

PET hulladékgyűjtő edényzet telítődési vizsgálata különböző tömörítettségű palackok esetén

Titrik Ádám*, Lakatos István**

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

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

Abstract: Az előtérbe helyezett környezetvédelmi szemlélet arra készíti a mérnököket, felhasználókat, hogy a hatékonyságot maximalizálják, miközben a környeztkárosítást csökkentsék. A szelektív hulladékgyűjtő szigetek kialakításakor az újrahasznosítási gondolat kapott hangsúlyt, azonban a hulladékgyűjtő járművek gyűjtési útjuk során, valamint az edényzet emelése – ürítése folyamán foszilis energiahordozót alkalmaznak. A számítógépes támogatású begyűjtési terv során is a telített edényzetek alacsony hulladéksűrűséggel rendelkezhetnek, azaz az edényzet nagy része a hulladék formája következtében kihasználatlan. A cikk az egyes palackok típusának vizsgálatával és tömörítési lehetőségével foglalkozik, annak érdekében, hogy az edényzet kihasználtsága maximalizálva legyen. A szimulációs vizsgálat során választ kapunk arra a kérdésre, hogy az egyes palackok tömörítése milyen hatással lesz a különböző edényzetekben elhelyezett hulladéksűrűségre.

1. INTRODUCTION

A környezet terhelés csökkentés céljából a települések több vonzáskörzetű részein szelektív hulladékgyűjtő szigetek kerültek kialakításra. A begyűjtés során a hatékonyság maximalizálása érdekében útvonaloptimalizációt, begyűjtési intervallum módosítást, és telefonos telítődés bejelentést is alkalmaznak. Ezek az intézkedések hozzájárulnak a környezet kíméléséhez, azonban további lehetőség keresésével és definiálásával a hatékonyság tovább növelhető. Az edényzet begyűjtés oldaláról magas szint került elérésre, de az edényzet hulladéksűrűségének növelésére célszerű intézkedéseket tenni. A cikk az egyes palackok tömörítési lehetőségét vizsgálja, továbbá az elért tömörítés során az edényzet hulladéksűrűség értékeire is adatokat nyújt.

2. PET PALACKOK TÖMÖRÍTÉSI LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

PET palack térfogatsökkentésének módjai az alábbiak:

- speciális tömörítő szerkezet: a PET palack ez esetben nem vastagságában, hanem magasságában kerül tömörítésre (1. ábra). A tömörítés során csak magassági méretcsökkenést érünk el – hengeressége és átmérője „változatlan marad”. A tömörítő

szereket kézzel üzemeltethető, ami miatt (higiéniai okok) alkalmazása nem jellemző.



1. ábra: szerkezet PET palack térfogatsökkentésére

- kézi tömörítés (2. ábra): az alkalmazótól függ, hogy a PET palack milyen mértékű és formájú tömörítést szenved – jellemzően egy helyen a kéznek kellemesen, a kisebb átmérőnél kerül végrehajtásra a tömörítés. A tömörítés átmérőben történik és ott lapos lesz a palack, míg további részén megtartja eredeti formáját. Az ilyen jellegű tömörítés a felhasználó számára „megnyugvást” ad, hogy tett a környezetvédelem érdekében.



2. ábra: 1,75L PET palack kézzel történő tömörítése

- lábbal történő tömörítés (3. ábra): a PET palackra megfelelően rálépve teljes magasságban (átmérőben) tömörítést szenved. A tömörítés során a palack lapos formát vesz fel. Alkalmazása lehajolást igényel és higiéniai okok is felmerülnek, így ez a tömörítési mód sem gyakran alkalmazott.



3. ábra: lábbal történő tömörítés alkalmazása 1,75L-es PET palackon

A tömörítési eljárások végrehajtása után a palackok modellezése a következő lépése a vizsgálatnak. A pontos méretek céljából digitalizálást lehetne alkalmazni, azonban nem indokolt, hiszen tömörítés során két azonos formájú palackot nem fog létrejönni. A reverse engineering fényképre ráillesztett vázlatok segítségével került végrehajtásra. A gépigény csökkentése miatt célszerűen egyszerűsített modell került elkészítésre – a palack alján rádiuszok, dizájn elemek elhagyásra kerültek.

A számítógépes vizsgálat futtatásához alkalmazott PET palackokat a következő táblázatok szemléltetik (1.-7. táblázat).

A vizsgálatok a kereskedelemben kapható ásványvizes palackokra lettek elvégezve.

A PET palackok közül az alábbiak kerültek megvizsgálásra:

- 0,5L,
- 1L,
- 1,25L,
- 1,5L,
- 1,75L,
- 2L,
- 2,25L

Az anyagra jellemző sűrűség: 1350kg/m³.

Az elvégzett vizsgálatok a következők:

- Originál állapotú: a PET palack alakváltozás nélkül került alkalmazásra a szimulációban. Formája és térfogata nem változott az originál állapothoz képest.
- Kézzel tömörített: a palack átmérőben kerül terhelésre. Az összenyomás a palack "fogható" helyén került végrehajtásra. A palack kupakjánál és

alsó részénél nem történik alakváltozás. A tömörítési folyamat után az anyagi jellemzők alapján a PET palack kirugózott.

- Lábbal terhelt PET palack: a térfogatcsökkenés a teljes palackon átmérőben történt. A terhelést levéve ez esetben is kirugózott a palack. A terhelés hatására a palack lapossá vált.
- Tömörítő szerkezet használata: a terhelő erő hossz tengelyre merőlegesen történt, tehát a palack magassága csökkent. Az erő levétele során a palack kirugózott. A palack átmérője nem csökkent jelentősen.

1. táblázat: 0,5L PET mérése

| Csomagolás | 0,5L PET palack | | | |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| Tömörítés fajtája | | | | |
| Tömeg | 18g | | | |
| Térfogat | 520cm ³ | 470cm ³ | 390cm ³ | 440cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -10% | -25% | -16% |
| Átlagsűrűség | 0,0346 g/cm ³ | 0,03829 g/cm ³ | 0,04615 g/cm ³ | 0,40909 g/cm ³ |

2. táblázat: 1,0L PET mérése

| Csomagolás | 1,0L PET palack | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| Tömörítés fajtája | | | | |
| Tömeg | 28g | | | |
| Térfogat | 1030cm ³ | 540cm ³ | 276cm ³ | 595cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -48% | -73% | -42% |
| Átlagsűrűség | 0,02718 g/cm ³ | 0,05185 g/cm ³ | 0,10144 g/cm ³ | 0,04705 g/cm ³ |

3. táblázat: 1,25L PET mérése

| Csomagolás | 1,25L PET palack | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Tömörítés fajtája | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| | | | | |
| Tömeg | 36g | | | |
| Térfogat | 1295cm ³ | 730 cm ³ | 390 cm ³ | 650 cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -45% | -70% | -50% |
| Átlagsűrűség | 0,02777 g/cm ³ | 0,04931 g/cm ³ | 0,09231 g/cm ³ | 0,05538 g/cm ³ |

4. táblázat: 1,5L PET mérése

| Csomagolás | 1,5L PET palack | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Tömörítés fajtája | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| | | | | |
| Tömeg | 30g | | | |
| Térfogat | 1555cm ³ | 920 cm ³ | 470 cm ³ | 775 cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -40% | -69% | -51% |
| Átlagsűrűség | 0,01929 g/cm ³ | 0,03260 g/cm ³ | 0,06383 g/cm ³ | 0,0498 g/cm ³ |

5. táblázat: 1,75L PET mérése

| Csomagolás | 1,75L PET palack | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Tömörítés fajtája | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| | | | | |
| Tömeg | 36g | | | |
| Térfogat | 1790cm ³ | 880 cm ³ | 420 cm ³ | 820 cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -50% | -76% | -54% |
| Átlagsűrűség | 0,02011 g/cm ³ | 0,04090 g/cm ³ | 0,08571 g/cm ³ | 0,04581 g/cm ³ |

6. táblázat: 2,0L PET mérése

| Csomagolás | 2,0L PET palack | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Tömörítés fajtája | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| | | | | |
| Tömeg | 37g | | | |
| Térfogat | 2045cm ³ | 930 cm ³ | 444 cm ³ | 930 cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -54% | -78% | -54% |
| Átlagsűrűség | 0,01809 g/cm ³ | 0,03978 g/cm ³ | 0,08333 g/cm ³ | 0,03978 g/cm ³ |

7. táblázat: 2,25L PET mérése

| Csomagolás | 2,25L PET palack | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Tömörítés fajtája | - | kézzel | rálépve | kézi tömörítőt alkalmazva |
| | | | | |
| Tömeg | 47g | | | |
| Térfogat | 2290cm ³ | 1120 cm ³ | 550 cm ³ | 850 cm ³ |
| Térfogat csökkenés | - | -51% | -76% | -63% |
| Átlagsűrűség | 0,02052 g/cm ³ | 0,04196 g/cm ³ | 0,08545 g/cm ³ | 0,05529 g/cm ³ |

Az adatok jobb tanulmányozhatósága érdekében a 7. táblázat összefoglalja a különböző térfogatú PET palackok különböző állapotát.

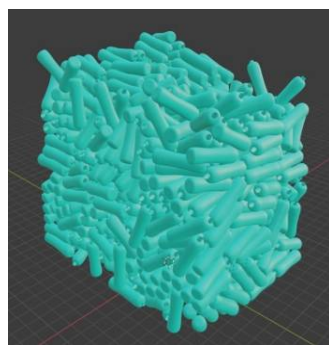
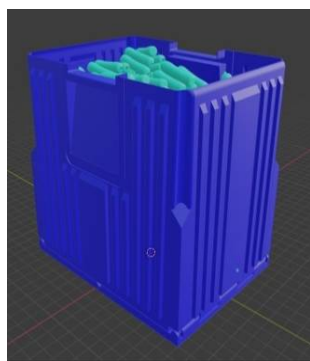
7. táblázat: PET palackok méreéseinek táblázatos összefoglalása

| Csomagolás fajtája (PET) | Palack tömege [g] | Gyári térfogat [cm ³] | Tömörítési mód | Tömörített térfogat [cm ³] | Térfogat csökkenés [%] |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|--|------------------------|
| 0,5L | 18 | 500 | kézi | 470 | 10 |
| | | | láb segítségével | 390 | 25 |
| | | | tömörítővel | 440 | 16 |
| 1,0L | 28 | 1000 | kézi | 540 | 48 |
| | | | láb segítségével | 276 | 73 |
| | | | tömörítővel | 595 | 42 |

| | | | | | |
|-------|----|------|------------------|------|----|
| 1,25L | 36 | 1250 | kézi | 730 | 45 |
| | | | láb segítségével | 390 | 70 |
| | | | tömörítővel | 650 | 50 |
| 1,5L | 30 | 1500 | kézi | 920 | 40 |
| | | | láb segítségével | 470 | 69 |
| | | | tömörítővel | 775 | 51 |
| 1,75L | 36 | 1750 | kézi | 880 | 50 |
| | | | láb segítségével | 420 | 76 |
| | | | tömörítővel | 820 | 54 |
| 2,0L | 37 | 2000 | kézi | 930 | 54 |
| | | | láb segítségével | 444 | 78 |
| | | | tömörítővel | 930 | 54 |
| 2,25L | 47 | 2250 | kézi | 1120 | 51 |
| | | | láb segítségével | 550 | 76 |
| | | | tömörítővel | 850 | 63 |

Hulladékgyűjtő edényzet telítődésének vizsgálata

Az elvégzett mérések során különböző értékeket kaptunk az egyes tömörítési módok során. A terhelés hatására nem csak térfogatban történik változás, hanem formában is. A következő szimulációk során választ kapunk, hogy a tömörítési módok milyen hatással vannak az edényzetek telítődésére. Természetesen a palackok változatossága, a különböző tömörítési módok, a különböző edényzet telítődési állapot hatással van az edényzetbe elhelyezhető hulladék mennyiségére. További számításba vehető paraméter közé az is tartozik, hogy a 4 kerekű felülről nyitható edényzet mellett különböző kapacitású álló edényzetet is forgalmaznak a kereskedők.



4. ábra: 2500L edényzet telítődése 1,75 original PET palackkal

9. táblázat: hulladékgyűjtő edényzet jellemzői különböző tömörítési PET palackok esetén

| Edényzet mérete | Hulladék fajtája | Tömörítési mód | Hulladék [db] | Hulladék tömege [kg] | Hulladék sűrűsége [kg/m ³] | Hasznosság növekedés [%] |
|-----------------|------------------|--------------------------|---------------|----------------------|--|--------------------------|
| 2500L | 0,5 PET palack | nincs | ~2338 | ~42,16 | 16,86 | - |
| | | kézi tömörítés | ~2545 | ~45,81 | 18,32 | +8,1 |
| | | lábbal történő tömörítés | ~3120 | ~56,16 | 22,46 | +25,1 |
| | | tömörítővel | ~2670 | ~48,06 | 19,22 | +12,4 |
| 2500L | 1,75L PET palack | nincs | ~839 | ~30,20 | 12,08 | - |
| | | kézi tömörítés | ~960 | ~34,56 | 13,82 | +12,6 |
| | | lábbal történő tömörítés | ~1210 | ~43,56 | 17,42 | +30,7 |
| | | tömörítővel | 1025 | ~36,90 | 14,76 | +18,2 |

A mért adatok (1-7. táblázat) és szimulációs adatok (9. táblázat) alapján elmondható, hogy palack tömörítése és formája nagy jelentőséggel bír a hulladékgyűjtő edényzet telítődésére. Az eredmény alapján az alábbiak állapíthatók meg:

- a szimulációs vizsgálat alapján kézzel történő tömörítéskor elért 40-50% térfogatsökkenés következtében az edényzetbe dobott PET palackok darabszáma 8-10%-kal növekedett.
- a lábbal történő tömörítéskor 70-80%-os térfogatsökkenés tapasztalható, így az edényzetbe 25-30%-kal több hulladék helyezhető el
- a kézi tömörítő szerkezettel végrehajtott tömörítés során 50-60% térfogatsökkenés tapasztalható PET palack esetén. Ebben az esetben ~15% több hulladék helyezhető el a hulladékgyűjtő edényzetbe.

Összefoglalás

A további hulladékgyűjtés hatékonyságának maximalizálása érdekében a legjellemzőbb PET palackok vizsgálata lett végrehajtva. Különböző tömörítési módok kerültek alkalmazva – kézzel, lábbal, kézi tömörítő szerkezettel – mely során a PET palack térfogat és forma változás vizsgálata lett végrehajtva. A kapott adatok alapján a 2500L-es hulladékgyűjtő edényzet felhasználásával telítődési szimuláció lett végrehajtva. A szimuláció eredménye alapján nem csak a térfogat, hanem az elért forma is nagy jelentőséggel van az edényzetbe elhelyezhető hulladék mennyisége szempontjából.

Köszönetnyilvánítás

A cikk kutatásaihoz a „Nemzeti Laboratóriumok 2020 Program – Mesterséges Intelligencia alprogram – Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratórium (MILAB) létrehozása a Széchenyi István Egyetemen (NKFIH-870-21/2020)” biztosított forrást.

REFERENCES

- Titrik, Á.-Széchenyi István Egyetem, (2011): Szabadalmi bejelentés: *Hulladékgyűjtés logisztikájának optimalizálására szolgáló rendszer*, P 11 00734.
- 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
- Fecser, Nikolett: Pedrollo C130 típusú örvényszivattyú kavitációs vizsgálata. In: Dernóczy-Polyák, Adrienn Kutatási jelentés 3. Győr, Magyarország : Universitas-Győr Nonprofit Kft. (2020) pp. 109-120. , 12 p.
- Fecser, Nikolett: Examining Centrifugal Pump BKS300 on Cavitation HIDRAULICA 3 : 2020 pp. 1-9., 9 p. (2020)
- Fecser, Nikolett: Transients in public water supply systems. In: Adrienn, Dernóczy-Polyák Kutatási jelentés 2. - Research Report. Győr, Magyarország: Universitas-Győr Nonprofit Kft. (2020) pp. 135-141., 7 p.
- Fecser, Nikolett: Transients in Public Water Supply in Győr-Moson-Sopron County. HIDRAULICA 2020 : 1 pp. 16-20. , 5 p. (2020)
- Óri, Péter ; Lakatos, István: Autonóm járművek lehetséges érintésmentes öndiagnosztikai rendszereinek kutatása: Research of contactless self diagnostic systems for autonomous vehicles. In: Anon (szerk.) AUTONÓM JÁRMŰVEK – WORKSHOP-SOROZAT. Győr, Magyarország : Széchenyi István Egyetem (2021) pp. 52-63., 12 p.
- Péter, Óri ; István, Lakatos: Self diagnostic procedures carried out in autonomous driving mode. In: Nikodem, Jan; Klempous, Ryszard (szerk.) 12th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom 2021) : Proceedings. Online kiadás, Nemzetközi : IEEE (2021) 1 098 p. pp. 865-868., 4 p.
- Óri, Péter ; Lakatos, István : Zajdiagnosztikában rejlő lehetőségek felhasználása jármű fedélzeti diagnosztikában. MŰSZAKI SZEMLE (EMT) 74 pp. 23-32. , 10 p. (2019)
- Péter, T (2005) Fuzzy and Anytime Signal Processing Approaches for Supporting Modeling and Control In: Rudas, I. ICCS 2005: IEEE 3rd International Conference on Computational Cybernetics Piscataway (NJ), Institute of Electrical and Electronics Engineers (2005) 350 p. pp. 339-344. , 6 p.
- Péter, T. (2000) Mathematical Transformations of Road Profile Excitation for Variable Vehicle Speeds In: Bokor, J; Nándori, E; Várlaki, P Studies in vehicle engineering and transportation science : a festschrift in honor of professor Pál Michelberger on occasion of his 70th birthday Budapest, Hungarian Academy of Sciences, Budapest University of Technology and Economics (2000) 305 p. pp. 51-69., 19 p.
- Péter, T. (2007) Nagyméretű nemlineáris közlekedési hálózatok modellezése KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 57: 9 pp. 322-331., 10 p. (2007)
- Szauter, Ferenc; Péter, Tamás; Lakatos, István (2014) Examinations of complex traffic dynamic systems and new analysis, modeling and simulation of electrical vehicular systems In: Almas, Shintemirov The 10th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications New York (NY), IEEE/ASME MESA (2014) Paper: 6935613 , 5 p.
- Földesi, Péter ; Horváth, Adrián ; Bódis, Tamás: Conceptual approach for adaptive production line feeding system. In: 5th Interdisciplinary Conference on Production, Logistics and Traffic (ICPLT). (2021) pp. 1-3. , 3 p.
- Horváth, Adrián: Az adatok bizonytalanságának hatása a logisztikai szolgáltatók tevékenységének tervezésére. In: Dernóczy-Polyák, Adrienn Kutatási jelentés 4. Győr, Magyarország: Universitas-Győr Nonprofit Kft. (2020) pp. 335-339., 5 p.
- Horváth, Adrián: The introduce of the time geography on the field of distribution. In: Adrienn, Dernóczy-Polyák Kutatási jelentés 2. - Research Report. Győr, Magyarország : Universitas-Győr Nonprofit Ltd., (2020) pp. 528-536. , 9 p.
- Hegyi, N., & Jósvai, J. (2020). Hazardous Situations and Accidents Caused by Light and Medium Unmanned Free Balloon Flights. Acta Technica Jaurinensis, 13(4), 295–308. <https://doi.org/10.14513/actatechjaur.v13.n4.560>
- Kalincák István, Polák József, Az irányítás szerepe és helyzete a közlekedési rendszerben, IFFK 2018: XII. Innováció és fenntartható felszíni közlekedés, (2018) pp. 274-282, 8 p., ISBN:9789638887535