Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

Informatika Tanszék

**Modellezés és optimalizálás a gyakorlatban**

**GKLB\_INTM019**

Lakossági csomagszállítás kiszervezése és optimalizálása

**Debnárik Roland**

**Mérnökinformatikus BSc**

2021

Tartalom

[1. Probléma 3](#_Toc91757594)

[2. Megoldási lehetőség 3](#_Toc91757595)

[3. Megoldás előfeltételei 3](#_Toc91757596)

[4. Adatok előkészítése 3](#_Toc91757597)

[5. Megoldás bemutatása 4](#_Toc91757598)

[5.1 Paraméterek 4](#_Toc91757599)

[5.2 Korlátozások 9](#_Toc91757600)

[6. Cél meghatározása 11](#_Toc91757601)

[7. Összegzés 11](#_Toc91757602)

[7.1 További fejlesztések 13](#_Toc91757603)

[8. Melléklet 13](#_Toc91757604)

# 1. Probléma

Mai vásárlási szokásaink és a webshopok adta lehetőségek és szállítási kedvezmények miatt egyre többen használják a megrendelt termékek esetén a házhozszállítást.

Ezt a fajta növekedést nem tudják lekövetni a lakossági szállítmányozással is foglalkozó cégek, így ünnepek közeledtével a szállítási időket nem tudják tartani, és ez a fajta probléma, mind a terméket áruló és a terméket szállító vállalatnak pénzügyi és vásárló megtartó problémákat jelenthet.

# 2. Megoldási lehetőség

Egyre több termékszállítással foglalkozó vállalat az ünnepi időszakban alvállalkozókat is alkalmaz a megrendelt termékek időben való kiszállítás érdekében. Ilyen esetekben a szállítmányozó vállalat plusz erőforrás tud számolni, de ez nem olyasfajta erőforrás, mint a vállalat alkalmazottjai között van, így szükséges optimalizálni az alvállalkozók alkalmazását, mivel a belső rendszereik nem minden esetben képesek velük is számolni.

Erre a problémára nyújt megoldást GUSEK-ben készített egy olyan programnak az elkészítése, ami ezekkel az alvállalkozói erőforrásokkal tud számolni, és ez mellet a költséget tudja minimalizálni a szállítmányozó cég számára.

Mivel a plusz erőforrások a napi szinten használt útvonalaikon tudják biztosítani a termékek kiszállítását, ezzel a termékszállítással foglalkozó vállalat, több útvonala így tehermentesül a szállítások alól.

# 3. Megoldás előfeltételei

Mint a legtöbb alkalmazott alvállalkozónak a szállítmányozásban szükséges jelezniük a következőket:

* Napi bérük
* Szállítási kapacitásuk
* Mely útvonalakon tudnak szállítani

# 4. Adatok előkészítése

Miután megkaptuk az alvállalkozóktól a szükséges adatokat, akkor szükséges egy mátrixba rendeznünk, az alvállalkozók útvonalát és a szállítani szükséges termékeket, melyben azt látjuk, hogy mely terméket melyik alvállalkozó tudja szállítani. – ez a feladatnak nem része.

Ez mellet még szükséges rögzítenünk a bérüket, kapacitásukat és az útvonal költségüket, a legoptimálisabb megoldásra, mellyel minden terméket ki tudunk szállítani és a költségeinket minimálisan tartjuk.

# 5. Megoldás bemutatása

A megoldás bemutatásához szükséges ismertetni a paraméter elkészülését, milyen korlátozások szükségesek és hogy milyen célunk legyen a programmal.

# ****5.1 Paraméterek****

A probléma megoldásához szükséges tudunk, hogy egy alkalmazott alvállalkozónak mekkora a szállítási kapacitás, melyet a fővállalkozó saját számításai alapján számolható ki a gépjármű típusa alapján.

1. táblázat: Vállakozók kapacitása a szállításra

|  |  |
| --- | --- |
| **Alvállalkozó kapacitása** | |
| Vállakozó 1 | 800 |
| Vállakozó 2 | 600 |
| Vállakozó 3 | 400 |
| Vállakozó 4 | 400 |
| Vállakozó 5 | 200 |
| Vállakozó 6 | 600 |
| … | … |

Minden vállalkozónak az általa jelentkezett útvonal teljesítésére vagy egy útvonal díja, mely teljes mértékben független a kiszállított csomagok számától, mivel az útvonal minimális elhagyása nem jelentkezik szignifikáns üzemanyag növekedéssel.

1. táblázat: Vállakozó bére az útvonalra

|  |  |
| --- | --- |
| **Alvállakozó útvonal díja (bér)** | |
| Vállakozó 1 | 35 000 Ft |
| Vállakozó 2 | 25 000 Ft |
| Vállakozó 3 | 18 000 Ft |
| Vállakozó 4 | 17 500 Ft |
| Vállakozó 5 | 14 000 Ft |
| Vállakozó 6 | 22 750 Ft |
| … | … |

Szükséges még megadni a szállítani kívánt termékek kapacitás igényét, hogy egy terméknek mekkora kapacitás igénye van.

3.táblázat: Termékek kapacitás igénye

|  |  |
| --- | --- |
| **Termékeknek szükséges hely** | |
| Termék 1 | 70 |
| Termék 2 | 100 |
| Termék 3 | 30 |
| Termék 4 | 70 |
| Termék 5 | 60 |
| Termék 6 | 20 |
| … | … |

Ezek a paraméterek mellet még szükséges megadni a vállalkozónak az útvonalra számolt üzemanyag költségüket:

1. táblázat: vállalkozok üzemanyag költsége

|  |  |
| --- | --- |
| **Vállakozó útvonal díja (üzemanyag)** | |
| Vállakozó 1 | 22 000 Ft |
| Vállakozó 2 | 18 500 Ft |
| Vállakozó 3 | 16 000 Ft |
| Vállakozó 4 | 15 500 Ft |
| Vállakozó 5 | 12 000 Ft |
| Vállakozó 6 | 18 000 Ft |
| … | … |

Legvégül egy olyan mátrixra van szükségünk, hogy a vállalkozói útvonalak érintek-e a termékek kiszállítási címét vagy sem.

1. táblázat: vállalkozok mely termékeket érintik az útjuk során

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Vállakozó 1 | Vállakozó 2 | Vállakozó 3 | Vállakozó 4 | Vállakozó 5 | Vállakozó 6 | … |
| Termék 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | … |
| Termék 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | … |
| Termék 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | … |
| Termék 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | … |
| Termék 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | … |
| … | … | … | … | … | … | … | … |

Minden olyan vállalkozót, amelyet alkalmaz a szállítások során a fővállalkozó, minden egyes címért biztosít címpénzt, mely azt jelenti, hogy az elbírált bevételen felül, címenként 300Ft-os címpénzt biztosít az alkalmazott vállalkozóknak.

A fenti paraméterek alapján a következő adatok lettek rögzítve (*mivel generált adatok, így a dokumentáció eltérhet a kódban szereplő adatoktól)*

A lenti módon van megadva, egy-egy vállalkozónak a biztosított gépjárműnek a számított kapacitása.

1. kódrészlet: vállalkozok kapacitása

**param** kapacitas :=

1  800

2 600

3 400

4 400

5 200

6 600

7 400

8 200

9 800

10 200;

A vállalkozók, ha alkalmazzák őket a választott útvonalon, akkor ekkora összeget kérnek az útvonal bejárásért

1. kódrészlet: vállalkozók fizetése, ha teljesítik az útvonalat

**param** fizetesek :=

1 35000

2 25000

3 18000

4 17500

5 14000

6 22750

7 21800

8 13990

9 32500

10 16500;

A rendelkezésre álló számított csomagmérete:

1. kódrészlet: számított csomagméretek

**param** csomagMeret :=

1 70

2 100

3 30

4 70

5 60

6 20

7 10

8 70

9 30

10 80;

Abban az esetben, ha egy útvonalra jelentkezett vállalkozót választunk a szállítás elvégzésére, akkor az üzemanyag költségét is ki kell fizetnünk:

1. kódrészlet: Vállakozók üzemanyag díja

**param** uzemanyagDij :=

1 22000

2 18500

3 16000

4 15500

5 12000

6 18000

7 15500

8 10000

9 19800

10 10000;

A következő mátrixba, a vállalkozó útvonalával egybeeső csomagokat tartalmazza (*rövidített adattartalom*)

1. kódrészlet: összeállítót szállítói mátrix (sor – vállalkozó, oszlop – csomag)

**param** CsomagVallakozoUtvonal (**tr**)**:**

1 2 3 4 5 6 7 :=

1 0 1 1 0 0 0 0

2 0 1 0 1 0 0 1

3 1 1 1 0 1 1 0

4 0 0 0 1 0 1 0;

# 5.2 Korlátozások

A feladat megoldásához szükséges a célunk elérése érdekében korlátozni különböző módon, hogy minél gyorsabb legyen a programunk futása, illetve, hogy minél költséghatékonyabb legyen a kapott eredmény.

Korlátoznunk kell, hogy csak azok a vállalkozók tudják vinni a csomagot, akiknek útba esik a csomag szállítási címe, illetve az adott csomagnak fel kell férnie a vállalkozó rendelkezésre álló kapacitására.

1. kódrészlet: útvonal és egy csomag férjen bele a kapacitásba

csomagFerjenFelaKocsiraEsUtvonalonLegyen {vall **in** VALLAKOZOK}:

**sum**{csom **in** CSOMAGOK} csomagMeret[csom] \* vallViheti[csom,vall]

<= kapacitas[vall] \* vallMegy[vall];

Arról is meg kell bizonyosodnunk, hogy a csomagokat, amik a vállalkozó útvonalára esnek, azokból a csomagokból mennyit tud az ő kapacitására felpakolni.

1. kódrészlet: csomagok férjenek fel a vállalkozó kapacitására

ferjenFelAzOsszesCsomagKocsira:

**sum**{vall **in** VALLAKOZOK} kapacitas[vall] \* vallMegy[vall]

>= **sum**{csom **in** CSOMAGOK} csomagMeret[csom];

Szükséges egy olyan megkötést tennünk, hogy csak azok a vállalkozók vigyék a csomagot, akiknek a tervezett útvonalukkal egybefügg. Nehogy hibás legyen a program, és olyan szállítónak adjuk olyan csomagot, amit nem tud kiszállítani, mert nem az ő útvonalán van a kiszállítási cím.

1. kódrészlet: vállalkozók és a csomagok egy útvonalra essenek.

utvonalonLegyenaCim{vall **in** VALLAKOZOK, csom **in** CSOMAGOK}:

vallViheti[csom,vall] <= vallMegy[vall];

Olyan feltételt is fel kell állítanunk, ami azt mondja ki, hogy a kiszállítani kívánt csomagokat, csak olyan vállalkozó viheti ki, aki a csomagok kiszállítási útvonalán jár.

1. kódrészlet: csomagokat tudják szálltatni a vállalkozok

vallAmiUtvonalon{csom **in** CSOMAGOK}:

sum{vall **in** VALLAKOZOK} CsomagVallakozoUtvonal[csom,vall]

\* vallViheti[csom,vall] = 1;

# 6. Cél meghatározása

Ezt követően szükséges meghatároznunk, egy olyan függvényt, amivel a kiadásainkat tudjuk minimalizálni, de a kiszállított csomagokat maximalizálni.

Mivel a megszorításainkban az utóbbit már definiáltuk, itt már csak a kiadásokat kell minimalizálni.

Egy olyan definíciót kell megadnunk, ami figyelembe veszi, ha egy vállalkozót alkalmazunk, akkor annak a napi díját, üzemanyag díját és a csomagszállításonként kapott plusz juttatást is ki kell neki fizetnünk, így érdemes azt az állapotot elérnünk, hogy minél kevesebb futár tudja teljesíteni a csomagok kiszállítását.

1. kódrészlet: célfüggvény, ami minimalizálja a kiadásokat

minimize osszKiadas: (**sum** {vall **in** VALLAKOZOK} uzemanyagDij[vall] \* vallMegy[vall]) + (**sum**{vallFiz **in** VALLAKOZO\_FIZETES} fizetesek[vallFiz] \* vallMegy[vallFiz]) + (**sum**{csom **in** CSOMAGOK, vall in VALLAKOZOK} vallViheti[csom,vall] \* cimPenz) ;

# 7. Összegzés

Az optimalizálás futását követően egy megfelelő megoldást kapunk. A kimeneten megjelenik, hogy mennyi az összes kiadásunk, ha vállalkozókat alkalmazunk, és hogy mely vállalkozót érdemes alkalmazni, és azoknak mennyi lesz a költségük.

Ez mellet még az is megjelenik, hogy mely csomagokat mely vállalkozok tudják kiszállítani.

INTEGER OPTIMAL SOLUTION FOUND

Time used: 0.0 secs

Memory used: 0.7 Mb (761467 bytes)

Ossz kiadasa a vállalatnak a vallalkozok iranyaba: 116500

Melyik vallakozo szallit: 2

Kiszallitott csomagok: 2

Kiszallitott csomagok: 4

Kiszallitott csomagok: 7

Kiszallitott csomagok: 13

Kiszallitott csomagok: 14

Kiszallitott csomagok: 15

Kiszallitott csomagok: 16

Kiszallitott csomagok: 19

Kiszallitott csomagok: 20

Vallakozo bevételei:

Utvonal dij: 25000

Uzemanyag dij: 18500

Cimpenz: 2700

Melyik vallakozo szallit: 3

Kiszallitott csomagok: 1

Kiszallitott csomagok: 3

Kiszallitott csomagok: 5

Kiszallitott csomagok: 8

Kiszallitott csomagok: 10

Vallakozo bevételei:

Utvonal dij: 18000

Uzemanyag dij: 16000

Cimpenz: 1500

Melyik vallakozo szallit: 4

Kiszallitott csomagok: 6

Kiszallitott csomagok: 9

Kiszallitott csomagok: 11

Kiszallitott csomagok: 12

Kiszallitott csomagok: 17

Kiszallitott csomagok: 18

Vallakozo bevételei:

Utvonal dij: 17500

Uzemanyag dij: 15500

Cimpenz: 1800

Model has been successfully processed

Writing MIP solution to 'transportOptimization.out'...

# 7.1 További fejlesztések

A feladatban további fejlesztési lehetőségek vannak, mivel a teljes üzleti folyamatokat nem tudja lefedni a program, csak egy részhalmazára tud megoldást nyújtani. A nagyobb adathalmazok végett érdemes a korlátozásokat optimalizálni, mivel minél nagyobb adathalmazok használatával szükséges a program lefutását belátható időn belül kiértékelni az adott problémát és egy optimális megoldást nyújtani.

# 8. Melléklet

A forráskód és a dokumentáció elérhető a GitHub-on.

<https://github.com/debnarikroland/SZE-GKLB_INTM019--Modellezes-es-optimalizalas-a-gyakorlatban--DJLF47>