

DIPLOMADOLGOZAT

Talabér Dávid

2024.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Környezettudományi Intézet
Környezetmérnök mesterképzési szak

**A kötelező visszaváltási rendszer működésének tapasztalatai a
budapesti régióban az indulást követően**

Belső konzulens:	Dr. Kardos Levente egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Agrárkörnyezettani tanszék
Külső konzulens:	Dr. Kanozsai Gábor főigazgató-helyettes
Készítette:	Talabér Dávid

Gödöllő
2024.

TARTALOM

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	2
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1.	Jogszabályi környezet az Európai Unióban	4
2.2.	Jogszabályi környezet Magyarországon	7
2.3.	A DRS rendszerről.....	14
2.4.	A hulladékgazdálkodási koncesszióról	17
2.5.	A DRS anyagáramok útja a bedobástól kezdve	20
2.6.	A hulladékválogatás	22
3.	ALKALMAZOTT MÓDSZEREK (ANYAG ÉS MÓDSZER)	30
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESÜK (MEGVITATÁS).....	32
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	37
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	39
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	41
8.	TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE	43

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

„Nem egy maroknyi emberre van szükség, aki teljesen hulladékmentesen él, hanem emberek millióira, akik valamivel kevesebb hulladékot termelnek.¹”

Anne-Marie Bonneau idézetével kezdve diplomamunkámat egy kezdeti pillanatra elgondolkodhatunk így az elején azon a tényen, amely minden egyes embert érint a Föld nevű bolygón: ez pedig a hulladék. Mindennapi életünk szerves részét képezi a hulladékokkal való tevékenység – gondoljunk csak a háztartásokban keletkező hulladékokra, a munkahelyünkön keletkező hulladékokra és azok kezelésére, a szelektív válogatásra, komposztálásra, újrahasználatra vagy újrahasznosításra -, melynek elmaradása azonnal könnyen észrevehetővé válik. Mennyire befolyásolja mindennapi életünket és életkörnyezetünket a hulladék jelenléte vagy éppen jelen nem léte, mégis sok esetben negatív jelző kapcsolódik a hulladékgazdálkodási feladatok ellátásához, akár háztartási, akár vállalati szinten tekintünk a feladatra².

Bár a legtöbb embernek a környezetvédelem szó hallatán elsődlegesen a levegő védelme jut eszébe, amit legnagyobb valószínűséggel a vizekkel összefüggő szennyezések csökkentése követ³, nem szabad megfeledkeznünk a környezetvédelem hulladékgazdálkodási aspektusáról sem. A hulladékgazdálkodásnak kiemelkedő szerepe van a környezet állapotának javításában, a környezet védelmében⁴, így a XXI. században az emberiség próbálja megérteni, hogy a környezetvédelmi feladatok beszivárognak a mindennapi életünkbe és változtatnunk kell magatartásunkon, ha egy élhető és fenntartható bolygón szeretnénk élni. Így a szigorodó környezetvédelmi előírások nem csak a vállalatokat, hanem magukat a lakosságot is érintik és cselekvésre késztetik, melynek egyik szegmensét szeretném jelen diplomadolgozatomban bemutatni. Úgy gondolom, a környezet védelmének mindig aktuális feladatnak kell lennie és tennünk kell azért, hogy emberi létünk fenntarthatóbb legyen a bolygón.

Önmagam is lelkes híve vagyok a környezet védelmének, minden olyan tevékenységnek, ami által kisebb lehet az ökológia lábnyomunk⁵ és tehetünk valamit a Földért. Hasznosnak tartok minden olyan tevékenységet, ami által előrébb juthatunk, legyen az megújuló energia, kutatás,

¹ https://citatum.hu/idezet/137562#google_vignette

² Vermes L.: Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás (Mezőgazda Kiadó, 2005.)

³ Barótfi, I: Környezettechnika (Mezőgazda Kiadó, 2000.)

⁴ Csőke dr., B: Hulladékgazdálkodás (Környezetmérnöki Tudástár, 2004.)

⁵ <https://okokalk.mnb.hu/>

vagy éppen hulladékgazdálkodás. Ezért is örülök és tölt el büszkeséggel, hogy egy olyan vállalatcsoportnál dolgozhatok, ráadásul környezetvédelmi területén, aminek hatalmas ráhatása van az országos, azon belül pedig kifejezetten a budapesti és agglomerációs hulladékgazdálkodási tevékenységre.

Fenti indokokat figyelembe véve – a személyes érintettség mellett az aktuális környezetvédelmi kihívások, a fenntarthatóság, illetve a hulladék mindenkit érintő mivolta miatt – gondoltam úgy, hogy diplomamunkám témájaként a kötelező visszaváltási rendszer eddigi tapasztalatait mutatom be a központi régióra való kiemelt figyelemmel. Az újonnan bevezetett kötelező visszaváltási rendszer milliók életére volt, van és lesz hatással, nagyüzemi júliusi bevezetése pedig alapjaiban változtatta meg a lakosság hulladékkezelési szokásait és magatartását⁶. Úgy érzem, ez a volumen és lehetőség érdemes téma egy diplomadolgozathoz, még úgy is, hogy a bevezetés óta viszonylagosan rövid idő telt el. Ez a kezdeti fázis is azonban véleményem szerint alkalmas arra, hogy kidomborítsam a rendszer előnyeit, azonban ezt nem a hiányosságok eltakarása szeretném használni – hiszen mint később látható lesz, vannak azok is. Ezzel összefüggésben a diplomamunkámban választ adok a legfontosabb kérdésre: érdemes és átgondolt volt a rendszer magyarországi bevezetése, fel volt készülve erre az ország?

Diplomamunkámban vizsgálom, hogy a bevezetett rendszer mennyire átgondolt, hogyan működik, hol vannak a hiányosságai, amelyek a tervezés szakaszában nem gondoltak ki, hol és milyen módon lehetne a működőképességet javítani⁷. A feladat nagyságát számokkal, ábrákkal és diagramokkal fogom szemléltetni, említést teszek külföldi példákra, a hajtóerőkre, amit a megváltozott jogszabályi környezet alakított ki, láthatóvá teszem a technológiát is mind az automaták, mind pedig a későbbi technológiai sor esetében.

⁶ <https://kormany.hu/hirek/januar-elsejetol-magyarorszagon-is-elindul-a-kotelezo-visszavaltasi-rendszer>

⁷ Leal, F.: An overview of the problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe (Journal of cleaner Production, 2019.)

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben be szeretném mutatni a vonatkozó jogszabályi környezetet, a különböző országokban való felhasználást, a fellelhető szakirodalmat. Emellett ebben a fejezetben taglalnám a Magyarországon alkalmazott különböző technológiákat, azok különbözőségét is, természetesen kitérve a szakmai berendezésekre.

2.1. Jogszabályi környezet az Európai Unióban

Mivel Magyarország az Európai Unió teljes jogú tagja 2004. május elsejétől, így az országnak meg kell felelnie az Európai Unió jogszabályi rendszerének is. Az Európai Unió különböző célkitűzéseket állapít meg, melyeket a tagállamoknak változatos módon, de teljesíteniük kell és át kell ültetniük a saját jogszabály rendszerükbe⁸. Ezen jogszabályi aktusok közül a leggyakoribb a rendelet, melyet változtatás nélkül kell alkalmaznia a tagállamoknak, módosításra nincsen lehetőség. Ennél egy fokkal megengedőbb az irányelv, amely bár definiálja az elérendő célt, mégis meghagyja a megvalósítás lehetőségét a tagállamnak, hogy saját hatáskörben eljárva, önmaga alkossa meg és szövegezze meg azt vagy azokat a jogszabályokat, amik alkalmazásával a kitűzött cél elérhető. Mint érezhető is, ez jóval nagyobb szabadságot ad a tagországoknak az egyéni igények és sajátosságok figyelembevételére.

A két leggyakoribb jogalkotási folyamat mellett az Európai Unió gyakori eszköze még a határozat, az ajánlás és a vélemény, azonban ezek nem érintik a dolgozat szakmai tartalmát, így csak említésként kerül megnevezésre.

2018. május 30. napján az Európai Parlament és Tanács életbe léptette a 2018/851. irányelvet a hulladékokról szóló 2008/98/EK módosításaként⁹, mely nagymértékben megváltoztatta a hulladék kezelésének módozatát.

Az irányelvben kiemelt szerep jut a környezet védelmének és rávilágít természeti erőforrásaink végerségére is, melyhez kapcsolódóan egyenes arányosságban bevezeti a körforgásos gazdaság fogalmát¹⁰, melynek modellje az 1. ábra szerint valósul meg.

⁸ https://commission.europa.eu/law/law-making-process/types-eu-law_hu

⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851>

¹⁰ <https://www.epa.gov/circulareconomy/what-circular-economy>

1. ábra: A körforgásos gazdaság modellje

(forrás: Európai Parlament Kutatószolgálat)



Látható a modellből is, hogy a nyersanyagok belépnek a körforgásba – azt a helyzetet véleményem szerint soha nem érhetjük el, hogy új alapanyagra ne legyen szükségünk – egy tervezési folyamat eredményeként - öcodesign¹¹ - létrejövő gyártásba, ahol létrejön a termék. A termék később forgalomba kerül, majd a fogyasztó megvásárolja, használja és tölti élettartamát¹². Amikor már a fogyasztónak nincsen rá szüksége, nagy hangsúlyt kell fektetni az összegyűjtésre – mely jelen dolgozat egyik kiemelt témája -, lehetőleg minél tisztább anyagáramként¹³, majd ezt az anyagáramot kell eljuttatni megfelelő hulladékkezelő

¹¹ https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en

¹² <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-a-product-life-cycle>

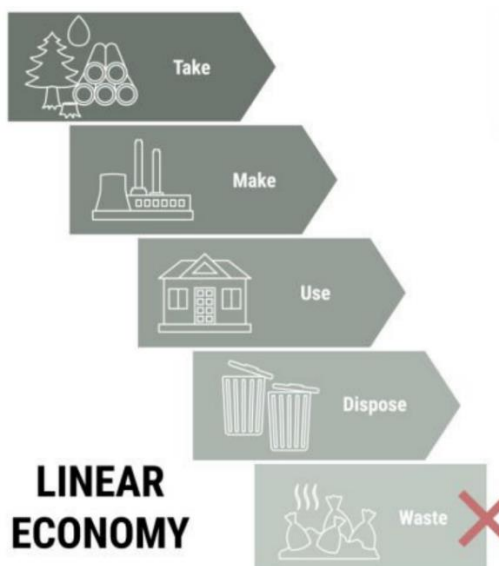
¹³ <https://leeduser.buildinggreen.com/forum/definition-material-streams>

létesítményekbe, ahol újbóli alapanyagként a körforgás kezdődik előről. Azonban, mint az 1. ábrán is látható, a körforgásos gazdaság sem jelenti az alapanyagok 100 százalékos újrahasznosítását, hulladék még így is keletkezik – ezért is szükséges a kieső alapanyagok pótlása, illetve ezért is határozza meg az irányelv a lerakásra kerülő maximum 10 százalékos arányszámot¹⁴.

Ezzel szembeállítva a lineáris – sajnos még sok helyen jelen lévő – gazdasági modellt, láthatjuk a különbségeket¹⁵ a 2. ábrán.

2. ábra: A lineáris gazdaság modellje

(forrás: Európai Parlament Kutatószolgálat)



A lineáris gazdasági modellben látható, hogy a kitermelést gyártás és használat követi – mely eddig hasonlít is a körforgásos szerkezetre, - azonban ezután a körforgás nem történik meg és a termék használat után hulladékká válik és elvész. Ezek egymást követő lépések, azonban a folyamat végén a teljes gyártott mennyiség hulladékká válik, így a fogyasztási igények kielégítéséhez újabb és újabb nyersanyagok szükségesek, míg ezzel párhuzamosan egyre több hulladék keletkezik. Ez pedig egyáltalán nem fenntartható.

Másik igazán fontos érv a körforgásos gazdaság bevezetésére, illetve a módosítás egyik indokaként is értelmezhető, hogy csökkenteni kell az Európai Unió alapanyag függőségét¹⁶ az

¹⁴ <https://www.iso.org/sectors/environment/circular-economy>

¹⁵ <https://greendex.hu/mi-a-gond-a-linearis-gazdasagi-modellel/>

¹⁶ Bupe, G.: The influence of waste collectionsystem on resource recovery (Procedia M., 2018.)

Európai Unió kívüli, harmadik világ országaitól¹⁷. Ezt segíti a hulladék irányelv ez irányba történő módosítása, hiszen gondoljunk csak bele: az alapanyag már itt van az unióban, termék formájában, a feladat „csak” kinyerni, illetve visszanyerni belőle az erőforrásokat és anyagokat, ezáltal csökkentve a behozatalt és a többi országnak való kitettséget.

2.2. Jogszabályi környezet Magyarországon

Úgy érzem, most jött el a dolgozat azon része, hogy tisztázzuk, mi is az a hulladék. A hulladék fogalmát Magyarországon a hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény határozza meg, mely szerint

hulladék: bármely anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik vagy megválni köteles¹⁸, illetve

hulladékbirtokos: a hulladéktermelő, továbbá bármely jogalany, akinek vagy amelynek a hulladék a birtokában van¹⁹, illetve

hulladéktermelő: akinek tevékenységeiből hulladék képződik (eredeti hulladéktermelő), vagy bárki, aki előkezelést, keverést vagy egyéb olyan kezelési műveletet végez, amely a hulladék jellegében vagy összetételében változást eredményez²⁰.

Már a bevezető fogalmaknál is látszik, hogy a hulladékgazdálkodás alapfogalmai is rengeteg lehetséges szituációt teremtenek, így nem könnyű eligazodni közöttük.

Mint a dolgozatom elején említettem, a kötelező visszaváltási rendszer vizsgálatát szeretném középpontba helyezni, így az egyik legkiemelkedőbb vonatkozó jogszabállyal, vagyis a visszaváltási díj megállapításának és alkalmazásának, valamint a visszaváltási díjas termék forgalmazásának részletes szabályairól szóló 450/2023. (X.04.) Kormányrendelettel²¹.

E rendeletben van meghatározva minden olyan feladat és tevékenység, amely a kötelező visszaváltási rendszerbe (továbbiakban: DRS²²) tartozik.

De mik is tartoznak a rendelet hatálya alá?

A kötelezően visszaváltási díjas termék: a tej és tejtartalmú italtermék kivételével a fogyasztásra kész vagy koncentrátum italtermék fogyasztói, közvetlen, műanyag, fém vagy üveg alapanyagú, palack vagy doboz formájú, nem újrahasználatos vagy újrahasználatos

¹⁷ Halmai, P.: Európai gazdasági integráció (Dialog Campus, 2020.)

¹⁸ <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>

¹⁹ <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>

²⁰ <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>

²¹ <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2300450.kor>

²² <https://drsassociation.com/>

csomagolása, amely 0,1–3 literig terjedő űrtartalommal bír, ide nem értve a csekély mennyiségű kibocsátó által forgalomba hozott italtermék csomagolását²³.

Csekély mennyiségű kibocsátó: az a gyártó, amely által forgalomba hozott műanyag, fém vagy üveg alapanyagú, palack vagy doboz formájú, 0,1–3 literig terjedő űrtartalmú fogyasztói csomagolású, fogyasztásra kész vagy koncentrátum italtermék – ide nem értve a tej és tejtartalmú italterméket – száma a tárgyévet megelőző évben nem haladta meg az 5000 darabot²⁴.

Ebből kiindulva az érintett termékkör HAK, vagyis hulladékaazonosító kódja:

- 15 01 02 Műanyag csomagolási hulladék,
- 15 01 04 Fém csomagolási hulladék,
- 15 01 07 Üveg csomagolási hulladék.

Sokatokban felmerülhet a kérdés, hogy mi történik azokkal az űrtartalmú italcsomagolásokkal, ami alatta vagy felette van a jogszabályban meghatározott limitnek. A kisebb, tehát 0,1 liternél kisebb űrtartalmú palackok esetében fizikai gátjai vannak a visszaváltásnak:

- a palackok felülete olyan kicsi, hogy nem helyezhető el rajtuk kényelmesen és leolvasás biztosan a rendeletben megjelölt visszaváltási díj jelölése, egyszerűen nincs hova beilleszteni,
- a jelenlegi technológia még kismértékben képes csak kezelni és felismerni ezeket a típusokat, így kezelésük nagyrészt kézi erőt igényelne, a gépesítés ebben az esetben nem megoldott.

A 3 liternél nagyobb űrtartalmú palackok esetében pedig:

- bár az eredeti rendelettervezet 6 liter űrtartalomban határozta volna meg a maximális mennyiséget visszaváltási termékre, a hatályba lépett szöveg ezt 3 literben határozta meg. Az e feletti mennyiség előfordulási gyakorisága a piacon alacsony, javarészt egyedi kialakítású termék, mely volumenben lényegesen kevesebbet jelent.

Fenti okok miatt alakult ki a 0,1 liter és 3 liter közötti sáv.

Emellett úgy gondolom, szót kell ejtenünk a tej és tejtartalmú italtermékek kimaradásáról is, ennek oka pedig azok csomagolása. Mivel ezen termékek csomagolása összetett, több rétegből áll, többféle anyagárammal (javarészt papír, műanyag és alumínium), ezek körforgásba való beillesztése nehezebb, mint „tisztá” anyagáramok esetében. Gondoljunk bele, hogy egy üdítőital csomagolása javarészt műanyag vagy fém, az alkoholos italoké javarészt üveg vagy

²³ <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2300450.kor>

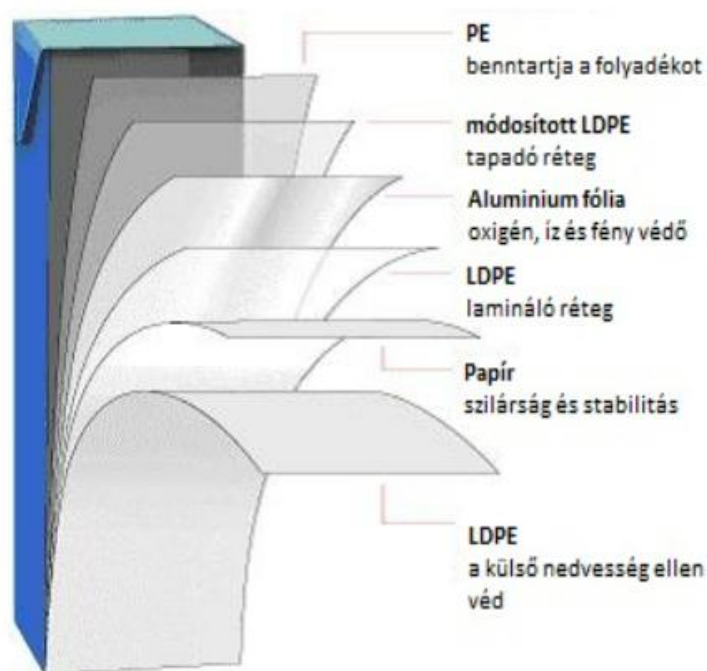
²⁴ <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2300450.kor>

fém, de mind-mind különálló, jórészt egységes anyagáramú csomagolás, míg a tej és tejszerű anyagok csomagolása között ezek mind megjelennek egyszerre, ahogy a 3. ábrán látható.

3. ábra: Az italos karton doboz összetétele

(forrás: Zoldfu.blog.hu)

Az italos karton doboz összetétele:



Ezért is került ki a jogszabály hatálya alól ez a termékkör. Ez a kimaradás azonban nem jelenti azt, hogy a termékfejlesztések során el lehet odáig jutni, hogy egyszer a jövőben ez a csomagolás is termékdíjassá váljon.

Másik kivétel az 5000 darab alatti éves gyártási mennyiségű termék. Ez a mennyiség olyan kevés a visszaváltási darabszámokhoz viszonyítva – például a rendszer felfutása után másfél hónap alatt 100 millió palackot váltottak vissza²⁵ - hogy több az adminisztratív feladat vele, mint amennyi haszon ezen keletkezhet, illetve a kisüzemi gyártás sajátosságait is figyelembe véve ez könnyítést jelent ezen termékek gyártóinak. Ezek kis darabszámúak, sok esetben szezonális csomagolások, melyek eltörpülnek a nagy gyártók mennyiségi adatai mellett.

²⁵ <https://mohu.hu/media/hirek/tobb-mint-100-millio-palackot-uveget-es-dobozt-valtottak-vissza-par-het-alatt-magyarorszagon.html>

Az 50 forintos visszaváltási díjról pár gondolat. Mivel Magyarország szociológiai természete megkívánja, hogy a fejlődés lépéseit összekössük kényszerítő erővel, illetve anyagi javadalmazással, ezért elkerülhetetlen volt egy díj beépítése a DRS-rendszerbe. Ennek a díjnak a mértéke 50 forintban lett meghatározva, melynek több oka is volt:

- az 50 forint palackonként már jelent egy akkora mértékű anyagi hajtóerőt, amiért a társadalom java része „lehajol”, így megtörténik a palackok automatába való visszaváltása,
- az 50 forint átlagosan – természetesen úrtartalomtól és a folyadék minőségétől szorosan függve – 5 és 15 százalék közötti összeget jelent a termék árához képest, így jelentős „áremelkedést” generál a fogyasztóban, akiben így megkeletkezik a visszaváltás gondolata.

Ezen gondolatmenet alapján könnyen elvégezhetjük számításunkat, ha napi egy DRS-re kötelezett terméket vásárolunk, az:

50 forint * 30 nappal = 1500 forint,

ami egy évben:

1500 forint * 12 hónap = 18.000. forint

összegű pénzvisszakapást jelent. Ez az összeg már szemmel is jól látható a legtöbb ember számára, így valószínűsíthető, hogy megtörténik ebben az esetben a visszaváltás ²⁶. Természetesen csak azon termékek után kell a visszaváltási díjat a lakoságnak megfizetni, amely csomagolásán megtalálható az arra felhívó jelölés egyutas csomagolás esetében, ami a 4. ábrán tekinthető meg.

4. ábra: Az egyutas csomagolás jelölései

(forrás: 450/2023. X.04. Kormányrendelet)

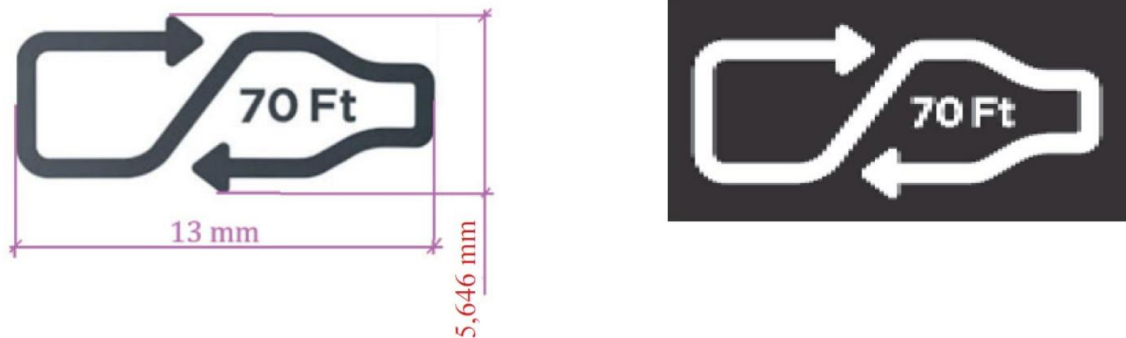


²⁶ Raab, K.: A Literature Review on Solid Waste Management and Disposal Behavior at the Base of the Pyramid (Management Dynamics in the Knowledge Economy, 2024.)

Illetve többutas termék esetében a jelölés az 5. ábra szerinti.

5. ábra: A többutas csomagolás jelölései

(forrás: 450/2023. X.04. Kormányrendelet)



A gyártók visszaváltási rendszerrel kapcsolatos legnagyobb felelőssége a regisztráció²⁷. A jogszabály is kimondja, hogy amennyiben nem regisztrálják termékeiket a koncesszor által biztosított felületen, vagy az nem elfogadható, a termék forgalomba nem hozható. A regisztráció során megtörténnek az adminisztratív feladatok, záró lépésként pedig megtörténik a termékaudit, mely során a kapott csomagolás minden adatát feldolgozzák: tömeg, forma, dimenziók, kupak, stb. Itt látható is a termékaudit labor, melyben a Magyarországon forgalomba hozott összes DRS-köteles termék megtalálható, ahogy az a 6. ábrán is látható.

²⁷ P. Kulshresthta.: “No return, no refund”: an analysis of deposit-refund systems (Journal of Economic behaviour & organization

6. ábra: Auditlabor DRS termékekhez

(forrás: Saját készítésű fénykép)



Ezen adatok segítségével történik meg az automaták programozása, így válnak az automaták képessé, hogy felismerjék a palackokat. Pontosan ezen okból kifolyólag is nagyon fontos, hogy a palackok eredeti alakját megtartsa a fogyasztó, azt ne változtassa meg, ne nyomja össze. Eme új rendszer változást hozott az eddigi műanyag szelektív hulladékkezelésben²⁸, hiszen azokon a településeken, ahol a házhoz menő vagy a gyűjtőszigetes szelektív hulladékgyűjtés megvalósult, elsődleges utasítás az volt, hogy a lehető legkisebb méretűre nyomjuk össze a hulladékot, hogy kevés helyet foglaljon el a hulladékgyűjtő edényzetben. Ezzel szemben a most bevezetésre került rendszer megköveteli a hulladéktermelőtől, hogy a DRS hulladékot eredeti formájában és térfogatában tárolja a visszaváltás pillanatáig²⁹. Ez új kihívások elé állítja a lakosságot illetve minden személyt, aki vissza akarja váltani a termékeket, hiszen az eddig jól megszokott szlogen (Taposs laposra!) értelmét veszti.

²⁸ Zhou, G.: A systematic review of the deposit-refund system for beverage packaging: Operating mode, key parameter and development trend (Journal of cleaner production, 2020)

²⁹ Mordor, I.: Beverage Packaging Market - Growth, Trends, and Forecasts 2020-2025. (Eurostat, 2019)

Itt tartom fontosnak megjegyezni azonban, hogy fel kell készülnie a lakosságnak is arra, hogy ez a tárolás csak az első lépése annak, ahogy a jövőben az egyre többféle anyagáramot már otthonunkban külön kell szelektálnunk annak érdekében, hogy az elérendő újrahasznosítási célértékeket tartani tudjuk. A már elérhető fém-műanyag-papír mellett nemrégiben megjelentek a konyhai lebomló hulladékok elkülönült tárolására létrehozott edényzetek a lakosság egy részénél. Jövőben a sütőolajok elkülönült gyűjtését is szeretnénk egy összefogóbb rendszerben kezelni, amit a textilhulladék kezelése követne. Az üveg gyűjtése legtöbb esetben gyűjtőszigetes megoldással valósul meg, melyeket szintén tárolni kell a lakásban. Látható, hogy egyre több anyagáram kiválik a lakossági kommunális hulladékból, így csökkentve annak mennyiségét, ezáltal hozzájárulva a célszámok eléréséhez. Ugyanez vonatkozik a DRS anyagáramokra is, hiszen a rendszer bevezetésével könnyen, évek alatt el lehet érni egy 90 százalékos fölötti visszaváltási arányt³⁰. Ugyanitt meg kell jegyezni, hogy a DRS anyagáram is kiválik a szelektív edényzetből is, így annak összetétele is megváltozik, mely jól látszik az 1. és a 2. táblázatban bemutatott hulladékanalízisekből.

1. táblázat: Hulladékanalízis a budapesti szelektív hulladékgyűjtésből

(forrás: BKM Analitikai Laboratórium jegyzőkönyv)

Megnevezés	Fajta	kg	(m/m)%*
2022.12.07.			
PET	Víziszta	52,0	10,39
	Kék	46,0	9,20
	Tarka	15,6	3,12
Fólia	Festett	5,8	1,15
	Natúr	9,3	1,87
Flakon	PP-HDPE	15,8	3,15
Fém doboz	Ónozott vas, vas	7,6	1,53
	Alu fémdoboz	13,1	2,61
Papír	Vegyes papír	12,7	2,53
	Italoskarton	6,7	1,35
Termikusan hasznosítható		301,6	60,28
Egyéb hulladék	Üveg	7,6	1,53
	Egyéb nem hasznosítható	6,5	1,30
Hasznosítható anyagában		184,6	36,89
Hasznosítható termikusan		301,6	60,28
Egyéb hulladék		14,1	2,82
Vizsgált mennyiség összesen**		500,3	100,00
Válogatási hiány		0,0	0,00

³⁰ <https://naturalmineralwaterseurope.org/news/eu-drs-map/>

2. táblázat: DRS anyagáram hulladékanalízise

(forrás: MOHU BUDAPEST Zrt. Analitikai laboratóriumi jegyzőkönyv)

Megnevezés	Fajta	kg	darab	[db/kg]*	térfogattömeg kg/ m ³ *
2024.09.10					
PET		19,22	800	42	17,01
Alumínium		14,85	896	60	13,14
Egyéb		0,65	nincs adat	nincs adat	nincs adat
Vizsgált mennyiség összesen		34,70	1696	49	30,71
Válogatási hiány		- 0,02			
Feladott hulladék térfogata	1,13	m ³			

A 2. táblázatban látható egy hulladékanalízis, mely megmutatja, hogy egy átlagos szelektív gyűjtő edényzetben 2022. évben milyen anyagáramok és különböző frakciók fordulnak elő. Ezzel szemben a második táblázat már konkrét DRS anyagáramot vizsgál, így látható, hogy abban nem fordul elő, illetve minimálisan (650 g) fordul elő egyéb anyagáram a vizsgált fém és PET frakciókon kívül. Ezért is mondhatjuk azt, hogy a DRS egy tiszta anyagáram kevés válogatási maradékkal.

Az 1. táblázatból kiszűrhető, hogy a vizsgált mennyiség negyede DRS anyagáramnak minősül, amin kívül van egy körülbelül 15 százalékos értékkel bíró hulladékra. A kettő együttesen a szelektív gyűjtés negyven százalékát teszi ki, így elmondható, hogy a szelektív gyűjtés DRS-rendszer előtti időszakban 40 százalékos eredményességgel működött, hiszen 60 százaléka a begyűjtött műanyag szelektív hulladéknak – annak magas fokú, lakosság általi elszennyezése miatt – égetésre került.

2.3. A DRS rendszerről

A 90 százalék feletti visszaváltási arány elérése 2029. évre szükséges az Európai Unió szabályozása alapján. Kutatások azonban azt bizonyítják, hogy ez az arányszám a DRS³¹

³¹ <https://gs1.eu/wp-content/uploads/2024/06/GS1-in-Europe-Packaging-Activity-2024.pdf>

rendszer nélkül nem érhető el, jelenleg nincsen olyan technológiai megoldás vagy egyéb elképzelés arra, hogy az arányt más technikával hogyan lehet elérni.

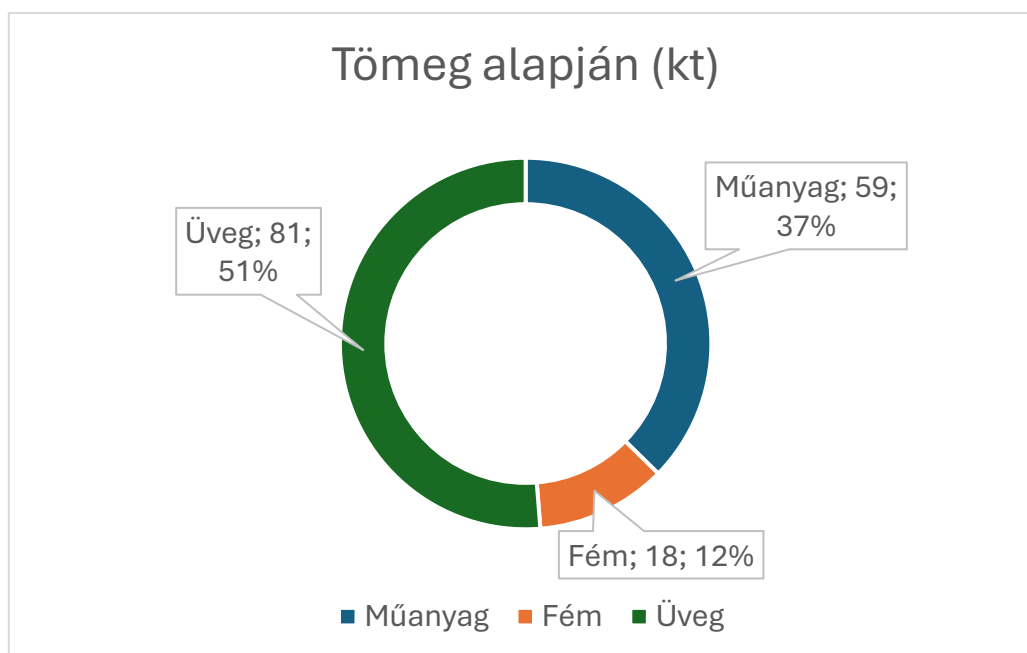
Előrejelzéseink szerint a DRS rendszer keretében éves szinten 3,6 milliárd palack visszaváltása történhet meg, melynek össz tömege kb. 158 kilotonna. Ennek megoszlása

- 2 milliárd darab PET-palack (59 kilotonna),
- 1,3 milliárd darab fém palack (18 kilotonna),
- 0,3 milliárd darab üvegpalack (81 kilotonna)³².

Ezeket a számokat diagramon ábrázoltam, melyet a 7., illetve a 8. ábra mutat be.

7. ábra: Tömegarányos DRS termékek

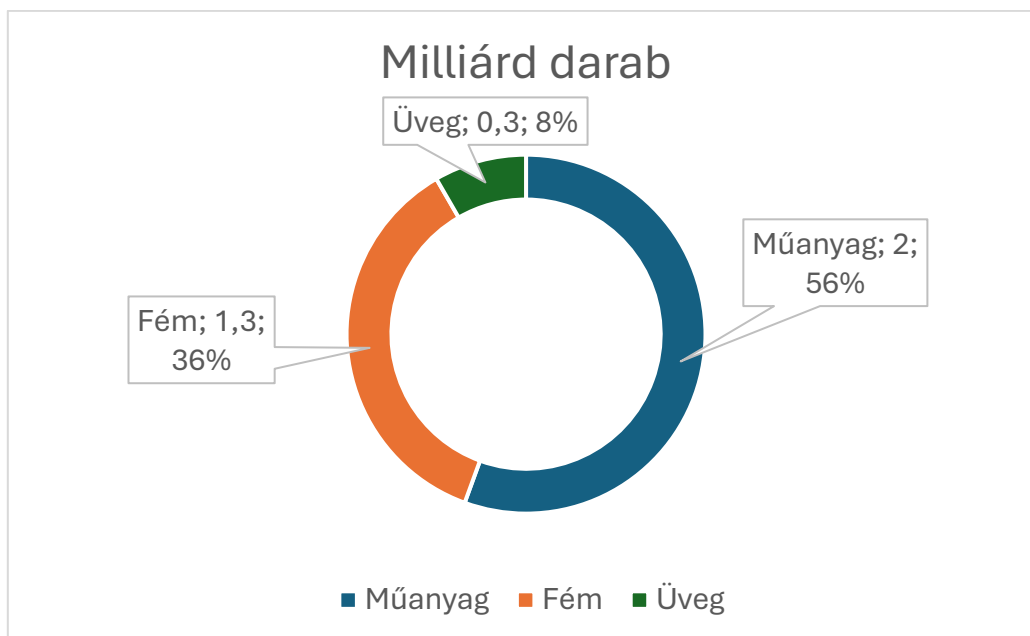
(forrás: MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt., gyakran ismételt kérdések)



³² <https://repoint.hu/hu/fogyasztoi-visszavaltas>

8. ábra: Darabarányos DRS termékek

(forrás: MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt., Gyakran ismételt kérdések)



Az automata működésük elején beazonosítják a vonalkód alapján az adott terméket és a korábban részletezett termékaudit eredményeképpen létrejövő adatbázissal összevetik a bemért termékjellemzőket. Amennyiben egyezés mutatkozik, abban az esetben az automata befogadja a terméket, amennyiben eltérés mutatkozik – például, mert tele van, vagy mert sérült a palack esetleg összenyomták – úgy az automata visszautasítja a befogadását a terméknek és a szalag visszadobja a palackot. A termék ezután összenyomásra vagy összetörésre kerül, attól függően, milyen palack érkezik. A palack ezután pedig egy edényzetbe kerül, amit a 9. ábra mutat.

9. ábra: DRS automata tárolórekesze

(forrás: Saját készítésű fénykép)



2.4. A hulladékgazdálkodási koncesszióról

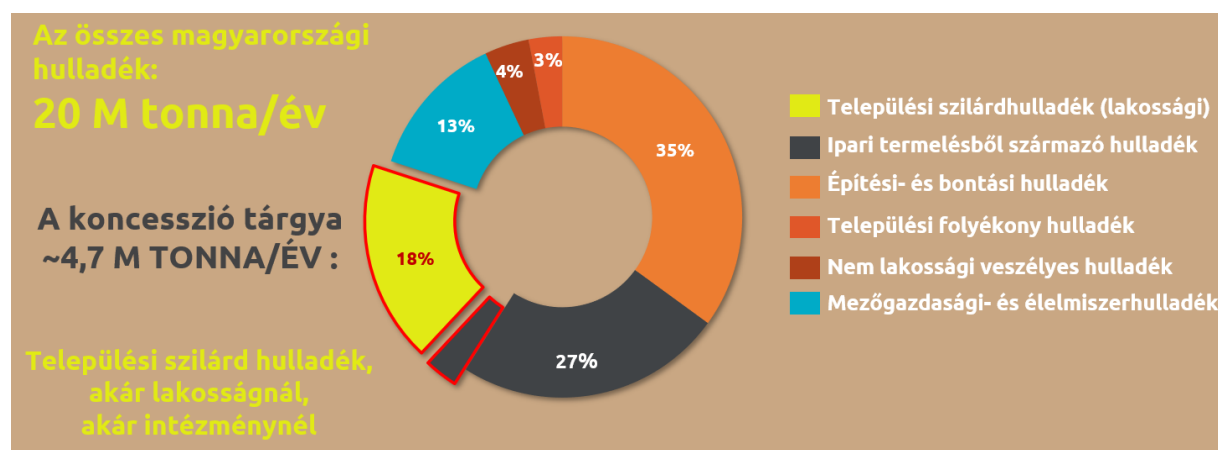
2022. július 15. napján a MOL-csoport bejelentette, hogy elnyerte a magyar államtól a hulladékgazdálkodási koncessziót 35 évre³³. A MOL-csoport egyedüli pályázóként nyerte el a koncessziót. Mit is jelent ez? A koncesszió fogalma szerint az állam vagy önkormányzat által nyújtott engedélyezés, engedmény, melynek alapján törvényben meghatározott tevékenységek gyakorlásának jogát visszterhes, határozott idejű szerződésben engedi át úgy, hogy a

³³ <https://molgroup.info/hu/befektetoi-kapcsolatok/befektetoi-hirek/a-mol-nyerte-a-hulladegazdalkodasi-koncesszios-eljarast>

jogosultnak időben és területileg korlátozott piaci monopóliumot biztosít³⁴. Ez azt jelenti, hogy a MOL-csoport felelős Magyarország teljes területén a koncesszió alá tartozó hulladékáramok tekintetében a 2023. július elsejét követő 35 évben a hulladékgazdálkodási feladatok ellátásáért. A 10. ábrán látható, hogy a koncesszió mérete mekkora mértékű az ország hulladéktermelésében.

10. ábra: A koncessziós hulladékok aránya a teljes magyarországi hulladéktermeléshez viszonyítva

(forrás: MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. munkavállalói tájékoztató)



A koncesszió a Magyarországon egy év alatt képződő hulladékmennyiség közel 25 százalékát érinti, így a MOL-csoport vállalta ennek a közel 5 millió tonna hulladéknak a kezelését és a vele járó összes tevékenység elvégzését. Ennek a feladatnak az ellátására a MOL-csoport egy önálló vállalatot hozott létre MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. (továbbiakban: MOHU) néven, melyet a nyilvánosság előtt 2023. január 11. napján jelentettek be.

A MOL-csoportnál célunk, hogy olyan magasfokú hatékonysággal működő vállalattá váljunk, amely fenntartható alapanyagokat biztosít a gazdaság számára, alacsony karbonlábnyomú üzemanyagokat a mobilitás területén, valamint kényelmi termékeket és szolgáltatásokat nyújt az úton lévőknek. Közép- és Kelet-Európa körforgásos gazdaságának vezető szereplőjeként a jövő megoldásait biztosítjuk a régióknak³⁵. A vízió olvasata közben is egyből feltűnik, hogy megjelenik benne a körforgásos gazdaság és ezáltal a MOHU tevékenysége is. Hiszen elérkezett az a pillanat, amikor a hulladékra már értékes alapanyagként és energiaforrásként kell tekintenünk, nem pedig egy kidobandó tárgyként/eszközként. Ezek segítik a

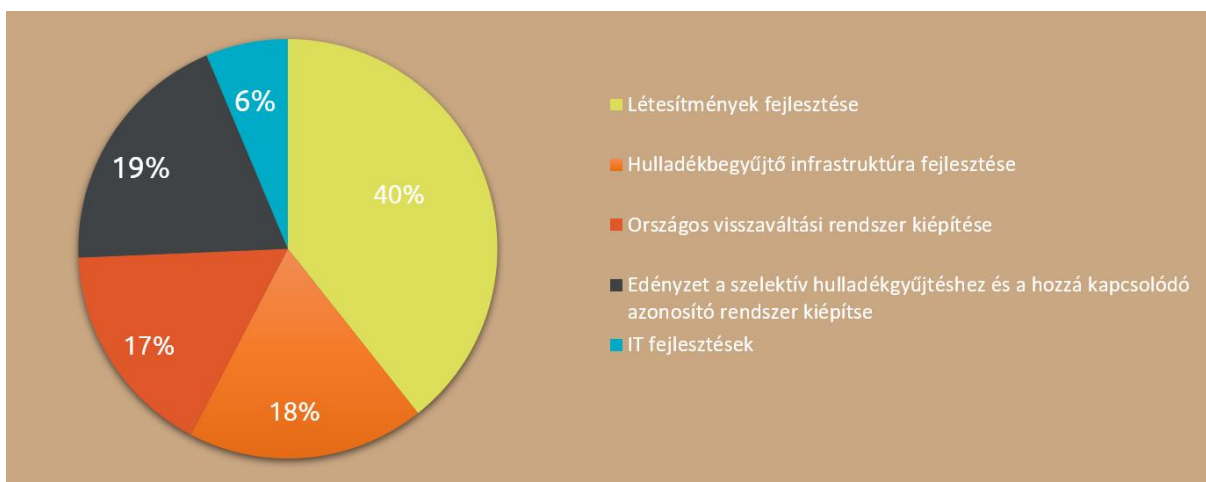
³⁴ <https://www.kozbeszerzes.hu/kozbeszerzesek-az/kozbeszerzesi-kisokos/beszerzesi-targyak-targyi-hataly/koncessziok/>

³⁵ <https://molgroup.info/hu/shape-tomorrow-strategia>

hulladékpiramis csúcsához közel eső tevékenységek és állapotok fenntartását és segítik a hulladék lerakótól való eltávolítását. A MOHU a koncesszió keretében vállalta, hogy fejlesztéseket végez a hulladékgazdálkodás területén legalább 185 milliárd forint értékben, létrehoz egy második kommunális hulladékégető művet a jelenlegi egyetlen, Rákospalotán üzemelő hulladékégető mellett legalább 100 kT kapacitással, kialakítja új elkülönített hulladékáramok gyűjtését, bevezeti a kiterjesztett gyártói felelősséget és ami a legfontosabb – és témánkhoz is szervesen kapcsolódik –, az pedig hogy optimalizálja a hulladékkezelési feladatokat és a begyűjtési és szállítási feladatokat hatékonyabbá teszi. A bevezetett DRS-rendszer nagymértékben segíti a hatékonyság növelését a vonatkozó anyagáramokban, hiszen egy nagymértékben tiszta anyagáramról van szó. A DRS-rendszer elindításához azonban jelentős mennyiségű beruházásra volt szükség, közel 50 milliárd forint értékben történtek meg az automaták megvásárlása³⁶ és a kereskedelmi egységek részére történő biztosítása. Az elköltendő összegeket arányosítva a 11. ábra mutatja be.

11. ábra: Beruházás arányok a különböző fejlesztési területeken

(forrás: MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. munkavállalói tájékoztató)



Azonban mindenképpen ejtenünk kell pár szót arról is, hogy miért tartotta szükségesnek a MOL-csoport, hogy belépjen a hulladékgazdálkodás területére. Erre a kérdésre a választ a vállalatcsoport saját alapanyagforrás biztosítása adja meg. A koncesszióban érintett mennyiség közel 1/3-a olyan alapanyag, amelyet a vállalatcsoport üzeimeiben fel tudunk használni. Ez a jövőben, amennyiben a fejlesztések megtörténnek, kb. 1,5 millió tonna alapanyagot jelent. Ennek nagy része műanyag újrahasznosítás a petchem üzletágban, de felhasználjuk az

³⁶ <https://repoint.hu/hu/fogyasztoi-visszavaltas>

összegyűjtött gumikat is gumibitumen gyártására, bio- és alternatív üzemanyag alapanyagként tekintünk a biológiailag lebomló hulladékra, a használt sütőolaj begyűjtés javításával még több biodízel tudunk készíteni a finomítónkban, mellette pedig a hulladékhasznosító mű felépítésével a saját energiaszükségletünket tudjuk biztosítani „megújuló forrásból”.

2.5. A DRS anyagáramok útja a bedobástól kezdve

Amint a termékben lévő folyadékot a lakosság felhasználta, az a lineáris gazdaságban a korábban bemutatott folyamat szerint hulladékká válna, azonban ez nem így történik a körforgásos gazdaságra való átállás során³⁷. Ennek első lépése az, hogy a kiürült palackot a fogyasztó visszaviszi ez automatához. Ez két féle módon lehetséges:

- kézi visszaváltás:
 - o a kézi visszaváltás olyan területeken lehetséges, ahol alacsonyabb a forgalom, kisebb a lakosság és nem éri meg automatát telepíteni. Ilyen esetben a kis boltok fizikailag tárolják a palackokat amiért egy autó fog érkezni.
- gépi visszaváltás:
 - o a gépi visszaváltás esetében már magasabb áruforgalomra számítottunk, ez nagyobb forgalmú boltok esetében opció.

Ez az a pont, amikor a lakosság először találkozik az automatákkal, ami több esetben problémát is jelentett a lakosság részére. Az alábbi problémákat tudtuk azonosítani a lakosság körében:

- olyan palackot szeretnének visszaváltani, amin nincsen rajta a visszaváltási logó,
- sérült a palack,
- összenyomták,
- házilag nyomtatták rá a vonalkódot vagy logót,
- külföldön beszerezett terméket szándékoztak visszaváltani.³⁸

Fenti problémák esetében azonban a gép tanulásait és memóriáját felhasználva visszautasította a palackok elfogadását, melyet ebben az esetben a lakosság gyakran a bolt helyszínén hagy. Emellett fontos, hogy az adott üzlet megfelelő méretű automatát válasszon, forgalmához illően. Amennyiben ezt nem sikerül az üzletnek megfelelően kigondolni, úgy fennáll a lehetősége annak, hogy hosszú sorok alakulnak ki az automaták előtt vagy éppen túlméretezték annak

³⁷ ISO 59010:2024 Circular Economy Standard: Guidance on the transition of business models and value networks

³⁸ Walls, M.: DRS system in practice and in theory (Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics, pp. 133-137., 2013)

kapacitását. Ehhez kiadtunk egy tájékoztatót az üzletek részére, mely alapján meg tudták becsülni, milyen méretű automatára van szükségük. Ez látható a 3. táblázatban.

3. táblázat: Segédlet a DRS automata kiválasztásához

(forrás: MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. Segédlet)

Gyűjtött italcsomagolások típusa	Napi minimum	átlag	Napi maximum	Éves forgalom átlag	Ajánlott RVM típus	A gyártói ajánlások alapján a folyamatos és optimális működés esetén napi 1-3 ürítéssel lehet számolni, azonban az automaták képesek az ajánlóban szerepeltetett visszaváltási mennyiség többszörösét is visszaváltani, amennyiben az automaták ürítése biztosított. Kérjük vegye figyelembe, hogy a tárolók telítődése és az ürítések száma a vásárlói forgalommal arányosan változik. Az „Ajánlott RVM típus” oszlop ajánlása a gépek visszaváltási és tárolási kapacitása, valamint költséghatékonysági szempontok alapján került kialakításra. Az egyes PoC-k egyedi sajátosságai, illetve a beszállított forgalom feletti forgalmú üzleteknél az ajánlottól eltérő géptípus, kapacitás is igényelhető a MOHU-val való egyeztetések eredményeképpen.
PET-ALU	400	570	820	300 000	1/1 (kiegészítő megoldás)	
PET-ALU-1 UTAS ÜVEG	450	760	1100	400 000	Simplified	
	600	1 150	1640	600 000	Regular standalone	
	1 000	1 900	2 200	693 500	EasyPac 3 kabinet	
	1 500	2 400	2 800	876 000	EasyPac 4 kabinet	
	2 000	2 700	3 100	985 500	EasyPac 5 kabinet	
	2 500	3 000	3 400	1 095 000	EasyPac 6 kabinet	
	2 000	4 000	4 500	1 460 000	MultiPac 4 kabinet	
	2 500	4 500	4 900	1 642 500	MultiPac 5 kabinet	
	3 000	5 000	5 400	1 825 000	MultiPac 6 kabinet	
	3 500	5 500	5 900	2 007 500	MultiPac 7 kabinet	

Tapasztalatból értelmezhető, hogy a lakosság számára a legnagyobb problémát a visszaváltás során az jelenti, hogyha várniuk kell, emiatt rengeteg a panaszos az új rendszer működésével kapcsolatban. Emellett panaszok érkeztek, hogy az automaták nem képesek felismerni a mobilos applikáció által alkalmazott QR-kódot, több esetben napokat kell várni a banki visszaütésre, vagy elromlott a gép és a visszaváltás lehetősége nem is biztosított az adott üzletben. Bár ezek valóban megnehezítik a rendszer működését, nem szabad elfeledkeznünk a tényről, mekkora méretű a munka, ami így is a rendszer működtetése mögött áll, hiszen ez a korábban bemutatott 3,6 milliárd palack mindegyikét hivatott kezelni, ami minden egyes napra leosztva egy évben naponta közel 10 millió palackot jelent. Természetesen ez még nem jelent meg a rendszerben, hiszen még találhatóak olyan palackok, amik nem visszaválthatóak, a lakosság egy része nem váltja vissza a palackokat, így jelenleg egy közel 6 millió palack per nap értéknél tartunk, ami így megközelítőleg 60 százalékos kihasználtságot jelent.

A bedobás után megtörténik a gépek által a palackok aprítása és széttroncsolása, mely után külön tárolóba kerülnek az üvegek, és külön tárolóba kerülnek a műanyag és fém frakciók közösen. Ezt hallhatja is a lakosság, hiszen ilyen esetben a gép törő-zúzó hangot ad ki. Ezek után kezdődnek azok a folyamatok, mely a lakosság részére nem láthatóak és a hulladékgazdálkodás szakmai oldalát jelentik.

A már többször említett körforgásos gazdaság mellett van még egy fogalom, amelyről kell néhány szót ejtenünk, ez pedig az inverz logisztika³⁹. A logisztika alapvetően az áruk eljuttatását jelenti a fogyasztóhoz a szükségletei szerint. Ezzel szemben az inverz logisztika ennek pont a fordítottja, hiszen ilyenkor a már nem használt, üres tárgyak elszállítása a logisztika feladata. Ez a tevékenység konkrétan és velejében jellemzi a hulladékgazdálkodási szektort, hiszen a logisztikához hasonlóan itt is ki kell alakítani olyan létesítményeket, amik logisztikai „visszagyűjtő” központokként funkcionálnak⁴⁰. Természetesen ugyanez az elv vonatkozik a DRS keretében begyűjtött anyagáramokra is, melyeket az üzletekből először kisebb átrakóállomásokra hordanak, hogy aztán budapesti területen a MOHU BUDAPEST ZRT. Budapest X. kerületébe, Kőbányára, az Ezüstfa utcába kerülhessen és itt megtörténhessen az anyagáram válogatása.

2.6. A hulladékválogatás

A válogató üzem célja, hogy a szelektíven gyűjtött hulladékot a legmagasabb szeparációs hatékonysággal dolgozzák fel. A válogató üzem műszaki kialakítása, a válogató és feldolgozó berendezések sorrendje és a technológiai folyamatok úgy lettek kialakítva, hogy bizonyos technológiai folyamatok szükség esetén megkerülhetők legyenek, így a rendszer a különböző típusú hulladékok feldolgozásához igazodjon⁴¹. A hulladékfogadó területén a hulladékot előzetesen gépekkel (elülső rakodógépekkel) szórják ki szemrevételezés céljából, hogy eltávolítsák a nagyméretű hulladékot (pl. elektronikai hulladék) és az idegen anyagokat, amelyek a zsáknyitó berendezés mechanikai meghibásodását okozhatják, valamint a lakók/intézmények által gyűjtőedényekben elhelyezett veszélyes hulladékokat. Ebbe a hulladékválogatóba kerülnek a DRS keretében begyűjtött anyagáramok, amint az a 12. ábrán látható.

³⁹ Ádám, G.: Inverz logisztikai láncok működése és optimalizálási szintjei (BGE, 2014.)

⁴⁰ <https://m2.mtmt.hu/gui2/?mode=browse¶ms=publication;1639166>

⁴¹ <https://guideetudiant.sorbonne-universite.fr/en/faq-selective-waste-sorting>

12. ábra: DRS anyagáram a hulladékválogatóban

(forrás: Saját készítésű fénykép)



A hulladékátvételi területen 1 db műanyag és fém csomagolási hulladék tárolására szolgáló zsáknyitó került elhelyezésre. Az optimális helykihasználás érdekében a hulladékot a támfal mentén 2-3 méter magasságig egymásra rakják, amíg a folyamatsorra fel nem rakják. A hulladékot egy homlokrakodó vagy teleszkópos rakodó rakja be a zsáknyító gép garatába. A zacskónyitó alatt egy mobil adagoló berendezés található, amely biztosítja a megfelelő mennyiségű hulladék folyamatos átszállítását, adagolását, így a nagy térfogatú (minimum 20 m³-es) tartályok maradéktalanul megtelnek hulladékkal. A zsáknyító feladata a hulladék homogenizálása, melyhez mind a zsákok és zsákok felnyitása, mind a hulladék egyenletes elosztása szükséges a rendszeren áthaladó hulladék leghatékonyabb szétválasztása érdekében. A hulladék nem megfelelő kiszórása esetén a kézi előválogatás és a különböző technológiai egységek nem tudják szétválasztani a frakciókat, ami a kézi utóválogatás során nagyobb munkaterhelést jelent. Ezután futószalagra kerül a hulladék, ami a 13. ábrán mutatok meg.

13. ábra: Felhordószalag a válogatóműben

(forrás: Saját készítésű fénykép)



A kiszórt és homogenizált hulladékot - műanyag/fém csomagolási hulladék esetén - manuálisan előválogatják. A válogató szállítószalagról először a nagyméretű, termikusan még hasznosítható anyagokat választják le (pl. nagyméretű karton, fa és PE fólia), ezt követik a termikusan már nem hasznosítható nagy idegen anyagok (pl. kövek, nagyméretű fémhulladékok, inert hulladékok, üveg, PVC fólia, szerves anyagok). A szétválogatott hulladék 32 m³-es, többemelős rendszerű konténerekbe kerül a válogató szállítószalag alá, a kézi előválogató állomások mellett kiképzett garatokon keresztül. A válogató kabin zárt és hangszigetelt, fűtéssel, légkondicionálással és légelszívó és befúvó berendezéssel biztosítják a megfelelő légcserét. A termikusan visszanyerhető és a nem termikusan visszanyerhető frakciókhoz egymással szemben egy minimum 2-2 fős kézi előválogató állomást helyeznek el.

A műanyag-fém csomagolási hulladék a zacskónyitó és kézi előválogatás után az üzem feldolgozó részlegében dobrostába kerül. A válogató berendezés két részre van osztva, így a hulladék 50 mm alatti és 50 és 320 mm közötti méretekre bontható, a 320 mm feletti hulladék pedig a válogatóberendezésen halad át, és váltakozó irányban 32 m^3 -es többleliftes konténerekbe kerül. A dobszítáról lehulló, 50 mm-nél kisebb mérettartományú műanyag és fém csomagolási hulladék jellemzően vas- és színesfémekből, inert hulladékból, porból, hamuból, üvegdarabokból, kisméretű műanyag- és papírhulladékból, szerves hulladékból áll. Ezen anyagok szétválasztása szükséges a nagyobb hulladékok válogatásának és hasznosításának hatékonyságának javítása érdekében. Ezek a frakciók lehullanak a dobszítáról, és egy szállítórendszeren keresztül továbbítják őket. Első lépésben a mágnesezhető fémeket dobmágneses eszközzel választják le róla. Ezeket a fémhulladékokat egy 32 m^3 -es, többemelős rendszerű konténerben gyűjtik. Az 50 mm-nél kisebb szemcseméretű hulladékot és az egyéb maradék hulladékot szállítószalagon ürítik ki az üzem egyéb maradékanyagaival együtt. A csomagolási műanyag és fémhulladék 50-320 mm közötti frakciójából a mágnesezhető fémanyagokat először 1 db mágnesszalag választja el a válogató berendezéstől, majd szállítószalagos rendszeren továbbítja. Az átlagosan 50-320 mm-es mérettartományú mágnesezhető fémhulladékot a 32 m^3 -es, multilift rendszerű konténerben gyűjtik az 50 mm-es mérettartományú fémhulladékkal együtt. Az átlagosan 50-320 mm-es mérettartományú hulladékot szállítószalag-rendszeren keresztül egy optikai (vagyis visszaverő infravörös fényű) szeparátorba (Near Infra red - NIR 1) szállítják, ahonnan a műanyag hulladék (LDPE, HDPE, PET, PP, PE) légfúvó rendszer választja el. Az elkülönített műanyag hulladékot ezután ballisztikus szeparátorba küldik. A visszamaradt, nem újrahasznosítható műanyagokat, nem mágnesezhető fémeket, papírt és kompozit italos kartondobozokat (pl. Tetrapak) tartalmazó csomagolóanyagokat először egy másik NIR optikai szeparátorba küldik, ahol a PVC, PS, ABS stb. elválasztható. Ez a frakció egy felül nyitott alumínium gyűjtődobozba kerül, amely közvetlenül a bálázó szállítószalagja mellett található. A ballisztikus szeparátorban a lapos (2D - pl. PE fólia) és a dobozos (3D - pl. PET palack, HD-PE palack) hulladékot fajsúly és forma szerint különítik el, valamint a kezelés során lehulló 40 mm alatti maradék hulladékot is elkülönítik, gyűjtőedényekbe helyezik. A könnyű 2D frakciótól a PE fóliát optikai elválasztóval (NIR 2) kell elválasztani, majd a kézi válogatógéphez kell küldeni igénybevételre. A NIR 2 berendezésből származó maradék hulladékot (pl. PP fólia) egy szállítószalag-rendszeren keresztül egy hulladékvezetékre szállítják, ahol a termikusan visszanyerhető frakciókat préskonténerekbe töltik. A ballisztikus szeparátor 3D frakciója átkerül egy perforátorba, majd egy optikai válogató berendezés sorába, ahol 3 NIR szeparátoron egymás

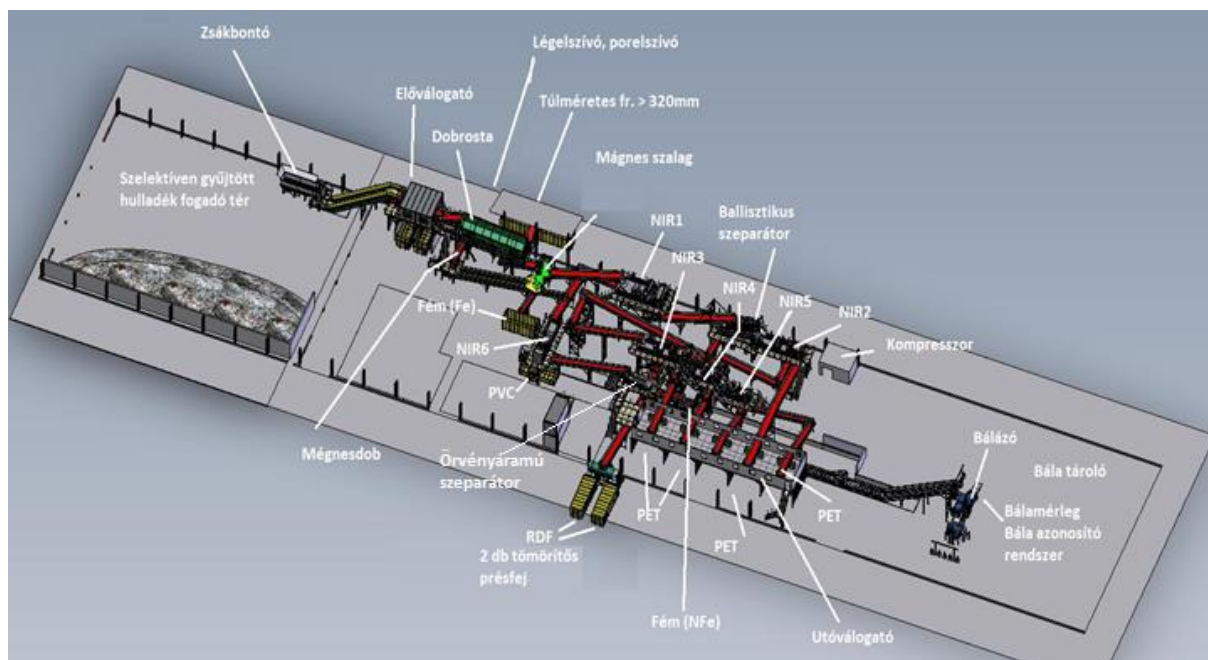
után a következő anyagokat választják el:- PET (természetes) (NIR berendezés 3, szín szerinti válogatásra is alkalmas) - PET (kék) (NIR 4, színválogatásra is alkalmas)- PET (színes) (NIR 5 berendezés)- HDPE, LDPE, PP (NIR 5 berendezés maradékanyaga). Ezek az optikai válogatósorral előválogatott (egyenként szétválasztott) anyagok szintén a kézi utóválogató sorra kerülnek, ahol a szennyezést okozó idegen anyagokat manuálisan utóválogatják, és az egyes (kompozit) frakciókat leválasztják, amelyek nem észlelhető a NIR színválogató berendezéssel. Kézi utóválogatás szükséges az összes felhasználható frakció magasabb tisztasági fokának eléréséhez. Optikai (NIR) szeparátorokat kell használni az elérhető legmagasabb tisztasági szint elérése érdekében, hogy a végső frakciók várható tisztasága 95 tömegszázalék legyen. Emiatt szükséges az anyagok kézi utóválogatása, ahol például az agglomerált, nem felismerhető anyagok (amelyek NIR berendezéssel nem választhatók szét) termikusan visszanyerhető frakcióként választhatók szét. A kézi válogató területen anyagtípusonként minimum 4 fő befogadására alkalmas válogatóállomások vannak kialakítva, de a rendszer biztosítja, hogy anyagonként 2 fővel (maximum 10 utóválogatás és 2 előválogatás) 95 tömeg%-os tisztaság érhető el. Az újrahasznosítható hulladék a kézi válogató területen lévő szállítoszalagokról az alatta lévő 90 m³ tárolókapacitású tárolóedényekbe kerül. A manuálisan leválasztott, még termikusan visszanyerhető idegen anyag a kézi válogatóállomások mellett elhelyezett garatokon keresztül, a válogatófülke alá telepített szalag segítségével kerül továbbításra. A válogatófülkének zártnak és hangszigeteltnek kell lennie, valamint fűtéssel, légkondicionálással és légelszívó rendszerrel kell ellátni a megfelelő légcserét. A tárolófülkéket úgy kell kialakítani, hogy a kezelő gépezete az anyagfrakciókat közvetlenül a bálázóba szerelt és a padlóba süllyesztett szállítoszalagra tudja közvetlenül felrakni. Az előszobában lehetőség volt 1 db süllyesztett öv beépítésére a betonpadlóba⁴², ami lehetőséget biztosított a könnyebb és gépi anyagmozgatás megvalósítására.

Eme technológiai sor ábrája látható a 14. ábrán.

⁴² <https://dontwasteit.hu/2023/03/23/megkezdte-mukodeset-az-uj-budapesti-hulladekvalogato-mu/>

14. ábra: A válogatómű elvi felépítése

(forrás: MOHU BUDAPEST Zrt. munkavállalói tájékoztató anyag)



Magát az üzemet még a szelektív hulladékgyűjtés időszakában 15.000 tonna szelektív hulladék feldolgozására tervezték meg.

Bár már korábban említettem, hogy a DRS anyagáram korábban főleg a szelektív anyagáramban jelent meg, amire elviekben a válogatómű megépült, azonban nem szabad elfeledkeznünk a már többször emlegetett tényről:

- szelektív anyagáram esetében a tisztaság kb. 40 százalékos,
- míg DRS anyagáram esetén a tisztaság 95 százalék feletti.

Ehhez kapcsolódóan mutatnék néhány adatsort a nyári időszakból a feldolgozási volumenekre, melyet a 4., 5., 6., 7. és 8. táblázat mutat meg.

4. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. július 20. napján
(forrás: Saját készítésű táblázat)

20.júl (két műszak)				
Napi	Frakciók:	Tömeg (kg):	Bálaszám:	Bálakészlet:
	víztiszta PET:	12800	49	189
	kék PET:	5141	20	106
	tarka PET:	885	3	26
	alumínium:	3885	15	73
	fólia:	652	2	14
	Összesen:	23363	89	408

5. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. július 24. napján
(forrás: Saját készítésű táblázat)

24.júl (két műszak)				
Napi	Frakciók:	Tömeg (kg):	Bálaszám:	Bálakészlet:
	víztiszta PET:	6051	24	319
	kék PET:	2322	9	161
	tarka PET:	998	4	45
	alumínium:	2014	8	120
	fólia:	1021	3	23
	Összesen:	12406	48	668

6. táblázat: DRS anyagáram forgalom a hulladékválogatóban 2024. július 20. napján
(forrás: Saját készítésű táblázat)

Beérkezés dátuma:	Műszak:	Nettó súly (kg):	Forduló:
2024.07.20	Délelőtt	23920	8
	Délután	11820	4
Összesen:		35740	12

7. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. július 31. napján

(forrás: Saját készítésű táblázat)

31. júl (két műszak)				
Napi	Frakciók:	Tömeg (kg):	Bálaszám:	Bálakészlet:
	víztiszta PET:	12277	48	375
	kék PET:	4325	18	170
	tarka PET:	764	3	60
	alumínium:	4097	15	54
	fólia:	977	4	34
	Összesen:	22440	88	693

8. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. augusztus 1. napján

(forrás: Saját készítésű táblázat)

01.aug				
Napi	Frakciók:	Tömeg (kg):	Bálaszám:	Bálakészlet:
	víztiszta PET:	1067	5	380
	kék PET:	429	2	172
	tarka PET:	1152	5	65
	alumínium:	454	2	56
	fólia:	706	3	37
	Összesen:	3808	17	710

Látható, hogy ahogyan haladunk előre a napok folyamán, a feldolgozott mennyiség egyre több, ami azt jelenti, hogy szakaszosan, azonban egyre nagyobb mennyiségben indult be a DRS-anyagáram, vagyis az idő előrehaladásával egyre többen váltották vissza a palackokat, mely azóta is folyamatos emelkedést mutat.

3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK (ANYAG ÉS MÓDSZER)

A diplomadolgozat elkészítése közben különös hangsúlyt fektettem a vonatkozó szakirodalom áttekintésére és a legmegfelelőbb módszertanok felkutatására a vizsgált területen. Ennek egyik jelentős területe volt a vonatkozó, a cégnél már jelen lévő és használt dokumentációk áttekintése. Ezekből a dokumentumokból megismerhettem a vizsgált technológiát, illetve folyamatokat. Mellette adatgyűjtéseket végeztem az internetről elérhető forrásokból, illetve céges kimutatásokból. Az adattartalom jelentős része belső használatú kimutatások alapján készült és az ebből készült diagramok, táblázatok alkotják azoknak vizualizációját.

A szakmai tartalom összeállításában hatalmas szerepet játszottak a kompetens személyekkel lezajlott személyes interjúk, akiknek szaktudása és annak részemre történő átadása nagymértékben segítette a vizsgált terület könnyebb megértését és leírását. Mivel a hulladékgazdálkodás egy eléggé speciális terület, illetve a DRS anyagáram kezelése és annak mindennemű szervezése viszonylag új feladatként jelent meg Magyarország életében, így elengedhetetlennek tartottam, hogy személyesen beszélgessek el azokkal a személyekkel, akik ezt a munkát a MOL-csoport hulladékgazdálkodási üzletágában, vagyis a különböző MOHU vállalatoknál ellátják.

Mivel munkavégzésem során lehetőségem nyílik arra, hogy a hulladékgazdálkodási területen működő különböző létesítményekbe is bepillantást nyerhetek, ezért másik igen fontos területe a módszertani vizsgálataimnak a helyszíni bejárás és tapasztalás volt, melyet a diplomadolgozatban feltüntetett saját képek és beszámolók is bizonyítanak. Úgy gondolom, hogy szakmailag is az a helyes, ha egy folyamatot elejétől a végéig fizikailag is végig tudunk követni, melyre dolgozatomban is kifejezetten ügyeltem: látható, hogy a valóság leképezése történt meg a diplomadolgozatban, kezdve a jogszabályoktól, a palackok felhasználásán, azok visszajuttatásán keresztül a válogatóműben való tevékenységek bemutatásáig.

Fentiek mellett szakmailag azonban a legnagyobb kihívást az egyik különleges módszer jelentette, mely a laboratóriumi munkához kötődik. A dolgozat tartalmaz egy hulladékanalízissel kapcsolatos részt, mely során különböző szabványok és jogszabályok által meghatározott, először helyszíni majd laboratóriumi vizsgálatoknak kell alávetni a hulladékot és az abban található anyagáramokat, majd ezek az egész hulladéktesthez történő viszonyítását elvégezni, mely során pontos, reprodukálható vizsgálatot végeztünk, illetve hasznos, a jövőben is többféleképpen felhasználható eredményeket kaptunk.

Fentiek is jól reprezentálják, hogy a diplomadolgozat elkészítéséhez különböző módszertanokat kellett alkalmazni különböző mértékig, ám úgy gondolom, mindegyikre szükség is volt.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK (MEGVITATÁS)

Mint a korábbiakban is bemutattam, elég nagy különbség van a DRS anyagáram és a szelektív anyagáramok között, mely tény természetesen hatalmas szerepet játszik az eredmények kiértékelésében is, így ebben a fejezet részben összefoglalom, milyen eredményekre jutottam:

- Zsákbontó berendezés a feladott zsákos áttárolt DRS szempontjából nem kivitelezhető:
 - A feladott zsákokat a zsákbontó nehezen tudta felbontani (a zsák szakítószilárdsága nagy, még a homlokrakodó is úgy át tud menni a plombázott zsákokon, hogy azok nem durranak szét).
 - A felbontott zsákok a hidraulikus vágókésre feltekerednek, ezzel rontják a feldolgozási hatásfokot, mert a kések az eltömődött zsákoktól nem látják el feladatukat.
 - Amennyiben így történne a DRS anyag feldolgozása egy műszakon belül két kijáratással és takarítással, fóliamentesítéssel kellene számolni, amely azonban feldolgozási idővesztést jelent.
 - Gyakorlati tapasztalatból emiatt az a megfelelő eljárás, hogy az áttárolt zsákokat elő kell bontani zsákbontóra adagolás előtt, mely jelentős élőmunkát jelent, hiszen a plombálást el kell távolítani csípőfogóval, vagy biztonsági szikével zsákbontás és ürítés szükséges.

A használaton kívüli és ezért csak adagolási funkciót ellátó zsákbontó berendezés a 15. ábrán tekinthető meg.

15. ábra: Zsákbontó berendezés a hulladékválogatóban

(forrás: Saját készítésű fénykép)



- A zsákbontó után az anyagáramot a körmös felhordó szalag az előválogatóba továbbítja, azonban az egymáson elcsúszó és a zsákbontóhoz visszacsúszó PET palackok nem jutnak fel megfelelő intenzitással a szalagon:
 - A felhordószalag meredeksége, a körmök nagysága (csak 10 cm), illetve a könnyű anyagáram nem a szalagon felfelé halad, hanem a zsákbontó felé visszapereg és feltorlódik.
 - Meg kellett vizsgálnunk, hogy a felhordószalag körmeinek 10 cm-es magasságán lehet-e növelni, mert így jobban meg tudna az anyagáram tapadni, javítva az anyagáram továbbítását, sajnos ez a lehetőség azonban nem igazolható, mivel a növelt körmök a szalag alsó és felső fordulásánál nem rendelkeznek megfelelő hellyel.

- Emellett a körmök növekedése egy másik problémára is rávilágított: a technológiai sorra csatlakozó berendezések pozíciója és dőlése is megváltozna, ami rontaná a berendezés stabilitását. Ez természetesen nem volt kivitelezhető.
- Teszt jelleggel kipróbáltuk a szalag szélesítését és pozitív volt az eredmény, így az eredeti elképzelés, hogy a körmös felhordószalag lapátjait le kell cserélni egy szélesebb kivitelűre mindenképp célravezető volt az anyagáram növelés tekintetében.
- Még egy módosítást sikerült elvégeznünk a technológián, ez pedig az oldalfalak magasítása volt: minden technológiai elem azon részeinél, ahol az eddigi kialakítás nem ezen elvárások szerint került kialakításra és anyagtorlódás miatti kiszóródás volt tapasztalható a DRS feldolgozás során, főleg a szállítószalagok mentén.

A körmös felhordószalag felépítése a 16. ábrán tekinthető meg.

16. ábra: Felhordó szalag a hulladékválogatóban

(forrás: Saját készítésű fénykép)



- NIR optikai válogatók
 - A technológiai soron lévő 6 db NIR optikai szeparátorból a DRS feldolgozás alkalmával csak a kétharmada (4 db) működött hatékonyan, mert a NIR 2 fóliát, a NIR 6 pedig tetra frakciót választott le a szelektív hulladékáramból.
 - Jelen esetben a NIR 1 túl sok tarka PET-nek azonosított alumíniumot lő át, amivel az utóválogatóra érkező szalagokat terheli, megnehezítve ezzel a kézi utóválogatást.
 - Az programtelepítésekkel valamennyi számbavehető optimalizálást és programot kipróbáltuk a választási hatásfok növelése érdekében. Kulcskérdés maradt a NIR 1, mert ez a berendezés nem VIS szenzoros, azaz nem színre, hanem anyagra végzi a leválasztást. NIR 1 optikai szeparátoron történt fejlesztés, optimalizálás után a maradék 5 db optikai szeparátor is "behangolható", mert akkor látható a tényleges anyagáram módosulás

- Mágnesezhető fémfrakció:
 - A dobrosta 50 mm-es leválasztásából is csak fóliamaradvány távozik. Megjegyzem, hogy itt kerül leválasztásra és a rendszeren áthaladva kerülne a préskonténerbe (nyitott 16 m³-es multiliftes konténerbe) az a jelentős mennyiségű levált műanyag kupak, amely a PET palackokról levált és amely külön frakcióként kerül haszonanyag értékesítésre
 - Fóliacímkek érkeznek a mágnesszalagból a mágnesezhető fémfrakció gyűjtőkonténerébe, ami az első feldolgozás során vastermék leválasztásra került, az kb. 10 kg és ezek egyike sem DRS termék (DRS anyagáramba került régi sörös dobozok, konzerves dobozok és sprays flakonok).

- Kompresszorok:
 - A jelenleg üzemelő 2 db kompresszor és az egy darab hűtveszártó egység és az egy darab 5 m³-es légtartály a DRS feldolgozás alkalmával nem elegendő. A NIR optikai szeparátorok számára biztosítani szükséges a 6 bar nyomást, ennyi az 5 db NIR sűrített levegő igénye. A feldolgozás alkalmával több esetben kontrolláltuk a nyomáskijelzőt. Igaz, hogy kritikus mértékre nem csökkent, de az ingadozás detektálható volt. Szükséges beruházni a technológiai soron egy

redundáns harmadik kompresszor, egy darab hűtveszáritó egység és egy 5 m³-es puffer légtartály telepítésével, növelve ezzel az üzembiztos feldolgozást.

- Ballisztikus szeparátor:
 - Több gyakorlati tapasztalat után a dőlési szögén állítani szükséges, a hatékony feldolgozás érdekében
- Örvényáramú szeparátor:
 - A beérkező DRS alumínium dobozainak vizsgálatakor észleltük, hogy a gyűjtőautomata jobban lapítja az alu flakonokat, mint a beérkező szelektív hulladékáram esetében a kukásautó. A többszöri anyagmozgatás (zsákból kibontás, homlokrakodóval zsákbontóra feladás, zsákbontó hidraulikus vágókéseinek működése) azt eredményezi, hogy nagyon sok lapított palack néha több darabra esik szét. Ez az örvényáramú szeparátor esetében azt is eredményezheti, hogy a kis méretű darabot nem képes leválasztani, "átrepíteni" a gáton.
 - Szükség volt a gát és az ütközőlemez változtatására (dőlés és pozíció).

A mágneses elven működő elválasztást a 17. ábra mutatja be.

17. ábra: Mágnesezhető frakció kiválasztása a hulladékválogatóban
(forrás: Saját készítésű fénykép)



5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A diplomadolgozat jelen fejezetében levonom azokat a szakmai következtetéseket, amiket a dolgozat elkészülte során szerzett tapasztalatokból szereztem, illetve ezeket összevetem az elérhető szakirodalommal, rámutatva azokra a fejlesztési lehetőségekre, amikkel a rendszer hatékonyabban tudna működni.

Ezeket 3 nagy csoportba osztottam:

- a lakosság oldaláról:

Bár a dolgozat főleg szakmai oldalról közelíti meg a DRS rendszer működését, nem szabad elfeledkezni arról, hogy a rendszer használói főleg a lakosságból kerülnek ki, így igényeik és tapasztalataik nagymértékben alakítják a hulladékgazdálkodásról alkotott közvéleményt. Vizsgálataim során bebizonyosodást nyert, hogy a lakosság nem elégedett a darabonkénti visszaváltási rendszerrel, hanem egy gyorsabb és ezáltal hatékonyabb palackbefogadási módszert tartana elfogadhatónak. A lakosság igényt mutat a zsákos bedobós automata szelektációs gépek használatára, melyet a jövőbeli kihelyezések és üzembe helyezések során a koncesszornak figyelembe kell vennie, ezáltal a DRS rendszer elfogadottságát, ezáltal pedig a visszaváltás arányát növelni lehetne. Emellett fontos kiemelni, hogy az automaták sorozatos karbantartása és hibaelhárítása – vagyis az elérhető és működőképes automaták száma/aránya – kiemelt jelentőséggel bír, hiszen lakossági oldalról panaszokhoz vezet, ha az automata nem használható. Mindenképpen érdemes lenne a digitális applikációban külön jelezni, real-timeban, hogy egy automata elérhető-e vagy sem. Véleményem szerint ez könnyen megugorható, hiszen elektromos berendezések, állapotjelzők jeleivel és azok alkalmazásban történő grafikus megjelenítése a XXI. században nem okozhat problémát.

- hulladékgazdálkodási szereplők oldaláról:

Értelemszerű, hogy a hulladékgazdálkodás szakmai oldaláról is megközelítve a DRS rendszer egy merőben új fejezetet nyitott a hazai hulladékgazdálkodásban. Mivel a Budapesten található válogatóműben kezelik a Magyarországon begyűjtött fém és műanyag frakció negyedét, ezért az itt szerzett tapasztalatok országos jelentőséggel bírnak. A korábbi fejezetekben bemutattam, hogy a válogatómű felépítése moduláris, így az elemek külön-külön módosíthatóak a jóval nagyobb tisztaságú és könnyebb DRS anyagáramnak megfelelően. Ezt azonban csak hosszú idő és megfigyelés után lehet elérni, hiszen az adott válogatási gépsor a szelektív anyagáramra van kitalálva és kifejlesztve, nem pedig egy egységes, tiszta anyagáramra, így sokkal nagyobb

szükség lett volna a válogatóművek pontosabb feltérképezésére és a bennük található technológiák DRS anyagáramnak megfelelő átalakítására előzetesen. Ezáltal elkerülhető lett volna a válogatóművekben tapasztalt anyagáram -feltorlódás és a hirtelen felfutott DRS anyagmennyiséget is jobban lehetett volna kezelni.

- felvásárlói oldalról:

A DRS anyagáram önmagában nagy tisztaságú anyagáramot jelent, ami mellé egy hatalmas volumen is társul. Azonban felmerül a kérdés, hogy a válogatás után mi történik a korábban jelzett anyagmennyiségekkel? A hazai feldolgozókapacitás nincsen berendezkedve ekkora mértékű anyagáramra, így azok hamar elérték kapacitásaik maximumát. Ezzel a limitált felhasználással nézett szembe a drasztikusan növekvő DRS anyagáram. A felhasználói kapacitások hiánya miatt torlódás alakult ki a rendszerben, sok esetben a szállítások akadoztak és nem lehetett felvevő partnert találni. Ezáltal az egyetlen megoldási mód a külföldi partnerek felkutatása volt, azonban ez megdrágítja a DRS rendszer kezelését és az értékes alapanyag elhagyja Magyarországot. A DRS rendszer bevezetésének első gondolatakor a tervezőknek fel kellett volna mérni a hazai feldolgozókapacitást és azok mellett, piaci alapon létrehozni itthon egy olyan gyártóegységet, amely fel tudná szívni a DRS anyagáramot. Ezáltal mindenképpen javasolt itthoni feldolgozókapacitás bővítése.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évek egyik legnagyobb magyarországi környezetvédelmi beruházása illetve fejlesztése úgy gondolom, megfelelő alapot adott egy diplomadolgozat elkészítéséhez és elolvasás után a tisztelt olvasóban is ez a gondolat alakult ki.

A diplomadolgozat elkészítése során egy igazán aktuális környezetvédelmi témakör kérdéseit elemeztem, illetve jellemeztem, hiszen a témakör, mint hulladékgazdálkodás, mindenkit érintő témakör.

A diplomamunka során felvázoltam a DRS jellegzetes működését kezdve a palackok forgalomba hozásától azok gyűjtésén át, végezetül pedig az újrahasznosításukig. A szigorodó környezetvédelmi célértékek miatt eme fejlesztések elkerülhetetlenek, miközben rámutattam azokra a környezeti problémákra, amiket okozni tudnak.

A diplomamunka további fejezeteiben részletesen elemeztem és jellemeztem a magyarországi hulladékconcessziós rendszer működését, illetve jelentőségét, kifejezetten a műanyag, fém- és üvegáram, vagyis a DRS anyagáramra való tekintettel.

Természetesen a diplomamunka szerves részét alkotta a technológiai sor bemutatása és az átlag olvasónak való könnyű, közérthető bemutatása, hiszen a technológia, vagyis a válogatómű működése nélkül nem elképzelhető a tiszta és hasznosításra kész DRS anyagáram jelenléte az oly sokszor boltokból bekerülő szennyeződések miatt.

A diplomamunka vége felé haladva felvázoltam azokat a bennem felmerült és a diplomamunka elkészítése során bizonyosságot is nyert javítási lehetőségeket, amelyek alkalmazásával mind a gyűjtés, mind pedig a feldolgozás megkönnyebbíthető és hatékonyabbá tehető, ezáltal emelhető a magyarországi hulladékgazdálkodás szakmai színvonala.

Utolsó gondolatként pedig szeretném megfogalmazni a tiszteletet azon kollégák részére, akik a feladattal nap mint nap szembesülnek és aktívan tesznek a magyarországi környezetvédelmi helyzet javulásáért munkájukkal a gyűjtés-szállításban, vagy akár a válogatásban. Az ő tevékenységük nélkül, bár sok ember szerint felesleges a munkájuk, mégsem működhetne a rendszer. Nélkülük ez a diplomamunka sem tudott volna megvalósulni. A jövőben is számítunk munkájukra, hiszen ha egy fenntarthatóbb, zöldebb, környezetbarátabb jövőt szeretnénk kialakítani, ahhoz elengedhetetlen, hogy a hulladékra értéként tekintsünk.

Bolygónk jövője a fenntarthatóság, amihez szorosan társul, hogy már ne legyen kérdés, miként tekintünk a szemétre: értékes alapanyagként. Emiatt változtatnunk kell, itt és most, hiszen csak közös erővel teremthetjük meg a körforgásos gazdaságot, amelyben a hulladék már megújult alapanyagként a mindennapjainkat segíti. Újrahasznosítjuk. Közösen⁴³.

⁴³ <https://mohu.hu/rolunk>

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ádám, G.: Inverz logisztikai láncok működése és optimalizálási szintjei (BGE, pp. 1-14., 2014.)
2. Barótfi, I: Környezettechnika (Mezőgazda Kiadó, p.9., 2000.)
3. Bupe, G.: The Influence of Waste Collection Systems on Resource Recovery: A Review)Procedia manufacturing, pp. 843-853., 2018.)
4. BUDAPESTI KÖZMŰVEK Zrt. Analitikai laboratóriumi jegyzőkönyv
5. https://citatum.hu/idezet/137562#google_vignette
6. https://commission.europa.eu/law/law-making-process/types-eu-law_hu
7. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en
8. Csőke dr., B: Hulladékgazdálkodás (Környezetmérnöki Tudástár, pp. 25-37., 2004.)
9. <https://drsassociation.com/>
10. <https://dontwasteit.hu/2023/03/23/megkezdte-mukodeset-az-uj-budapesti-hulladekvalogato-mu/>
11. <https://www.epa.gov/circulareconomy/what-circular-economy>
12. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851>
13. <https://www.europarl.europa.eu/at-your-service/hu/stay-informed/research-and-analysis>
14. <https://gs1.eu/wp-content/uploads/2024/06/GS1-in-Europe-Packaging-Activity-2024.pdf>
15. <https://guideetudiant.sorbonne-universite.fr/en/faq-selective-waste-sorting>
16. <https://greendex.hu/mi-a-gond-a-linearis-gazdasagi-modellel/>
17. Halmai, P.: Európai gazdasági integráció (Dialóg Campus, p.88., 2020.)
18. ISO 59010:2024 Circular Economy Standard: Guidance on the transition of business models and value networks
19. <https://www.iso.org/sectors/environment/circular-economy>
20. Kiss T., Girán J., Tekker T: Csomagolóanyagok inverz logisztikája a hulladékgazdálkodás szemszögéből (Logisztika Híradó 16:3 pp. 34-36., 2006)
21. <https://kormany.hu/hirek/januar-elsejeto-magyarorszagon-is-elindul-a-kotelezo-visszavaltasi-rendszer>
22. <https://www.kozbeszerzes.hu/kozbeszerzesek-az/kozbeszerzesi-kisokos/beszerzesi-targyak-targyi-hataly/koncessziok/>
23. Leal, F.: An overview of the problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe (Journal of cleaner Production, pp. 553-554., 2019.)
24. <https://leeduser.buildinggreen.com/forum/definition-material-streams>
25. <https://mohu.hu/media/hirek/tobb-mint-100-millio-palackot-uveget-es-dobozt-valtottak-vissza-par-het-alatt-magyarorszagon.html>
26. <https://mohu.hu/rolunk>
27. MOHU BUDAPEST Zrt. Analitikai laboratóriumi jegyzőkönyv
28. MOHU BUDAPEST Zrt. munkavállalói tájékoztató anyag
29. MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. Segédlet
30. <https://molgroup.info/hu/befektetoi-kapcsolatok/befektetoi-hirek/a-mol-nyerte-a-hulladekgazdalkodasi-koncesszios-eljarast>
31. <https://molgroup.info/hu/shape-tomorrow-strategia>
32. Mordor, I.: Beverage Packaging Market - Growth, Trends, and Forecasts 2020-2025. (Eurostat, 2019.)
33. <https://naturalmineralwaterseurope.org/news/eu-drs-map/>
34. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>
35. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2300450.kor>
36. P. Kulshresthta.: "No return, no refund": an analysis of deposit-refund systems (Journal of Economic behaviour & organization, pp. 382-84., 2021)
37. Raab, K.: A Literature Review on Solid Waste Management and Disposal Behavior at the Base of the Pyramid (Management Dynamics in the Knowledge Economy, pp. 4-5., 2024.)
38. <https://okokalk.mnb.hu/>

- 39. <https://repoint.hu/hu/fogyasztoi-visszavaltas>
- 40. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-a-product-life-cycle>
- 41. Vermes L.: Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás (Mezőgazda Kiadó, pp.17-19., 2005.)
- 42. Walls, M.: DRS system in practice and in theory (Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics, pp. 133-137., 2013.)
- 43. Zhou, G.: A systematic review of the deposit-refund system for beverage packaging: Operating mode, key parameter and development trend (Journal of cleaner production, 2020.)
- 44. Zoldfu.blog.hu

8. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A körforgásos gazdaság modellje, 5. oldal
2. ábra: A lineáris gazdaság modellje, 6. oldal
3. ábra: Az italos karton doboz összetétele, 9. oldal
4. ábra: Az egyutas csomagolás jelölései, 10. oldal
5. ábra: A többutas csomagolás jelölései, 11. oldal
6. ábra: Auditlabor DRS termékekhez, 12. oldal
1. táblázat: Hulladékanalízis a budapesti szelektív hulladékgyűjtésből, 13. oldal
2. táblázat: DRS anyagáram hulladékanalízise, 14. oldal
7. ábra: Tömegarányos DRS termékek, 15. oldal
8. ábra: Darabarányos DRS termékek, 16. oldal
9. ábra: DRS automata tárolórekese, 17. oldal
10. ábra: A koncessziós hulladékok aránya a teljes magyarországi hulladéktermeléshez viszonyítva, 18. oldal
11. ábra: Beruházás arányok a különböző fejlesztési területeken, 19. oldal
3. táblázat: Segédlet a DRS automata kiválasztásához, 21. oldal
12. ábra: DRS anyagáram a hulladékválogatóban, 23. oldal
13. ábra: Felhordószalag a válogatóműben, 24. oldal
14. ábra: A válogatómű elvi felépítése, 27. oldal
4. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. július 20. napján, 28. oldal
5. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. július 24. napján, 28. oldal
6. táblázat: DRS anyagáram forgalom a hulladékválogatóban 2024. július 20. napján, 28. o.
7. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. július 31. napján, 29. oldal
8. táblázat: DRS anyagáram a hulladékválogatóban 2024. augusztus 1. napján, 29. oldal
15. ábra: Zsákbontó berendezés a hulladékválogatóban, 33. oldal
16. ábra: Felhordószalag a hulladékválogatóban, 34. oldal
17. ábra: Mágnesezhető frakció kiválasztása a hulladékválogatóban, 36. oldal

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Talabér Dávid
A Hallgató Neptun kódja: G7MH1J
A dolgozat címe: A kötelező visszaváltási rendszer működésének tapasztalatai a budapesti régióban az indulást követően
A megjelenés éve: 2024.
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agrárkörnyezettani Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

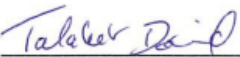
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Budapest, 2024 év október hó 28. nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

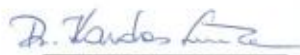
Talabér Dávid (név) (hallgató Neptun azonosítója: G7MH1J) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2024. év október hó 28. nap

**Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem**
Budai Campus Agrárkörnyezeti
Tanszék
1118 Budapest, Villányi út 29-43.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.