító járművek kapacitásának legjobb kihasználásával, az üres futások és a szállítási költségek minimalizálásával. A gyakorlatban alkalmazott szállítási (fuvarozás-) szervezési modellek közül a következőket különböztetjük meg:

- egyszerű járatok tervezése: a jármű rendszerint a telephelyéről áll ki a feladóhelyre, ahol a gépjármű megrakodik, majd szállítás után visszaáll a telephelyre, vagy újabb feladóhelyre áll át.
- ingajáratok tervezése: tömegesen jelentkező fuvarfeladatok esetén célszerű szervezni, a feladóhely és a lerakóhely közötti szállítást addig teljesítik, míg a fuvar feladat egésze teljesítésre kerül.
- körjáratok tervezése: a viszonylag kis tételekben és több helyen ismétlődő fuvarfeladatok lebonyolítására alkalmazhatók. Három fajtáját különböztetjük meg:
 - terítő járat: egy helyen megrakott gépkocsit több egymás utáni helyen fokozatosan rakodik le.
 - gyűjtő járat: több helyen megrakott járművet egy helyen raknak ki.
 - vegyes körjárat: az első leadási és az utolsó leadási hely között a jármű rakományát hol kiegészítik, hol pedig csökkentik [1].

A körjáratok három fajtáját a 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Körjáratok fajtái [1].

Tervezés menete és az ehhez tartozó kiegészítő információk

A közúti áruszállítás szervezésének módjai közül a körjárat és azon belül a vegyes járat esetére alakítom ki az optimális üzemanyag töltőállomás keresésének módszerét. Vegyes körjárat esetén, folyamatosan változik a feladó és a leadóhelyek sorrendje, ezáltal a szállított súly és térfogat. Ezért arra van szükség, hogy a feladó és leadóhelyek helyett csak rakodóhelyeket különböztessünk meg, és mivel a rakodóhelyek között változnak a paraméterek, így az egyes rakodóhelyek között a megfelelő paramétereket szakaszfüggően kell megadni. Így lehet pontos önköltséget meghatározni az adott útvonalra [5].

A meghatározás során figyelembe veszem az egyes üzemanyag töltőállomások közötti árkülönbséget, és az adott töltőállomás miatti plusz kilométer teljesítményt, és annak hatását a költségekre vonatkoztatva. Üzemanyag töltőállomásonként az adott útvonalak összehasonlításával lehet majd minimális önköltségű útvonalat keresni.

A tervezés menete a következőképpen történik egy általános gyűjtőjárat esetére:

1. $L_{össz}$ km meghatározása (a járat teljes hossza),
2. L_{max} meghatározása (tankolás nélkül megtehető szakasz maximális hossza),
3. tankolási helyek számának meghatározása,
4. modell meghatározása, amellyel a tankolási pontok, rakodási helyek közötti szakaszok egyértelműen beazonosíthatóak,
5. egy általános járat önköltségének meghatározása, az egyes szakaszok tulajdonságainak változásának figyelembe vételével (súlyváltozás stb.),
6. GPS koordináták segítségével kiszűrni, mely tankolási pontok esnek a Δl sugarú körbe (ebben a körben kell keresnünk az optimális töltőállomást, mert elfogy az üzemanyag készlet),
7. lehetséges üzemanyag töltő pontok meghatározása,
8. az optimális tankolási pont meghatározása, amelyet a legkisebb teljes költségű útvonalat eredményezi a lehetséges alternatívák vizsgálatával.

1.3. Lehetséges töltőállomás alternatívák meghatározásának módszere

Nagy különbségeket tapasztalhatunk az egyes üzemanyag-töltő állomások árai között, amelyek általában a következők szerint alakulnak. Az autópálya közvetlen közelében a legdrágább, az autópályától távolodva csökken az üzemanyagár. A feladat az, hogy a gyűjtőjárat estén a töltőállomás választását is tudjuk optimalizálni.

A lehetséges üzemanyag-felvételi helyek meghatározásához ismert a következő [2]. Ezt a modellt alakítom át, hogy az egyes töltő állomás alternatívákat megkeressem, és az optimális pontot kiválasszam.

A járat indításakor legtöbbször ismert az indulási pont (telep), rakodási helyek száma, a megteendő $l_{össz}$ km távolság. Ha nem is végleges az $l_{össz}$ km távolság, de a tankolások számát már nagyjából meg lehet határozni. A tankolások számát a következő módon határozom meg:

$$T_n = \frac{l_{össz}}{l_{max}} \quad [\text{db}] \quad (1)$$

ahol: T_n a tankolási pontok száma,

$l_{össz}$ a megteendő összes kilométer teljesítmény (km),

l_{max} a megtehető maximális kilométer teljesítmény egy tankkészlettel (km).

Az l_{max} –ot még meg kell határozni, amelyet az adott gépjármű átlagfogyasztása alapján határozok meg. Az l_{max} a gépjármű tulajdonságaitól fog függni, vagyis a fogyasztásától, és az egyszerre betankolható maximális üzemanyag mennyiségtől. Az l_{max} teletank és az adott gépjármű esetében a következőképpen számítható :

$$l_{max} = \frac{Q_{max}}{f_n} \cdot 100 = [\text{km}] \quad (2)$$

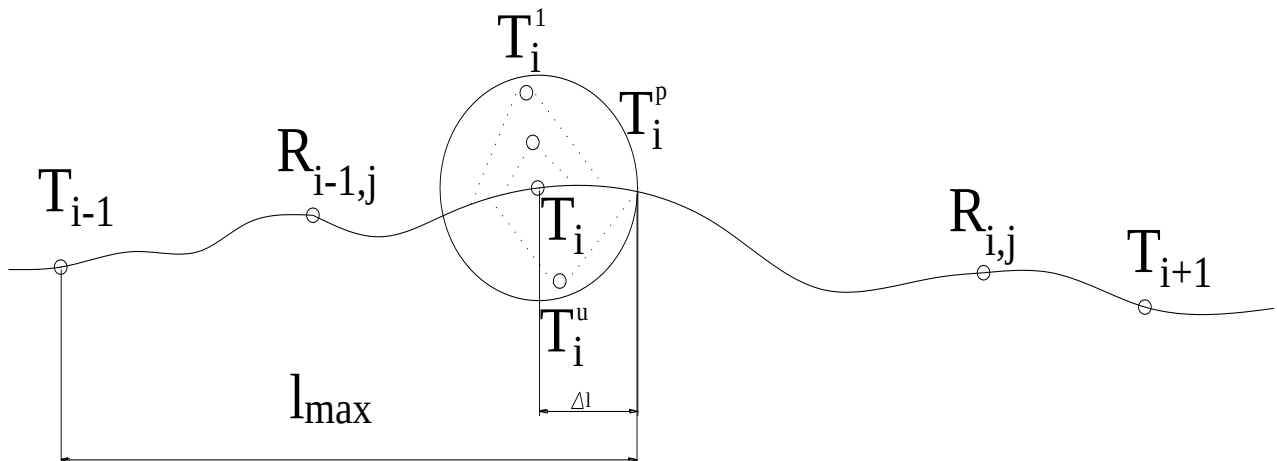
ahol: l_{max} a megtehető maximális kilométer teljesítmény egy tankkészlettel (km),

Q_{max} az adott gépjárműbe egyszerre betankolható üzemanyag mennyisége (l),

f_n az adott gépjármű fogyasztás normája (l/100 km).

A 2. ábra segítségével szemléltetem a töltőállomás alternatívák lehetséges elhelyezkedését. A T_{i-1} pontban tankol tele a gépjármű mely alapján számítható, hogy mennyi az az l_{max} távolság amennyit a tele tankolás után képes megtenni. Az l_{max} távolság elérése előtt Δl távolsággal kell töltőállomást keresni a gépjárműnek: ez lesz a T_i pont, ahol már keresés szükséges. Az l_{max} távolságot, úgy kell megadni, hogy a teljes üzemanyagkészletnek ~6%-nak

mindig a tartájban kell lennie, mert teljes 100%-ig nem tud a gépjármű üzemanyagot felhasználni a motor megfelelő működése miatt. Így a maximális megtehető távolságot a ~6%-al csökkentetten kell megadni és ez egy x liter mennyiség lesz. A T_i pont környezetében tankolt mennyiséggel, tele tankolás esetén, fog tudni eljutni a T_{i+1} pontig.



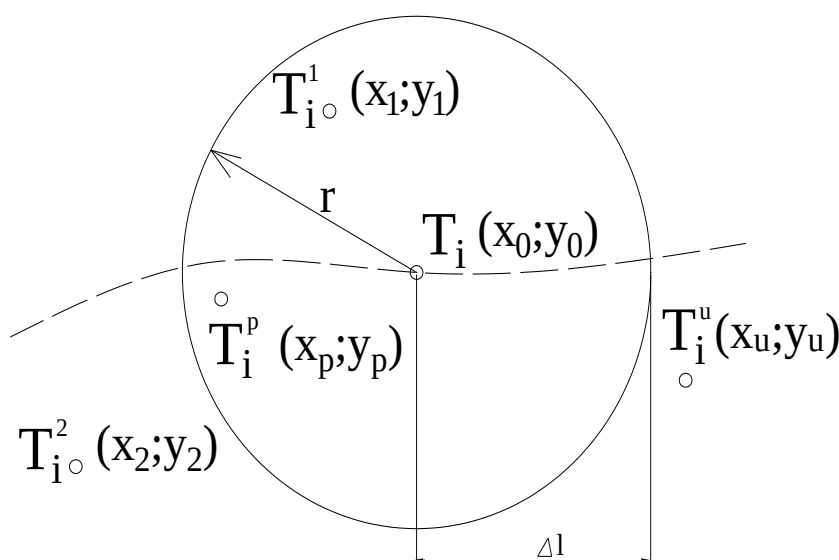
2. ábra. Tankolási pontok ábrázolása

Az optimális tankolási pontot a kiindulási ponttól egy $l_{max} - \Delta l$ távolságú T_i pontban keresem, amely pont körül egy Δl sugarú kör tartományában nézem meg, melyik töltő állomás kerülhet szóba. A T_i keresési pontban a szóba jöhető tankolási pontok halmaza T_i^p ($p=1,2,\dots,u$ ig megy) jelölést kapnak. GPS koordináták segítségével is lehet kiszűrni, hogy a T_i^p $p=1,2,\dots,u$ tankolási lehetőségek közül mely esik bele a Δl sugarú körbe. Csak a körbe eső töltőállomásokra számolok önköltséget. A GPS koordináták alapján való szűrést később ismertetem.

A T_{i-1} ponttól a T_i tankolási pontig az induláskor tankolt üzemanyag árral (T_{i-1} pontban), a T_i^p töltő állomástól pedig a T_{i+1} pontig az adott üzemanyag állomásokon tankolt üzemanyag árral kell számolni. Ezért szükséges meghatározni a gépjármű kilométer-arányos önköltségét, mert ebből tudom számítani az egyes útvonalszakaszok közötti különbséget az üzemanyag ár, fogyasztás, domborzati és egyéb befolyásoló tényezők segítségével. Az optimális tankolási pontot a legkisebb teljes költségű útvonal eredményezi. A legkisebb teljes költségű útvonal a T_{i-1} pont és T_{i+1} pont között kell meghatározni, a szakaszok önköltségének figyelembe vételével.

GPS koordinátákkal a töltőállomások keresésének szűkítése

A GPS koordináták figyelembe vételével tudom leszűkíteni azokat az üzemanyagtöltő állomásokat, amelyek a T_i pont környezetében találhatóak, ezt a 3. ábra szemlélteti. A T_i pont körül rajzolok egy Δl sugárú kört. A T_i ponthoz tartozik egy (x_o, y_o) koordináta és minden p tankolási ponthoz tartozik egy x_p, y_p koordináta amelyek adottak.



3. ábra. Töltő állomás keresése

A kör egyenlete a következő módon írható fel ezzel a jelölésrendszerrel:

$$(x - x_o)^2 + (y - y_o)^2 = \Delta l^2 \quad (3)$$

A tankolási ponthoz tartozó x és y koordináták indexei $p=1 \dots u$ -ig megy ahol az u az utolsó szóba jöhető tankolási hely sorszáma lesz. Tehát az p -jelű lehetséges tankolási pont esetén a következőképpen határozható meg, hogy bele esik-e a keresési feltételbe vagy sem.

$$(x_p - x_o)^2 + (y_p - y_o)^2 \leq \Delta l^2 \text{ bekerült a lehetőségek közé} \quad (4)$$

$$(x_p - x_o)^2 + (y_p - y_o)^2 > \Delta l^2 \text{ nem került be a lehetőségek közé} \quad (5)$$

Ezt minden lehetséges pontra elvégezzük egy Excel tábla segítségével, és amelyek pontok megfelelnek a követelményeknek, azon a pontok esetében kell megvizsgálni, hogy melyik lesz a minimális költségű útvonal. Ez alapján egyértelműen meghatározható, hogy melyik az optimális tankolási pont.

A T_{i-1} pont és T_{i+1} pont közötti tartományban a költség a következő módon írható fel:

T_{i-1} pont és a T_i pont közötti szakasz önköltsége: K_{i-1} ,

T_i pont és a T_{i+1} pont közötti szakasz önköltsége: K_i .

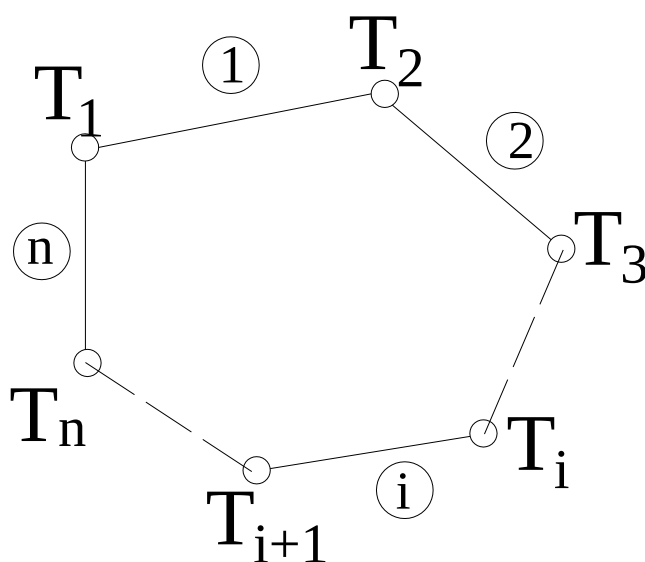
Ennek megfelelően az adott T_i^p tankolási pont esetén a T_{i-1} pont és T_{i+1} pont közötti szakasz költségének a minimálisnak kell lennie, amely a következő:

$$K_{i-1} + K_i \rightarrow \text{MIN} \quad (6)$$

A vizsgált tartományban (T_{i-1} és T_{i+1} pont között), ha a T_i^p –edik pont a Δl sugarú körön belül esik, minden esetben meg kell határozni a T_i^p -edik ponthoz tartozó K_{i-1} szakasz és a K_i szakasz együttes költségtényezőjét és ezek összegének a minimuma adja az optimális tankolási pontot.

1.4. Az egyes szállítási szakaszok azonosítására kialakított általános modell

A modellt egy körjáratra vonatkozó vegyes járatra alakítom ki. A tervezést egy alapmodell kialakításával kezdem. A modellt úgy kell kialakítani, hogy egy járat esetén nem csak egy, hanem több tankolási pont is lehetséges. Ezeket a tankolási pontok közötti részeket



4. ábra. Alap modell

szakaszokra bontom, tehát két tankolási pont közötti részt tekintek egy szakasznak. Ezt az alapmodellt a 4. ábra szemlélteti. T_i -vel jelölöm a tankolási pontokat, ahol $i = 1 \dots n$ -ig megy. A szakaszt megelőző tankolási pont indexe jelöli a szakaszt. Ez a jelölés azért célszerű, mert egy adott szakaszt megelőző tankolási pontban lévő üzemanyag ár jellemzi az adott szakasz üzemanyag költségét. Így tudjuk azt, hogy a 1-es szakaszon a T_1 -es tankolási pontban tankolt üzemanyag ár fogja

jellemezni az egyes szakaszt. Ennek a kis modellnek a hátránya, hogy az egyes szakaszokon belüli fogyasztásváltozást nem veszi figyelembe, hiszen nem ugyanaz a két tankolási pont között a fogyasztás vegyes járat esetén. Illetve így a domborzati viszonyok változását is

átlagolni kéne az egyes szakaszokon belül, ami megnehezíti az optimális töltőállomás keresését. Ezért az alap modellt bővíteni kell.

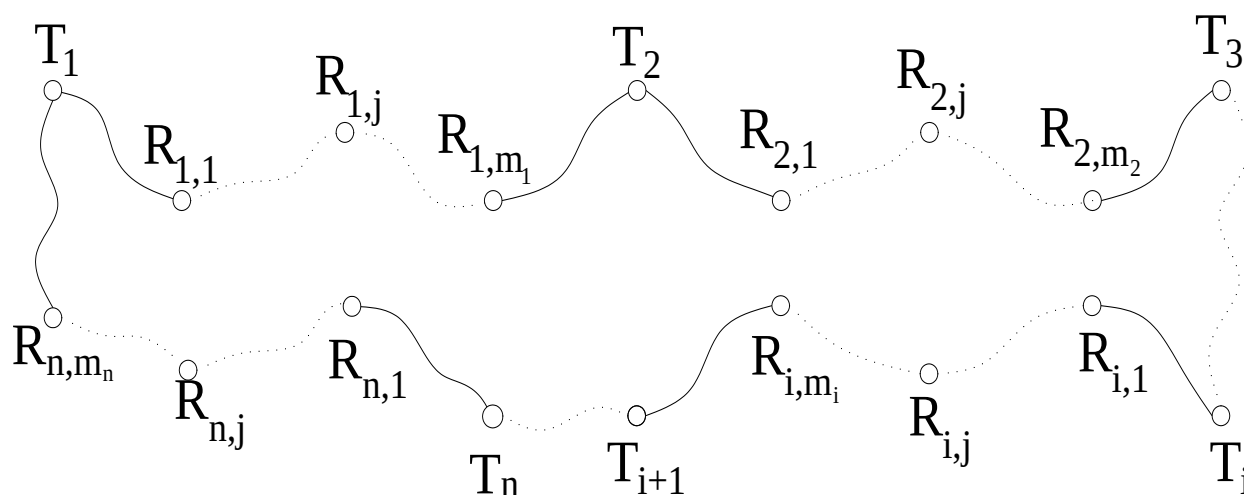
A bővítést úgy teszem meg, hogy két tankolási pont között rakodási pontokat veszek fel. A rakodási pontok azért fontosak, mert ezeket a pontokat követően változik a gépkocsinak a fogyasztása. Gyűjtő járat esetén nő a fogyasztása, elosztó járat esetén csökkeni fog a gépjármű fogyasztása. Külön fel és lerakóhelyet nem különböztetek meg, csak rakodóhelyet, mert csak a súlyváltozás lesz fontos, amelyet egy korrekciós tényező segítségével tudok a súly függvényében változtatni. A 5. ábra segítségével szemléltetem a bővített modellt, amelyben már a rakodóhelyek is figyelembe vannak véve.

A 5. ábrában a jelölések a következők:

T_i az i -edik tankolási pont $i = 1 \dots n$

$R_{i,j}$ az i -edik szakaszhoz tartozó j -edik rakodóhely

ahol: $i = 1 \dots n$ (szakaszazonosító),
 $j = 1 \dots m_i$ (szakaszon belüli rakodóhely azonosító, ahol az m_i a rakodóhelyek száma az i -edik szakasz esetén).



5. ábra. Bővített modell

A bővített modell segítségével egyértelműen beazonosíthatóak a tankolási pontok közötti rakodási pontok. Két rakodási pont által felosztott részt részzszakasznak tekintek. Ezen a részzszakaszokon lehet egyértelműen meghatározni a gépjármű költségét kilométer arányosan, mert így pontosabban figyelembe vehetőek a domborzati viszonyok, a súlyváltozás, autópálya költségek és egyéb lényeges költségtényezők, amik változnak ezeken a szakaszokon.

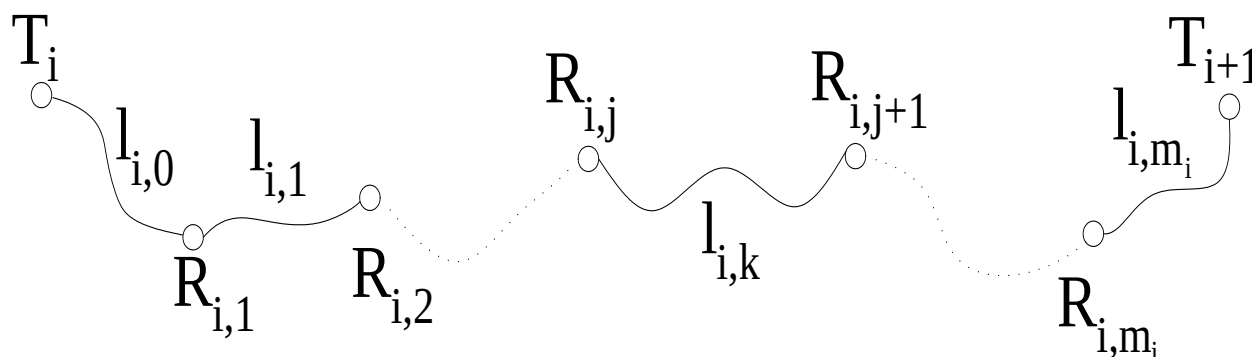
Ezeket a részzszakaszokat is be kell tudni azonosítani, hogy mely tankolási pontok, és mely rakodási pontok között található meg, ezért a következő jelölést vezetem be. A részzszakasz az azt megelőző rakodási pont indexe szerint kapja a jelölést, továbbá minden i -edik szakasz (két tankolási pont közötti távolság) első rakodási pontot megelőző részzszakasza az $i,0$ indexet kapja. A részzszakasz jele: $l_{i,k}$

ahol: $i = 1 \dots n$ („ n ” a tankolási pontok száma a teljes körjáratban),

$k = 0 \dots m_i$ („ m ” pedig a i –edik tankolási pontot követő szakaszban, a rakodási helyek száma).

A „ k ” indexet azért szükséges a 0-tól indítani, mert két tankolási pont között „ m_i ” darab rakodási ponthoz, $m_i + 1$ részzszakasz tartozik. Így ha 0-tól indul a „ k ” index, akkor a rakodási pontot követő szakasz esetén az $l_{i,k}$ jelölésben a $k \equiv j$. Így a rakodási pont indexe annak a részzszakasznak a jelölésével egyezik meg alakilag, amelyik fogyasztását befolyásolni fogja.

Általános esetben a T_i -edik tankolási pont és a T_{i+1} tankolási pont közötti részzszakaszok a következő módon szemléltethetők az 6. ábrán.



6. ábra. Részzszakaszok jelölése egy általános szakaszban

Az egyes részzszakaszok és szakaszok jelölése azért fontos, mert így az egyes szakaszokra írható le a teljes üzemeltetési költsége a gépjárműnek. Így szakasz függővé tehető a költségek változása is, ami lényeges tényező.

2. Áruszállító járat önköltség számításának általános modellje

Egy általános körjáratra meg tudjuk határozni a járat teljes önköltségét, ami az optimális üzemanyag töltő állomás kereséséhez fontos. Egy körjárat esetén a teljes útvonal költségét a $K_{\bar{O}}$ összes költség jellemzi, amelyet úgy tudok felírni, hogy az egyes szakaszonként vizsgált K_i (i -edik szakaszhoz tartozó) szakaszonként felmerülő költségeket összegezem. Így minden járat esetén a $K_{\bar{O}}$ összes költség felírható a következő (7) egyenlet szerint.

$$K_{\bar{O}} = \sum_{i=1}^n K_i \text{ [euro]} \quad (7)$$

ahol: $K_{\bar{O}}$ a járat teljes önköltsége [euro],

K_i az i -edik szakaszra vonatkozó költség ahol $i = 1 \dots n$ [euro].

Minden szakasz esetén felírható a K_i szakaszfüggő költség. A szakaszonként való költség felírása azért jó, mert az egyes szakaszok tulajdonságainak megfelelően tudom felírni és figyelembe venni az esetleges változásokat. Egy szakasz költsége a következő költség-komponensekből határozható meg [6]:

$$K_i = K_{\bar{U}i} + K_{Bi} + K_{Ji} + K_{Fi} \text{ [euro]} \quad (8)$$

ahol: K_i i -edik szakasz költsége [euro],

$K_{\bar{U}i}$ az i -edik szakaszra vonatkozó üzemanyag költség [euro],

K_{Bi} az i -edik szakaszra vonatkozó bérköltség [euro],

K_{Ji} az i -edik szakasz járulékos költségei (autópálya, parkolás díjak) [euro],

K_{Fi} az i -edik szakaszra vonatkozó jármű fenntartási költségek [euro].

Néhány költség-komponenst, mint például az állásidővel töltött időt, figyelmen kívül hagyok, mert ez a tankolás optimalizálása céljából elhanyagolható, nem befolyásoló vagy mérvado tényező.

2.1. Szakaszfüggő üzemanyag költség számítási módszer meghatározása

Meghatározom az i -edik szakasz üzemanyag költségét az alábbiak alapján. Az i -edik szakaszra az azt tartalmazó részsakaszok üzemanyag költsége felírható úgy, hogy veszem az egyes részsakaszra vonatkozó üzemanyag árat és az egyes részsakaszon felhasznált üzemanyag mennyiséget. Az üzemanyag ára szakaszonként (tankolási pontonként) változik,

de az egyes szakaszokon belüli részzszakaszokon (két tankolási pont között) nem változik. A felhasznált üzemanyag mennyisége és fogyasztása változhat a részzszakaszokon. Ezek alapján a következő írható fel:

$$K_{\bar{U}i} = k_{\bar{U}i} \cdot Q_{i,0} + k_{\bar{U}i} \cdot Q_{i,1} + \dots + k_{\bar{U}i} \cdot Q_{i,k} + \dots + k_{\bar{U}i} \cdot Q_{i,n} = k_{\bar{U}i} \cdot \sum_{k=0}^{m_i} Q_{i,k} \text{ [euro]} \quad (9)$$

ahol: $k_{\bar{U}i}$ az i -edik szakaszra vonatkozó fajlagos üzemanyagár [euro/ liter],

$Q_{i,k}$ az i -edik szakasz k -adik részzszakaszához szükséges üzemanyag mennyiség [liter],

m_i a i -dik szakaszon belüli rakodóhelyek száma.

A $Q_{i,k}$ üzemanyag mennyiség az egyes részzszakaszokon változhat, mert a vegyes járat során minden rakodóhely (fel és leadóhely) után valamilyen irányban változik a súly. A $Q_{i,k}$ úgy tudom meghatározni szakaszfüggően, hogy a gépkocsi i -edik szakaszának k -adik részzszakaszának fogyasztását, megszorozom a részzszakasz hosszával és elosztom 100-al mert a fogyasztást $l/100$ km-re határozzuk meg. Vagyis a $Q_{i,k}$ üzemanyag mennyisége a következő lesz:

$$Q_{i,k} = \frac{f_{i,k} \cdot l_{i,k}}{100} \text{ [l]} \quad (10)$$

ahol: $f_{i,k}$ az i -edik szakasz k -adik részzszakaszának egy adott gépjárműre vonatkozó fogyasztása [liter/100 km],

$l_{i,k}$ az i -edik szakasz k -adik részzszakaszának hossza [km].

Mivel a szállított súly és a domborzati viszony befolyásolja a gépjármű üzemanyag fogyasztását, így az $f_{i,k}$ -t a következő képen határozom meg. Egy szakasztól független átlagos f_n fogyasztási normát vezetek be, ami minden gépjárműre rendelkezésre áll, általános adatként. Ezt azzal teszem szakaszfüggővé, hogy egy $\eta_{i,k}$ korrekciós tényezőt vezetek be, amellyel az i -edik szakasz k -adik részzszakaszának súlytól függő tényezője lesz. Az egyes részzszakaszon a domborzati viszonyok is változnak, ezért a $\xi_{i,k}$ korrekciós tényezővel fogom még az üzemanyag fogyasztást befolyásolni. Ennek eredményeképpen az $f_{i,k}$ felírható a fogyasztási norma, és a korrekciós tényezők segítségével a következő módon:

$$f_{i,k} = f_n \cdot \xi_{i,k} \cdot \eta_{i,k} \quad (11)$$

Behelyettesítve, ennek megfelelően a $Q_{i,k}$ üzemanyag mennyiség a következőképpen számolható egy adott szakaszra:

$$Q_{i,k} = \frac{f_n \cdot l_{i,k} \cdot \xi_{i,k} \cdot \eta_{i,k}}{100} \quad [l] \quad (12)$$

ahol: $Q_{i,k}$ az i -edik szakaszon k -adik részzszakaszra jellemző üzemanyag mennyisége [l],

f_n a gépjármű üzemanyag fogyasztás normája (állandó egy kocs esetén) [l/100km],

$l_{i,k}$ az i -edik szakasz k -adik részzszakaszának hossza [km],

$\eta_{i,k}$ i -edik szakasz k -adik részzszakaszának súlytól függő tényezője [-],

$\xi_{i,k}$ i -edik szakasz k -adik részzszakaszának domborzattól függő tényezője [-],

Korrigált üzemanyagár alkalmazása

Abban az esetben, amikor a gépjármű rendelkezik a tankoláskor még üzemanyaggal, korrigált üzemanyag árat kell alkalmazni. A korrigált üzemanyagár alkalmazása a T_i és T_{i+1} pont között megtett útvonalon egy $k'_{\bar{U}_i}$ korrigált üzemanyag árral kell számolni, mert az i -edik optimális tankolási ponton valamennyi üzemanyag marad a tankban, amely az előző T_{i-1} tankolási pontban lett betankolva. Tehát szükséges egy olyan képletet használni, amely figyelembe veszi azt, hogy mennyi üzemanyag maradt még a tankban, a T_i pontban való tankolás előtt, és e helyére mennyi és milyen áru üzemanyagot tudunk pótolni. Erre a következő képletet alkalmazom:

$$k'_{\bar{U}_i} = \frac{l_{\max} - l_{\text{megtett},i-1}}{l_{\max}} \cdot k_{\bar{U},i-1} + \frac{l_{\text{megtett},i-1}}{l_{\max}} \cdot k_{\bar{U},i} \quad (13)$$

ahol: $l_{\max}$ a megtehető maximális kilométer teljesítmény egy tankkészlettel (km),

$l_{\text{megtett},i-1}$ az $i-1$ szakasz során megtett kilométer (km),

$k_{\bar{U},i-1}$ az $i-1$ pontban tankolt üzemanyag ára (euro/liter),

$k_{\bar{U},i}$ az i -edik pontban tankolt üzemanyag ára (euro/liter).

Az i -edik szakaszra vonatkozó korrigált üzemanyagköltségnek két része van. Az első tagját az előző ($i-1$) szakaszból megmaradt üzemanyagköltsége adja, a második tagját az i -edik szakaszra vonatkozó üzemanyagköltség képezi. A két tényező súlyozva kell, hogy legyen, mégpedig az i -edik ponton betankolt mennyiségnek a teljes tankkészletben képzett aránya alapján. Az üzemanyag mennyiségeket a képletben a hozzájuk tartozó úthosszakkal helyettesítem, mivel a fogyasztás közel állandó ezekben az esetekben.

2.2. Szakaszfüggő bérköltség számítási módszer meghatározása

A bérköltséget szakaszfüggően fogom meghatározni, és a már meglévő, múltbeli adatok alapján számítom ki. A K_{Bi} bérköltséget az i -edik szakaszra úgy írható fel, hogy veszem a fajlagos bérköltséget és megszorozom az adott részzszakasz hosszával. A bérköltség a következő képen írható fel egy adott szakaszra.

$$K_{Bi} = k_b \cdot l_{i,0} + k_b \cdot l_{i,1} + \dots + k_b \cdot l_{i,k} + \dots + k_b \cdot l_{i,n} = k_b \cdot \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} \text{ [euro]} \quad (14)$$

ahol: k_b a kilométerre vonatkoztatott fajlagos bérköltség [euro/ km],

$l_{j,k}$ a j -edik szakasz k -adik részzszakaszának hossza [km],

m_i a i -dik szakaszon belüli rakodóhelyek részzszakaszok száma.

Mivel járatokról beszélünk, ezért megközelítőleg minden hónapban ennyi lesz a bére az adott járat gépkocsivezetőjének. Az éves rendszeresen szabadságot a bruttó költség tartalmazza. A bért kilométerre vetítetten meg lehet határozni statisztikai vizsgálatokat követően. Több hónap átlagában az egy hónapra vonatkozó átlagos bérköltség (euro/km-ben) a múltbeli adatok alapján a következőképpen határozható meg:

$$k_b = \frac{\sum_{a=1}^f k_{b,a}}{f} \left[\frac{\text{euro}}{\text{km}} \right] \quad (15)$$

ahol: k_b a kilométerre vonatkoztatott fajlagos bérköltség [euro/ km],

$k_{b,a}$ a kilométerre vonatkoztatott fajlagos bérköltség egy hónapra [euro/ km],

a vizsgált hónapok száma.

A $k_{b,a}$ kilométerre vonatkozó átlag bérköltséget úgy határozom meg, hogy megnézem egy gépkocsivezető után milyen fizetési kötelezettségei keletkeznek a cégnek. Általában a következő költségekkel kell számolni:

- bruttó bér költsége,
- vállalat által fizetett járulékok (eltekintve a betegszabadságtól és táppénztől),
- napidíj.

A bruttó bérköltséggel kell számolni, mert ténylegesen ennyibe kerül a vállalatnak egy dolgozónak a bére. Ezt ki kell egészíteni a vállalat által fizetett járulék terhekkel, amit még a dolgozó után fog fizetni. Jelenleg 27% a szociális hozzájárulás a bruttó bér kifizetés után,

továbbá 1,5% szakképzési hozzájárulás. Ennyi a bér jellegű teher a cégek számára. Ezen felül, ha a dolgozó külföldön végzi a munkáját, akkor külföldi költségtérítési díjat, azaz napidíjat kell fizetni a külföldön eltöltött napok száma után. Ha az 1 napra eső külföldön töltött órák száma eléri a 4 órát, akkor 0,5 nap, ha eléri a 8 órát, akkor 1 nap költségtérítési díj jár neki. Ennek a napidíjnak a mértéke minimum 25 euro/nap. Ha a gépkocsivezető nem jár külföldön, akkor ez a tétel kiesik. Tehát a $k_{b,a}$ a kilométerre vonatkoztatott egy havi bérköltséget a következőképpen tudom meghatározni.

$$k_{b,a} = \frac{k_{brutto\ a} + k_{jaruléka} + N_a \cdot k_n}{L_{össz\ a}} \left[\frac{\text{euro}}{\text{km}} \right] \quad (16)$$

ahol: $k_{brutto\ a}$ egy adott gépjárművezető bruttó bérköltsége egy hónapra [euro/hónap],

$k_{jaruléka}$ egy adott gépjárművezetőnek kifizetett bruttó bérköltség után a járulék költség egy hónapra [euro/hónap],

N_a a külföldön megtett napok száma az adott hónapban [nap],

k_n külföldi kiküldetés költsége [Euro/nap],

$L_{össz\ a}$ az összes megtett kilométer hossza az adott hónapban [km].

Egy hónapban a gépkocsivezető bruttó bérköltsége után kell kifizetni a szociális hozzájárulást és a szakképzési hozzájárulást, ami együttesen 28,5%-ot tesz ki. Ez alapján a járulékos költség felírható a következő módon.

$$k_{jarulka} = k_{brutto\ a} \cdot 0,285 \left[\frac{\text{euro}}{\text{km}} \right] \quad (17)$$

2.3.Szakaszfüggő járulékos költség számítási módszerének meghatározása

A járulékos költségek azok, amelyek menet közben fuvarfeladattól függően jelentkeznek.

A járulékos költségek közé tartozik:

1. autópálya díj,
2. parkolási díj,
3. híd díj.

Ezek a költségek országonként változnak, eltérőek, így a fuvarfeladatok esetén is külön kell vizsgálni. Az üzemanyag töltő állomások kiválasztása céljából, akkor lehet fontos,

amikor plusz kilométer teljesítmények vannak. A plusz kilométer teljesítmény alatt a fuvarfeladat útvonalától eltérő, csak a töltőállomás felkeresése miatt megtett kilométer teljesítményt értem. A járulékos költségek a következőképpen írható fel:

$$K_{Ji} = K_{Ai} + K_{Hi} + K_{Pi} [\text{euro}] \quad (18)$$

ahol: K_{Ji} az i -edik szakasz járulékos költsége [euro],

K_{Ai} az i -edik szakasz autópálya költsége [euro],

K_{Hi} az i -edik szakasz híddíj költsége [euro], (elhanyagolható)

K_{Pi} az i -edik szakasz parkolási költsége [euro]. (elhanyagolható)

Ennek a kilométer teljesítménynek autópálya díj vonzata is lehet. A híddíjat és a parkolási díjat elhanyagolom, mert a tankolási pont meghatározása céljából nem meghatározó, nagyon minimális. Az elhanyagolható tényezők után a járulékos költség meghatározása:

$$K_{Ji} = K_{Ai} \quad [\text{euro}]$$

A K_{Ai} autópálya díjat szakasz függően határozom meg a következő módon:

$$K_{Ai} = k_{Ai} \cdot l_{Ai} = k_{Ai,0} \cdot l_{i,0} + k_{Ai,1} \cdot l_{i,1} + k_{Ai,k} \cdot l_{i,k} + \dots + k_{Ai,n} \cdot l_{i,n} = \sum_{k=0}^{m_i} k_{Ai,k} \cdot l_{i,k} [\text{euro}] \quad (19)$$

ahol: $k_{Ai,k}$ az i -edik szakasz k -adik részzszakaszának járulékos fajlagos költsége [euro],

$l_{i,k}$ a j -edik szakasz k -adik részzszakaszának hossza [km],

m_i az i -edik szakaszon belüli rakodóhelyek részzszakaszok száma.

2.4. Szakaszfüggő fenntartási költség számítási módszerének meghatározása

A fenntartási költségek olyan költségek, amely függetlenek a fuvarfeladatokról, fix költségek. A gépjármű, ha a telephelyen tartózkodik, és semmilyen munkát nem végez, akkor is fizetni kell ezeket. Ilyen költségek például a lízing díjak, biztosítási díjak, súlyadó, vizsgadíjak. A fenntartási költség nem elhanyagolható, hiszen a lízing díjak, javítási költségek stb. nagy költség hányadot jelentenek a teljes üzemeltetéshez viszonyítva.

Ezért a K_{fi} fenntartási költség szakaszfüggően a következőképpen írható fel:

$$K_{Fi} = k_f \cdot l_{i,0} + k_f \cdot l_{i,1} + k_f \cdot l_{i,k} + \dots + k_f \cdot l_{i,n} = k_f \cdot \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} \text{ [euro]} \quad (20)$$

ahol: k_f fajlagos fenntartási költség [euro/km],

$l_{i,k}$ az i -edik szakasz k -adik részzszakaszának hossza [km],

m_i a i -edik szakaszon belüli rakodóhelyek részzszakaszok száma.

A k_f fajlagos fenntartási költség egy évre vonatkozó periódusban határozható meg. Ezután az éves futásteljesítményre levetítve megkapom hány euro/km a fenntartási költség egy autóra. Az egy évre vonatkozó fenntartási költség esetében a következőket kell figyelembe venni:

- Általános költségek minden vállalkozás esetén
 - súlyadó ($k_{fsúlyadó}$),
 - kötelező biztosítás ($k_{fbiztosítás}$),
 - műszaki vizsga költsége ($k_{fműszaki}$).
- Egyéb fenntartási költségek a futásteljesítmény függvényében lehetnek (egyedi minden vállalat esetén):
 - lízing költség ($k_{flizing}$),
 - ha lízinges, akkor casco fizetése (k_{fcasco}),
 - bérbe vett autó esetén bérlet díja ($k_{fbérlet}$),
 - egyedi karbantartás (gépkocsi egyéb meghibásodásai) ($k_{fkarbantartásB}$),
 - rendszeres karbantartás (motorolaj cserék, kötelező karbantartás) ($k_{fkarbantartásA}$),
 - CMR biztosítás (nemzetközi áru fuvarozás esetén) (k_{fCMR}),
 - belföldi árukár biztosítás (belföldi fuvarozás esetén, nem kötelező) ($k_{fárukárA}$),
 - telefon költség ($k_{ftelefon}$),
 - gumiköpenyek cseréje ($k_{fgumiköpeny}$).

Az 1-es és 2-es éves költségeket összeadva, és elosztva az éves futás teljesítménnyel megkapjuk a k_f fajlagos fenntartási költséget.

$$k_f = \frac{k_{\text{fűtőanyag}} + k_{\text{biztosítás}} + k_{\text{fűtőszaki}} + k_{\text{flízing}} + k_{\text{fűtőcasco}} + k_{\text{fűtőbérlet}} + k_{\text{fűtőkarbantartásA}}}{L_{\text{össz}}} +$$

$$+ \frac{k_{\text{fűtőkarbantartásB}} + k_{\text{fűtőCMR}} + k_{\text{fűtőárakA}} + k_{\text{fűtőtelefon}} + k_{\text{gumiköpeny}}}{L_{\text{össz}}} = \left[\frac{\text{euro}}{\text{km}} \right] \quad (21)$$

2.5.A szakaszfüggő önköltség számítási módszerének összegzése a matematikai modell alapján

Az önköltség az i -edik szakaszokra most már meghatározható, mert az üzemanyag, bér, járulékos, és fenntartási költség komponensek megvannak. A képletet a (9)-(21) összegzésével határozom meg a következő módon:

$$K_i = K_{\text{Üi}} + K_{\text{Bi}} + K_{\text{Ji}} + K_{\text{Fi}} [\text{euro}] \quad (22)$$

ahol : $K_{\text{Üi}} = k_{\text{Üi}} \cdot \sum_{k=0}^{m_i} Q_{i,k}$, ahol : $Q_{i,k} = \frac{f_{i,k} \cdot l_{i,k}}{100}$ [l]

$$K_{\text{Bi}} = k_b \cdot \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} ,$$

$$K_{\text{Ji}} = \sum_{k=0}^{m_i} k_{\text{Ai},k} \cdot l_{i,k} ,$$

$$K_{\text{Fi}} = k_f \cdot \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} .$$

Így a K_i i -edik szakaszra vonatkozó összetett képlet:

$$K_i = \frac{k_{\text{Üi}}}{100} \cdot \sum_{k=0}^{m_i} f_{i,k} \cdot l_{i,k} + k_b \cdot \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} + \sum_{k=0}^{m_i} k_{\text{Ai},k} \cdot l_{i,k} + k_f \cdot \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} [\text{euro}]$$

$$K_i = \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} \left[\frac{f_{i,k} \cdot k_{\text{Üi}}}{100} + k_b + k_{\text{Ai},k} + k_f \right] [\text{euro}] \quad (23)$$

A K_i végképletben látható, hogy egy szakaszfüggő képletet kaptam, amelyeknél a következő 1. táblázatban látható módon alakulnak a szakasz és részsakasz függő költségtényezők.

Szakaszonként változik	$k_{\text{Üi}} ;$
Szakaszonként és részsakaszonként változik	$l_{i,k} ; f_{i,k} ; k_{\text{Ai},k}$
Szakaszonként nem változik (fix km alapú)	$k_b ; k_f$

1. táblázat. Költségtényezők alakulása

2.6. Az optimális üzemanyag töltőállomás kereséshez szükséges GPS koordináták bekérése Excel szoftver alkalmazásával

A 2.3. fejezetben leírtak szerint nagyon nehéz lenne meghatározni az egyes városok és az egyes üzemanyag töltő állomások közti távolságot. Mivel a számításhoz Excelt fogok használni, ezért irodalomkutatás során találtam egy olyan Excel macrot, amely a megfelelő függvényeket alkalmazva bekéri a városok GPS koordinátáit [3]. Valamint ezután az egyes városok közti távolságot is be tudja kérni a Google Maps.-ből. Tehát a tervezés során az egyes távolságokhoz a Google Mapsből bekért adatokat használok. A Excel macro-ban a következő függvényeket tudom használni:

- szélességi koordináta bekérése: =G_LAT(Miskolc),
- hosszúsági koordináta bekérése: =G_LONG(Miskolc),
- városok közti távolság: =G_Distance(Miskolc;Budapest),

például ebben az esetben Miskolc és Budapest városközpontjától veszi a távolságokat (tehát ez kevésbé pontos),

- városok megadása utca, házszám szerinti pontossággal,

=G_DISTANCE(B1&" "&C1;B2&" "&C2)

„B1”: 1. város szélességi koordinátája a B1. cellából hívja elő

„C1”: 1. város hosszúsági koordinátája a C1 cellából hívja elő

„B2”: 2. város szélességi koordinátája a B2. cellából hívja elő

„C2”: 2. város hosszúsági koordinátája a C2 cellából hívja elő

a szélességi és hosszúsági koordináták pedig az adott város pontos címe alapján lehet bekérni, így teljesen pontosan meg lehet határozni az adott címek közötti távolságokat.

Tehát a tervezés esetén a 2.3. fejezetben ismertetett módszer helyett ezt az Excel macrot fogom használni az alternatív tankolási pontok kereséséhez, mert ezzel pontosabban, és hatékonyabban tudom végezni a feladatot.

3. A módszer alkalmazásának előkészítése a járat tulajdonságainak elemzésével

Az optimális üzemanyagtöltő állomás kijelölésére szükséges a járat tulajdonságait ismerni. Egy adott járatnál a következőket vizsgálom, amelyek fontosak az optimális üzemanyagtöltő állomások meghatározása szempontjából:

- körjárat szervezése és ütemezése,
- körjárat súlykihasználtsága,
- jelenlegi tankolási szokások,
- üzemanyagkészlet felhasználása,
- üzemanyagköltségek a járat által érintett országokban,
- üzemanyag fogyasztás adott gépjárművek esetében.

A körjárat szervezése azért fontos, mert így látható az, hogy a járatot mennyire előre lehet tervezni, ezáltal a tankolási pontokat. A járatot szükség esetén szét lehet bontani export és import tevékenységre, így egy járaton belül is több részletben tudok tervezni.

A súlykihasználtsága a vegyes járatok folyamatosan súlyváltozás von maga után, amely hatással van az üzemanyag fogyasztásra.

A jelenlegi tankolási szokásokat azért vizsgálom, mert így meghatározható, hogy a jelenlegi alkalmazás működik-e, ha nem működik, akkor fontos megkeresni az okát, hiszen a tervezésnél ezt is figyelembe kell venni. Ezáltal az üzemanyag készlet ingadozását is, hogy van-e olyan eset, amikor alul van tervezve a készlet.

Az üzemanyagköltségek vizsgálata az egyes országokban azért meghatározó, mert minden ország esetén eltérő üzemanyag árak és eltérő tankolási feltételek vannak. Külföldi országok esetében az Áfa visszaigénylése is nagy figyelmet kell fordítani. Általában megadnak a cégek egy visszaigénylési minimális limitet, ha azt a forgalmat eléri, akkor intézik el csak az adott országban az Áfa visszaigénylést.

Minden gépjármű esetén meg kell határozni a fogyasztási normát több hónap átlagában, így lehet majd ezt a fogyasztási normát korrigálni az adott járat esetén. A fogyasztási normák kialakításánál múltbeli adatokat célszerű figyelembe venni, amelyet majd a tervezés során használni lehet.

3.1.A kidolgozott módszer alkalmazása az optimális üzemanyagtöltő állomás meghatározása, egy gyakorlati példán keresztül Excel alkalmazás segítségével

Az optimális üzemanyagtöltő állomás keresését egy vegyes típusú körjárat esetére végzem el. A vegyes típusú körjárat egy export és egy import feladatból több fel-, illetve lerakóval. A feladatot a 2. fejezetben megalkotott matematikai modell és elmélet szerint végzem el Excel használatával. Az Excelben való kezeléshez fontos az, hogy a városok közötti távolságot tudjam kezelni. Ennek segítségével lehet a városok közti szakaszokra költséget meghatározni. Az irodalomkutatás során találtam egy olyan Excel kiegészítő makrót, amely a Google Maps-ből lekéri a GPS koordinátákat az egyes városoknak, és a városok közötti távolságot is meghatározza [3]. Ezt az Excel makrót használva az optimális tankolási pont Excel segítségével könnyen meghatározható.

Egy adott feladat adatai között rendelkezésre áll a fel- és lerakóhelyek városok szerinti eloszlása, és azok sorrendje export és import esetén is, valamint az elszállítandó súly is.

Az optimális tankolási pont meghatározásához szükségesek és ismertek a következő bemenő információk a konkrét feladat megadásán kívül:

Gépjárműre vonatkozó információk:

- a vizsgált gépjármű maximális terhelhetősége,
- a vizsgált gépjármű fogyasztása (több hónapra visszamenő adatok alapján),
- a vizsgált gépjárműbe a maximális tankolható mennyiség,
- súlyadó, biztosítás, műszaki vizsga költsége, karbantartásra vonatkozó információk,
- egyéb karbantartási műveletek megközelítőleges költsége,
- casco, lízing, bérlet költségek,
- gumiköpenyre vonatkozó adatok,
- éves kilométer teljesítmény előző év alapján.

Gépjárművezetőre vonatkozó információk:

- bruttó bér költség havi szinten egy gépjárművezető esetén (legalább fél éves időintervallumban),
- napi díj száma / hónap / gépjárművezető,
- az adott hónapban megtett kilométer teljesítménye a gépjárműnek az adott gépjárművezető esetén.

Egyéb információk:

- valutaárfolyam, amelyben meg akarjuk határozni a költségeket,
- autópálya költsége vagy km/ euro, vagy a fix költség megadása,
- üzemanyag töltő állomások listája, és árai a járat által érintett útvonalon,
- üzemanyag szolgáltatókkal kötött különleges szerződési paraméterek, esetleges kedvezmények kúttípusonként,
- egy napnak a napidíj költsége.

Az optimális tankoláshoz egyéb szükséges adatok számítandóak ezekből az alapadatokból.

3.2.A modellre kifejlesztett Excel alkalmazás

A modell kialakításához szükséges először meghatározni a T_n , tankolási pontok számát az (1) képlet alapján amelyhez $l_{össz}$ távolság és az l_{max} távolság meghatározása szükséges. Az l_{max} –ot a (2) képlet alapján tudom meghatározni. Az $l_{össz}$ távolságot az Excel tábla segítségével határozom meg, mégpedig úgy hogy egy függvény segítségével bekérem a városok GPS koordinátáit a Google Maps-ből majd a városok közötti távolságot GPS koordináták segítségével már meghatározhatóak. Ennek egy részletét a 2. táblázat szemlélteti.

Városnév	Szélesség	Hosszúság	km távolság
Miskolc	48.098671	20.745701	
Budapest	47.497912	19.040235	183

2. táblázat. Összes kilométer meghatározása Excelben

Az Excelből kiszámított $l_{össz}$ járáthossz kiszámítása után, és a rendelkezésre álló alapadatokból meghatározható a tankolási pontok száma. A tankolási pontok száma tartalmazza az induláskor való tankolást is

A tankolási pontok számának meghatározása után szükséges azt is meghatározni, hogy helyileg melyik rakodóhely után esik a tankolási tevékenység. Ezt az Excelben egy többszörös függvénnyel vizsgálom. Először megvizsgálom, hogy az aktuális rakodóhely esetén a rakodóhelyig megtett összes kilométer nagyobb-e mint l_{max} távolság, ha ez teljesül, akkor kiírja a függvény, hogy „Tankolni kell”, ellenkező esetben „Rendben”. A függvény mindig újra kezdi a számolást a „Tankolni kell” esemény után. Ennek a vizsgálatnak egy részét a 3. táblázat tartalmazza. A táblázatban csak 2 várost példa jelleggel szemléltettem, mert adatvédelmi okok miatt a táblázat többi részét nem tehetem közzé.

G8		=HA(F8/'Járat adatok'!\$J\$6>{DARABTELI(\$G\$1:G7;"Tankolni kell!")+1};"Tankolni kell!";"Rendben")						
	A	B	C	D	E	F	G	H
8	R _{1,5}	Csepel	47.41639	19.0612803	1.02	325.234	Rendben	
9	R _{1,6}	Budapest	47.49791	19.040235	11.738	336.972	Rendben	

3. táblázat. Tankolási pontok beiktatása

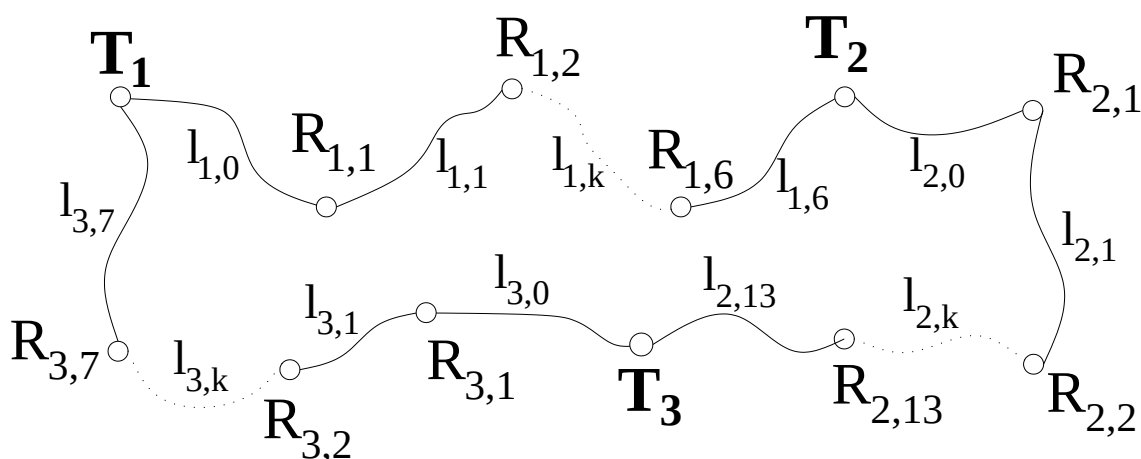
A tankolási pontok beiktatása után tudjuk, hogy mely rakodási pontok előtt illetve után történik a tankolási tevékenység, ezáltal szakaszokra bontható a feladat. Ennek a meghatározása után már az egyes rakodási pontok és távolságok azonosíthatóak, és tudjuk, mely szakaszhoz tartozik.

Az önköltséget az egyes szakaszokra kell meghatározni, így fontos itt is, hogy az egyes szakaszokhoz tartozó rakodási pontok és távolságok rendszerezhetőek legyenek. A 4. táblázat segítségével látható, hogy mely szakaszhoz mely rakodási pontok, és szakaszok tartoznak.

	Rakodási pontok a szakaszon belül $R_{i,j}$	Részsakaszok száma $l_{i,k}$
1-es szakasz $T_1 - T_2$	$R_{1,1} - R_{1,6}$	$l_{1,0} - l_{1,6}$
2-es szakasz $T_2 - T_3$	$R_{2,1} - R_{2,13}$	$l_{2,0} - l_{2,13}$

4. táblázat. Szakaszokhoz tartozó rakodás pontok és részsakaszok

Az $l_{i,k}$ azért kezdődik $k=0$ indextől, mert így elérhető az, hogy a rakodási pontok és a részsakaszok jelölés rendszere megegyezik. Az egyezés azért szükséges, mert így a rakodási pont tulajdonságai az utána következő részsakaszra fog hatni. Így az $R_{1,1}$ pontban való rakodási tulajdonságok az utána következő $l_{1,1}$ szakaszon fognak megjelenni. A konkrét feladat adatvédelmi okokból adódóan nem jeleníthető meg csak a matematikai modellje, amely a 7. ábra szemléltet.



7. ábra. Feladatra vonatkozó matematikai modell

3.3. Önköltség számítása a feladatra Excelben

Mivel a modell alapján látható, hogy a T_2 és T_3 tankolási pontot kell meghatározni így tudjuk, hogy a 2-es fejezetben meghatározott (6) képlet alapján vizsgálni kell a következő szakaszok költségeit:

$$K_{i-1} + K_i \rightarrow MIN$$

T_2 tankolási pont esetén: $K1\text{-es szakasz} + K2\text{-es szakasz} \rightarrow MIN$
 $(T_1 - T_2)$ pont között + $(T_2 - T_3)$ pont között

T_3 tankolási pont esetén: $K2\text{-es szakasz} + K3\text{-es szakasz} \rightarrow MIN$
 $(T_2 - T_3)$ pont között + $(T_3 - T_1)$ pont között

Az önköltség számítása során meg kell határozni a 2-es fejezetben meghatározott (8) képlet alapján az egyes szakaszokra az önköltséget, amelyekhez szükséges számítani az üzemanyag, bér, járulékos, fenntartási költségeket az egyes szakaszokra.

$$K_i = K_{\ddot{U}i} + K_{Bi} + K_{Ji} + K_{Fi} \text{ [euro]}$$

Mivel ez a számítás szakaszfüggő, ezért minden szakasz esetén külön vizsgálom. A részletes önköltség számítását, az értékek szerint nem ismertetem, mert adatvédelmi okokból adódóan nem tehetem közzé.

3.3.1. Az adott feladat esetén az önköltség számításának összegzése

Az önköltség meghatározása már a (22) képlet alapján történik. A konstans értékek meghatároztam, már csak az egyes szakaszokra kell kiszámolni a képlet segítségével. A

konstans értékek számítása. Az aktuális feladatnak megfelelően a járulékos költség egy fix költség, így nem kell szakaszfüggően felírni, csak egy konstansként megadható.

$$K_i = \frac{k_{üi}}{100} \cdot \sum_{k=0}^{m_i} f_{i,k} \cdot l_{i,k} + k_b \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} + \sum_{k=0}^{m_i} k_{Ai,k} \cdot l_{i,k} + k_f \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} \quad [\text{euro}]$$

$$K_i = \sum_{k=0}^{m_i} l_{i,k} \left[\frac{f_{i,k} \cdot k_{üi}}{100} + k_b + k_f \right] + k_A \quad [\text{euro}]$$

A K_i szakaszra a fenti egyenlet alapján határozható meg az önköltség, amelyben a konstans értékeket (k_b, k_f, k_a) meghatároztam. A maradék ismeretlen azért nincs behelyettesítve, mert az egyes töltőállomás alternatíváinként változni fog. A szakaszokon belüli részzszakaszok $(k=m_i\text{-ig})$ hosszától $(l_{i,k})$ fog függni, az i -edik szakasz k -adik részzszakaszára jellemző fogyasztástól, és az aktuális üzemanyagártól $(k_{üi})$. Így ez a képlet használható általánosságban a vizsgált tehergépjármű, és gépkocsivezető tulajdonságainak megfelelően.

3.3.2. Töltőállomás alternatívák meghatározása

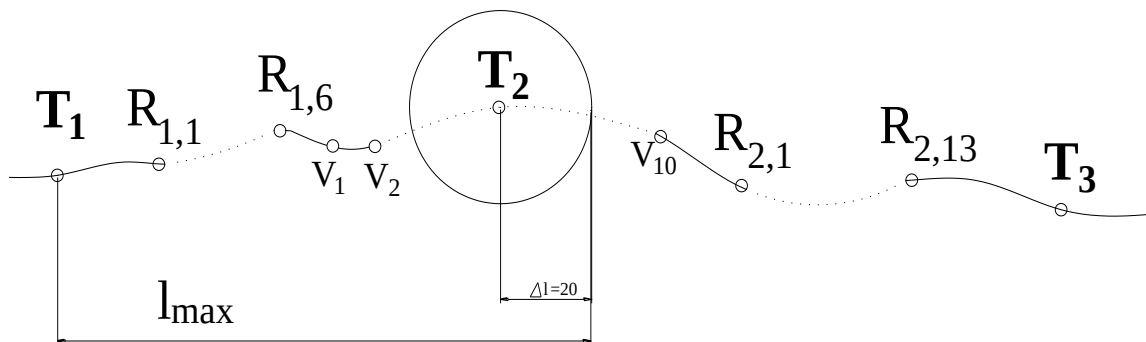
A töltőállomás alternatívák keresése előtt fontos felmérni, hogy az adott cég esetén milyen szerződési feltételek vannak. Ehhez a szerződési feltételekhez szükséges tudni, hogy az adott országban hol vannak olyan üzemanyag-töltő állomások, amelyeket lehet használni. Természetesen az üzemanyag szolgáltató cégek is szerződésben állnak bizonyos kúthálózatokkal nemzetközi viszonylatban, és így csak adott töltőállomásokon van lehetőség az üzemanyag beszerzésére. A szerződési feltételek mellett a szolgáltató cégek megadják az adott országokban az igénybe vehető töltőállomásokat, azok címét, GPS koordinátáit. Némely esetben a pontos üzemanyag árat is meg tudják adni.

Egy szolgáltató esetén egy Excel táblában foglalták össze a tankolási lehetőségeket, amely országonként listázható és ezt a rendelkezésre álló Excel táblát fogom használni. A rendelkezésre álló Excel táblában adott az üzemanyag-töltő állomás neve, címe, szélességi, hosszúsági koordinátái, valamint a típusa (Motorway, Economy, Coverage). A legtöbb országban átlagárat alkalmaznak, majd a típusok függvényében adnak kedvezményt. Ezt az adatbázist azzal egészítettem ki, hogy az általam használt adatbázisba már beépítettem azt is, hogy az egyes kúttípusokhoz milyen kedvezmények tartoznak. A legutolsó kapott átlagárat megadva az Excel számolja az aktuális kút esetén, az alkalmazott árat.

3.3.3. Optimális töltőállomás keresése Excel alkalmazás segítségével

Az első optimalizálás két szakasz vizsgálatából tevődik össze. Az első szakasz a T_1 - T_2 tankolás előtti szakasz, a második szakasz a T_2 - T_3 között található, amely a tankolás utáni szakasz, azaz a 2. szakasz. Ennek a két szakasznak a tankolási alternatíváként meghatározott költség minimuma fogja adni az optimumot. Ez gyakorlatilag a szállítási költség minimuma lesz.

Az első töltőállomás keresését azzal kezdem, hogy megnézem, hol fog elfogyni az üzemanyag, tehát l_{max} távolságnak a vége hová esik. Mivel nincs arra GPS koordinátám, hol fog elfogyni az üzemanyag, ezért az útvonal mentén V_1 -től V_{10} -ig felveszek 10 várost. A városok körülbelül 20 kilométer távolságra vannak felvéve egymástól. Így meg tudom azt határozni, mely városhoz közel fog esni a tankolási pont. A Városok szigorúan az útvonal menti GPS koordinátákkal vannak felvéve.



8. ábra. Az l_{max} távolság GPS koordinátáinak behatárolása

A 8. ábrán látható, hogy a keresési tartomány körül, az útvonal mentén vannak felvéve V_1 -től V_{10} -ig a városok. Egy Excel tábla segítségével megadom azt a távolságot, amelyet az $R_{1,6}$ pontig tett meg a gépjármű, vagyis az utolsó rakodási pontig megtett távolságot. Az utolsó rakodási pont és a V_1 -től V_{10} -ig minden város esetén bekérem, az Excel segítségével, hogy milyen távolságra esik egymástól az utolsó rakodási pont és az egyes városok pontjai. A feladat esetén a keresést a 2. táblázat szemlélteti. Az „A2”-es cellába adtam meg az utolsó rakodási helyszínt, majd az ehhez tartozó hosszúsági és szélességi koordináták is láthatóak mellette.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	T1-T2-T3 esetén							
2				Eddig megtett távolság		Teletanktávolság	keresési tartomány hossza	keresési sugár
3				336			40	30
4	Útvonal menti főbb állomások	Szélesség	Hosszúság					
5	Raeren	50.699413	6.079893	1574	Nem itt	166		
6	Awans	50.674756	5.470664	1605	Nem itt	134		
7	Bertem	50.859105	4.625046	1674	Nem itt	65		
8	Grimbergen	50.916367	4.350622	1701	Nem itt	39		
9	Aalst	50.9275	4.013104	1730	Nem itt	10		
10	Gent	51.011735	3.722659	1750	Keresési pont	-10		
11	Aalter	51.075161	3.451649	1764	Keresési pont	-24		
12	Jabbeke	51.19141	3.088176	1804	Nem itt	-64		
13	Nieuwpoort,Belgium	51.11911	2.772163	1820	Nem itt	-81		
14	Coudekerque	51.02259	2.413688	1846	Nem itt	-106		
15								
16	Keresési pont:	Gent	51.011735	3.722659				

2. táblázat. Az l_{max} távolság koordinátáinak keresése az útvonal mentén

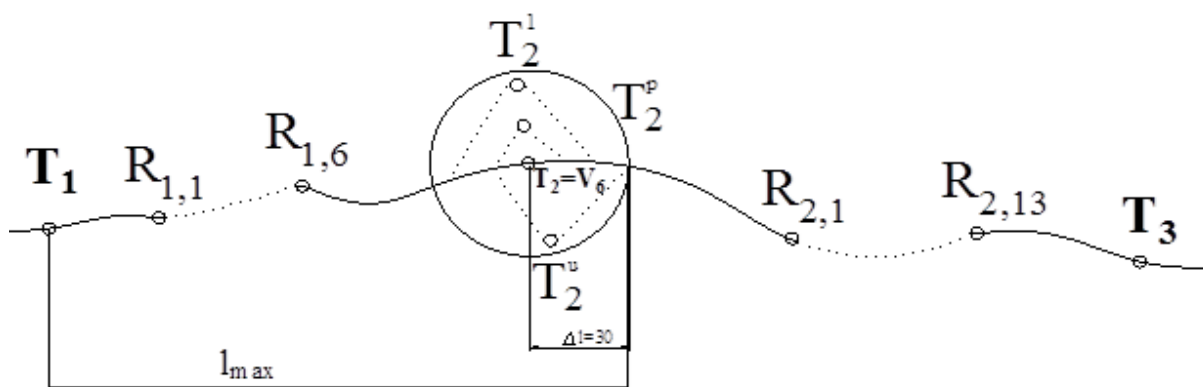
A fenti táblázat „D” oszlopában láthatóak GPS koordináták alapján az utolsó felrakó hely és az egyes városok közötti kilométerek, növelve „D3”-as cellával, amely az utolsó felrakó helyig megtett távolságot tartalmazza.

Az „E” oszlopban pedig vizsgálom, hogy az eddig megtett távolság nagyobb-e mint a tele tank távolság – a keresési tartomány hossza. Ha igen akkor egy újabb feltételnek kell még teljesülnie, mégpedig annak, hogy az eddig megtett távolság kisebb legyen, mint a tele tank távolsága. Ezt azért fontos, mert így csak azon pontok kerülnek „Keresési pont” alternatívába, amelyek a keresési tartomány utolsó 40 kilométeres hosszában benne vannak az útvonal mentén. Ez a f_x függvény a 2. táblázat felső sorában megtalálható.

Az „F” oszlopban részeredmények találhatók ellenőrzés szempontjából. Akkor fog „Keresési pontot” kijelezni, ha bele esik a tartományba, vagyis az „F” oszlopban negatív értéket hoz 0-40 között.

Látható, hogy két keresési pontot hoz fel eredményül, vagyis döntési lehetőség van, hogy a V_6 -os vagy a V_7 -es várost jelöljem ki

Az „A” 10;11-es pontban azt az alternatívát válassza a két városból, amelyet a listán előrébb helyezkedik el. Ugyanis a városok az útvonal mentén sorrendben vannak felvéve, és amelyiket először megtalálja a Δl sugarú körben, azaz jelen esetben a V_6 -os város kerül kijelölésre.



9. ábra. Optimális tankolási pont a 6. város koordinátaival adottan

A T_2 keresési pont kijelölése a V_6 -ossal várossal megegyező GPS koordináta szerint fog történni. Az optimális tankolási pontot egy $\Delta l = 30$ km sugarú távolságra keresem. Nyilván ebben a körzetben csak tankolási pontokat, vagyis alternatívákat fogok keresni. A végleges tankolási pontot az egyes és kettes szakasz során felmerülő összes költség minimuma fogja adni. A 9. ábra szemlélteti, hogy a $T_2 = V_6$ pontban lesz a keresésnek a középpontja és 30 kilométeres körzetben összevetem, hogy az egyes tankolási alternatívák kisebb vagy nagyobb, mint 30 kilométerre érhetőek el. A tankolási alternatívák nem légvonal, hanem maximális útvonal távolságot jelentenek, amelyen belül maximálisan elérhető az adott üzemanyagtöltő állomás a T_2 keresési ponttól.

Az üzemanyagtöltő állomások adatbázisa alapján összevethető, hogy az adott V_6 -os város koordinátaíhoz képest az adott töltőállomások milyen távolságra helyezkednek el. A 2. táblázatban szereplő függvény segítségével kiszűrhetőek a maximum 30 kilométer távolságra eső kutak listája, ez nem a kerülés mértékét jelenti, csak a V_6 -os város és a töltőállomás távolságát. A függvény a megadott városhoz bekért GPS koordinátákat veti össze és valós útvonal távolságokkal dolgozik

	A	B	C	D	E
			Szélesség	Hosszúság	Keresési körben benne van?1. szakasz
1					
2	Aalter,Steenweg op Deinze 57 A		51.0605263	3.4575513	Nem
3	Aalter,Knokkeweg 1 A	Total	51.1044527	3.4352502	Nem
4	Beernem,Wingenesteenweg 67		51.1239193	3.3264005	Nem
5	Loppem,steenbrugsestraat		51.1577192	3.1989205	Nem
6	Jabbeke	Total	51.186314	3.107731	Nem
7	Veurne,Albert I Laan 38	Total	51.0610647	2.673625	Nem
8	Gent-Zeehaven,Goolestraat 2	Total	51.0543422	3.7174243	Alternatíva

3. táblázat. Üzemanyagtöltő állomás alternatívák keresése

Költségek meghatározása az 1. szakaszra

A költségek meghatározása az egyes szakaszra a következő 2. fejezet 23. képlet kiszámítása alapján történik, amelyet egy Excel tábla segítségével végzek el. Amelyben adottak a rakodóhely azonosítója, rakodásihelység neve és GPS koordinátái, a rakodóhelyek közötti távolság, terhelésből és domborzatból adódó fogyasztás, valamint a T_1 pontban tankolt üzemanyag ára (k_{iii}) euroban. Az első szakasz esetén annyi alternatíva lesz, ahány lehetséges optimális tankolási pont van. Tehát a 3. táblázatnak megfelelő keresési feltételek mellett ha az adott körzetben talál 10 tankolási alternatívát akkor mind a 10 esetre meg kell határozni a képlet alapján az önköltséget. Ez azért fontos, mert minden kúthálózatot eltérő kerülővel érünk el, és így változnak a költségek is.

Költségek meghatározása az 2. szakaszra

Ahhoz, hogy a T_2 optimális tankolási pontot minimális költséggel való megvalósítása megtörténjen, még szükséges a 2. szakaszt költségeit meghatározni. A 2. szakasz azért kell figyelembe venni, mert itt fogja felhasználni azt az üzemanyagot, amelyet az 1. szakasz végén tankol a gépjármű. A 2. szakasz a T_2 és T_3 as tankolási pont között található. A 1-es szakaszban meghatározott számú tankolási alternatíva esetére kell meghatározni a költségeket, az alternatíváknak megfelelő üzemanyaggárral a képlet alapján. Minden költséget a 2. fejezetben leírtak szerint végzek el, és itt már a korrigált üzemanyagárat is alkalmazni kell, hiszen valamennyi üzemanyagkészlet biztosan marad a tankoláskor a tankban.

Költségek meghatározása az 1+2 szakaszra

A költségek meghatározása a következő módon kerül összegzésre:

- T_1 tankolási alternatívák költségeinek meghatározása az 1. szakaszra
 - 1. alternatíva: $T_1 - T_2^1$
 - 2. alternatíva: $T_1 - T_2^2$
- T_2 tankolási alternatívák költségeinek meghatározása az 2. szakaszra
 - 1. alternatíva: $T_2^1 - T_3$
 - 2. alternatíva: $T_2^1 - T_3$
- $T_1 + T_2$ tankolási alternatívák költségeinek meghatározása
 - 1. alternatíva: $T_1 - T_2^1$ (1. szakasz költsége) + $T_2^1 - T_3$ (2. szakasz költsége)
 - 2. alternatíva: $T_1 - T_2^2$ (1. szakasz költsége) + $T_2^1 - T_3$ (2. szakasz költsége)

Az egyes alternatívák közötti különbség között nagy különbség tapasztalható. Már egy kis tehergépjármű esetén is, a minimális és a maximális alternatíva között 1800 km hosszának megfelelő üzemanyag felhasználás esetében, amely esetén 1 db töltő állomás választása szükséges már 3% eltérés tapasztalható az 1800 kilométeres szakasz önköltségeket összevetve. Ez egy nyerges szerelvény esetében, ahol a tankolt mennyiség 3 szorosa a jelenlegi vizsgált esettel szemben ott még nagyobb értékű megtakarítások érhetőek el.

4. A szoftver koncepciójának előkészítése, fejlesztési lehetőségek

A matematikai modell, módszer és az Excel alkalmazás segítségével létrehoztam egy koncepciót, amely alapján elkészíthető egy szoftver, amelyben dinamikusan változtatható lenne minden paraméter. A szoftverhez szükséges bemenő paramétereket a 3.1-es fejezetben ismertettem, az Excel alkalmazáshoz is ugyan ezek a bemenő paraméterek voltak szükségesek. A szoftver írásakor dinamikusan változó adatként kell majd megadni: a keresési feltételeket, alternatívákat, amelynek a megadott adatbázis szerint kell változnia. Ezek a változások, jelenleg manuális módszerrel történtek kialakításra.

Mivel az üzemanyagköltség minden szállítmányozó cég számára nagy költséghányadot tesz ki, úgy gondolom, hogy ennek a szoftvernek az alkalmazása nagymértékű költség megtakarítást jelentene a cégek számára. Az Excel alkalmazás segítségével egy kis tehergépjármű esetén már 3% os megtakarítás jelent meg ez a megtakarítás egy nyerges szerelvény esetében, a betankolt mennyiségből és árból adódóan még nagyobb, radikálisabb, költségmegtakarítás érhető el az optimális tankolási pont megválasztásával. Sokszor a szállítmányozó cégek csak becsülik a gépjármű önköltségét euro/km-ben. A matematikai modell és a módszer segítségével egyértelműen meghatározhatóak ezek a kiegészítő adatok is, amely segítik a szállítmányozó cégeket a mindennapi döntéshelyzetekben és egy szoftver alkalmazás esetén még naprakészebb információ birtokában vannak. Például az online fuvarbörzék segítségével elvállalt munkák esetében azonnali döntésekre van szükség, amelyek esetén ezek az adatok nagy segítséget nyújtanak.

A szoftver fejlesztése során meg lehet vizsgálni annak a lehetőségét, hogy GPS segítségével az fogyasztási adatokat online bekéri a gépjárműből, így pontosabb eredményekkel is lehetőség van számolni.

A szoftver fejlesztése során a Google Maps helyett célszerű egy olyan útvonaltervező szoftver alkalmazása, amely figyelembe veszi azokat a területeket, ahonnan a tehergépjárművek ki vannak tiltva. Ezáltal még pontosabb eredmények érhetőek el, hiszen nem kell arra figyelmet fordítani, hogy az útvonal megfelelő-e.

5. Összefoglalás

Az optimális üzemanyagtöltő állomások meghatározására egy módszert alakítottam ki, amely esetén meghatározható, hogy hol lesz az ideális tankolási pont. Mivel ezt egy vegyes körjárat esetére határozom meg, így a szállítási súly, domborzati viszonyok, szállítási távolságok minden rakodási pont után változik, így szükséges volt egy olyan matematikai modellt és szoftver koncepciót kialakítanom, amelynél figyelembe vehetők a szállítási tulajdonságok. Hiszen ezek a tényezők hatással vannak az üzemanyag felhasználásra.

A modellt használva minden tankolási és rakodási szakasz azonosítható vált, ezáltal az egyes szakaszokhoz önköltséget tudtam rendelni. Minden szakaszra a szállítási tulajdonságoknak megfelelően (szállítási feladat, alkalmazott gépjármű, gépjárművezető), tudtam meghatározni a szakaszfüggő költségeit.

Az üzemanyag elfogyása előtt egy Δl távolsággal üzemanyagtöltő állomásokat keresek az üzemanyag beszállítók által leadott kúthálózati listával, és azok áraival. A GPS koordinátákkal kiszűröm az Excel segítségével, hogy mely kutak lehetségesek tankolási alternatívaként. Az Excel alkalmazásban használok egy olyan Excel macrot amely a Google Mapsből kéri be az egyes városok GPS koordinátáit, és a köztük lévő távolságot. Miután a szakaszokat költségekkel tudom jellemezni, így az egyes tankolási alternatíváinként meg tudom határozni, hogy mennyi az adott üzemanyagtöltő állomás esetén a szállítási önköltség, amelynél a minimumra törekszem.

Az optimális üzemanyagtöltő állomás meghatározását, az előzőekben bemutatott módszer alapján végzem el úgy, hogy ez a minimális szállítási költséggel valósuljon meg. A feladatra kialakítom a matematikai modellt, amelyek segítségével a rakodási, tankolási pontok azonosíthatóak lesznek. A modell kialakítása után meghatározom, a lehetséges tankolási alternatívákat, majd a tankolási alternatívákhoz tartozó önköltséget az egyes szakaszokra. A feladatra vonatkozó számításokat egy Excel tábla segítségével végzem el, amelyben egy új körjárat tervezése esetén könnyedén számítható és meghatározható az optimális üzemanyagtöltő állomás.

Ez a kidolgozott matematikai modell, módszer, és szoftverkonceptió egy teljesen új lehetőséget az a szállítmányozó cégek számára. A mai versenyre kiélezett világban minden megtakarítás fontos a cégek számára, de a szállítmányozó cégek esetén az üzemanyagköltség egy meghatározó költséghányadot tesz ki évenként. Ennek a költséghányadnak az 5-6% való csökkentése is mérvadó tényező és eredmény, nem beszélve arról, hogy egy döntéstámogatást ad a cégek számára.

6. Irodalomjegyzék

- [1]. Logisztikai menedzsment Szegedi Zoltán. Prezenszki József (negyedik kiadás) (gyűjtő áru fuvarozás ismertetése)
- [2]. Közúti áruszállító járatok költséghatékony üzemeltetése, FMTÜ Konferencia Konferenciakiadványa, Románia, Kolozsvár, 2013. március 21-22., Műszaki Tudományos Füzetek, Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa, 2013, ISSN 2067-6808, pp.: 205-209.
- [3]. Google Excel macro <http://oco-carbon.com/2012/03/06/google-excel-distance-function/>
- [4]. Utilization of historic data evaluation obtained from computer database during the organization of international transport activity, (co-author: Cselényi J.), Proceedings of 2nd Conference with International Participation Management of Manufacturing Systems focused on Manufacturing Logistics & Supply Chain Management 2006, Presov, 2006. szeptember 28., pp.: 1-8.
- [5]. Nemzetközi közúti áruszállító járatok optimális üzemanyag ellátásának tervezése, XVII. Nemzetközi Gépész Találkozó - OGÉT 2009., Gyergyószentmiklós, 2009. április 23-26. Műszaki Szemle 2009. évi különszám, pp.: 206-210.
- [6]. Software conceptions relating to utilization of historic data evaluation of international transport activity and relating to cost calculation of transport loops, (co-authors: Cselényi J., Schmidt Sz., Izsai Á.), MicroCAD 2007. Miskolc, 2007. március 22-23.; 2007. Konferencia-kiadványa, University of Miskolc, Supplementary Volume, pp.: 47-56.