

## Szelektív hulladékszigetek bejárásának optimalizálása az új real-time alapú infokommunikációs rendszer alkalmazásával

Titrik Ádám\*

\*Széchenyi István University, 9026 Győr, Egyetem tér 1. Hungary  
(Tel: 06 96 503-311; e-mail: titrika@sze.hu)

**Abstract:** A környezetvédelem előtérbe helyezése illetve a nyersanyagok újjahasznosítása céljából olyan szelektív hulladékgyűjtő szigetek kerültek kialakításra, ahová a lakosság a csomagolóanyagokat szelektíven, díjmentesen el tudja helyezni. A hulladékgyűjtő szigetek bejárásakor komoly zaj- és környezetterhelés történik, ezért az optimalizált ürités rend mellett alkalmazott optimalizált bejárás nagyságrendekkel csökkenti a károsító hatásokat. Jelen tanulmány célja ismertetni - az új real-time alapú infokommunikációs rendszer alkalmazásával - a szelektív hulladékgyűjtő szigetek bejárési folyamatának optimalizálását.

### 1. BEVEZETÉS

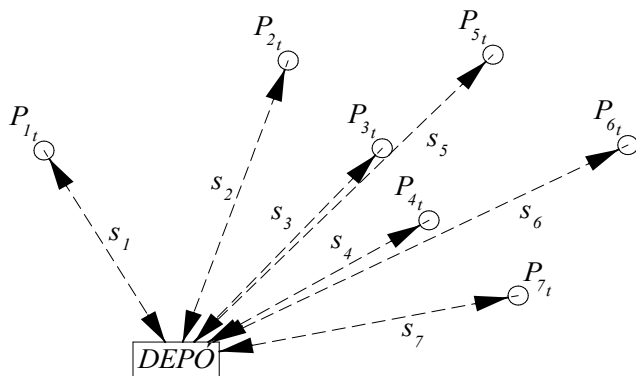
A szelektív hulladékgyűjtés real-time alapon kommunikáló egységeinek köszönhetően a hulladékgyűjtés inverz logisztikai folyamata egy magasabb szintre kerül. Megfelelő számú edények telítettségi szintje elérte az ürítésre indokolt szintet, így szükséges a gyűjtési útvonaltervezés, melyre az alábbi lehetőségek definiálhatók. A cél az egyszerű gyűjtési mód fejlesztése az előnyök maximalizálása érdekében.

### 2. GYŰJTÉSI LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA

#### Az 1. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:

Figyelembe vett szempont: az edény ürítési rendjének optimalizálása.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edényekhez nincs járatkapcsolás, az edényeket céljáratokkal kell begyűjteni. Csak telített edények kerülnek ürítésre (1. ábra).



1. ábra: Céljárat alkalmazása a gyűjtésre  
ahol,  $P_{it}$  telített edények

#### A gyűjtésre jellemző:

$$Q_j \gg \sum_{i=1}^{n=7} Q_{Pi}$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_{Pi}$  az edények kapacitása,

$$2 * \sum_{i=1}^n s_i \gg s_1 + s_n + \sum_{i=1}^{n=6} s_{i,i+1}$$

ahol,  $s_i$  az egyes edények és a DEPÓ között lévő út.

#### A gyűjtési lehetőség elemzése:

A gyűjtésre jellemző, hogy a legegyszerűbb gyűjtési mód a logisztikában – az egyes célhelyeket egyenként keresi fel a jármű, és a benne lévő anyagot pedig egyenként szállítja a DEPÓ-ba. Hulladékgyűjtés területén ez a módszer a pótkocsi nélküli 3–21m<sup>3</sup>-es konténer szállítás esetén érvényes. Erre a legegyszerűbb gyűjtési módra is jellemző, hogy a pontok elérésének útvonala megfelelő tervezés hiányában nem kerül optimalizálásra. A kihelyezett edények térfogata – általában 1,5m<sup>3</sup> vagy 2,5m<sup>3</sup>-es – és darabszáma – egy anyagfajta gyűjtésére 1 illetve 2 edény jellemző – alapján az általános szelektív hulladékgyűjtésre használt jármű nagy kapacitása miatt az edények ürítése elvégezhető. Ilyen gyűjtés alkalmazásakor a jármű nem telítődik, így annak kapacitáskihasználtsága jelentősen alacsonyabb az optimálisnál.

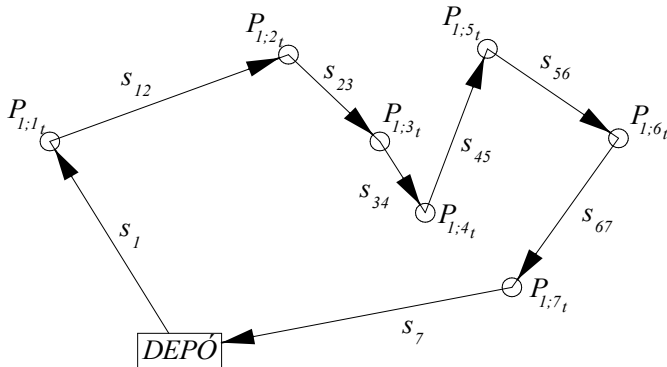
#### A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:

- legegyszerűbb gyűjtési mód,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék térfogata és az ismert jármű kapacitása miatt,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- az útvonal nem optimalizált,
- a gyűjtési mód nem optimalizált,
- a jármű kapacitáskihasználtsága nem optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal nem optimalizált.

**A 2. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:**

Figyelembe vett szempont: az edények elérési útvonalának optimalizálása.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. Csak telített edények kerülnek ürítésre (2. ábra).



2. ábra: Savings módszer alkalmazása a gyűjtésre  
 ahol,  $P_{1:it}$  telített edények, amelyek az 1-es járárral kerülnek gyűjtésre,  $s_i$  az DEPÓ és edény ill. edény DEPÓ közötti távolság,  $s_{i+1}$  az edények közötti távolság  
 A gyűjtés folyamatára érvényes kell, hogy legyen az alábbi:

$$Q_j \geq \sum_{i=1}^{n=7} Q_{P_i}$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_{P_i}$  az edények kapacitása

**A gyűjtési lehetőség elemzése:**

Az 1. gyűjtési lehetőség továbbfejlesztése történt ez esetben. A különböző telített edényekhez az elérési útvonal optimalizálásra került. A gyűjtésnél a savings módszer került használatra, melynek során, az edények egymás után kerülnek gyűjtésre, és csak a gyűjtési körút végén tér vissza a jármű a DEPÓ-ba. Jelen esetben a gyűjtési mód nem optimalizált, hiszen a jármű telítődése nem került figyelembe vételre, nem lehet tudni, hogy ezen edények gyűjtése során a jármű még rendelkezik-e szabad kapacitással, vagy pedig túltelítődne, amely következtében a maradék edények ürítéséért újra el kellene jutni. A jármű kapacitáskihasználtsága alapján további optimalizációra van szükség.

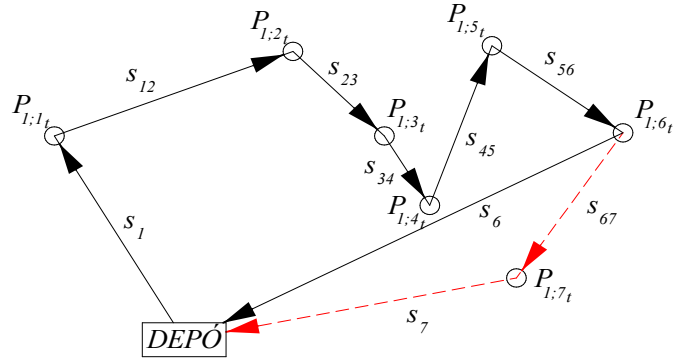
**A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:**

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése bizonytalan a hulladék tömöríthetőségi illetve továbbtömöríthetőségi szintje miatt – térfogat–tömeg arány,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált,
- a gyűjtési mód nem optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága nem optimalizált.

**A 3. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:**

Figyelembe vett szempont: a jármű kapacitásának vizsgálata.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. Csak telített edények kerülnek ürítésre. A jármű telítődését szem előtt tartjuk (3. ábra).



3. ábra: Jármű telítődésének figyelembe vétele

$$Q_j < \sum_{i=1}^{n=7} Q_{P_i}$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_{P_i}$  az edények kapacitása,  
**A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:**

$$s_{\text{össz}} = (s_1 + s_6 + \left( \sum_{i=1}^{n=5} s_{i,i+1} \right)) + 2 * s_7,$$

$$Q_1 \gg Q_2 \text{ és } Q_1 \cong Q_j \text{ és } Q_2 \ll Q_j,$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása,  $Q_i$  a gyűjtési körök kapacitása.

**A gyűjtési lehetőség elemzése:**

Az előző gyűjtési lehetőség további vizsgálata, ahol a jármű kapacitását figyelembe vesszük. Ebben a gyűjtési lehetőségben meghatározásra kerülnek a járműbe üríthető edények és a hozzájuk elvezető optimalizált útvonal.

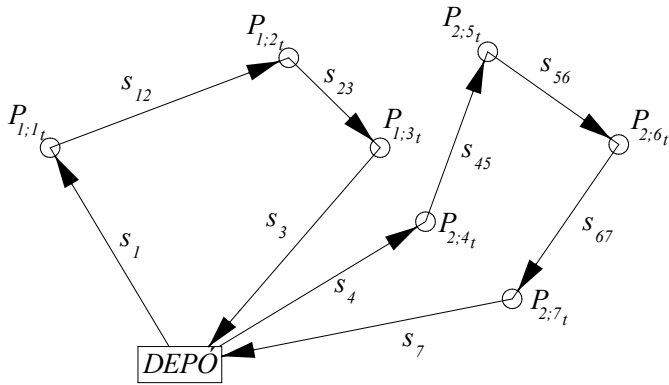
**A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:**

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat–tömeg aránya miatt,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- a gyűjtési mód nem optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága nem optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált.

**A 4. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:**

Figyelembe vett szempont: útvonal újradefiniálás a jármű kapacitása miatt.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. Csak telített edények kerülnek ürítésre. A jármű telítődését szem előtt tartjuk. A gyűjtési módot optimalizáljuk (4. ábra).



4. ábra: Útvonal-optimalizálás a jármű kapacitás figyelembe vételével

ahol,  $P_{1:it}$  telített edények, amelyek az 1-es járáttal kerülnek gyűjtésre,  $P_{2:it}$  telített edények, amelyek a 2-es járáttal/körben kerülnek gyűjtésre,  $s_i$  az DEPO és edény ill. edény DEPO közötti távolság,  $s_{i+1}$  az edények közötti távolság

**A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:**

$$Q_{ji} \gg Q_i,$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_i$  az egy gyűjtési körben lévő edények.

$$S_1 = (s_1 + s_3 + \left( \sum_{i=1}^{n=2} s_{i:i+1} \right)),$$

$$S_2 = (s_4 + s_7 + \left( \sum_{i=4}^{n=6} s_{i:i+1} \right)),$$

$$S_{\text{össz}} = S_1 + S_2$$

$$Q_1 \cong Q_2 \text{ és } Q_1 \ll Q_j \text{ és } Q_2 \ll Q_j$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_i$  a gyűjtési körök kapacitása.

**A gyűjtési lehetőség elemzése:**

A jármű kapacitását figyelembe véve – az előző esetben a hulladékgyűjtő jármű túltelítődése miatt – a bejárési útvonal két részre lett osztva. Az útvonalakon az edények gyűjtése biztonságosan elvégezhető. Ebben az esetben azonban a jármű kapacitás-kihasználtsága nem kerül optimalizálásra, ezért további feladat elvégzése szükséges – további edények felvétele az ürítési folyamatba.

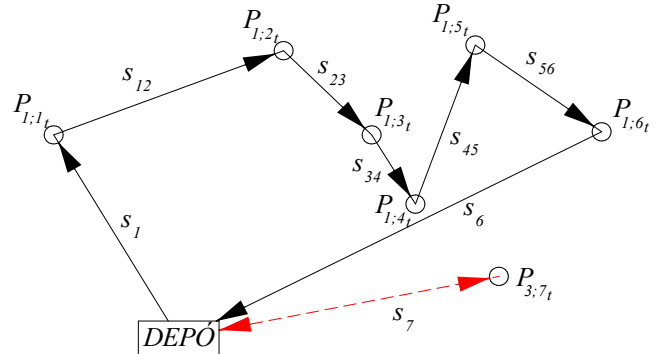
**A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:**

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat-tömeg aránya miatt,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált,
- a gyűjtési mód nem optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága nem optimalizált.

**A 4/1. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:**

Figyelembe vett szempont: útvonal újradefiniálás a jármű kapacitás-kihasználtsága céljából.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. Csak telített edények kerülnek ürítésre. A jármű telítődését szem előtt tartjuk. A gyűjtési módot optimalizáljuk (5. ábra). A jármű telítődése miatt az ürítésre nem kerülő edények speciális kis kapacitású járművel, céljáráttal kerülnek ürítésre.



5. ábra: Útvonal-optimalizálás a járműkapacitás figyelembe vételével

$$Q_j \geq \sum_{i=1}^{n=6} Q_{P_i},$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_{P_i}$  az edények kapacitása,

**A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:**

$$S_1 = s_1 + s_6 + \left( \sum_{i=1}^{n=5} s_{i:i+1} \right),$$

$$S_2 = 2 * s_7,$$

$$S_{\text{össz}} = S_1 + S_2$$

$$s_7 \leq s_{i+1},$$

$$Q_1 \gg q_7 \text{ és } Q_1 \cong Q_{j1} \text{ és } q_7 \cong Q_{j3},$$

ahol  $Q_j$  a jármű kapacitása,  $Q_i$  a gyűjtési körök kapacitása,  $q_i$  az edények kapacitása,

ahol,  $P_{1:it}$  telített edények, amelyek az 1-es járáttal kerülnek gyűjtésre,  $P_{3:it}$  telített edények, amelyek a 3-as járáttal/körben kerülnek gyűjtésre,  $s_i$  a DEPO és edény ill. edény- DEPO közötti távolság,  $s_{i+1}$  az edények közötti távolság

**A gyűjtési lehetőség elemzése:**

A jármű kapacitását figyelembe véve a bejárési útvonal két részre lett osztva. Az útvonalakon az edények gyűjtése-ürítése elvégezhető. A járművek kapacitás-kihasználtsága az első gyűjtési körben optimalizálásra került. A második gyűjtési körben az edény vagy kevesebb számú edény gyűjtése céljáráttal kerül gyűjtésre. A hulladékgyűjtést a második körben kisebb kapacitású hulladékgyűjtő járművel célszerű végrehajtani.

Fontos szem előtt tartani, – a megtett út optimalizálása miatt – hogy a DEPO-hoz legközelebb, illetve a legegyszerűbben elérhető edények kerüljenek céljáráttal gyűjtésre.

**A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:**

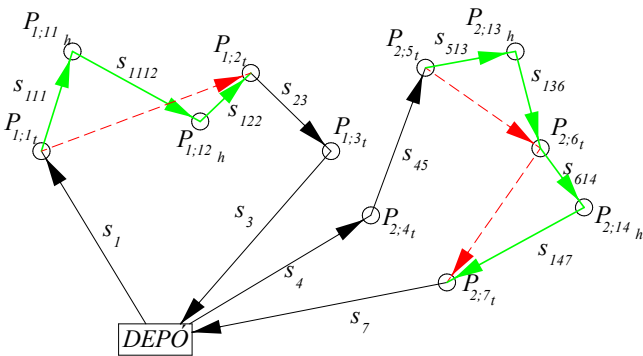
- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat-tömeg aránya miatt,

- az edény ürítési rendje optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált,
- a gyűjtési mód optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága optimalizált.

**Az 5. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:**

Figyelembe vett szempont: optimalizáljuk a jármű telítettségét.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. A telített edények mellett további nem telített edények kerülnek gyűjtésre. A jármű telítődését szem előtt tartjuk. A gyűjtési módot optimalizáljuk (6. ábra).



6. ábra: További edények felvétele a gyűjtéshez a járműtelítődés-optimalizálása céljából  
 ahol,  $P_{i:ih}$ –hamarosan telítődő edények,  $s_i$  a DEPÓ és edény ill. edény DEPÓ közötti távolság,  $s_{i+1}$  az edények közötti távolság

**A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:**

$$Q_{ji} \geq Q_i,$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_i$  az egy gyűjtési körben lévő edények

**A gyűjtési lehetőség elemzése:**

Az 5. gyűjtési lehetőség a jármű kapacitás-kihasználtsága miatt került definiálásra. A telített edények mellé további közelben lévő edények ürítése is bekerül az ürítési rendbe. Fontos szempont, hogy a több választható edény közül az optimálisan elérhetőek kerüljenek ürítésre. Ezzel a módszerrel a jármű kapacitás-kihasználtsága növelésre kerül.

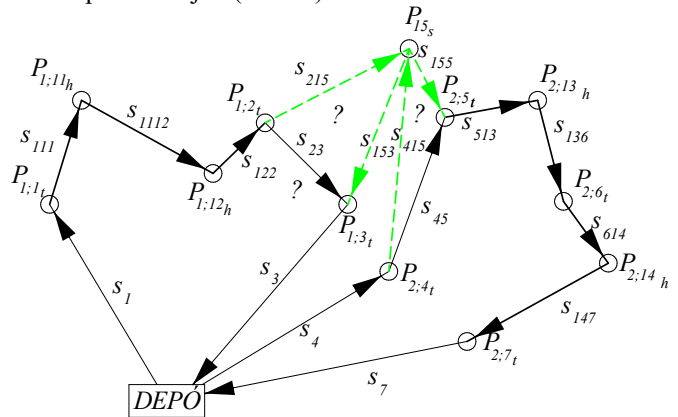
**A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:**

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat–tömeg aránya miatt,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- a gyűjtési mód optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált.

**A 6. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:**

Figyelembe vett szempont: telítődési trend figyelembe vétele miatt a nem telített, de a hamarosan várható telítődésű edények bekerülnek az ürítési tervbe.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. A telített edények mellett további nem telített edények kerülnek gyűjtésre. A gyűjtési útvonalba beleveszünk olyan edényeket, amelyek ürítése még nem indokolt, azonban telítődésük a trend alapján hamarosan várható. A jármű telítődését szem előtt tartjuk. A gyűjtési módot optimalizáljuk (7. ábra).



7. ábra: További várható telítődésű edények felvétele a gyűjtéshez

ahol,  $P_{i:is}$  a statisztikai adatok alapján hamarosan várható telítődésű edények,  $s_i$  a DEPÓ és edény ill. edény DEPÓ közötti távolság,  $s_{i+1}$  az edények közötti távolság

**A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:**

$$Q_{ji} \geq Q_i,$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_i$  az egy gyűjtési körben lévő edények

$$\min((s_{215} + s_{153}) - s_{23}; (s_{415} + s_{155}) - s_{45}),$$

**A gyűjtési lehetőség elemzése:**

A 6. gyűjtési lehetőségnél a bejárando útvonal mentén olyan további edények kerülnek gyűjtésre, amelyek még nem telítettek, azonban a telítődési trendjüket figyelembe véve telítődésük hamarosan várható. Fontos szempont, hogy a nem telített edények és a várható telítődésű edények közül a legközelebbiek, a legkönnyebben elérhetőek, ill. a legindokoltabbak kerüljenek ürítésre.

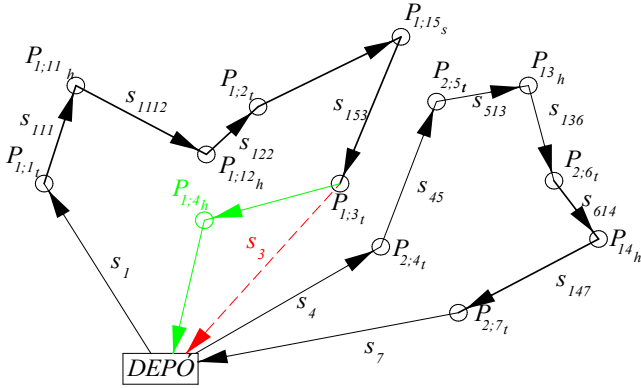
**A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:**

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat–tömeg aránya miatt,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- a gyűjtési mód optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált.

### A 7. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:

Figyelembe vett szempont: az elkészült útvonalterv a gyűjtés folyamata alatt újradefiniálásra kerül a jármű kapacitáskihasználtság maximalizálása érdekében.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. A telített edények mellett további nem telített edények kerülnek gyűjtésre. A gyűjtési útvonal bejárása során a jármű kapacitáskihasználtsága nem került maximalizálásra, ezért a DEPÓ-ba történő visszatéréskor további – közelben lévő – edény kerül ürítésre (8. ábra).



8. ábra: Gyűjtés során további telített edény felvétele ahol,  $P_{1:4h}$  a gyűjtési útvonalat végigjárva a járműben maradt szabad kapacitás miatt felvételre kerülő edény

#### A gyűjtési lehetőség elemzése:

A 7. gyűjtési lehetőségénél az előre definiált útvonal kerül bejárásra. A hulladékgyűjtés során a bejárt útvonal mentén az előzetes ürítés tervben szereplő edényeken kívül további edény ürítése nem történik meg, így a jármű kapacitáskihasználtsága az előre tervezett alapján történik. A folyamatos járműtelítettség vizsgálat alapján azonban a DEPÓ-ba való visszatérés előtt a hulladékgyűjtő járművön még rendelkezésre áll kapacitás, így lehetőség nyílik további edények ürítésére. A megfelelő edény kiválasztása is optimalizálva történik.

#### A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:

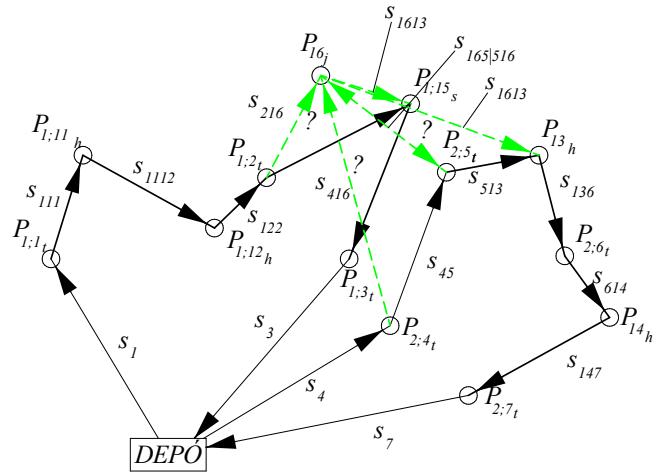
- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat-tömeg aránya miatt,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- a gyűjtési mód optimalizált,
- a jármű kapacitáskihasználtsága optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált.

### A 8. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:

Figyelembe vett szempont: az elkészült útvonalterv a gyűjtés folyamata alatt újradefiniálásra kerül, a közelben éppen telítődött edények ürítése céljából.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. A telített edények mellett további nem telített edények kerülnek gyűjtésre. A gyűjtési útvonalba beleveszünk olyan edényeket, amelyek ürítése még nem indokolt, azonban telítődésük a trend alapján hamarosan várható. A hulladékgyűjtő jármű bejárás folyamata alatt a

közelben lévő éppen telítődött edény ürítését számításba vesszük. A jármű telítődését szem előtt tartjuk. A gyűjtési módot optimalizáljuk (9. ábra).



9. ábra: Gyűjtés során további telített edény felvétele ahol,  $P_{i:ij}$  a gyűjtés folyamata alatt éppen telítődött edények A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:

$$Q_j \geq \min \left( \sum_{i=1}^{n=3} Q_{P_i} + \sum_{i=11}^{n=12} Q_{P_i} + P_{15} + P_{16_j}; \sum_{i=4}^{n=7} Q_{P_i} + \sum_{i=13}^{n=14} Q_{P_i} + P_{16_j} \right)$$

ahol,  $Q_j$  a jármű kapacitása és  $Q_i$  az egy gyűjtési körben lévő edények

$$S_{216} + S_{1613} \leq 2 * s_{\text{DEPÓ} \rightarrow P_{16_j}}$$

$$S_{416} + S_{165} \leq 2 * s_{\text{DEPÓ} \rightarrow P_{16_j}}$$

ahol, „s” a megtett út az edény eléréséig többi edénytől illetve a DEPÓ-tól

#### A gyűjtési lehetőség elemzése:

A 8. gyűjtési lehetőségénél az előre definiált útvonal újradefiniálásra kerül, mert a bejárás útvonal közelében a gyűjtés során további edény került telítődésre. Ez esetben indokolt a jármű kapacitásának vizsgálata, illetve az, hogy a telített edény melyik bejárás körben kerüljön ürítésre. A jármű kapacitásproblémája miatt a prioritást figyelembe véve mindenképp a telített edény kerül előtérbe a nem telített edénnyel szemben. Fontos kiemelni az útvonal hosszának vizsgálatát, hiszen a módosított útvonal nem lehet hosszabb, mint a telítődött edény és a DEPÓ között lévő 2-szeres úthossz.

#### A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat-tömeg aránya miatt, a további just-in-time jelzés alapján bekerült edény miatt a járműkapacitás lekérdezése szükséges,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- a gyűjtési mód optimalizált,
- a jármű kapacitáskihasználtsága optimalizált,

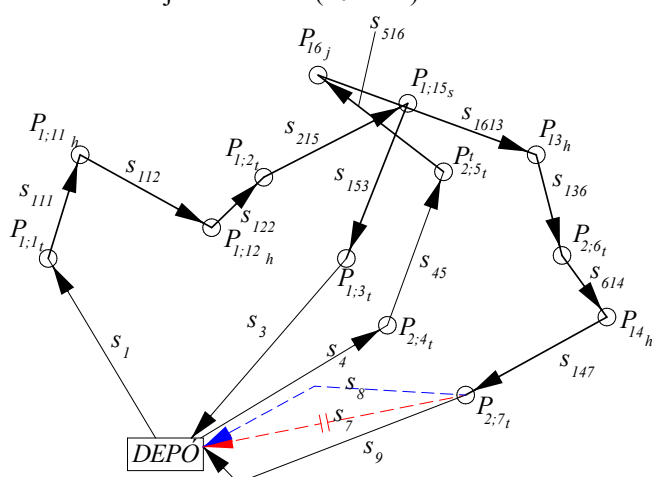
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált.

### 3. ÖSSZEFOGLALÁS

#### A 9. gyűjtési lehetőség tervezési folyamata:

Figyelembe vett szempont: más szolgáltatókkal – közútkezelő, közterület-fenntartó – történő kommunikálás során az útvonalterv újradefiniálásra kerül.

A gyűjtőjárat alapadatai: a telített edények eléréséhez savings módszert alkalmazunk. A telített edények mellett további nem telített edények kerülnek gyűjtésre. A gyűjtési útvonalba beleveszünk olyan edényeket, amelyek ürítése még nem indokol, azonban telítődésük a trend alapján hamarosan várható. A jármű telítődését szem előtt tartjuk. A gyűjtési módot optimalizáljuk. A definiálásra került útvonal validálásra/újradefiniálásra kerül az esetleges útburkolat karbantartása – javítása miatt (10. ábra).



10. ábra: Útvonal-optimalizálás más szolgáltatók által közölt adatok figyelembe vételével

#### A gyűjtésre az alábbiak jellemzők:

$$s_8 \geq s_9$$

#### A gyűjtési lehetőség elemzése:

A 9. gyűjtési lehetőségénél a definiált útvonal bejárhatósága kerül ellenőrzésre. Jellemző eset, hogy egyes útszakaszok kerülnek lezárásra vagy ideiglenesen egyirányúsításra az útburkolat karbantartás – javítás vagy más szolgáltató általi közműjavítás során. Az ilyen jellegű beavatkozások on-line rendszerben további közszolgáltatók bevonásával detektálhatók a hulladékgyűjtés területén. Ezt a beavatkozást az optimalizáló szoftver, mint INPUT adatot figyelembe veszi, és egy újabb elérési útvonal keresését hajtja végre.

#### A gyűjtési módra az alábbiak jellemzők:

- optimalizált útvonal,
- az edény ürítése elvégezhető a hulladék ismert térfogat-tömeg aránya miatt, a további just-in-time jelzés alapján bekerült edény során járműkapacitás lekérdezése szükséges,
- az edény ürítési rendje optimalizált,
- a gyűjtési mód optimalizált,
- a jármű kapacitás-kihasználtsága optimalizált,
- az edényekhez az elérési útvonal optimalizált.

A rendszer alkalmazása során az egyes módok egymásra épülése, illetve kiegészítését követően egy egyszerű logisztikai feladat egy magas szintű gyűjtési folyamattá fejlődik. Az optimalizáláshoz igénybe vett különböző szempontok, mint statisztikai, út adatok, T. Péter (2000), további szolgáltatók csatlakozása a rendszerhez, a jármű kapacitás-kihasználtság vizsgálata, emisszó, lásd Lakatos kutatásai, és további eszközök nem csak egy területen hajtanak végre optimalizálást, hanem az egész szelektív hulladékgyűjtés folyamatában. A statisztikai adatok alkalmazása következtében az inverz-logisztikai folyamat optimalizálása nem csak az adott gyűjtési körre vonatkozik, hanem kiterjed az egész gyűjtési rendszerre, ezzel lehetőség nyílik további útterhelés és környezetterhelés csökkentésre is.

### 4. REFERENCES

- Abeliotis, K., Karaiskou, K., Togia, A. and Lasaridi, K. (2009): *Decision support systems in solid waste management: A case study at the national and local level in Greece*. Global NEST Journal, **Vol.11, No.2**, pp. 117-126.
- Apaydin, O. and Gonullu, M.T. (2007): *Route optimization for solid waste collection: Trabzon (Turkey) case study*. Global NEST Journal, **Vol. 9, No.1**, pp. 6-11.
- Ghose, M.K., Dikshit, A.K., Sharma, S.K. (2006): *A GIS based transportation model for solid waste disposal – a case study of Asansol Municipality, Waste Management*, **Vol.26**, pp. 1287-93.
- Dr. Hirkó B. (2006): *Elosztási logisztika*, Universitas-Győr Kht.,
- Jovicic, N.M., Boskovic, G.B., Vujic, G.V., Jovicic, G.R., Despotovic, M.Z., Milovanovic, D.M., Gordic, D.R., (2011): *Route optimization to increase energy efficiency and reduce fuel consumption of communal vehicles*, Thermal Science, **Vol. 14**, pp. 67-78.
- Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokolyai Iván, Elektronikus dízelszabályozás, Győr, Novadat, 1996. 132 p.
- Lakatos István, Effect of valve timing on exhaust emission, 8th International Conference on Heat Engines and Environmental Protection. 214 p. Balatonfüred, Magyarország, 2007.05.28-2007.05.30.
- Lakatos István, Instacioner üzemállapotú motorteljesítmémmérés görgős járműfékpadon. Mchnológia Transzfer Centrum, 2010.pp. 33-38.
- Dr. Lakatos István Járműmotorok, járműdiagnosztika, SZE/MTK/JÁGIVI/Közúti és Vasúti Járművek Tanszék 2011. Győr: Minerva-Sop Bt., 2005.
- Dr. Lakatos István, Modern emission test of diesel engines in Europe, Symposium on Euroconform Complex Retraining of Specialists in Road Transport. Budapest, BME, 2001.06.09-2001.06.15. 2001. pp. 147-153. (Szerk. Péter T.)
- Lakatos István, Effect of timing on the efficiency and exhaust of four-stroke, uncharged SOHC Otto-engines,

- MicroCAD International Scientific Conference. Miskolci Egyetem, 2004.03.18-2004.03.19. pp. 77-83. In: Lehoczky László; and Kalmár László
- Oliveira, S.E. and Borenstein, D. (2007): *A decision support system for the operational planning of solid waste collection*, Waste Management, Vol.27, pp. 1286-1297.
- T. Péter (2000) Mathematical Transformations of Road Profile Excitation for Variable Vehicle Speeds, *Studies in vehicle engineering and transportation science: a festschrift in honor of professor Pál Michelberger on occasion of his 70th birthday*. 305 p. Hungarian Academy of Sciences; Budapest University of Technology and Economics, 2000. pp. 51-69. In: Bokor J; Nándori Ernő (†), Várlaki P
- Sahoo, S., Kim, S., Kim, B.I., Kraas, B., Popov, J. (2005): *Routing optimization for Waste Management*, Interfaces, Vol.35, pp. 24-36.
- Tavares, G., Zsigraiova, Z., Semiao, V., Carvalho, M. (2008): *A case study of fuel saving through optimization of MSW transportation routes*, Management of Environmental Quality, Vol.19, No.4, pp. 444-454.
- Titrik, Á.-Széchenyi István Egyetem, (2011): Szabadalmi bejelentés: *Hulladékgyűjtés logisztikájának optimalizálására szolgáló rendszer*, P 11 00734.
- Titrik, Á., Lakatos, I., Horváth, A. (2015): *Logistic conception for real-time based info-communication system applied in selective waste gathering*, studia OECOLOGICA, Studia Oecologica 9(1)., pp. 56-67.
- Titrik, Á., Lakatos, I., Czeglédi, D., (2015): *Saturation Optimization of Selective Waste Gathering Vehicle Based on Real-Time Info-Communication System*, In: ASME (szerk.) ASME/IEEE International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications. Konferencia helye, ideje: Boston, Amerikai Egyesült Államok, 2015.08.02-2015.08.05. New York: American Society of Mechanical Engineers (ASME), Paper DETC2015-46720. 7 p. (Vol.9) (ISBN:978-0-7918-5719-9) (2015).
- Titrik, Á., (2016), *Sign-in-time Based Info-communication System for Collecting Selective Waste*, Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 44(1), pp. 1-4, DOI: 10.3311/PPtr.8086