

SZAKDOLGOZAT

Papp László
Létesítményfenntartó szakmérnök képzés

Gödöllő

2024.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus

Létesítményfenntartó szakmérnök képzés

**Modern hulladékválogató művek üzemeltetési
tapasztalatai**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta egyetemi
docens

Külső konzulens: Novák Péter - Innozenit Kft.
ügyvezető, hulladékgazdálkodási szakértő

Készítette: Papp László
Neptun kód: KP4GTZ

Tagozat: levelező

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet,
Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Gödöllő

2024.

MŰSZAKI INTÉZET
Létesítményfenntartó szakmérnök szakirányú továbbképzési Szak

SAKDOLGOZAT
feladatlap

Papp László (KP4GTZ)

részére

A szakdolgozat címe:

Modern hulladékválogató művek üzemeltetési tapasztalatai

Feladatkiírás:

A szakdolgozat keretén belül a hallgató mutassa be a magyarországi hulladékgazdálkodási rendszeren belül alkalmazott válogatóművek főbb típusait, az alkalmazott válogatási technológiai egységeket és azok szerepét. Dolgozata keretén belül mutasson be egy konvencionális és egy modern válogatóművet majd pedig tegyen javaslatot a továbbfejlesztésre és hatékonyság növelésére.

Közreműködő tanszék: Műszaki Intézet

Külső konzulens: Novák Péter, Innozenit Mérnöki Tanácsadó Kft., 1131 Budapest, Kucsma utca 41-43. – 3. em. 5.

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. év április hó 22. nap

Kelt: Gödöllő, 2024. év március hó 07. nap

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Budapest, 2024. év április hó 17. nap

(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	3
2. Hulladékgazdálkodás jogszabályi hátterének történeti ismertetése	3
2.1 Önkormányzati szervezés.....	3
2.2 NHKV szervezés.....	9
2.3 Állami hulladékgazdálkodási közszolgáltatás / MOHU	12
3. Válogatóművek felépítésének ismertetése	17
3.1 Főbb technológiai elemek	17
3.1.1 Lánchevederes szállítószalagok	17
3.1.2 Dörzshajtásos szállítószalagok	18
3.1.3 Dobrosták.....	19
3.1.4 Optikai szeparátorok és vibrációs asztalok.....	21
3.1.5 Kézi válogatósorok.....	24
3.1.6 Bálázók és perforátor.....	26
3.1.7. Ballisztikus szeparátorok.....	30
3.1.8 Örvényáramú szeparátor.....	32
3.1.9 Mágneses szeparátorok	33
3.1.10 Zsákfeltépők	35
3.1.11 Légszeparátorok	37
3.2 Konvencionális válogatóművek főbb jellemzői	38
3.3 Modern válogatóművek főbb jellemzői.....	40
3.4 Kötelező visszaváltási (betétdíjas) rendszerből származó anyagok válogatása	41
3.4.1 A kötelező visszaváltási (betétdíj) rendszer rövid bemutatása	41
3.4.2 Várható hatások – bevezetési modell Szlovákiában	45
3.4.3 Betétdíjas rendszer bevezetése Magyarországon	45
3.4.4 Betétdíjas rendszer hatása hazai válogatóművekre.....	48
4. Szolnoki válogatómű üzemeltetésének és fejlesztésének bemutatása	49
4.1 ISPA projekt keretén belül létesített válogatómű.....	49
4.2 A szolnoki válogatómű felújítása KEHOP-3.2.1 projekt keretén belül.....	52

4.2.1 Üzemeltetési tapasztalatok	58
5. Javaslat a szolnoki válogatómű további fejlesztésre és hatékonyság növelésére	59
5.1 További optikák beépítése	59
5.2 Örvényáramú szeparátor	60
5.3 Új feladási pontok kialakítása	60
5.4 Méréstechnikai, felügyelet és vezérlési fejlesztési lehetőségek.....	61
5.5 Maradék hulladékok gyűjtése RDF előállításához	63
5.6 Dobrosta csere	64
5.7 Munkagépek fejlesztése	64
5.10 Napelemes rendszer telepítése.....	64
6. Javasolt technológiai folyamatábra	65
7. Összefoglalás-Summary	71
Szakirodalom, források.....	73

1. Bevezetés

Szakdolgozatomban települési és csomagolási hulladék körbe tartozó, elkülönítetten gyűjtött hulladékok válogatását biztosító válogatóművek felépítését és üzemeltetési tapasztalatait mutatom be.

A szakdolgozat célja, hogy a válogatóművek jellemző felépítési elemeit, ezen elemek válogatási tevékenységet befolyásoló hatásait elemezzem és javaslatot tegyek új, modern válogatóművek kialakítási szempontjaira.

2. Hulladékgazdálkodás jogszabályi háttérének történeti ismertetése

A települési hulladékgazdálkodás – általánosan települési hulladékkezelési közszolgáltatás - az elmúlt 25 évben rendkívül jelentős keretrendszeri változásokon esett át, melyet röviden áttekintek a következő fejezetben. A hulladékgazdálkodás intézményi szervezési modelljének áttekintése azért is releváns, mert ezek részben összefüggésben állnak a megváltozott jogszabályi követelményekkel, a változó finanszírozási modelleknek pedig visszahatása volt a válogatóművek fejlesztési lehetőségeire is.

2.1 Önkormányzati szervezés

Magyarország Európai Unió csatlakozásának megkezdésével az országra jogharmonizációs és ezzel együtt piacnyitási kötelezettség hárult. Ezen kötelezettségek a hulladékgazdálkodás szervezési és ellátási kérdéseit is érintették.

Az első modernnek tekinthető hulladékgazdálkodási tárgyú törvény a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény volt – továbbiakban Hgt. -, mely 2000. július 1. – 2012. december 31. között volt hatályban **[1]**.

A Hgt. és végrehajtó rendeletei az uniós irányelvek előírásaival összhangban megalapozta a hazai modern hulladékgazdálkodási rendszert a következő szabályozásával:

- hulladékgazdálkodási alapfogalmak
- hulladékgazdálkodási tervek készítése
- hulladékkezelési közszolgáltatás szervezése és ellátása

- hulladékgazdálkodási alapelvek érvényesítése (kiemelten szennyező fizet és közelség elve)
- hulladékgazdálkodási tevékenységek engedélyezése
- hulladékgazdálkodási tevékenységek nyilvántartása, hatóság felé történő adatszolgáltatások
- gyártók és forgalmazók kötelezettségei
- hulladéktermelők kötelezettségei
- **települési önkormányzatok kötelezettségei, közszolgáltatás szervezése**
- egyes hulladékgazdálkodási tevékenységek (pl. lerakással történő ártalmatlanítás, komposztálás) műszaki követelményei

A törvény végrehajtására számos rendeletet alkottak, ezek közül válogatóművek és ezzel összefüggésben a hulladékkezelési közszolgáltatás ellátása tárgyában kiemelten fontos volt *a települési hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló 213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet [2]* és *a települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szakmai szabályairól szóló 64/2008. (III. 28.) Korm. rendelet [3]*.

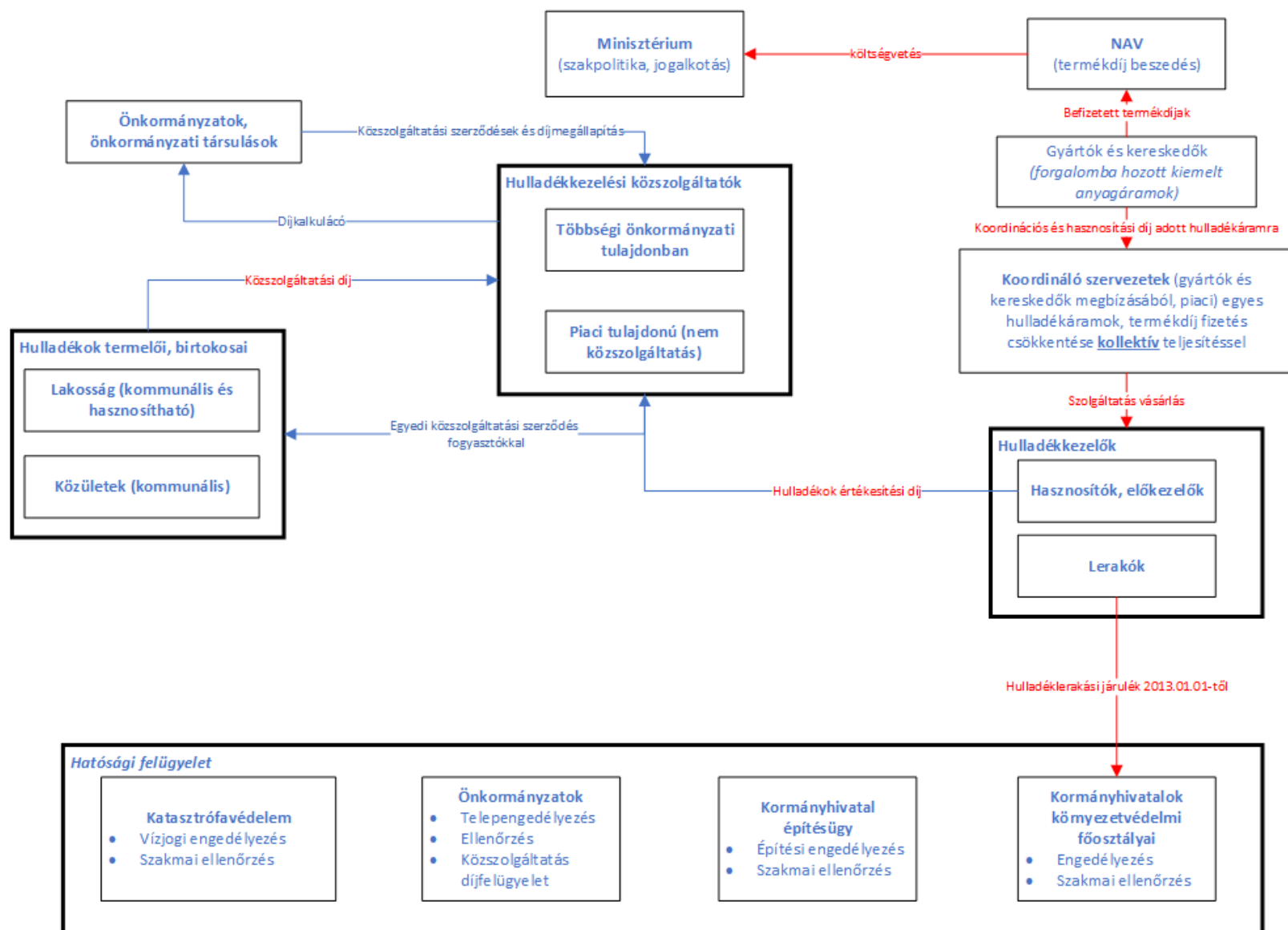
A 213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet szabályozta, hogy mely hulladékok tartoznak települési hulladék kategóriába, továbbá meghatározta a hulladékkezelési közszolgáltatás szervezésének főbb elveit és szabályait.

Mindez a válogatóművek tekintetében azért releváns, mert ezen jogszabályok megalkotásával nyílt lehetőség arra, hogy **a hazai regionális hulladékgazdálkodási rendszerek kiépítésre kerülhessenek Európai Unió előcsatlakozási támogatások (PHARE és ISPA) felhasználásával. Ezen előcsatlakozási alapok felhasználásával került sor a hazai első válogatóművek kiépítésére is.**

A Hgt. szerinti hulladékkezelési közszolgáltatási rendszer modellje – lásd **1. ábra** - néhány jelentősebb változtatással 2016.03.31-ig volt hatályban, ennek fő elemei az alábbiak voltak:

1. A hulladékkezelési közszolgáltatás megszervezéséért az önkormányzati törvény kötelező közfeladat ellátása keretén belül a települési önkormányzatok, Budapesten a Fővárosi Önkormányzat volt felelős.
2. Az önkormányzatok a szolgáltatást 3 módon szervezhatték meg
 - a. saját tulajdonú hulladékkezelési közszolgáltatási feladatok ellátására települési hulladékok gyűjtésére-szállítására vonatkozó engedéllyel is rendelkező hulladékgazdálkodó cég közvetlen megbízásával ún. in-house szerződés keretén belül
 - b. a hulladékkezelési közszolgáltatás szervezésére vonatkozó önkormányzati jogkört képviselő testületi döntéssel átadták jogi személyiséggel nem rendelkező önkormányzati konzorciumnak vagy jogi személyiséggel rendelkező önkormányzati társulásnak.
 - i. az átadott jogkör alapján konzorcium/társulás 100%-os tulajdonú cégét bízták meg in-house szerződéssel vagy
 - ii. nyílt tender eljárást hirdettek meg
 - c. nyílt tender eljárást hirdettek meg
3. A közszolgáltatási szerződések kiterjedtek a lakosságnál keletkező vegyes (kevert) települési hulladék elszállítására, a lakosságnál vagy közterületi hulladékgyűjtő szigeteken keletkező hasznosítható hulladékok (papír, üveg, műanyag, fémek, italoskartonok stb. összefoglalóan PMFÜ) gyűjtésére, szállítására, kezelésére. Közületi hulladéktermelők esetében a közületek a vegyes hulladékot kötelesek voltak közszolgáltató részére átadni, a PMFÜ frakciók gyűjtésére, szállítására, kezelésére pedig szabadon szerződhetek bármely engedéllyel rendelkező szolgáltatóval
4. Az önkormányzat helyi rendeletben köteles volt kijelölni a nem hasznosítható hulladékok végső ártalmatlanítási helyét, ami Főváros kivételével települési hulladéklerakókat jelentett
5. A szolgáltató által alkalmazni kívánt díj tekintetében a szolgáltatónak díjkalkulációt kellett készítenie, ezt idővel a már hivatkozott 64/2008. (III. 31.) Korm. rendelet szabályozta.
6. A díjkalkulációt a képviselő-testületnek kellett elfogadnia és ezt követően hatósági árként rendeletben kihirdetnie. A díjaknak a jóváhagyott fejlesztésekre is fedezetet kellett nyújtaniuk, így válogatóművek vagy egyéb kezelő létesítmények fejlesztésére és üzemeltetésére is.

7. A rendszer jellemzője volt a szabadpiac és a piaci verseny eredményeként idővel kialakuló nagyobb szolgáltatói régiók. Ebben az időszakban még nem került sor államilag meghatározott csökkentett díjak (rezsicsökkentés) alkalmazására. A rendszer fenntartható volt külső – hulladéktermelőkön kívüli - finanszírozás nélkül is.



1. ábra: Hulladékkezelési közszolgáltatás rendszere 2016.03.31-ig - szerző saját szerkesztése

A közszolgáltatás díjat az önkormányzat hatósági árként saját helyi rendeletében előírta saját önkormányzata közigazgatási területére. A szolgáltató – amennyiben a tender kiírás nem rendelkezett másképp – évente nyújthatott be díjkalkulációt az önkormányzat részére, melyet tárgyalás és egyeztetés után fogadhatott el az önkormányzat. A díjmegállapítás tehát önkormányzati hatáskör volt, nem volt állami oldalról előírt díj. A díjak alapvetően a piaci viszonyokat tükrözték, figyelembe véve a rendelkezésre álló eszközöket, humán erőforrást és távlati fejlesztési célokat. Azon településeken, ahol a szolgáltatás alacsony műszaki színvonalú volt ott a díjak alacsonyabbak voltak, ahol magas szintű volt a műszaki tartalom ott a díjak magasabbak voltak. A díjak tekintetében mérséklő hatással bírt a méretgazdaságosság, kiemelten a regionális hulladékgazdálkodási rendszereken belül, amelyek országosan közepes árszínvonallal voltak leírhatók, de a legszigorúbb uniós előírásoknak is megfelelték és rendelkeztek válogatóművel, átrakóállomással, komposztálóval, hulladékudvarokkal és szigetelt hulladéklerakókkal.

Az **1. ábra** a rendszer fontosabb elemeit mutatja be. Hatósági felügyelet tekintetében a központosítások eredményeként kialakuló kormányhivatalok előtt önálló szakigazgatási szervek (Környezetvédelmi Igazgatóságok) bírtak fontosabb hulladékgazdálkodási és vízjogi engedélyezési hatáskörrel.

Az első hazai válogatóművek a Ht. elfogadását követő 4-5 éven belül jelentek meg. A Hgt. alapján több önkormányzat közösen szervezte meg társulási formában hulladékkezelési közszolgáltatásukat, ennek részeként uniós finanszírozás mellett regionális hulladékgazdálkodási rendszereket építettek ki, melynél uniós előírás volt az elkülönített (szelektív) hulladékgyűjtési rendszerek bevezetése és az így gyűjtött papír, műanyag, üveg, fém, kompozit hulladékok válogatása válogatóművekben. A díjak beszedését jellemzően a hulladékkezelési közszolgáltató végezte, de az önkormányzatok dönthettek úgy, hogy részlegesen vagy teljesen átveszik a díjbeszedés feladatait.

A rendszeren belül az Országos Hulladékgazdálkodási Ügynökség megjelenése, a rezsicsökkentés és hulladéklerakási járulék bevezetése jelentős változásokat hozott. Ezen túlmenően 2014.01.01-től már csak kizárólag többségi önkormányzati vagy többségi állami tulajdonú cégek láthattak el hulladékkezelési közszolgáltatási feladatot, mely ahhoz vezetett, hogy a piacvezető német/osztrák tulajdonú cégek a hazai piacról kivonultak, üzletrészeiket önkormányzatok vagy az állam vásárolta meg. (REMONDIS csoport, AVE csoport stb.)

2.2 NHKV szervezés

A Hgt. -t a hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény – továbbiakban Ht. - váltotta fel. 2016.04.01-től jelentős változást a Nemzeti Hulladékgazdálkodási és Koordinációs Nonprofit Zrt. megalapítása és hatásköreinek rögzítése hozott, a megváltozó modellt a **2. ábra** tekinti át.

Az NHKV alapítását és hatásköreire az alábbi körülményekre vezethető vissza.

A rezsicsökkentés első körben a közszolgáltatási díjak emelését korlátozta (Ht. 91.§), a 2013. évi közszolgáltatási díj nem lehet több, mint a 2012.12.31-én az adott önkormányzatnál érvényes bruttó közszolgáltatási díj 4,2%-kal megemelt díja. Ezt követően a jogalkotó a Ht. módosításával előírta, hogy 2023.07.01-től ezen díj 90%-a lehetett csak a közszolgáltatási díj (10%-os csökkentés) Ezzel a rendelkezéssel tehát 2012. évi árszínvonalon befagyasztották a szolgáltatási díjakat, mely jelen szakdolgozat írásakor is érvényes. Az önkormányzatok tehát elveszítették a díjmegállapítási jogkörüket és a szolgáltatás műszaki színvonala terén is korlátozásra kerültek jogköreik, mivel kormányrendeletben szabályozták a hulladékkezelési közszolgáltatás minimális követelményeit.

A rezsicsökkentés bevezetése mellett 2013.01.01-től bevezetésre került a hulladéklerakási járulék (H. 68.§ (1), melynek célja a hulladékok lerakóktól történő eltérítése lett volna azáltal, hogy a hulladéklerakás költségét fokozatosan adóval növelve az elkülönített gyűjtés felé tolják el a hulladéktermelőket. Mivel a hulladéktermelők a hulladéklerakót üzemeltető cégekre került kivetésre és a rezsicsökkentéssel befagyasztásra kerültek a díjak, az adó csak a közszolgáltató cégek terheit növelte, érezhetően a lakossági/közületi hulladéktermelők elkülönített gyűjtési hajlandósága nem változott.

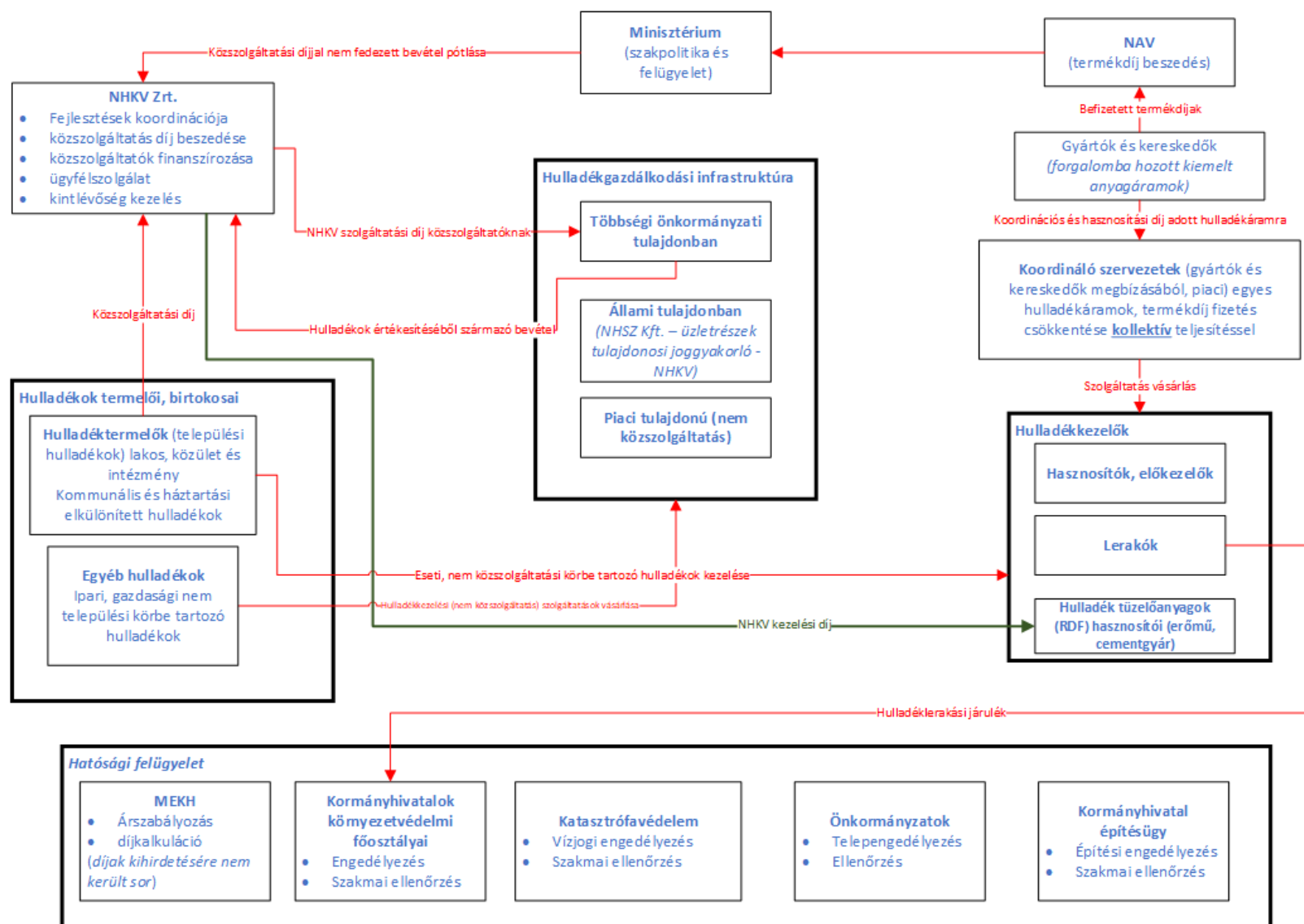
A tranzakciós adó, növekvő üzemanyag és bérköltségek, növekvő eszköz beruházási költségek, lerakási járulék és egyéb költségnövelő tényezők hatására a lakosoktól és közületektől beszedett közszolgáltatási díj már nem nyújtott fedezetet a közszolgáltatás ellátására, -kintlévőségeket figyelmen kívül hagyva – azonos bevétel mellett egyre több kiadás merült fel, mely a közszolgáltató cégek csődjével fenyegetett.

Az állami tulajdonú NHKV Zrt. ezért megkapta azt a jogkört a jogalkotótól, hogy a hulladékkezelési közszolgáltatási díjakat beszedje és az NHKV Zrt.-re előírt szabályok alapján

a díjakat szétossza a közszolgáltatók között ún. „*szolgáltatási díj*” -ként. A jogalkotó modellje az volt, hogy a közszolgáltatási díj teljes összege megfelelő, csak a szétosztását kell jól megszervezni és a közszolgáltatási rendszer pénzügyileg fenntartható marad. A növekvő költségekre tekintettel ez a feltételezés nem bizonyult igaznak, a bevételek jelentősen elmaradtak a kiadásokhoz képest. További gondot okozott, hogy a díjak beszedése terén is fennakadások voltak, mivel az NHKV Zrt.-nek közel 4 millió háztartás számlázását kellett átvennie, így a számlák kiállítása és a díjak beszedése is rendszeresen késedelmes volt az NHKV Zrt. működésének megkezdését követő első három évben. A kialakított rendszer nem volt képes fenntartani magát, az állami költségvetésből az NHKV Zrt. több tízmilliárdos kompenzációkat kapott, melyet a közszolgáltatás fenntartására kellett fordítania.

Az NHKV Zrt. a díjbeszedési jogkörön túl megkapta a hulladékgazdálkodási rendszerelemek fejlesztése terén az előzetes jóváhagyási és vétó jogkört. A rendszerelem fejlesztési kérelmek részeként a fejlesztést megvalósítani kívánó cégek részletes pénzügyi és műszaki kérelmet nyújtottak be az NHKV-hoz, aki a fejlesztéseket eredeti vagy módosított formában jóváhagyta, vagy elutasította. Az elutasított kérelmeket a kérelmezők megvalósíthatták, de a beruházáshoz és üzemeltetéshez nem fordíthattak közszolgáltatási díjat.

A 2016.04.01 – 2023.06.30-as időszakban elsődlegesen a Környezet és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP) fejlesztési forrásai kerültek felhasználásra. Ezen időszakon belül a meglévő válogatóművek részleges továbbfejlesztése (kiegészítés optikai szeparátorral) és addig ellátatlan térségek részére új komplex válogatóművek kiépítése volt jellemző.



2. ábra: Hulladékkezelési közzolgáltatás rendszere 2016.04.01 – 2023.06.30 között - szerző saját szerkesztése

2.3 Állami hulladékgazdálkodási közszolgáltatás / MOHU

A 2016.04.01 – 2023.06.30 közötti időszak anomáliái és egyre láthatóbb pénzügyi fenntarthatósági problémái miatt a jogalkotó úgy döntött, hogy a teljes magyarországi hulladékkezelési közszolgáltatást átszervezi koncessziós modellben. Ehhez a Ht.-t úgy módosították, hogy az önkormányzatok hulladékkezelési közszolgáltatás megszervezésére vonatkozó kötelezettségét és jogkört magára cedálta a Magyar Állam és rögzítette azon jogát, hogy koncessziós eljárás keretén belül a feladatellátás egészét vagy egy részét gazdálkodó szervezetnek átadja. A TED 2021/S 158-419243 iktatószámú, „Egységes hulladékgazdálkodási koncesszió” tárgyú koncessziós eljárást meghirdető felhívás 2021. augusztus 12-én került feladásra [4]. A koncessziós eljárás eredményesen zárult, a koncessziós szerződés megkötésére 2022. július 28-án került sor, az eljárás nyertese a MOL Nyrt. lett, mint Koncesszor, aki létrehozta a szerződés alapján a MOL MOHU Hulladékgazdálkodási Zrt.-t (továbbiakban MOHU), mint Koncessziós Társaságot.

A koncessziós szerződés szerinti közszolgáltatási feladatellátás 2023.07.01-től indult meg a 3. *ábra* szerinti modell alapján. A koncessziós modell az alábbiak szerint épült fel.

Az állami hulladékkezelési közszolgáltatás felosztásra került ún. hulladékgazdálkodási közszolgáltatási résztvevőkenységre és hulladékgazdálkodási intézményi résztvevőkenységre. A közszolgáltatási résztvevőkenység tartalmazza a lakosság vegyesen és elkülönítve gyűjtött hulladékának gyűjtését, szállítását, előkezelését, az intézményi résztvevőkenység pedig kiemelt, hasznosítható, uniós célítúzésekkel is bíró hulladékáramok gyűjtését, szállítását és előkezelését.

Kiemelt anyagáramok a következők:

- csomagolási hulladékok,
- elektromos és elektronikai hulladékok,
- elemek és akkumulátorok,
- forgalomból kivont gépjárművek,
- irodai papír,
- reklámhordozó papír (kivéve időszaki kiadványok pl. újságok),
- egyszer használatos műanyagok,
- borászati termékek csomagolásai,
- gumiabroncsok,

- sütőolaj,
- textiltermék,
- fából készült bútorok.

A kiemelt hulladékok eredeti formájukban termékként, úgynevezett körforgásos termékek körébe kerültek besorolásra, ezek ún. kiterjesztett gyártói felelősségi rendszer (*extended producer's responsibility*, továbbiakban *EPR*) hatálya alá kerültek. Az *EPR* hatálya alá tartozó anyagok után az első belföldi forgalomba hozó (kereskedő vagy gyártó) *EPR* díjat fizet a MOHU-nak. A fajlagos, termékkategóriánként meghatározott díjak a *hulladékgazdálkodási intézményi résztevékenység ellátásával összefüggő díjak, a díjalkalmazási feltételek, valamint a díjmegfizetés rendjének megállapításáról szóló 8/2023. (VI. 2.) EM rendeletben* kerültek kihirdetésre. Az egyes gyártók és kereskedők által befizetett összegekre vonatkozó adatok nyilvánosan nem érhetők el, ismert viszont az, hogy a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (továbbiakban *MEKH*) vonatkozó rendelete, melynek költségekre vonatkozó adatai az **1. táblázatban** kerülnek bemutatásra. A *MEKH*, mint a koncessziós hulladékgazdálkodási modellben önálló rendeletalkotási joggal bíró díjmegállapító hatóság a 19/2023. (XI. 30.) *MEKH* rendelet 1. mellékletében a kiterjesztett gyártói felelősségi intézményi alrendszer tekintetében a költségeket 2024. naptári évre legfeljebb 198 milliárd Ft körül alakul (ÁFA nélkül). A koncessziós szerződés értelmében a költségeket úgy kell meghatározni a *MEKH*-nak, hogy az a koncessziós társaságnál veszteségeket ne keletkeztessen, így a bevételi oldal is legalább 198 milliárd Ft/év összeggel becsülhető 2024. évre.

1. táblázat: 19/2023. (XI. 30.) MEKH rendelet

19/2023. (XI. 30.) MEKH rendelet - 1. melléklet - adatok eFt-ban ÁFA nélkül	Gyűjtés	Szállítás	Előkezelés és kezelésre átadás	Összesen
Hulladékgazdálkodási közszolgáltatási résztevékenységi alrendszer	79 278 726	21 513 650	14 264 310	115 056 686
Gazdálkodó szervezetek intézményi alrendszer	12 026 596	2 897 992	13 047 150	27 971 738
Kiterjesztett gyártói felelősségi intézményi alrendszer	71 778 493	25 883 960	100 546 810	198 209 263
Köztisztasági alrendszer		98 563	345 286	443 849
Kötelező visszaváltási díjas intézményi alrendszer	10 454 794	2 438 176	6 925 581	19 818 551
Összesen	173 538 609	52 832 341	135 129 137	361 500 087

A koncesszor az EPR rendszer működtetése mellett vállalta, hogy bevezeti a kötelező visszaváltási díjas rendszert (betétdíj – deposit refund system, továbbiakban DRS). A DRS keretén belül a 400 m²-nél nagyobb kereskedelmi egységekben kötelező a műanyag italcsomagolások és üvegcsomagolás gyűjtésére visszagyűjtési pontokat kiépíteni (automaták telepítése). Az italok esetében minden forgalomba hozott palack után 50,-Ft betétdíjat számolnak el (betétdíj). A betétdíjat a gyártóknak a forgalomba hozatalkor be kell fizetniük a MOHU-nak, a gyártó pedig a megemelt díjon értékesíti a palackot. A fogyasztó a díjat kifizeti és amennyiben visszaváltó automatánál vagy manuális visszavételi pontnál leadja az üres csomagolást (ekkor már hulladék), visszakapja a kifizetett betétdíjat a MOHU-tól. (lehetőség van természetesen vásárlási kupon elszámolására is, ha a MOHU így állapodik meg pl. egy kereskedelmi egységgel, ilyen esetben a MOHU a kereskedelmi egységgel számol el és nem a lakos felé történik a kifizetés). A betétdíjas befizetések mértékét a MEKH úgy határozza meg, hogy a rendszer üzemeltetési és beruházási/fejlesztési költségei időarányosan megtérüljenek a MOHU részére.

Az új koncessziós rendszeren belül Magyarország 7 régióra került felosztásra. A régiókon belül a közszolgáltatási résztevékenységért 7 régiókoordinátor (MOHU alvállalkozó) felel, ezen cégek látják el a gyűjtés-szállítási feladatokat, illetve biztosítják ehhez a szükséges alvállalkozói kapacitásokat (régiókoordinátori közreműködők). A begyűjtött hulladékok ún. létesítmény-üzemeltetők részére kerülnek átadásra, ezen cégek biztosítják a hulladékok válogatását, hulladékgyűjtő udvarok üzemeltetését, átrakóállomások üzemeltetését. A kezelő létesítmények közötti szállításokat a régiókoordinátorok szervezik meg. A végső hulladékkezelést (ártalmatlanítást) a hulladéklerakók, illetve a Fővárosi Hulladékhasznosító Mű (hulladékégető) biztosítja, a komposztálást szintén külön szerződéses partnerek végzik a MOHU részére.

Az intézményi résztevékenységi feladatokat ún. intézményi alvállalkozók látják el, ezen cégek gyűjtik, szállítják és előkezelik a közületek EPR köteles anyagokból származó hulladékait.

A DRS rendszer szállítási feladatait külön alvállalkozók végzik, a DRS anyagok átmeneti tárolása szintén külön alvállalkozói kör feladata.

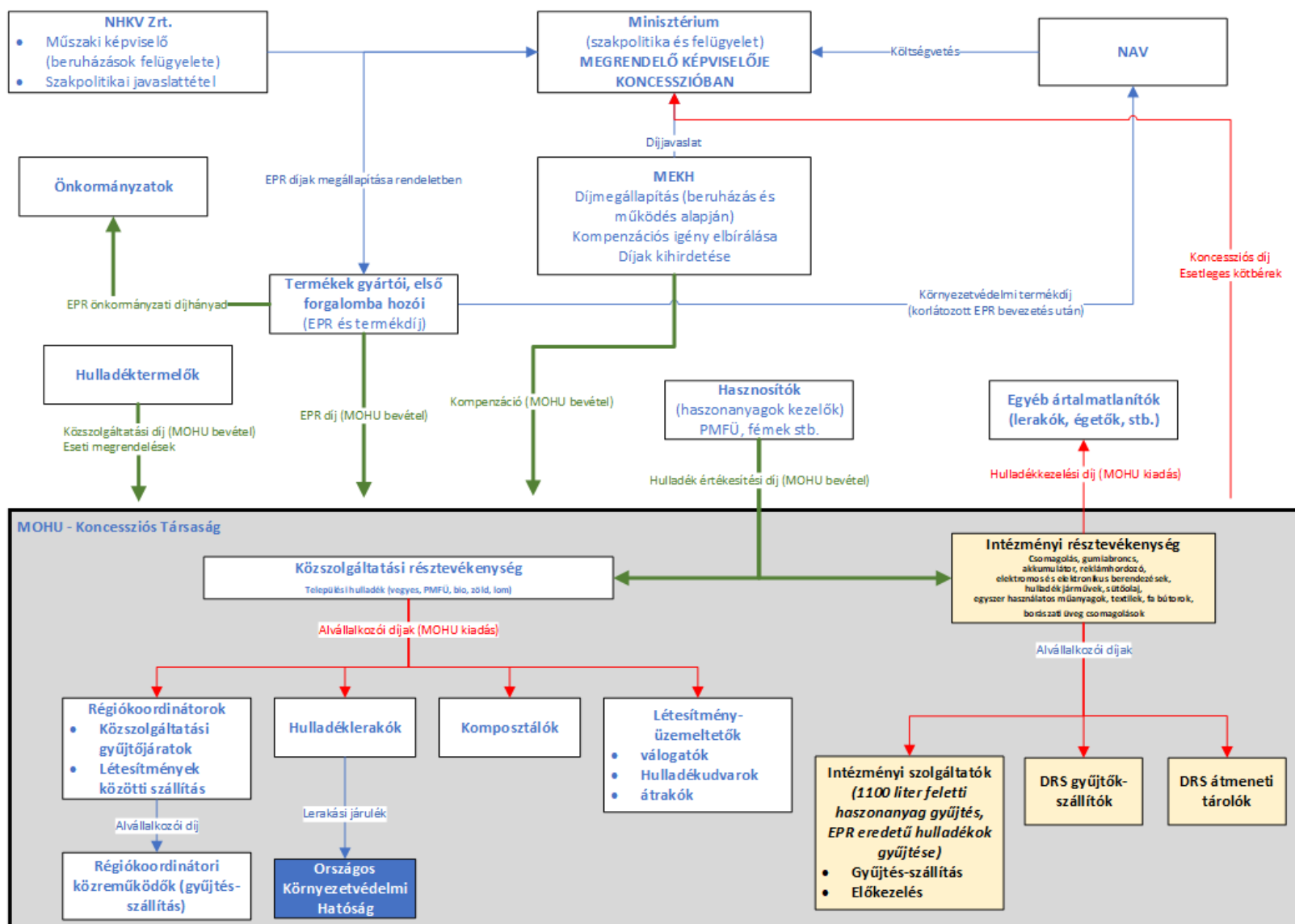
A koncessziós szerződés nem terjed ki a Ht. szerinti ártalmatlanítási és hasznosítási feladatokra. Ebből az ártalmatlanítás a legfontosabb, a jogalkotó előírta, hogy kötelező együttműködnie a hulladéklerakók üzemeltetőinek a MOHU-val, nem tagadhatják meg a MOHU által átadott

hulladék végső ártalmatlanítását. Az ártalmatlanítást hatósági áron kötelesek végezni, a díjakat a MEKH 16/2023. (XI. 8.) MEKH rendelete írja elő.

A kialakított rendszer jellemzői így:

- a MOHU nem végez semmilyen fizikai hulladékgazdálkodási szolgáltatást, fővállalkozóként alvállalkozókat foglalkoztat
- beruházásokat kizárólag a MOHU végez
- a közszolgáltatási díjakat a MOHU szedi be (NHKV helyett)
- a közszolgáltatási díjak rezsicsökkentett áron biztosítandók a koncessziós rendszeren belül
- a rezsicsökkentés miatt elégtelen díjak kipótlását biztosítja az EPR bevételek és a DRS bevételek
- az alvállalkozói költségeket hatósági áron állapítják meg
- az alvállalkozó köteles együttműködni a MOHU-val, ennek megtagadása esetén a területileg illetékes Kormányhivatal kötelezést adhat ki. Az alvállalkozó a MEHK által megállapított díjakon köteles együttműködni a MOHU-val. A MEKH ezen rendeletei és kötelezéseire ellen a Ht. 18/C. (6) bekezdése értelmében bírósági jogorvoslati eljárás nem indítható

Válogatóművek tekintetében az új rendszer relevanciája, hogy beruházásokat alapvetően csak a MOHU végezhet, alvállalkozó csak MOHU engedély birtokában gondolkozhat saját fejlesztésekben. A MOHU által kiépíteni kívánt új válogatóművekről nincs információ, de a kor technikai színvonalának megfelelően elsődlegesen optikai és robotizált válogatóművek kiépítése várható.



3. ábra: Hulladékkezelési közszolgáltatás rendszere 2023.07.01-től (szerző saját szerkesztése)

3. Válogatóművek felépítésének ismertetése

3.1 Főbb technológiai elemek

3.1.1 Lánchevederes szállítoszalagok

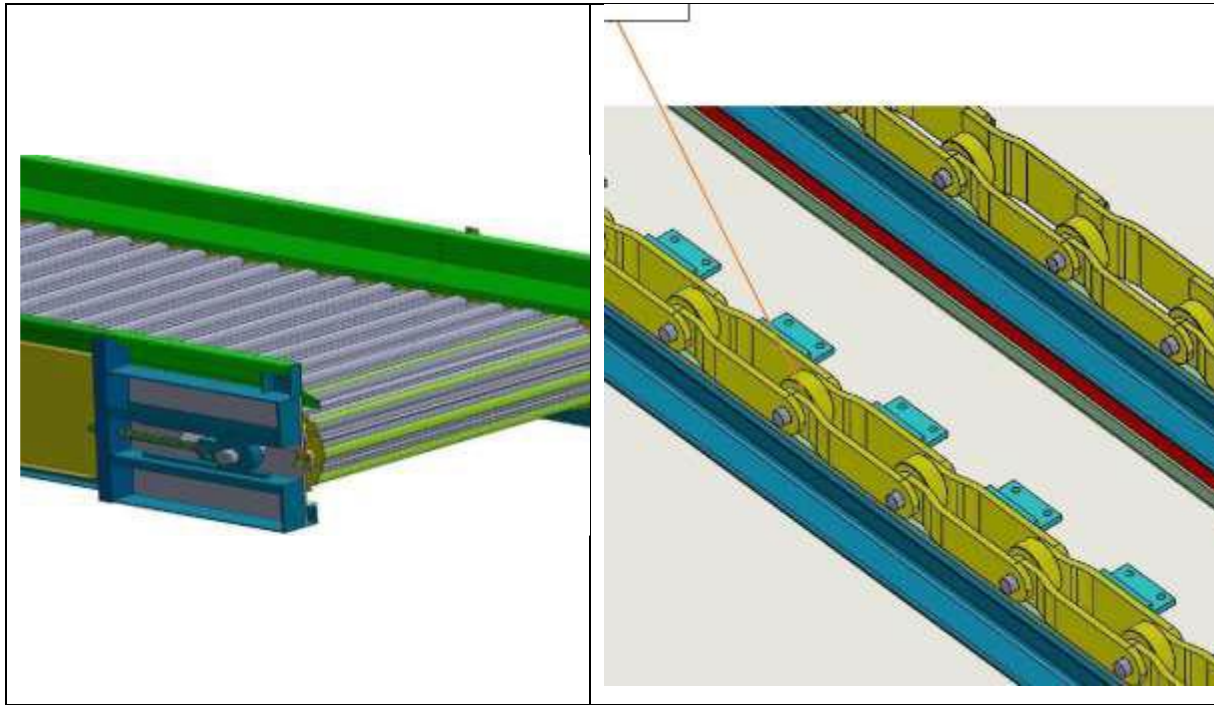
A lánchevederes szállítoszalagokat – lásd *4. ábra és 5. ábra* - válogatóműveken belül jellemzően 2 helyen alkalmazzák.

- a) bálázók felhordó szalagjainál, ahol a szállítoszalagok a szükséges puffer biztosítása érdekében nagyon hosszúak (vízszintes vetületi hossz > 10 méter)
- b) a szállításnál nagy tömegű anyagot kell meredek szögben emelni ($\alpha > 15^\circ$) és a szalagon tartó lapátok kerülnek kialakításra, hogy az emelkedési szög ellenére ne kerüljön sor az anyagok visszapergésére a szalag aljára.

A lánchevederes szállítoszalagok esetében a szalag mozgatóját a szalag két oldalán egy lánc biztosítja, ami nem dörzshajtásos, hanem fogaskerekes lánchajtási elven kerül mozgósításra villanymotorokkal. A szállítoszalag acél lapokból-lemezekből áll, nem gumiheveder kerül alkalmazásra. A kialakítási konstrukció robosztus, nagy tömegű, nagy emelkedési szögű anyagtovábbításra használható, hátránya a nagyobb villamos fogyasztás, a magasabb kopás és a nehezebb karbantartás.



4. ábra: Lánchevederes felhordószalag bálázóra - Miskolci válogatómű - Szerző képe 2024.



5. ábra: Lánchevederes szalag modell kép vízszintes szakasról és láncok modellje – Forrás: Szolnok, Újszászi úti válogatómű – Disan gyártmányú lánchevederes felhordószalag gépkönyve – Gyártási szám: DKZ1600.21.698/822

3.1.2 Dörzshajtásos szállítószalagok

A dörzshajtásos szállítószalagok – lásd **6. ábra** - Működési elvüket tekintve egy hajtó dob és egy feszítő dob segítségével végtelenített gumiheveder alkalmazásával mozgatják az anyagokat. A szállítószalag támgörgőkön kerül felfeszítésre. Elsődlegesen feldolgozó gépek közötti anyagátadásra, illetve a szalagok közötti anyagátadásra alkalmazható. A konstrukció előnye a könnyű javíthatóság, a lánchevederes szállítószalagokhoz képest kisebb tömeg, hátrányuk a gyakoribb beállítási igény a lazulások miatt, ezzel összefüggésben csúszások (slip) kialakulása, mely a beállított vezérléstől eltérő működéshez vezethet. A gumihevederek minősége függvényében előfordulhat a szalagok szakadása is.



6. ábra: Dörzshajtásos bordázott szállítószalag dobrosta feladáshoz - Miskolci válogatómű - Szerző képe – 2024.

3.1.3 Dobrosták

A dobrosták – lásd 7. ábra és 8. ábra - hengeres vagy kúpos (csonkakúpos vagy csonkagúlás) perforált paláستtal rendelkező sziták, melyek palástja általában 4-6 küllőre van erősítve. A küllők középpontja egy központi tengelyre van rákötve, melyet villanymotor vagy dízel üzemű motor hajt meg áttételeken keresztül. A kúpos vagy piramidális rosták vízszintes tengelyűek, míg a hengeres vagy prizmás rosták enyhén lejtős tengelyelhelyezéssel bírnak. (általában 5-7 fok, jellemzően maximum ennek a duplája) Az átlagos átmérő általában 0,6 – 2,7 méter, jellemzően 0,9 – 1,2 m. A hossz általában 1 – 12 m között változik, átlagosnak az 1,5 – 3,0 méteres típusok tekinthetők. Léteznek egy perforált paláستtal és több rostával bíró modellek is.

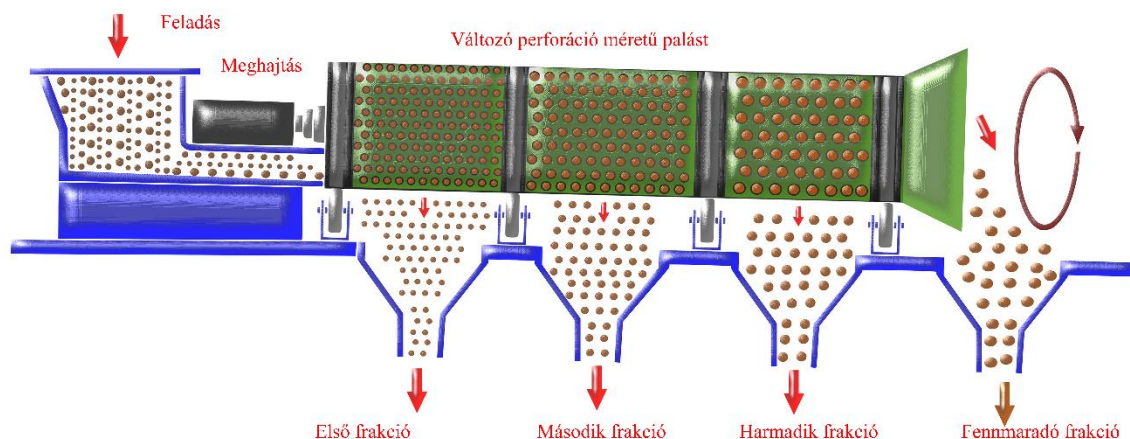
Új változatnak tekinthetők a vibrációs mechanizmussal kiegészített modellek, mely jellemzően $n = 10$ -es fordulatszám mellett $n = 1000$ értékkel vibrálnak (excentrikus meghajtás) ezáltal javítva a kapacitást és az osztályozás hatásfokát.

Az utóbbi időben a vontatható, fél-mobil változatok is egyre jobban elterjedtek.

Települési hulladékokat válogató létesítményekben síkrostákat jellemzően nem alkalmaznak, mivel ez rendkívül jelentős szálló por kialakulásához vezethet, nagyobb zajjal jár és nehezebb puffert képezni az anyagtovábbításokon belül, ezen feladatokra a konvencionális dobrosták jobban alkalmazhatók.



7. ábra: Dobrosták - [5]



8. ábra: Több fokozatú dobroszta elvi működésének illusztrációja - metszet - [6] Kiegészítő feliratok - Szerző

3.1.4 Optikai szeparátorok és vibrációs asztalok

Az NIR szeparátorok – lásd **9.-11. ábrák** - egy gyorsító szalagból, egy optikai leolvasó egységből és egy pneumatikus leválasztó rendszerből állnak. A gyorsító szalagon elterített anyag jellemzően 3-4 m/s sebességgel halad át az optikai érzékelő alatt. Az optikai érzékelő a kezelendő hulladékra kibocsátott elektromágneses hullám (közel infravörös spektrum) visszaverődött hullámát dolgozza fel. A visszaverődő hullám jellemzőinek elemzésével (spektrális analízis) az optikai érzékelő rendszer azonosítja az adott anyag típust és a pontosan beállított gyorsító szalag és a visszaverődés időpontja alapján kiszámolja az adott anyagnak a fúvókához történő elérési idejét. A pneumatikus sor a jelek alapján fújja ki a fúvókához elérő anyagokat, mellyel a célanyagok pozitív leválasztása valósítható meg.

Egy optikai válogató az alábbi főbb egységekből áll:

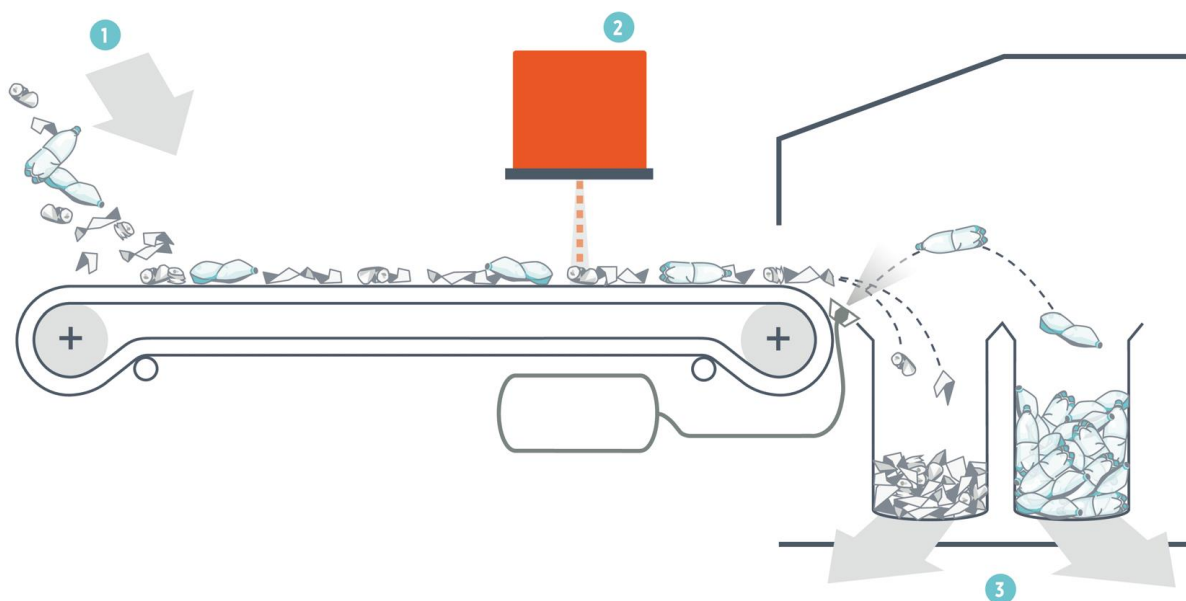
- vibrációs terítő asztal, ami az anyag egyenletes elosztását végzi a válogató teljes szélességében
- gyorsító szalag, ami az anyagokat „1” anyagréteg vastagságban az érzékelő alá viszi
- közel-infravörös válogató egység, ami analizálja a visszavert fénysugarakat, és ennek megfelelően vezérli a sűrített levegő szelepeket a gyorsító szalag végén
- leadógarat, ami elosztja a fennmaradó és az kifújt anyagot.

A közel-infravörös optikai válogató alkalmas a különféle típusú anyag pneumatikus módon történő szétválasztására.

Az anyagokat az általuk visszavert fény infravörös tartományának analizálásával azonosítjuk. A különböző anyagok különböző hullámhosszú infravörös sugarakat reflektálnak. Ezeket a sugarakat az érzékelők feldolgozzák és a másodperc tört része alatt analizálják, majd a vezérlésnek megfelelően kifújják az anyagot a hulladék áramból.

Az alábbi ábrán a működés egyszerű modellje:

1. Hulladék feladás
2. Megvilágítás és visszaverődő jel érzékelő
3. Pneumatikus fúvókák szalag végén a pozitív/negatív leválasztáshoz



9. ábra: Optikai válogatás elvi működési ábra: 1. feladás, 2. közel infravörös fényforrás és érzékelő, 3. frakciók szétválasztása pneumatikus fúvókával – [7]

Vibrációs asztalok:

A vibrációs technikára épülő berendezések elsősorban ömlesztett anyagokkal kapcsolatos anyagmozgatási, illetve technológiai feladatok elvégzésére alkalmasak. Egyik alapvető felhasználási területük optikai szeparátorok előtt az anyagok szétterítése és így megfelelő puffer képzése az optikai szeparátorok hatásfokának növelésére, mivel a szétterített anyagok nincsenek átlapolt állapotban, így a leválogatás hatásfoka javítható, továbbá egy vibrációs asztallal elterített anyag azonos vektorral érkezik az optikai szeparátor gyorsítószalagjára, ami kiemelten fontos, ha az optikai válogató előtti technológiai elem függőleges (ejtés) úton adja át a válogatandó anyagot az optikai szeparátorra.

A vibromotoros hajtású gépek, a tömegerő gerjesztésű, mikrodobással szállító vibrációs berendezések közé sorolhatók. A rugókon álló szerkezet jellemzően 1-10 mm lengéshosszú rezgést végez, miközben a technológiai felülettel érintkező anyagot rezgésirányban ismételt eldobva szállítja.

A vibromotorok speciális felépítésű villanymotorok, tengelyvégeiken excentrikusan elhelyezett tömegekkel. Ezek forgása hozza létre a kívánt rázóerőt (lendítő erőt).

A vibromotoros gépek készülhetnek egy vagy két motorral. A motorok száma, típusa, elhelyezése a berendezés rezgésjellemzőit is meghatározza.

A motorok a géptesthez, illetve a géptest elemei egymáshoz nagyszilárdságú csavarokkal vannak rögzítve. Ezek a csavarkötések úgy vannak méretezve, hogy megfelelő rögzítést biztosítsanak a vibráció hatására fellépő dinamikus igénybevételekkel szemben.

A géptest adja át a szállítandó anyagnak a vibromotorok által gerjesztett rezgést. A rezgés jellemzőit (frekvencia, irány, nagyság) az elvégzendő technológiai feladat határozza meg.



10. ábra: Tomra Autosort gyártmányú optikai szeparátor Szolnok, Újszászi úti válogatómű - Szerző képe



11. ábra: Tomra Autosort gyártmányú optikai szeparátor [8]

3.1.5 Kézi válogatósorok

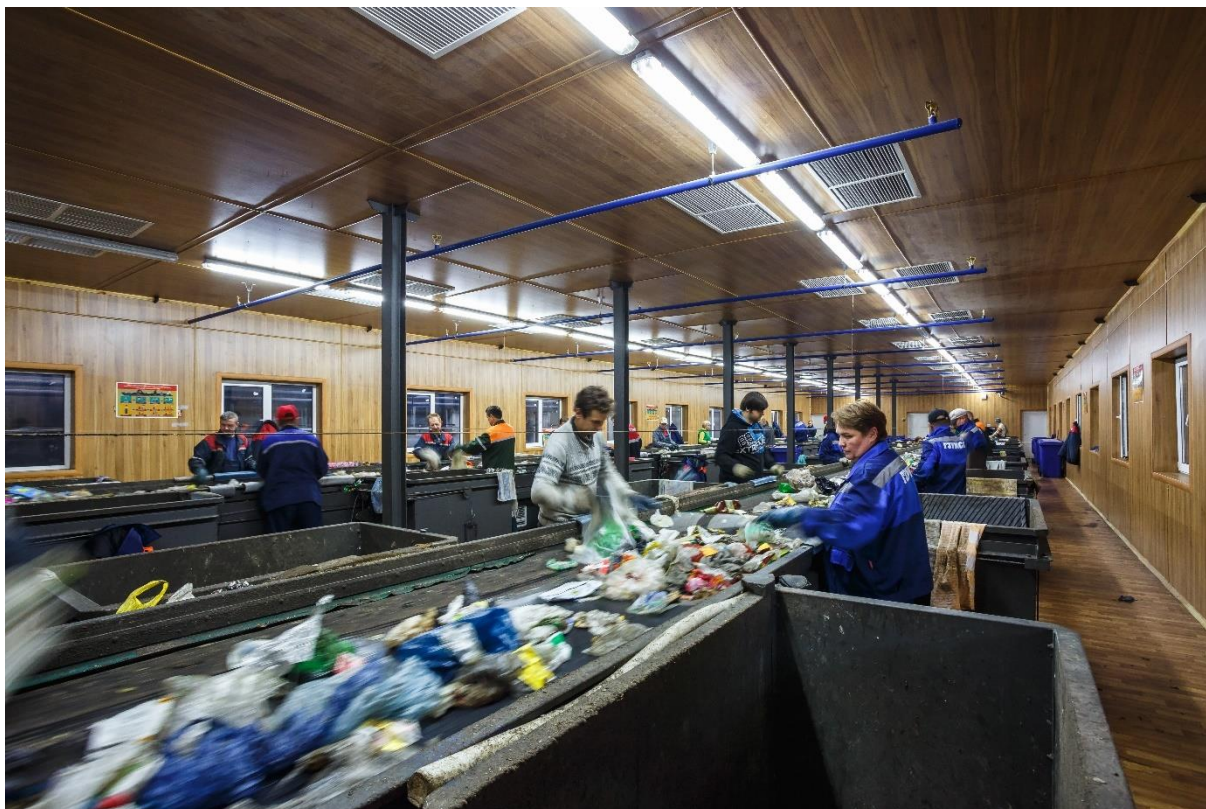
A kézi válogatósorok – lásd **12. ábra** – napjainkban már elterjedt, konvencionális válogató egységek. Általában panelekből épített szerkezet, melyen belül a válogatószalag két oldalán állnak a válogatást végző személyek. A személyek mellett ledobó nyílások kerülnek kialakításra, amelyek puffer tároló boxokba válogatást tesznek lehetővé. A válogatók a szállítószalagról leemelik a kiválogatandó anyagot, majd a megfelelő ledobó nyílásba dobják.

Válogató boxok esetében minden esetben biztosítandó

- megfelelő természetes és mesterséges megvilágítás
- megfelelő légcseré a szaghatások és a személyzet által elhasznált levegő pótlására
- megfelelő hűtés és fűtés
- állítható sebességű szállítószalag, mivel a hulladékok összetétele, illetve változó személyzet létszám miatt a válogatás sebesség jelentősen változhat
- ergonomikus magasságok, a válogató személyzet jellemző magasságához igazított magasságú válogatószalag

- kellő szélességű ledobó nyílások, hogy a kiválogatott anyagok elakadásmentesen juthassanak el a tároló boxokba. Jellemző méret 500 x 1400 mm
- füst és tűzjelző rendszerek, kézi poroltó készülékek
- munkavédelmi előírásoknak megfelelő menekülési útvonalak
- csúszásmentes padlóburkolat

A válogatószalagok a másodnyersanyagok kézi válogatását biztosítják. A szalagok a hazai válogatóművek esetében dörzshajtású, görgők által stabilan megvezetett kivitelben készülnek. A szállítószalagok dobja a szalag végén szalag feletti mágneses leválasztó tartományban- Anti mágneses kivitelű. A dolgozók munkájának megkönnyítése érdekében a térdek szabad tere megnövelt mértékű. A felhordó-szalagok szerkezetét stabil csavarodás-mentes profilacél-hegesztett konstrukcióból építik. A szalag két végén található a meghajtó, átfordító és feszítő egységek, a tengelyek a szalagok teljes szélességét átérlik. A csapágycsukákat általában folyamatos zsírozású kivitelben készítik. A szalagok két oldalát lemezborítás védi. A szalagok visszafutó oldalán alul és felül is szennylehúzó egységek kialakítása jellemző. A szalagok azon részén, ahol a válogatandó anyag érkezik, stabil szerkezetű görgőket helyeznek el, amelyek rázkódásnak és ütésnek ellenálló elasztikus betéttel (gumigyűrűvel) vannak bevonva, így biztosítható a hosszabb élettartam. A válogatószalagok nagy szakítószilárdsággal rendelkeznek, négyszeres szövetbetét erősítéssel készülnek.



12. ábra: Dupla válogatókabin – [9]

3.1.6 Bálázók és perforátor

Bálázó gépek – lásd **13-16. ábrák** -segítségével a leválogatott tiszta, hasznosítható hulladékfrakciók tömörítésére kerül sor. A bálázásnak köszönhetően az anyagok tárolása és szállítása gazdaságosabb.

A préselendő anyag a feladószalagon át jut a bálázó betöltő tölcserébe. A betöltő akna aljában található fényzorompó vezeti be – anyag jelenléte esetében – a sajtolási folyamatot. A sajtolási folyamat az anyag sűrítésével kezdődik. A sajtoló dugattyú sebességének vezérlése nyomástól függően történik. A modern csatornás bálázógépek esetében a teljes sajtolási folyamat vezérlése nyomás-, idő- és útfüggő. A sajtolási folyamat befejeztével a sajtoló dugattyú automatikusan visszajár alapállásába, és a sajtolási folyamat újratekzdődik.

Ha a sajtoló dugattyút anyagfelhalmozódás gátolja előrehaladásában a vágóélnél, akkor a vezérlés beindítja a vágóél-préselőt. Ekkor a sajtoló dugattyú egy kissé visszamegy (időtől függően van vezérelve); a préselő lefelé megy a présaknába, eltávolítja az anyagot a vágóéltől,

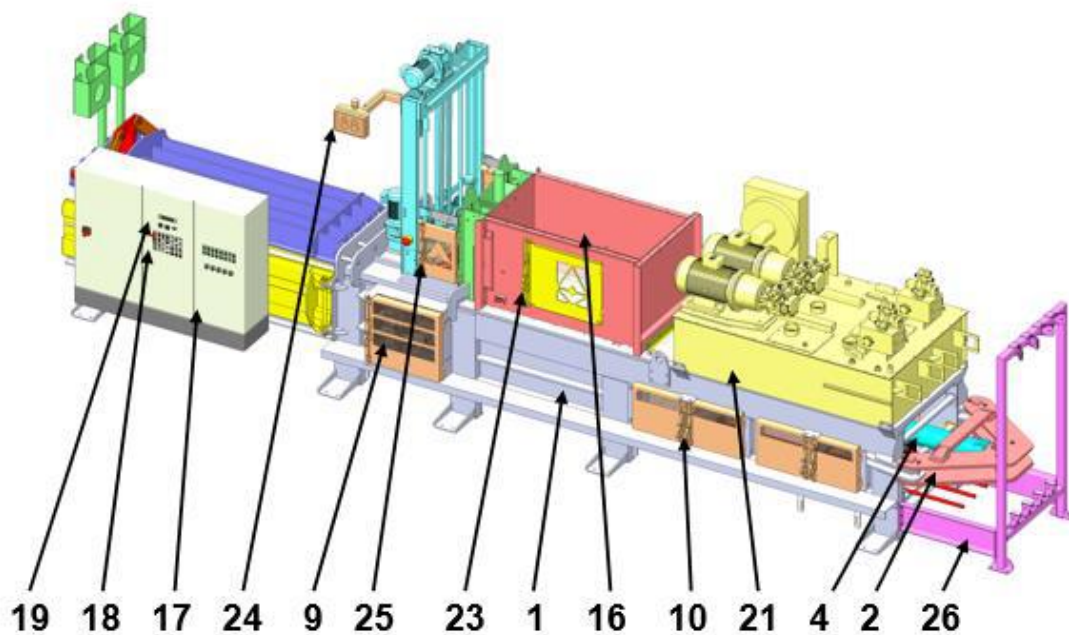
majd visszajár kiinduló helyzetébe. Ha a vágóél még mindig nem tud továbbmenni, a folyamat addig ismétlődik, míg a sajtolási folyamat akadálytalanul nem folytatódhat.

Ha megvan a beállított bálahossz, akkor a vezérlés indítja az automatikus kötözőkészüléket. PET palackok bálázása előtt a PET palackok perforálása szükséges, hogy a PET palackokon belüli levegő kipréselhető legyen.

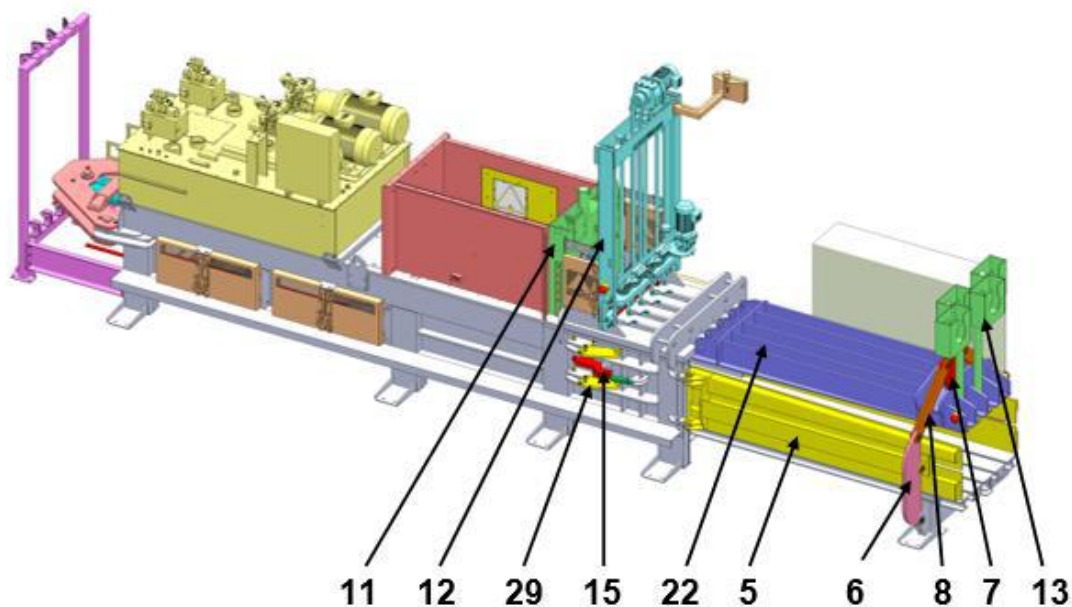
Hazánkban döntően egy bálázó gépet építenek be technológiai sorokba mivel a gépek jellemzően sokkal magasabb kapacitásúak a feldolgozni kívánt hulladék mennyiségénél, továbbá a beruházásokra fordítható összegek jellemzően alacsony.



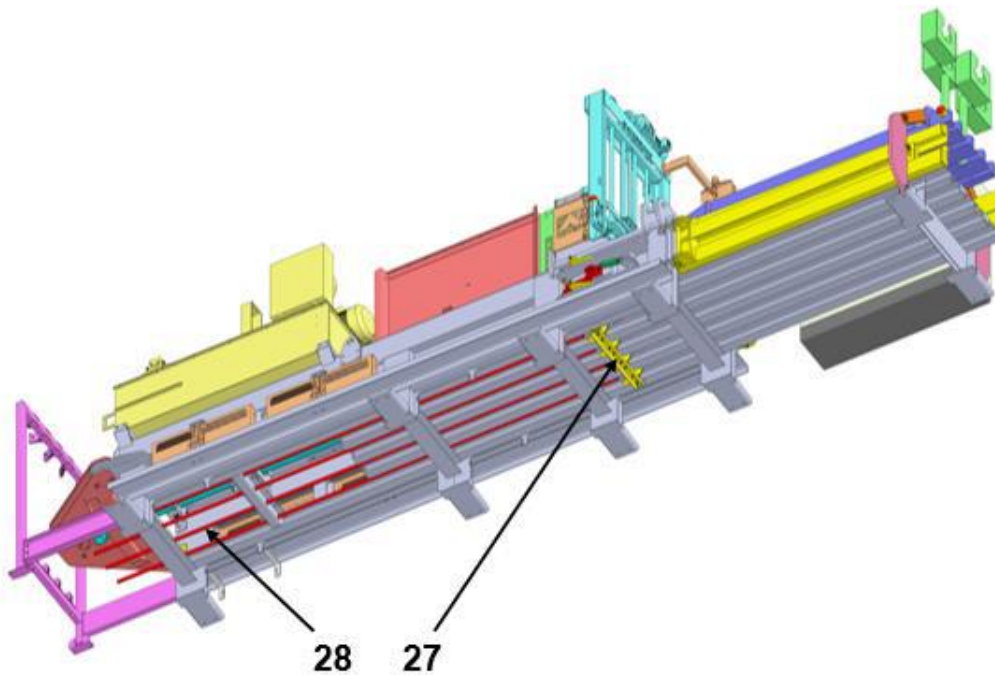
13. ábra: Avermann-Horváth Kft. – AVOS 1401 csatornás automata bálaprés –[10]



14. ábra: Avermann-Horváth Kft. – AVOS 1401 csatornás automata bálaprés – Gép kézikönyve: II.5 fejezet – A gép felépítése perspektivikus nézet - [11]



15. ábra: Avermann-Horváth Kft. – AVOS 1401 csatornás automata bálaprés – Forrás: Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás – Gép kézikönyve: II.5 fejezet – A gép felépítése perspektivikus nézet - [11]



16. ábra: Avermann-Horváth Kft. – AVOS 1401 csatornás automata bálaprés felépítése alulnézet – [11]

A fenti ábrákon bemutatott AVOS 1401 típusú bálázógép Magyarországon elterjedt. A gép kézikönyvének II.5. fejezete alapján [11] a gép felépítése:

1. Présház
2. Hid
3. Présfej (az ábrán nem látható)
4. Munkahenger
5. Nyomólap
6. Kaloda
7. Kaloda egység munkahengerrel
8. Kaloda tartó
9. Visszafogó ajtó
10. Szervízajtó
11. Vágóél
12. Kötözőegység (Lánczaegység)
13. Felső dróttartó (nem felszereltség)
14. Drótmegvezetés (az ábrán nem látható)
15. Visszafogó munkahengerrel (opció)

16. *Adagolónyílás*
17. *Kapcsolószekrény*
18. *Kezelőegység*
19. *Kijelző*
20. *Láncza egység burkolat (az ábrán nem látható)*
21. *Hidraulika egység*
22. *Nyomólap*
23. *Garatajtó*
24. *Kiegészítő kijelző (opció)*
25. *Lánczaajtó*
26. *Drótvezető keret*
27. *Alsó drótvezetés nem felszereltség*
28. *Megvezetés (opció)*
29. *Anyagvisszafogó (opció)*

3.1.7. Ballisztikus szeparátorok

A ballisztikus szeparátorok – lásd **17.-18. ábrák** - a könnyű csomagolóanyagok, valamint az általános háztartási hulladékok kezelésére leggyakrabban alkalmazott berendezés.

A fellazított anyag kerül a három frakciós szeparátorra. Az optimális anyagszétválasztást a szitaelemek mozgása révén érjük el. Az elemek végén excenter tengely van szerelve. A rotációt az elemek körformájú mozgása adja. Az alul betáplált anyagból a körkörös mozgás miatt a könnyű anyag (2D) felfelé, a nehéz frakció (3D) lefelé vándorol.

A ballisztikus szeparátor működése

A könnyű frakció (2D) puha, lapos, vékony részekből áll. A rázás, feldobás és forgatás a szitálás miatt műanyag fólia, műanyag zsákok, papír, kartonpapír, textil frakciók kerülnek leválasztásra. Ezeket az anyagokat a szitaelemek felfelé szállítják (2D).

A nehéz frakció (3D) kemény, gördülő anyagokból áll: kő, fa, kemény műanyag, PET, HDPE, PP. Ezek a frakciók a szitaelemeken lefelé gurulnak, alul gyűlnek össze (3D). A szitaelemeken lyukak vannak, ezek szélessége állítható, jellemzően 10-100 mm között. A szitás megoldás segíti az esetleg bennmaradt apró anyag leválasztását.

A válogatási folyamat során egyetlen lépésben három frakció – háromdimenziós, kétdimenziós, illetve finom (poros) - leválasztása történik meg.

A mozgó padlózat, az oldalfalak és egyéb kopó alkatrészek nagy szilárdságú és kopásállóságú acélból készülnek, mivel az excenteres meghajtás jelentős igénybevételt okoz.

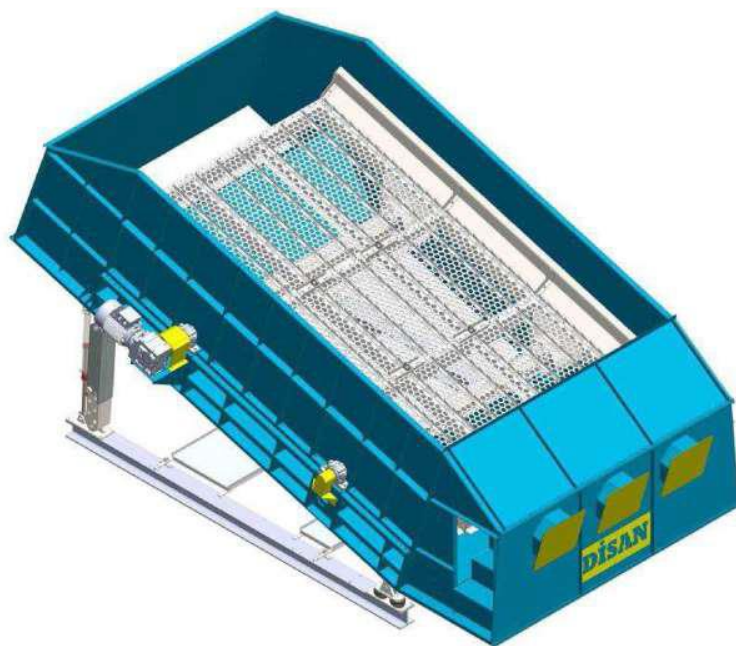
A dőlésszög és az eltérő ballisztikai viselkedés között lévő szoros kapcsolat miatt az anyagválasztás határfoka / hatékonysága szabályozható a dőlési szög állításával.

Gördülő, alaktartó anyagok, palackok és egyéb üreges testek a ballisztikus szeparáció elve miatt a berendezés első oldalán távoznak a berendezésből.

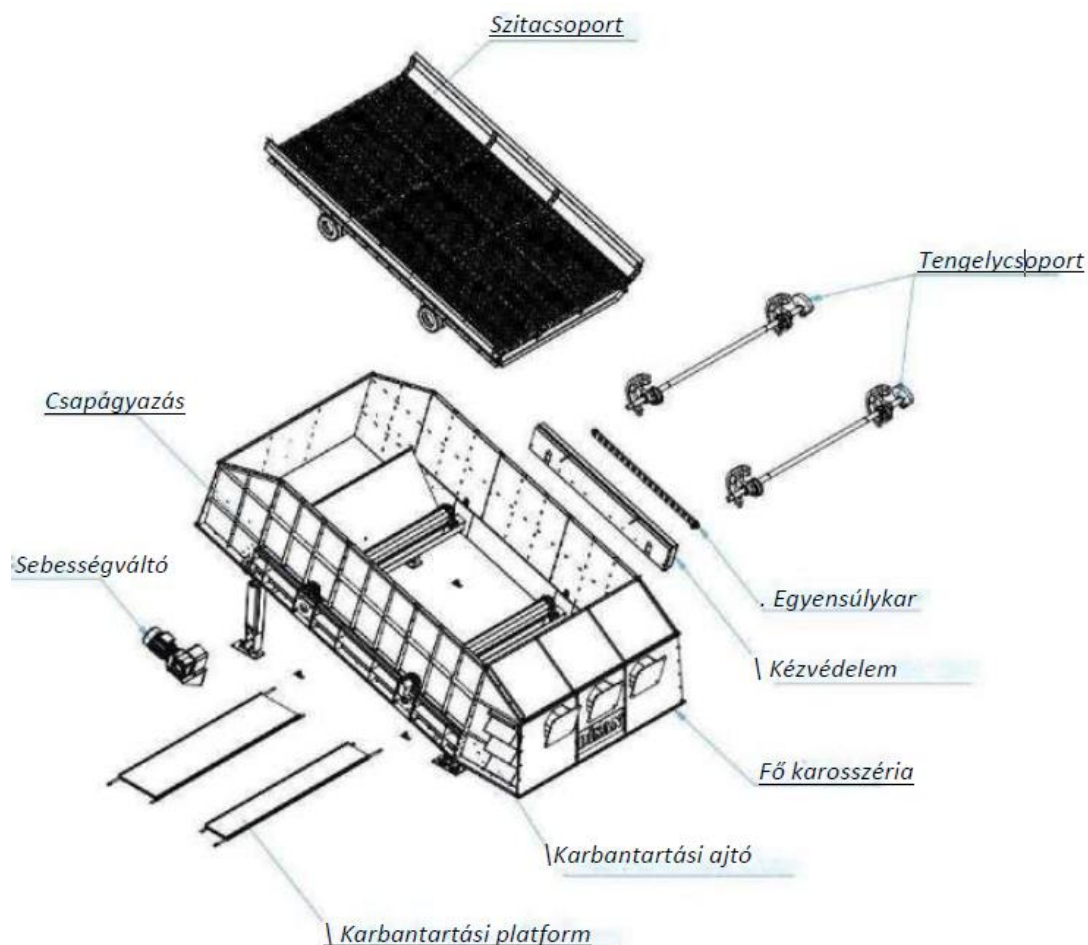
A fóliák és hasonló, nem alaktartó, lágy anyagok a berendezés hátsó részéhez vándorolnak. (természetesen a fajsúlyuk függvényében). Az apró, finom szemcseméretű anyagok a rácshálón keresztül távoznak a berendezésből.

A ballisztikus szeparátorok főbb jellemzői

Excentrikus főtengely masszív, könnyen cserélhető csapágyakkal van szerelve. A különböző kapacitásigények kielégítésére 6-34m³-es rostatér, különböző szélességű és 6+8+10 szitalapáttal szerelt gépkialakítás érhető el. Kapacitásuk: jellemzően mérettől függően 30 m³/h feletti.



17. ábra: Disan gyártmányú ballisztikus szeparátor – [12]



18. ábra: Disan gyártmányú ballisztikus szeparátor felépítése - [13]

3.1.8 Örvényáramú szeparátor

Az örvényáramú, más néven eltolási áramú leválasztó berendezések – lásd **19. ábra** - segítségével kerülnek eltávolításra a réz, alumínium, cink és egyéb nem ferromágneses fémek. A gép működési elve: örvényáram, más néven eltolási áram keletkezik, ha egy elektromos vezető változó mágneses térbe kerül. A mező forrásának és az elektromos vezetőknek a viszonylagos mozgása miatt a vezetőkben köráramok más néven örvényáramok keletkeznek. A köráramok mágneses indukciót okoznak. Lenz törvénye értelmében a kialakuló mágneses mező az eredeti mágneses mező irányával ellentétes, azt próbálja megszüntetni, ezáltal erőhatás lép fel az elektromos vezető és a mágnes között. Minél erősebb a mágneses mező, annál nagyobb az elektromos vezetőképessége a vezetőknek, illetve minél gyorsabb a mágneses mező változása, annál nagyobb örvényáramok keletkeznek a vezetőkben. A kialakuló mágneses mezők miatt a ferromágneses, nem fém és nem ferromágneses fémek elválaszthatók egymástól. A leválasztott fémek konténerben gyűjthetők. Válogatóművek esetében alumínium dobozok és

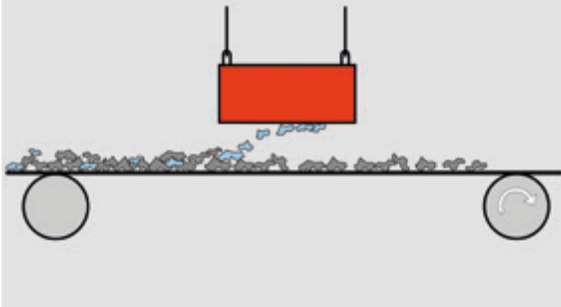
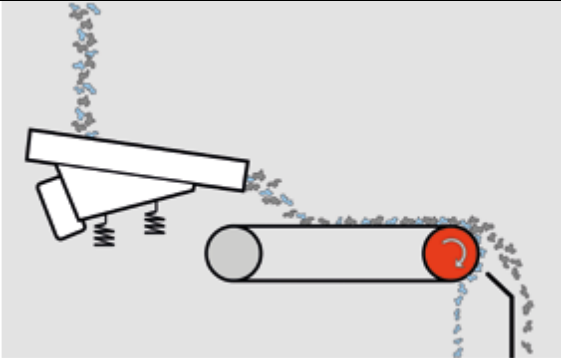
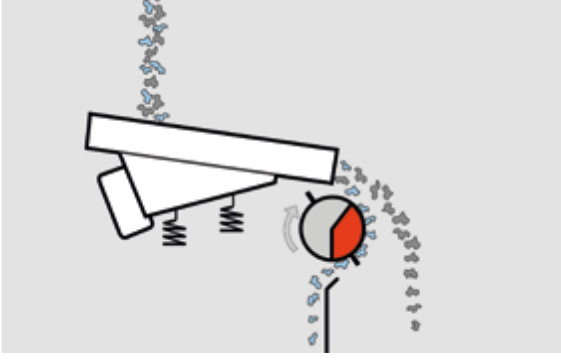
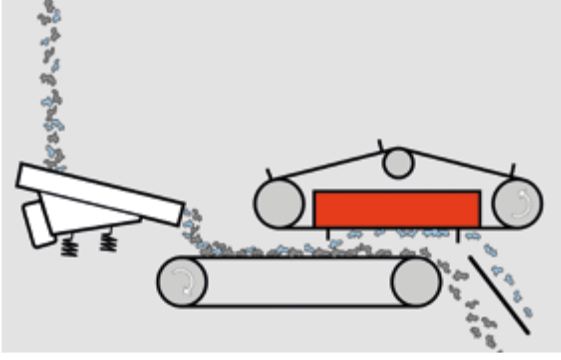
alumínium fóliával bevont kompozit csomagolások (pl. italoskarton) válogatására szokták felhasználni.



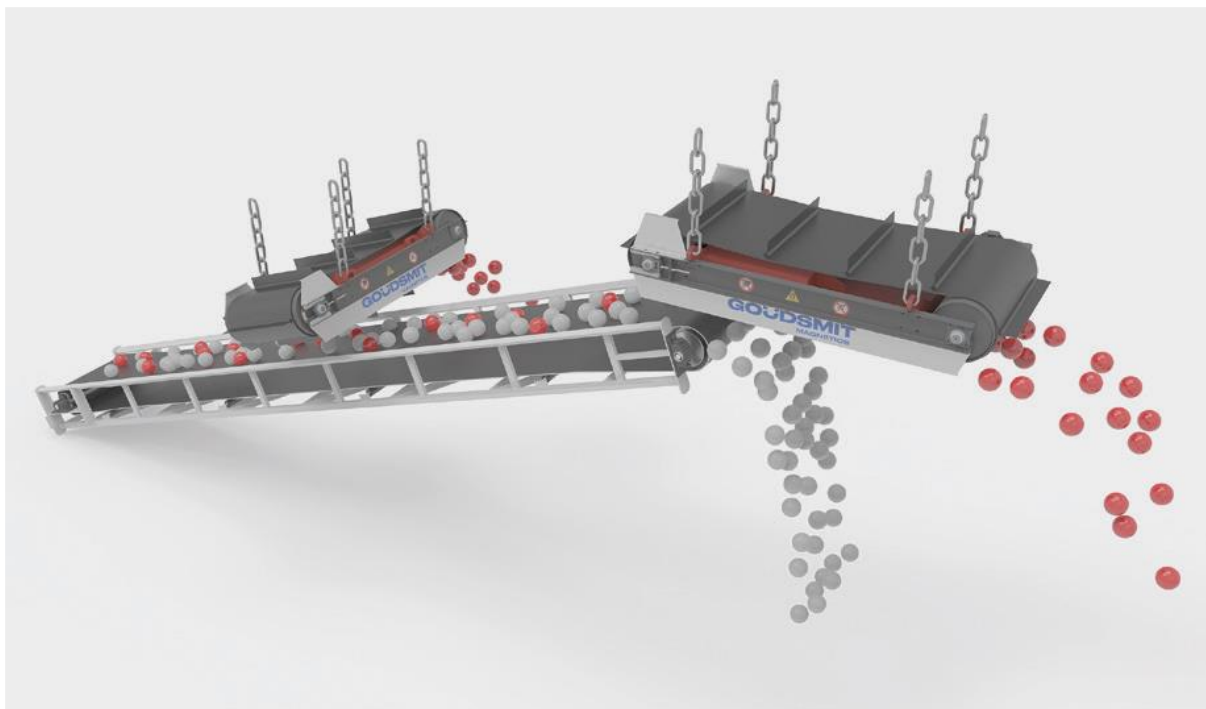
19. ábra: örvényáramú szeparátor - [14]

3.1.9 Mágneses szeparátorok

A leválasztó mágnesek – lásd **20-21. ábrák** - alkalmasak vas és vas tartalmú anyagok kiválasztására, vagy aprító malmok védelmére extra kopás vagy törés ellen. A leválasztó mágnesek általában fix magasságban vannak telepítve a szállítószalag fölött (felső szalagos mágneses szeparátorok). A vas és vas tartalmú anyagokat a mágnes magához vonzza és így kiemeli az anyagáramból. Az öntisztító mágnesek egy szállító szalaggal kihordják a kiemelt anyagokat. Ha a leválasztó mágnes az anyagárammal hosszanti irányba van felfüggesztve, akkor a tisztítás hatékonysága magasabb és néhány esetben kisebb mágnesekkel is meg lehet oldani a feladatot. Az elektromágneses maggal ellátott mágnesek úgynevezett száraz – azaz léghűtéses mágnesek.

	Felfüggesztett blokk mágnes
	Szállítószalag dobba épített mágneses szeparátor
	Dob mágnes szeparátor
	Felfüggesztett mágneses szeparátor

20. ábra: mágneses szeparátorok elvi kialakítási módja - [15]



21. ábra: felfüggesztett kereszt és sorral azonos irányú mágneses szeparátorok működési elve - [16]

3.1.10 Zsákfeltépők

A zsákfeltépőket – lásd **22. ábra** - használják ömlesztett anyagok adagolására, pl. papír, karton, könnyű csomagolóanyagok (a sárga zsákok ill. sárga konténerek tartalma) fellazítására, zsákok nyitására. Magyarországon Gassner gyártmányú zsákfeltépők a legelterjedtebbek. Ezeknél a zsákfeltépőknél a szerkezet egy zártszelvény keretből áll, amely felső oldalán egy padlólemezzel van burkolva. A padlólemeztől balra és jobbra burkolatok alatt egy-egy szállítólánc fut. Ezek közé vannak szerelve a szállítólécek, amelyek a padlólemezen siklanak. A hátsó végén található a hajtómotor az előtároló bunker szállítóláncainak hajtóművével. Az elülső oldalon, valamint bal- és jobboldalon oldalfalakat lehet szerelni. A keret alatti jobb-, és bal oldali térség lemezzel van borítva.

Adagolófal kaparóléces szállítógéppel

Az adagolófal az előtároló bunkerhez csatlakozik, és az adagolóegységet jeleníti meg. Egy zártszelvény keretből áll, amelynek felső végén a hajtóműtengely, alsó végén pedig a szállítóláncok átfordítótengelye van csapágyakban beépítve. A két szállítólánc burkolatok alatt fut, és szállítólécekkel vannak összekötve. Az utóbbiakra fogak vannak szerelve, és egy lemezfenéken csúsznak. Az adagolófal felső végén (kb. 900 mm-rel a fenéklemez fölött) található az idegentest áteresztő automatika. Ebbe önbeálló csapággal van beépítve a

terelőgereblye. Ugyanebben a térségben, de kb. csak 500 mm-rel a padlólemez fölött a keret a tapogatók fogadására van szerelvényezve. Az adagolófal hajtóműtengelyének jobb végén található a hajtóműkerék és a hajtókaros hajtás a terelőgereblye meghajtásához. Az adagolófal külső jobboldala mentén két lánc fut a hajtómotortól az adagolófal hajtóműtengelyéhez. Ezek hajtják meg az adagolófal szállítópdlóját és a terelőgereblyét. Bal és jobboldalon, valamint az adagolófal hátsó végén lemezfalak találhatók. Az adagolófal baloldalán (kívánságra jobboldalon is) van szerelve a köteles csörlő a terelőgereblye magassági állításának céljából.

Idegentest áteresztő automatika

Az idegentest áteresztő automatika egy duplacsöves keretből áll jobb- és baloldalán egy-egy emelőkarral. Két, az adagolófal keretén rögzített fogadoszerelvénnyel van csapágyazva, és főlhajtható. Lehetővé teszi a terelőgereblyének, hogy rövid ideig kitérjen felfelé, ha tömör idegentesttel találkozik.

Terelőgereblye

A terelőgereblye önbeálló csapággal van beépítve az idegentest áteresztő automatikába, és forgattyús hajtással van meghajtva. A terelőgereblye egy duplacsöves keretből áll, amelyen 9 hosszú és 2 rövid fog van rögzítve. A fogak pedig ugyancsak úgynevezett vezetőprofilokkal (hajlított, fogazott lemezek) vannak felszerelve, amelyek megkönnyítik nagy fóliadarabok és kartonok továbbítását.

Zsáktépő

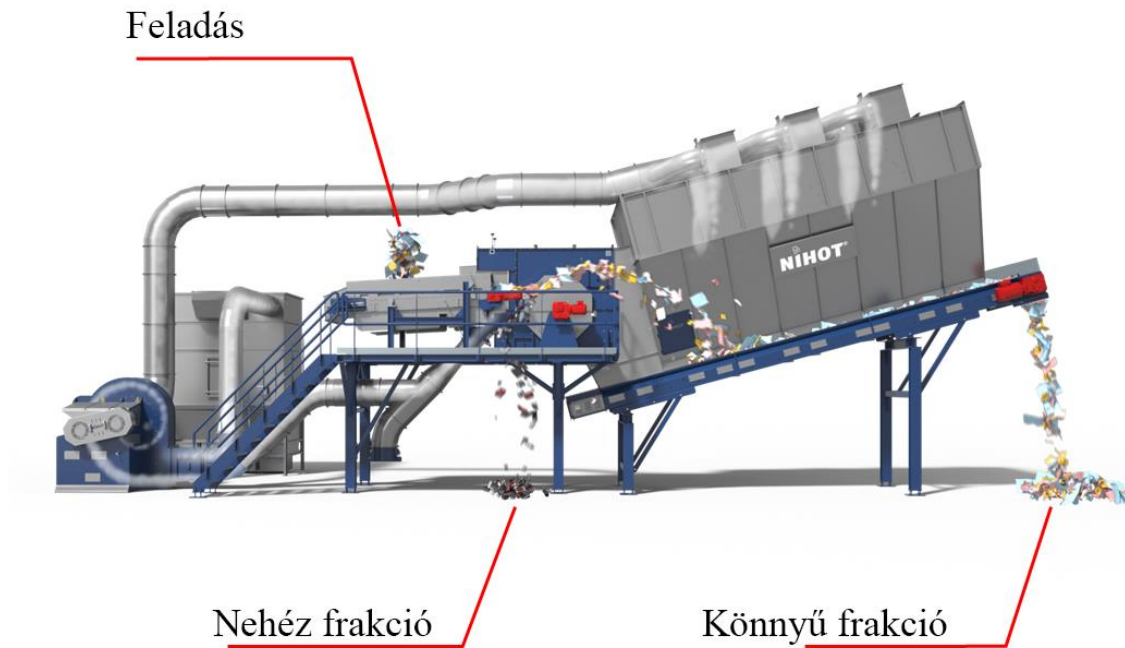
A zsáktépő egy oldalsó rögzítőlemezekkel ellátott zártszelvény-keresztartóból áll, amelyen 8 db, csapágyakkal szerelt felhajtható tapogató van. A tapogatók hajlított zártszelvényből vannak, amelyeknek oldalára késpengék vannak szerelve. Ezek a késpengék vágják ki a zsákokat. A tapogatók egyúttal a bekapcsoló automatika mérőérzékelőjeként is szolgálnak.



22. ábra: Gassner gyártmányú zsákfeltépő - Miskolci válogatómű - Szerző képe (2024)

3.1.11 Légszeparátorok

A légszeparátorok – lásd 23. ábra - süllyedési sebesség (áttételesen fajsúly) szerinti szétválasztásra alkalmazott gépek. A szeparátorban a hulladékáramra keresztirányban nagy mennyiségű levegőt fújnak be. A befújt levegő segítségével elválaszthatók egymástól az eltérő fajsúlyú anyagok pl. papír, műanyag, textil stb. frakció a nehéz szilárd hulladékoktól (kő, üveg, egyéb törmelék). A légszeparátorba érkező szalagról lehulló anyagokat keresztáramú levegővel fújják ki egy vagy két fokozatban. A könnyű frakciót a szeparátor szalagra fűjja, míg a nehéz frakciók a meredek vályúról kihodószalagra érkeznek. A légosztályozó készülékekben a szabályozott sebességű levegőárammal osztályozzák a hulladékot sűrűség szerint.



23. ábra: NIHOT gyártmányú légszeparátor elvi működési ábra - [17]

3.2 Konvencionális válogatóművek főbb jellemzői

Magyarországon konvencionális válogatóműnek számítanak azok a válogatóművek, amelyek legalább az alábbi felépítéssel bírnak:

- Zsákfeltépő
- Dobrosta – por és kézzel nem válogatható finom frakciók automata leválogatására
- Kézi válogatószalag és kabin – legalább 12 állásos, min 6. frakció válogatására
- Kézi válogatókabin alatti tárolóboxok a válogatott anyagok elkülönített bálázásához
- Automata bálázó

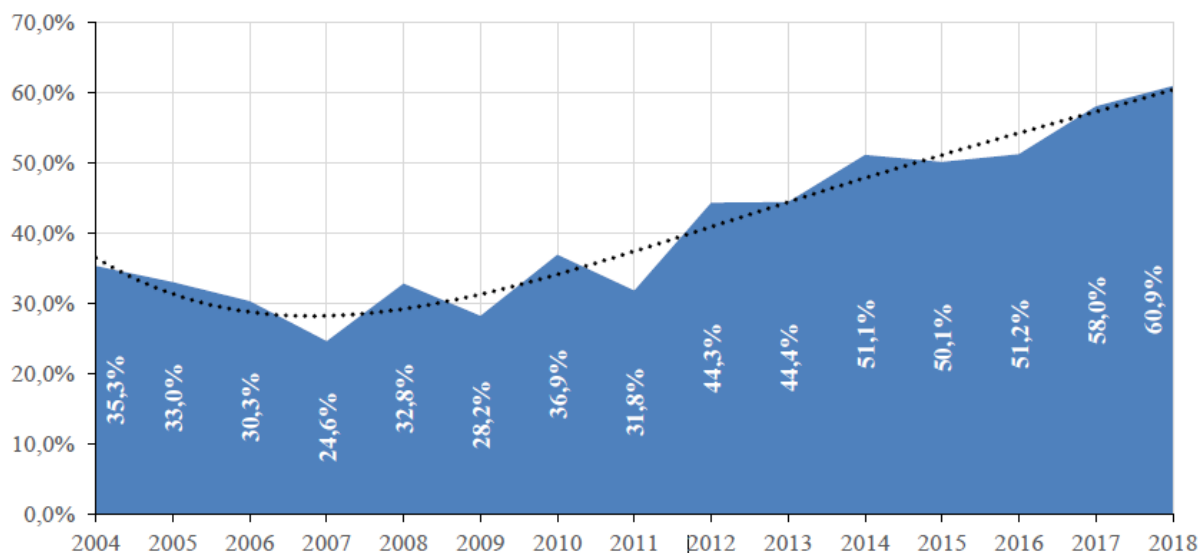
Ezeket a válogatóműveket jellemzően az Európai Unió által biztosított PHARE és ISPA előcsatlakozási alapok, illetve 2004-et követően aláírt finanszírozási megoldások esetében Strukturális vagy Kohéziós Alapok felhasználásával építették ki jellemzően a 2004 – 2010 közötti időszakban. [18] Ilyen válogatóművek telepítésére került sor az alábbi hulladékgazdálkodási rendszerek részeként:

- Cegléd – Kecskemét (Duna-Tisza-köze hulladékgazdálkodási rendszer)
- Szolnok
- Kiskunhalas, Felgyő – Homokhátsági hulladékgazdálkodási rendszer

- Miskolci hulladékgazdálkodási rendszer
- Győri hulladékgazdálkodási rendszer
- Zalaegerszegi hulladékgazdálkodási rendszer (Nyugat-Balatoni hulladékgazdálkodási rendszer)
- Som (Dél-balatoni hulladékgazdálkodási rendszer)
- Szeged
- Hajdú-Bihari hulladékgazdálkodási rendszer
- Tiszafüredi hulladékgazdálkodási rendszer
- Sajó-Bódva hulladékgazdálkodási rendszer (Sajókaza)
- Pécsi hulladékgazdálkodási rendszer
- Észak-kelet Pesti Hulladékgazdálkodási rendszer (Gödöllő, Nógrádmargit)

A válogatóművek közös jellemzője volt, hogy a vonatkozó regionális hulladékgazdálkodási rendszerekben belül elindított elkülönített hulladékgyűjtésből származó hulladékokat fogadták az ipari eredetű, elkülönítetten gyűjtött hulladékok mellett. A gyűjtési mód segítségével elsődlegesen közterületi hulladékgyűjtő szigeteken gyűjtött papír (irodai, karton, újság stb.), műanyag (PET és PE fólia, italoskarton), alumínium dobozok, acél dobozok gyűjtésére került sor. A gyűjtött mennyiség relatíve alacsony volt, a szennyezettség relatív magas. A regionális hulladékgazdálkodási rendszerek keretén belül kiépített lakossági hulladékgyűjtő udvarok jellemzően kis mennyiségű hulladékot vettek át, ezek a létesítmények inkább építési-bontási hulladékok, zöldhulladékok, lomhulladékok és kis mennyiségű veszélyes hulladék átvételét végezték, a válogatóművek terhelése tekintetében sem üzemelésük kezdetekor, sem most nincs relevanciájuk.

A hasznosítható hulladékok gyűjtési módja a 2010-es évektől kezdődően fokozatosan eltolódott a házhoz menő edényes gyűjtési módra, a fogyasztási volumen bővülésével a keletkező elkülönítetten gyűjtött hulladékok mennyisége is növekedett, ahogyan az a **24. ábrán** is látható.



24. ábra: Az anyagában hasznosított hulladék aránya Magyarországon - [19]

Ahogy az OHT 2021-2027-ben is szerepel [20]: „Az anyagában hasznosított hulladékok aránya 2007-től kezdve trendjében folyamatosan emelkedik: a 2007. évi 24,6%-ról 2018-ra már 60,9%-ra nőtt. Mindez látszik a kiemelt hulladékáramok 2010-es és 2018-as részletező ábrájából is: mindegyik hulladéktípus esetében javult az anyagában történő hasznosítás, kivéve természetesen a veszélyes hulladékot, mely esetében az egyéb módon történő kezelés aránya növekedett meg. Emellett trendjében folyamatosan csökken a megfigyelt teljes időtávban a lerakással ártalmatlanított hulladék aránya az összes hulladékkezelési mód között. Ez utóbbi a 2007-es évtől kezdődően összhangban van az anyagában hasznosított hulladékok növekvő arányával: a lerakás csökkenése és az anyagában történő hasznosítás növekedése együtt adják ki a kedvező irányt.” [12]

Az anyagában hasznosítás növekedése a települési hulladékok, mint kiemelt hulladékáramok esetében elképzelhetetlen az elkülönített hulladékgyűjtési módok (gyűjtősziget, házhoz menő gyűjtés, hulladékudvarok) keretén belül gyűjtött hulladékok válogatása nélkül.

3.3 Modern válogatóművek főbb jellemzői

A modern válogatóművek kiépítésének időszaka az Európai Unió 2014-2020 költségvetésének részét képező Környezet és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP) keretén belül megvalósított fejlesztések eredménye. A KEHOP keretén belül megvalósított fejlesztéseket a többször módosított 1084/2016. (II. 29.) Kormányhatározat 2. melléklet KEHOP-3.2.1 projektek és Budapest Főváros Önkormányzata esetében a KEHOP-3.2.2 projekt tartalmazta.

A KEHOP-3.2.1 projektek esetében sor került a még hiányzó válogatóművi infrastruktúrák kialakítására, továbbá az alábbi projektek esetében

- (Békéscsabai válogatómű,
- BAZ Megyei hulladékgazdálkodási projekt válogatómű,
- Dél-Alföldi Hulladékgazdálkodási Projekt mechanikai-biológiai hulladékkezelő és válogatómű,
- Dél-Balatoni Hulladékgazdálkodási Rendszer - Somi válogatómű,
- Budapest Eszterlánc úti válogatómű), modern válogatómű létesítésére

Ezek a válogatóművek az alábbi fontosabb technológiai elemeket tartalmazták a konvencionális válogatóművekhez képest:

- Ballisztikus szeparátorok
- Optikai szeparátorok – kézi válogatás minimalizálása
- Feladási pontok egyes válogatási elemeket nem igénylő frakciók elkülönített válogatására

A válogatóművek közül 2 válogatómű (Szeged és Békéscsaba) vegyes települési hulladékokból tüzelőanyagok előállítására is alkalmas mechanikai előkezelő technológia mellett elkülönítetten gyűjtött hulladékok válogatására is alkalmas technológiával kerültek kiépítésre.

A válogatóművek jobb gépi feldolgozási megoldásokkal bírnak, csökkentik az élőmunka igényt és általánosan nagyobb kapacitással bírnak a hagyományos válogatóművekhez képest. Hátrányuk a komplex és drágább karbantartás, az üzemeltetéshez szükséges műszaki személyzet terén szükséges magasabb képzettség.

3.4 Kötelező visszaváltási (betétdíjas) rendszerből származó anyagok válogatása

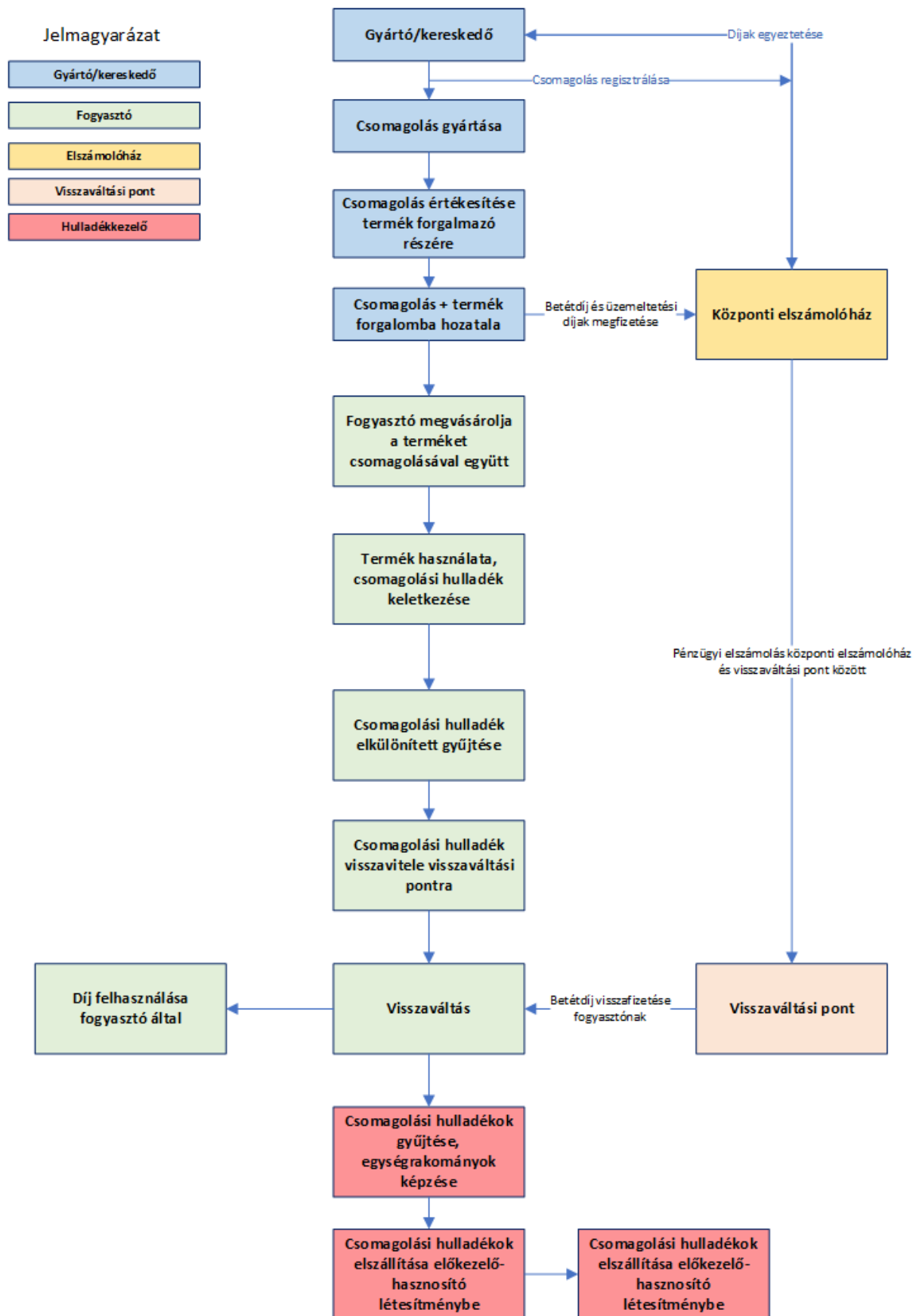
3.4.1 A kötelező visszaváltási (betétdíj) rendszer rövid bemutatása

A kötelező visszaváltási (továbbiakban betétdíjas) rendszerek bevezetésének célja, hogy egyes környezetüket terhelő csomagolóanyagok gyűjtésének és újrahasznosításának pénzügyi fedezete rendelkezésre álljon a gyűjtött források segítségével, ezzel párhuzamosan a költségek mesterséges növekedésével a vonatkozó csomagolással bíró termékek fogyasztóit más

csomagolással bíró termékek irányába terelje a szabályozó. A betétdíj mértékét úgy állapítják meg, hogy biztosítsa a gyűjtési, szállítási, kezelési rendszerek kiépítésének és üzemeltetésének költségeit és biztosítsa a betétdíj visszafizetését a csomagolás visszaváltását követően.

A kötelező betétdíjas rendszer felépítésének elve a **25. ábrán** kerül bemutatásra. Elemei:

1. Csomagolóanyagok körének meghatározása, melyek esetében betétdíjat kell fizetni (jellemzően PET palackok, Alu- és üvegcsomagolások)
2. A forgalomba hozott csomagolás után a gyártó vagy kereskedő (általánosan első adott piaci forgalomba hozó) megfizeti a betétdíjat a központi elszámoló szervezet részére
3. Az első forgalomba hozó a betétdíjat és a betétdíjas rendszer üzemeltetéséhez szükséges költségekre fedezetet nyújtó források arányos részét a termék árában érvényesíti.
4. A fogyasztó a termék elhasználását követően a termék csomagolását elkülönítve gyűjti
5. A fogyasztó a csomagolást visszagyűjtési pontra (manuális átvételi pont, visszavételi automata) elviszi
6. A fogyasztó a visszaváltott csomagolásért pénzt, vagy pénzzel egyenértékű utalványt kap a visszaváltási ponton, amelynek ellenértékét levásárolhatja kijelölt kereskedelmi egységben
7. Az összegyűjtött csomagolóanyagokat egységrakományba gyűjtik
8. A csomagolóanyagokat átmeneti logisztikai pontokra, vagy előkezelő-hasznosító létesítményekbe szállítják
9. Előkezelés-hasznosítás elvégzése
10. Hasznosítást követően új termék gyártása (pl. PET palackból műszál, vagy újra PET palack stb.)
11. Visszaváltási pont üzemeltetője elszámol a betétdíjat kezelő központi elszámolóházzal
12. Betétdíj mértékének újrakalkulálása a költségek és fogyasztói-kereskedelmi magatartások alapján
13. A vissza nem változott csomagolások utáni betétdíjak visszaforgatása üzemeltetésre, fejlesztésre, szemléletformálásra.



25. ábra: Kötelező betétdíjas rendszer elvi működési sémája - Szerző saját szerkesztése

A betétdíjas rendszerek bevezetésének lehetséges előnyei és hátrányai:

2. táblázat: kötelező visszaváltási rendszer előnyei és hátrányai

Előny	Hátrány
Betétdíjjal szabályozott anyagokból keletkező hulladékok jobb visszagyűjtési aránya	Fogyasztói árak drágítása, infláció generálása
Jobb hulladékhasznosítási arány elérése a keletkező hulladék mennyiségéhez képest	Központi elszámoló rendszer kiépítését igényli
Környezetet szennyező csomagolások fogyasztásának visszaszorítása	Komplex és drága logisztika
Gyűjtött hulladék jobb minőségű, kevésbé szennyezett	Lakossági elégedetlenséghez vezethet (árak növekedése és többlet műveletek maradék hulladékokkal)
Jobb hasznosíthatóság	
Hulladékgyűjtési-szállítási feladatok részleges áthelyezése konvencionális közszolgáltatási rendszerekről dedikáltan kiépített gyűjtési-szállítási logisztikára	

A kötelező betétdíjas rendszerek minden országban mutatnak eltéréseket, nincs két azonos betétdíjas rendszer [21]. A betétdíjas rendszerek kialakítása során számos eltérés lehetséges, a lehetséges eltérő üzemeltetési irányok:

- részben központosított elszámolás – elszámolóházak kialakítása földrajzi régiók vagy anyagáram szerint elkülönítve
- elszámolóház üzemeltetése gyártói/kereskedői kézben állami/önkormányzati felügyelet mellett
- betétdíj mértékének megállapítása – bevezetési költség alapon vagy költség + hosszú távú fejlesztések szükségessége alapján
- kézi visszaváltás, gépi visszaváltás (reverse vending machine => RVM), kombinált rendszerek kialakítása
- megfizetési és elszámolási mód - csomagolások tömeg/darab alapú nyilvántartása – tömeg mérése, vonalkód/QR kód azonosítás
- átalány betétdíj fizetése forgalom alapján, extra környezetvédelmi adó kivetése betétdíjas rendszerhez csatlakozás hiányában

3.4.2 Várható hatások – bevezetési modell Szlovákiában

A Szlovák Köztársaságban vizsgált egyik betétdíjas rendszer bevezetési modellje esetében a gyártók önkéntesen vehetnének részt a rendszerben, de távolmaradás esetén általánosan 24 eurocent díjat kellene fizetniük minden italcsomagolás után (PET palackok és dobozok). A szlovák piacon kb. 345 millió italos doboz kerül forgalomba évente, a PET palackok visszagyűjtési aránya kb. 62% volt, a rendszer bevezetésének célja legalább 90%-os visszagyűjtési arány elérése. Kereskedői oldalon a 400 m²-nél nagyobb értékesítési területtel rendelkező üzleteknek kötelező lenne csatlakozniuk, a központi elszámolást minisztériumi felügyelet mellett a gyártók biztosítják. A modell alapján kb. 80 millió EUR beruházási költség merülne fel, mely évi 33,3 millió EUR üzemeltetési költséggel párosulna. A bevételek mértéke kb. 28 millió EUR, a különbözet (kb. 5,3 millió EUR/év) ún. kezelési díjakból kerülne fedezésre, melyet a kiskereskedők (üzletek) által fizetendő kezelési díjaiból biztosítanak.

A rendszeren belül az italcsomagolásokat az üzletekből gyűjtik, ezt követően zsolnai számlálóközpontba szállítanak majd válogatóművekbe adnák tovább.

A tanulmány **[21]** kiemeli, hogy:

- a rendszeren belüli pénzügyi kiadások a PET és alumínium dobozok visszagyűjtési arányára rendkívül érzékeny,
- minél több csomagolást váltanak ki, annál nagyobb lesz az éves hiány, melyet az üzletek/gyártók által fizetendő adminisztrációs díjból kell kipótolni
- az automatizálás a kezdeti beruházási költségeket jelentősen megnöveli, az üzemeltetési költségeket kisebb mértékben módosítja
- alumínium anyagáram esetén a rendszer önfenntartó is tud lenni az alumínium magas értékesítési árára tekintettel

3.4.3 Betétdíjas rendszer bevezetése Magyarországon

Magyarországon 2024. január 1-től vezették be a kötelező betétdíjas rendszer alapjait, a rendszer tényleges indulása 2024.07.01-től indul majd. A rendszert az egységes állami hulladékgazdálkodási koncesszió keretén belül építik ki és üzemeltetik, főbb jellemzői az alábbiak szerint adható meg:

- a betétdíj mértéke [22]:
 - nem újrahasznosítható csomagolási 50,-Ft/db italcsomagolás
 - újrahasznosítható csomagolás – gyártó önként határozhatja meg
- csatlakozási díj mértéke [23] (gyártók/kereskedők által fizetendő díj) csomagolás típusonként:
 - nem újrahasználható műanyag 18,-Ft/kg
 - nem újrahasználható fém 23,-Ft/kg
 - nem újrahasználható üveg 1,-Ft/kg
 - újrahasználható 1,-Ft/kg
- szolgáltatási díj mértéke [24] – lásd 3. táblázat - (gyártók/kereskedők által fizetendő díj)

3. táblázat: visszaváltási rendszer - szolgáltatási díj mértéke

1	Anyagáram megnevezése	Díjkód	Koncessziós társaságot megillető díjelem (Ft/kg)	Önkormányzatot megillető díjelem (Ft/kg)	A gyártó által fizetendő szolgáltatási díj (Ft/kg)
2	nem újrahasználható műanyag	M51	213	6	219
3	nem újrahasználható fém	V51	178	8	186
4	nem újrahasználható üveg (a díjátalány-fizetéssel érintett borászati termék üveg csomagolása kivételével)	U51	63	14	77
5	díjátalány-fizetéssel érintett borászati termék nem újrahasználható üveg csomagolása pezsgő, minőségi pezsgő, illatos minőségi pezsgő, szén-dioxid hozzáadásával készült habzóbor üveg csomagolása kivételével	U61	21	4	25
6	díjátalány fizetéssel érintett pezsgő, minőségi pezsgő, illatos minőségi pezsgő, szén-dioxid hozzáadásával készült habzóbor nem újrahasználható üveg csomagolása	U71	21	3	24
7	újrahasználható	X71	63	14	77

- üzemeltetési díj (MOHU Zrt. fizeti visszaváltási pontot üzemeltető kereskedőknek) **[25]**
 - 7,5,-Ft + ÁFA/palack
 - kézi visszaváltási hely esetén: 5,-Ft + ÁFA / palack
- termékregisztrációs díj (MOHU részére gyártó által csomagolás regisztrációja után fizetendő díj 2025.01.01-től) **[26]**: mértéke még nem került kihirdetésre
- betétdíjas körbe a 0,1 liternél nagyobb és 3 liternél kisebb PET palackok, alumínium dobozok és nem újratölthető üveg csomagolások tartoznak
- magas szinten automatizált, magas beruházási értékű rendszer kiépítésére kerül sor, a rendszer döntően visszaváltó automatákra épül
- gyűjtésre két anyagáramra kerül felosztásra
 - PET palackok és alumínium dobozok egybegyűjtve zsákokban, a zsákok
 - üveg csomagolási hulladékok törést/zúzást követően
 - 180 literes EN 840-1 hulladékgyűjtő edényekbe vagy
 - raklap alapterületű (1000 mm x 1200 mm x 760 mm méretű, kb. 0,912 m³) műanyag dobozokba
- kialakításra kerül időszakos mobil visszaváltási rendszer (tehergépjármű + automaták) az alacsony lakosságszámú települések ellátására
- a visszaváltási pontoktól átmeneti gyűjtő telephelyekre kerülnek a begyűjtött hulladékok, ahol a következő műveleteket végzik el
 - zsákok lerakodása
 - pallet boksok és EN 840-1 szabvány szerinti 180 literes gyűjtőedények ürítése
 - pallet boksok és 180 literes edények mosása
 - pallet boksok és edények átmeneti tárolása kereskedelmi egységek ellátásához, kiszállításig történő átmeneti tárolás
 - leürített hulladékok elkülönített tárolása, rakodás
- a kiszállított PET/alumínium doboz tartalmú zsákok válogatóművekbe kerülnek, ahol anyagfajta szerint elkülönítik a csomagolási hulladékokat
- az üveghulladékok átmeneti tárolást követően hasznosítóhoz kerülnek elszállításra

3.4.4 Betétdíjas rendszer hatása hazai válogatóművekre

A kötelező betétdíjas rendszer hatása a hazai válogatóművekre elsődlegesen az alábbiak szerint adható meg:

- a válogatandó mennyiségek növekedése. PET/Alu frakciók esetében kb. 60.000 tonna/év, üveghulladékok esetében 80.000 tonna/év begyűjtött mennyiséggel kalkulál a MOHU Zrt. [27]
- zsákfeltépők intenzív használata – ennek azért van jelentősége, mert a KEOP és KEHOP támogatási programok keretén belül a lakossági elkülönített hulladékgyűjtés terén elsődlegesen az edényes, házhoz menő gyűjtése bevezetésére került sor az egész országban, összhangban a jogszabályi és NHKV Zrt.-s követelményekkel. Ennek hatásaként a zsákfeltépők használata jelentősen visszaszorult az elmúlt években
- a PET / alu frakciókat az automatáknál együtt gyűjtik, így későbbi hasznosítás előtt szükséges ezen hulladékáramok szétválasztása. Ez elvégezhető:
 - kézi válogatással – rendkívül lassú és magas költséggel bír
 - örvényáramú szeparátorral, melynek segítségével leválasztásra kerülhetnek az alumínium frakciók – a hazai válogatóművek többsége nem rendelkezik ilyen berendezéssel
 - optikai szeparálással

A modern válogatóművek esetén az optikai szeparátorok többségénél nem áll rendelkezésre külön feladási pont az optikai szeparátorok előtt, ez azt jelenti, hogy a válogatóművek többségében az optikai szeparátor előtti teljes technológiai soron végig kell mennie a hulladékáramnak, mely növeli a költségeket a közvetlen szeparálás előtt.
- növekvő tárolóterületi igények: a PET palackok és alumínium dobozok válogatás előtt tömörítetlen formában érkeznek be a válogatóművekbe, az alacsony térfogatsűrűség miatt növekedni fog a létesítmények tárolóterületén felhasználása. A két anyagáram (PET/Alumínium) szétválasztását követően bálázással a tárolóterületi és szállítási logisztikai igények csökkenthetők.

4. Szolnoki válogatómű üzemeltetésének és fejlesztésének bemutatása

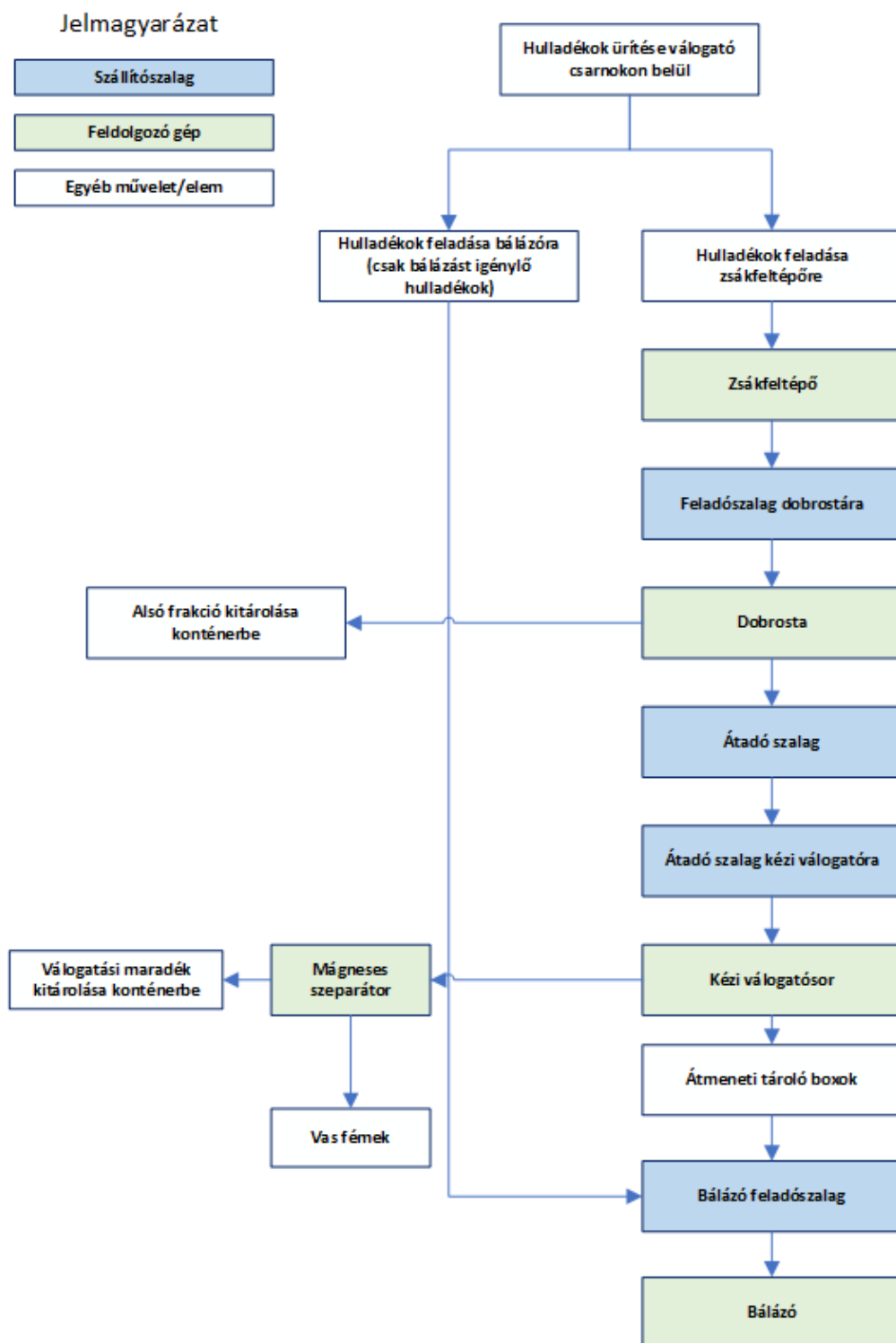
4.1 ISPA projekt keretén belül létesített válogatómű

A szolnoki válogatómű létesítésére 2003 – 2005 között került sor az Európai Unió előcsatlakozási támogatásainak felhasználásával 2000/HU/16/P/PE/007 ISPA projekt keretén belül [28].

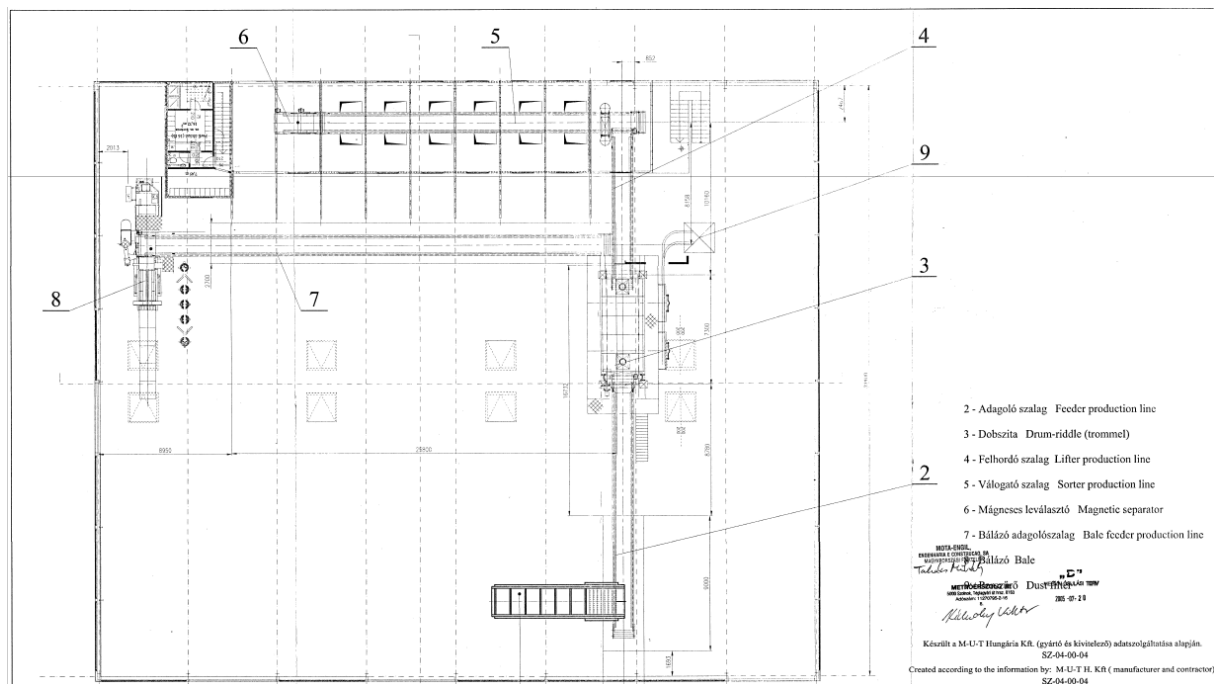
A kiépítésre került hulladékgazdálkodási rendszernek részeként 5000 Szolnok, Újszászi út, 8516 hrsz. ingatlanon kialakításra került egy új hulladékgazdálkodási alközpont az alábbi létesítményekkel:

- átrakóállomás és technológiája
- válogatómű és technológiája
- nyitott bálatároló
- közművek (ivóvíz, szennyvíz, villamos energia)
- belső utak
- kerítés
- csapadékvíz elvezetés
- csurgalékvíz gyűjtés
- hídmérleg
- iroda és szociális konténerek

A válogatómű működési modelljét a **26. ábra**, a technológiai terv helyszínrajzát a **27. ábra** mutatja be.



26. ábra: Szolnoki válogató ISPA válogatási technológia elvi folyamatára - Szerző saját szerkesztése



27. ábra: Szolnoki válogató ISPA projekt - válogatási technológiai helyszínrajz - [29]

A válogató működtetése:

1. A válogatandó hulladékok ürítése a válogatómű padozatára
2. Válogatandó hulladékok feladása rakodógéppel zsákfeltépőre
3. Zsákfeltépőről átadás dobrostára – elválasztási határ 80 mm
4. Dobrosta alsó frakció kitárolása konténerbe – elszállítás deponálásra
5. Dobrosta felső frakció szállítószalagos továbbítás kézi válogatószalagra
6. Kézi válogatás 14 válogató állással. A válogató állások mellett ledobó nyílások találhatók a pozitív válogatáson átesett anyagok szakaszos bálázására. A válogatósoron lehetőség van kisebb méretű dobozokba vagy műanyag hulladékgyűjtő edényekbe egyéb kis mennyiségű frakciók leválogatására. Válogatás legfeljebb 8 frakcióra.

Jellemző válogatott frakciók

- a. PET palackok (natúr, kék, egyéb vegyes színű)
- b. karton
- c. papír
- d. alumínium dobozok
- e. PE fóliák
- f. vas dobozok
- g. italoskarton
- h. PP/HDPE flakonok

7. A válogató szalag végén mágneses szeparátor segítségével a vaskémmek leválasztása. Leválasztott vas értékesítése hasznosítók részére.
8. Válogatási maradék kitarolása konténerbe – elszállítás deponálásra. Szállítás a telephelyi átrakóállomáson keresztül két ütemű szállítással
9. Válogatott anyagok kézi erővel vagy munkagéppel rátolásra kerülnek a bálázó felhordó szalagra
10. A bálázóra feladás lánchevederes felhordó szalaggal
11. Bálázás – PET palackok esetében perforátorral, mely a PET palackokat lyukasztja, elősegítendő a PET palackok jobb összenyomhatóságát
12. Bálák szükség szerinti címkézése, kitarolás tároló területre

A technológiai sort a M-U-T Hungária Kft. építette ki alvállalkozásban.

A válogatómű a kor követelményeinek megfelelt, de a megváltozott hulladékgazdálkodási előírások (házhoz menő elkülönített gyűjtés miatt növekvő mennyiségek, kötelező betétdíjas rendszer bevezetése) és az általános amortizáció miatt a rendszer átalakítása elengedhetetlen volt.

4.2 A szolnoki válogatómű felújítása KEHOP-3.2.1 projekt keretén belül

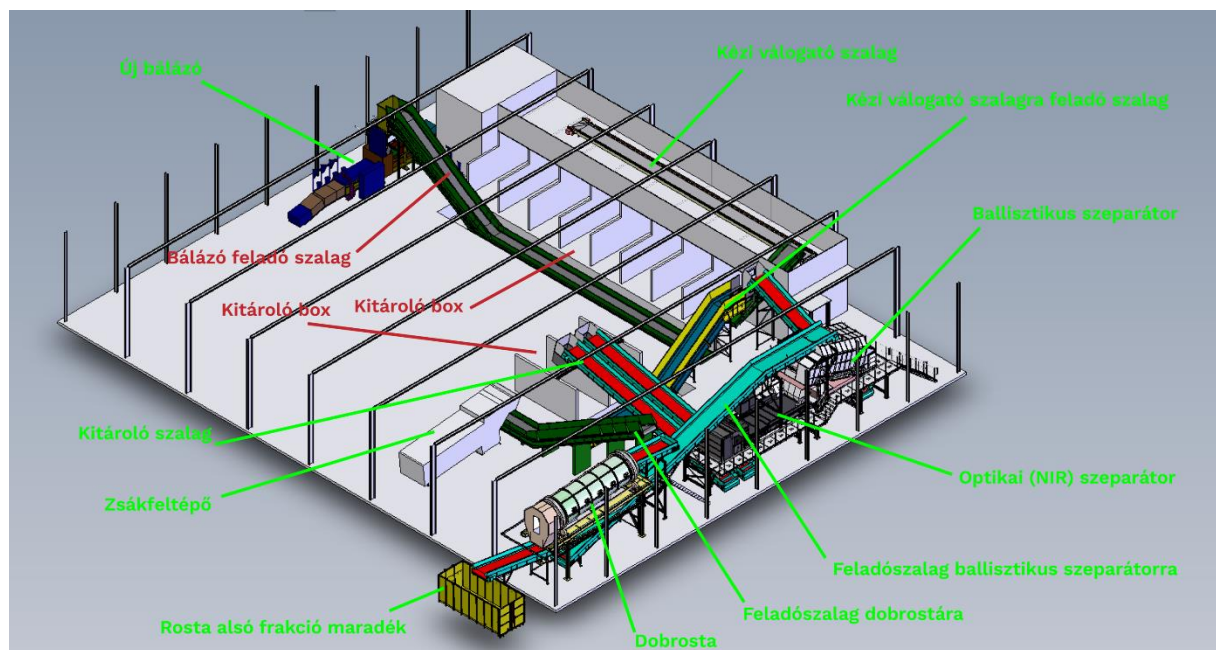
A Szolnok, Újszász úti válogatómű felújítására 2023-ban került sor a Nemzeti Fejlesztési Programiroda-Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás (Megrendelő konzorcium) és a Bazaltech Kft. – Homokhátsági Környezettechnika Kft. (Vállalkozói konzorcium) közötti szerződés alapján [30].

A válogatómű technológiai átalakítása a következőket foglalta magába:

- új 504 m²-es fedett bálátároló szín létesítése
- meglévő zsákfeltépő felújítása és áthelyezése
- új lánchevederes szállítószalag a zsákfeltépő és dobrosta között
- dobrosta áthelyezése
- új kitaroló szalag dobrosta alsó termék gyűjtésére konténerbe
- 2 db új dörzshajtásos szállítószalag dobostáról ballisztikus szeparátorra történő anyagátadáshoz
- új ballisztikus szeparátor telepítése

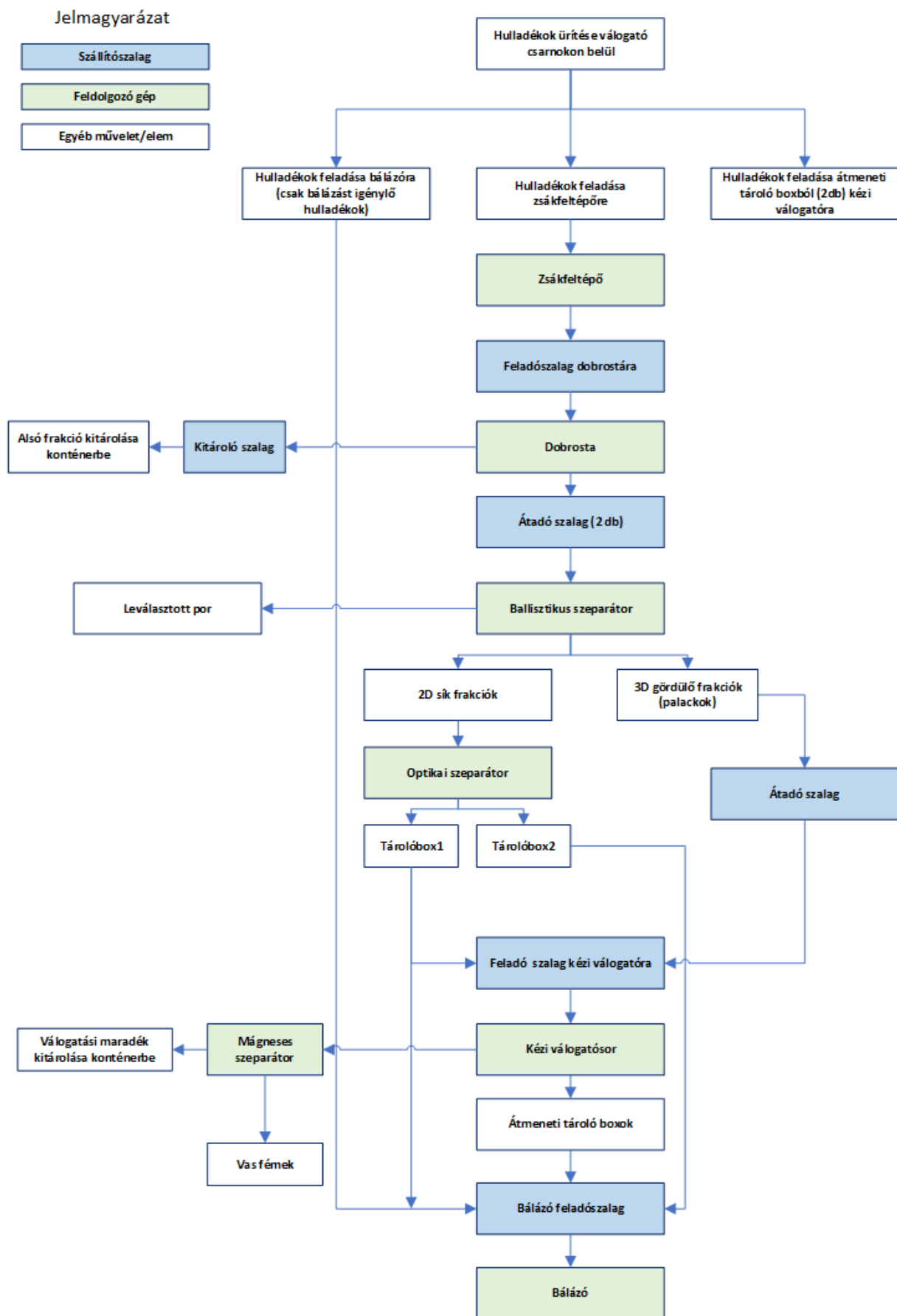
- új dörzshajtásos szállítoszalag ballisztikus szeparátorról kézi válogatószalag felé
- új közel-infravörös tartományban működő optikai szeparátor
- kompresszor és sűrített levegő hálózat telepítése NIR szeparátorhoz
- 2 db új szállítoszalag optikai szeparátoron leválogatott anyagok kitárolására átmeneti tároló boxba
- új lánchevederes szállítoszalag kézi válogatóra történő feladáshoz
- új bálázó telepítése
- technológiai tartószerkezetek gyártása és telepítése
- villamos energiaellátási hálózat bővítése
- új technológiai főelosztó szekrény
- új vezérlési program írása

A megvalósítandó technológia 3D-s terve a **28. ábrán** kerül bemutatásra.



28. ábra: Szolnok válogatómű - felújítási terv - perspektivikus nézet - [31]

A válogatási folyamat elvi folyamatábráját a 29. ábra mutatja be.



29. ábra: Szolnoki válogatómű KEHOP projekt utáni elvi technológiai folyamatára - Szerző saját szerkesztése

A válogató működtetése:

1. A válogatandó hulladékok ürítése a válogatómű padozatára
2. Válogatandó hulladékok feladása rakodógéppel
 - a. zsákfeltépőre vagy,
 - b. válogatást nem igénylő anyagok feladása bálázó felhordószalagra
 - c. optikai szeparátor átmeneti tárolóboxában tárolt anyagok feladása bálázóra
3. Zsákfeltépőről átadás dobrostára – elválasztási határ 80 mm
4. Dobrosta alsó frakció kitárolása konténerbe szállítószalagos kihordással– elszállítás deponálásra
5. Dobrosta felső frakció szállítószalagos továbbítása ballisztikus szeparátorra 2 szállítószalaggal
6. Ballisztikus szeparálás – sík (2D jellegű) frakciók (pl. papír, karton, fóliák) elkülönítése a 3D-s (pl. palackok) frakcióktól. Por elszívása
 - a. 3D frakciók átadása kézi válogatóra továbbító szalagra
 - b. 2D frakciók átadása NIR optikai szeparátorra (NIR = near-infra-red – közel infravörös tartomány)
7. Optikai válogató – papír / műanyag frakciók elkülönítése
8. Kitárolás 2 db kis méretű átmeneti tároló boxba szállítószalagokkal
9. 2 db kis méretű átmeneti tárolóboxból feladás szállítószalaggal kézi válogatásra vagy rakodógéppel bálázó felhordó szalagra
10. Kézi válogatás 14 válogató állással. A válogató állások mellett ledobó nyílások találhatók a pozitív válogatáson átesett anyagok szakaszos bálázására. A válogatósoron lehetőség van kisebb méretű dobozokba vagy műanyag hulladékgyűjtő edényekbe egyéb kis mennyiségű frakciók leválogatására. Válogatás legfeljebb 8 frakcióra. Jellemző válogatott frakciók
 - a. PET palackok (natúr, kék, egyéb vegyes színű)
 - b. karton
 - c. papír
 - d. alumínium dobozok
 - e. PE fóliák
 - f. vas dobozok
 - g. italoskarton
 - h. PP/HDPE flakonok

11. A válogató szalag végén mágneses szeparátor segítségével a vasfémek leválasztása.
Leválasztott vas értékesítése hasznosítók részére.
12. Válogatási maradék kitárolása konténerbe – elszállítás deponálásra. Szállítás a telephelyi átrakóállomáson keresztül két ütemű szállítással
13. Válogatott anyagok kézi erővel vagy munkagéppel rátolásra kerülnek a bálázó felhordó szalagra a kézi válogatósor alatti tároló boxokból
14. A bálázóra történő feladás lánchevederes felhordó szalaggal
15. Bálázás – PET palackok esetében perforátorral, mely a PET palackokat lyukasztja, elősegítendő a PET palackok jobb összenyomhatóságát
16. Bálák szükség szerinti címkézése, kitárolás fedett tároló területre (új bálátároló szín)

A válogatómű felújítás utáni állapota a **30. ábrán** kerül bemutatásra.

30. ábra: Szolnoki válogatómű felújítás utáni képek - Szerző képei (2024)

	Optikai szeparátoron leválogatott hulladékok átmeneti kitároló boxai
	Régi dobrosta és felhordó szalagja, új átadó szalag ballisztikus szeparátorra



Optikai szeparátor



Optikai szeparátoron leválogatott hulladékok átmeneti kitároló boxai és kézi válogató lánchevederes felhordó szalag



DISAN ballisztikus szeparátor és Tomra Autosort NIR szeparátor



Új Avermann-Horváth AVOS 1401 bálázó és régi lánchevederes felhordó szalag

4.2.1 Üzemeltetési tapasztalatok

A fejlesztés eredményeként az alábbi **előnyök** mutatkoznak az üzemeltetésben:

- rugalmasabb anyag feladás.
 - A hulladékokat minőségük alapján teljes vagy részleges válogatásnak, illetve kizárólag bálázásnak is alá lehet vetni.
 - A válogatás lehet kézi vagy gépi.
 - A válogatás fókuszálhat műanyag / papír főáramok szétválasztására gépesített megoldással
- az optikai szeparátoron – gyártói szoftveres frissítés esetén – új anyagok felismerése és válogatása végezhető el
- nagyobb teljesítményű új bálázó, nagyobb bálátömegek

A kiépített rendszer **hátrányai**:

- a kivitelezőnek a meglévő válogatócsarnokon belül kellett kiviteleznie a technológiát, az átmeneti tárolóterületek jelentősen lecsökkentek,
- új technológiai egységek beépítésére csak a csarnok jelentős kibővítésével és a technológiai gépegységek áthelyezésével van lehetőség
- vezérlési program korlátozott:
 - a vezérlési program a kivitelezés időszakában jellemző együtt gyűjtött lakossági eredetű papír-műanyag-fém hulladékáram válogatására került beállításra. A betétdíjas rendszer bevezetésével a hulladékáram összetétele jelentősen változni fog, így a vezérlés átalakítása elkerülhetetlen

- üresjáratok növekedése: a vezérlés visszaszabályozza a technológiai egységeket. Ha a ballisztikus szeparátor mondjuk lassabban dolgozza fel a hulladékokat, akkor a megelőző technológiai gépelemek leállításra kerülnek. A gyakori leállítás-indítás a villamos hálózat szempontjából kiemelkedő áramfelvételeket jelent
- többlet karbantartási igény, növekvő költségek
- többlet amortizációs költség
- többlet rakodási igény az optikai szeparátor átmeneti tárolóboxok kis mérete és ebből fakadó ürítési gyakoriság növekedés miatt
- megnövekedő zajterhelés (ballisztikus szeparátor 7 tonnás szerkezetének excenteres hajtása miatt)
- megnövekedő porterhelés – ballisztikus szeparátor
- acél tartószerkezetek számának növekedése – az elemek sérülése, rozsdásodása többlet karbantartáshoz vezet
- munkavédelmi jellegű ellenőrzési és karbantartási feladatok növekedése

5. Javaslattétel a szolnoki válogatómű további fejlesztésre és hatékonyság növelésére

A szolnoki válogatómű továbbfejlesztési irányainak meghatározása során az alábbiakból indultam ki:

- a válogatómű bővítése elvégezhető a 8517 hrsz. ingatlan felé
- a válogatómű meglévő technológiai elemei áthelyezhetők
- kötelező visszaváltási rendszer elindul és megnövekednek a válogatandó anyagmennyiségek
- kézi válogatás szintje tovább nem fokozható, a szükséges kézi válogató létszám kerül felhasználásra (munkavállalói hiány és magas bérköltségek)

5.1 További optikák beépítése

A kötelező visszaváltási rendszer bevezetése és a gyűjtött mennyiségek növekedése esetén a szolnoki válogatóműben kezelendő hulladékok mennyisége kb. 1135 tonna/év mennyiséggel fog növekedni a PET és alumínium frakciók terén. [32]

Optikai szeparátor segítségével a PET palackok könnyen elválaszthatók az alumínium dobozoktól, elsődlegesen a PET palackok pozitív leválasztásával.

A PET/alumínium hulladékok előválogatása eredményeként a PET palackok további kézi válogatása, vagy további 1 db optikai szeparátor beépítésével natúr (áttetsző) – egyéb színű frakciókra is szétválaszthatók.

5.2 Örvényáramú szeparátor

A kötelező visszaváltási rendszer bevezetése esetén a PET és alumínium dobozok közös zsákba kerülnek gyűjtésre, ezeket hasznosítóhoz történő bálázásuk előtt szét kell választani. Az alumínium dobozok jelenléte miatt ennek egyik legjobb megoldása örvényáramú szeparátor beépítése a technológiai sorra. Örvényáramú szeparátor segítségével aszeptikus alumínium bevonatú italoskartonok előválogatása is elvégezhető.

Figyelemmel arra, hogy örvényáramú szeparátor alkalmazása kisebb beruházási és üzemeltetési költséggel bír, ezért a PET / Alumínium elválasztása örvényáramú szeparátor segítségével javasolt.

5.3 Új feladási pontok kialakítása

Eltérő összetételű települési és ipari hulladékok igény szerinti válogatásához szükséges, hogy a válogatási folyamatnak megfelelő szakaszban kezdődhessen meg a válogatás.

A meglévő rendszer egyik hátránya, hogy a ballisztikus szeparátoron leválogatott 3D frakciók minden esetben átadásra kerülnek kézi válogatósorra, mely ipari vagy előválogatott DRS frakciók esetében szükségtelen kezelési irány lenne.

Egyes hulladékáramok nem igényelnek:

- ballisztikus szétválasztás, de optikai válogatást igen (olyan anyagáramok, amelyek vagy tisztán 2D, vagy tisztán 3D frakciókból állnak)
- nem igényelnek finom frakció leválasztást (dobrosta), de kézi válogatást igen

Ezen igények kielégítése szükségessé teszi új feladási pontok kialakítását. Új feladási pontok kialakítása szükségessé teszi:

- adagolhatóság rakodógéppel
- szállítoszalag / átadási pont a következő feldolgozási egységhez
- villamos betáplálást
- gyengeáramú vezérlés és vezérlési program kiépítését/átalakítását

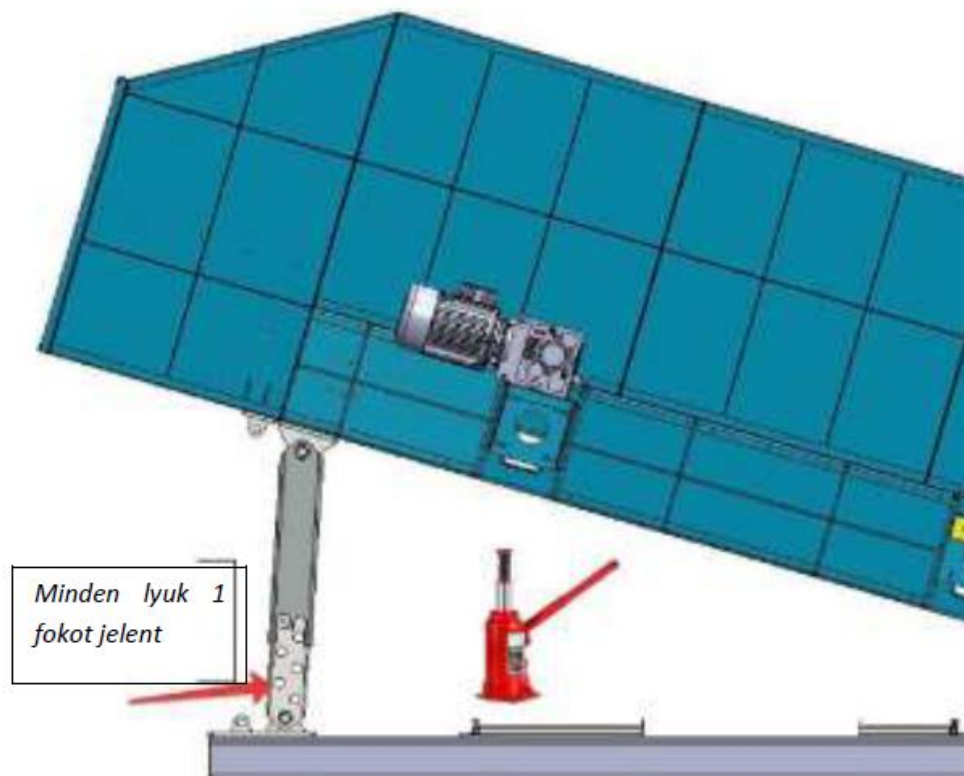
Általánosan javasolható, hogy a meglévő zsákfeltépő lesüllyesztésre kerüljön a válogató burkolata alá úgy, hogy kihordó szalagja a padlószinthez képest kb. -0,50 m-en legyen és legalább 3,0 méteres vízszintes szállítoszalaggal kezdődjön az anyagok kihordása. Ezen megoldás előnye, hogy így lehetőség nyílik a zsákfeltépővel és annak kihagyásával is a hulladékok könnyű válogatósori feladására, akár kézi erővel (pl. lapát) akár tolólapos munkagéppel. A megoldás munkavédelmi szempontból előnytelen, de kollektív és egyéni munkavédelmi eszközökkel, intézkedésekkel és szabályozásokkal a munkavédelmi követelmények kielégíthetők.

5.4 Méréstechnikai, felügyelet és vezérlési fejlesztési lehetőségek

A válogatómű jelenlegi vezérlése nem ad információkat az alábbiakról:

- gépenkénti villamos fogyasztások – költségelemzési célú kontrolling adatok gyűjtése érdekében ez releváns adat, a teljes villamos fogyasztás felosztása valós elfogyasztott energia alapján releváns adat. Almérők kiépítése szükséges
- gépenkénti üzemórák - költségelemzési célú kontrolling adatok gyűjtése érdekében ez releváns adat
- dobrosta feladó szalagra tömegmérők kiépítése
- bálázó csatornát követően raklap mérleg telepítése és bekötése vezérlési rendszerbe és nyilvántartási rendszerbe a bálák tömegének automata mérésére és bálák címkézésére. A vezérlési rendszerbe bekötése célja, hogy regisztrált bálátömeg hiányában a bálázás ne folytatódhasson, kikényszerítendő üzemeltetési oldalon a pontos nyilvántartás vezetést.
- a kiépített ballisztikus szeparátor elválasztási határa (*szeparátoron belüli mozgatott fémlemezek szöge a vízszinteshez képest*) jelenleg csak mechanikusan állítható egy hidraulikus emelővel. A hidraulikus emelővel manuálisan megemelhető a gép szöge, minden beállítási fokozat 1 fok növekményt jelent a vízszinteshez képest. A manuális

beállítást javasolt vezérlés érdekében villamos meghajtású hidraulikus emelővel biztosítani, így a mechanikus állíthatóságról át lehet állni elektronikusan vezérelt rendszerre.



31. ábra: DISAN ballisztikus szeparátor elválasztási határ beállítása hidraulikus emelővel - [33]

- IP kamerarendszer telepítése és központi vezérlő helyiség kialakítása. A válogatóművön belül jelenleg nem került kialakításra pormentes vezérlő helyiség, ilyen kialakítható egyszerű szendvicspaneles szerkezetből. A vezérlő helyiségen belül javasolt telepíteni a vezérlő szekrényt és a technológiai térre telepítendő IP kamerarendszer képeit mutató monitor rendszert és számítógépet. Javasolt IP kamera elhelyezési pontok
 - átmeneti tároló terület
 - zsákfeltépő
 - dobrosta alsó frakció gyűjtő konténer
 - ballisztikus szeparátor feladó szalag
 - optikai szeparátor gyorsító szalag
 - kézi válogató feladó szalag
 - kézi válogatószalag

- bálázó feladó szalag
- válogató szalag alatti boxok
- bálátároló

5.5 Maradék hulladékok gyűjtése RDF előállításához

A hulladékgazdálkodási szektoron belül RDF-nek hívják a hulladékokból mechanikai úton előállított szilárd tüzelőanyagokat, melyek jogi státuszukat tekintve hulladéknak minősülnek. Az RDF a 'refused derived fuel', azaz hulladékból származó tüzelőanyag angol mozaikszó rövidítése.

A válogatósoron belül **válogatási maradék** keletkezik 2 ponton:

- dobostán keletkező alsó frakció
- kézi válogatószalag végén leadásra kerülő válogatási maradék

A keletkező frakciók jelenleg műszaki védelem mellett lerakásra kerülnek, azonban ezen frakciók bár anyagában hasznosításra nem, de **energetikai hasznosításra még alkalmasak, RDF állítható elő belőlük**. Az energetikai hasznosításhoz szükséges frakciók minősége annak függvénye, hogy milyen technológia mellett kerül sor az égetésre. Cementgyárak esetében jellemzően $x < 80$ mm alatti frakciók jöhetnek szóba, légbefúvásos technológiát alkalmazó klinker égetők esetében pedig jellemzően $x < 40$ mm szemcseméret szükséges. A kis szemcseméret előállítása jelentős mechanikus munkát igényel, az utóaprításra használt shedderes (késes) aprítók jellemző villamos teljesítmény igénye 3 tonna/h feldolgozási kapacitás esetén 300 kW-ot meghaladó mértékű szokott lenni.

A válogatóműben keletkező válogatási maradékokat ezért folyamatos kiszállítási lehetőség esetén konténerbe, ennek hiányában bálázva szükséges tárolni, majd RDF előállító mechanikai előkezelő műbe javasolt elszállítani, ahol megfelelő szemcseméretű és fűtőértékű kiegészítő tüzelőanyagot (refused derived fuel = RDF) állíthatnak elő belőle.

A válogatási maradék lakossági eredetű házhoz menő gyűjtésből származó hulladékáramok esetében elérheti a 30%-ot is, így ezen hulladékok lerakástól történő eltérítése kiemelt cél.

5.6 Dobrosta csere

A hasznosítható mennyiségek növelése érdekében a meglévő 80 mm-es perforációjú dobrostán belül javasolt kisebb perforációjú dobrosta beépítése. 80 mm-es perforáció mellett a 0,33-as és 0,5 literes italcsomagolások a hulladékáramból távoznak, így javasolt kisebb, 40 mm vagy 60 mm-es perforációjú rosta alkalmazása. A rosta elsődleges feladata így már nem darabos hulladékok leválogatása, hanem elsődlegesen a „porszerű” frakciók leválogatása lenne, mellyen növelhető a válogatósor kihozatali aránya. A javasolt megoldás hátránya, hogy a rosta könnyebben eltömődhet, ez gyakoribb tisztítás és a rosta belső palástjának rendszeres ellenőrzésével megelőzhető.

5.7 Munkagépek fejlesztése

A kötelező visszaváltási (betétdíjas) rendszer elindulását követően az üveg hulladékok pallet boksza és EN 840-1 szerinti 180 literes hulladékgyűjtő edényekben kerül átadásra a válogatóműnél. Ezen gyűjtő eszközökhöz szükséges ürítő adapterek beszerzése, mivel a válogatóműnél jelenleg alkalmazott eszközökkel ezen gyűjtő eszközök nem üríthetők és kézi ürítésük munkavédelmi okokból tilos.

A pallet boxok ürítéséhez targoncavillás megfogás és hidraulikusan dönthető villaelem szükséges felső megfogási ponttal.

Az EN-840-es edények ürítéséhez javasolt telepített, a szabványsorozat szerinti peremes edényeket fésűs ürítőszerkezettel üríteni képes gép telepítése (edény borító).

5.10 Napelemes rendszer telepítése

A javasolt fejlesztések hatására a válogatómű villamos fogyasztása kis mértékben növekedni fog, mely jelentős mértékben ellensúlyozható napelemes rendszer telepítésével. A jelenlegi válogatómű alapterülete 48,0 x 40, méter, azaz 1920 m². A válogató csarnok tartószerkezete alkalmas napelemek fogadására.

A tetőn kialakítható 294 db panelből álló monokristályos rendszer, mely kb. 160 kWp teljesítményre képes.

A tájolási lehetőség és a jellemző időjárás alapján évente kb. 200.000 kWh villamos energia termelhető meg, a rendszer teljes nettó területigénye kb. 500 m².

Amennyiben a beruházási források lehetővé teszik, úgy a napelemes rendszer kibővíthető, a bővítéshez a szükséges helyigény biztosított.

A válogatómű bemutatott KEHOP-3.2.1 projekt keretén belüli technológiai bővítése utáni névleges beépített villamos teljesítmény a tervek alapján 144 kW egyidejű teljesítmény (bálázással együtt), két műszakos munkarenddel. 260 munkanap/év és folyamatos terhelés mellett ez 599.040 kWh/év villamos energia fogyasztást indukál, mellyel szemben áll a kb. 200.000 kWh/év termelés, így a nettó villamos energia fogyasztás a jelenlegi állapotokhoz képest kb. 1/3-val csökkenthető. A rendszer kiegészíthető akkumulátorokkal, így lehetőség nyílna a csúcsidőszaki áramigények részleges kielégítése a napelemes rendszer által műszakidőn kívül (pl. hétvégén) termelt energiából.

6. Javasolt technológiai folyamatára

Az 5. fejezetben bemutatott fejlesztési irányok mellett a következő elvi folyamatábrán mutatom be a szolnoki válogatómű technológiai fejlesztésének irányát. A lehetséges fejlesztési irányok alapján az alábbi átalakítások elvégzése javasolt:

- zsákfeltépő süllyesztése
- független feladási pont zsákfeltépőt követően (vízszintes süllyesztett aknában futó szalag telepítése)
- zsákfeltépőt követően örvényáramú szeparátor kiépítése
- dobrostát követően új feladási pont kialakítása ballisztikus szeparálást megelőzően
- 1 db új NIR optikai szeparátor beépítése a technológiai sorba a meglévő optikai szeparátor megemelését követően a meglévő NIR szeparátor alá beépítve. Ezzel a megoldással az optikai szeparátor egyik leválasztott frakciója közvetlenül újabb optikai szeparátorra vihető át. (következő szakaszú válogatás optikai szeparátornál beállított pozitív vagy negatív választás érdekében)
- dobroszt és kézi válogató válogatási maradék elszállítása RDF előállításra energetikai hasznosítása érdekében

A javasolt kialakítással lehetőség nyílik egy rugalmasan táplálható, a mindenkori válogatandó hulladékok összetételéhez igazítható gazdaságos válogatási tevékenység megvalósítására. A betétdíjas rendszerből származó PET és alumínium elkülönítésére minimálisan örvényáramú szeparátor beépítése szükséges a zsákfeltépő süllyesztésével és zsákfeltépő utáni feladási pont kiépítésével. A technológiai átalakítások kizárólag abban az esetben valósíthatók meg, ha a válogatómű kibővítésre kerül legalább 12 méteres sávban északi irányba, mely névlegesen $12,0 \times 48,0 = 576 \text{ m}^2$ bővítést jelent.

Az új technológiai egységek (szállítószalagok, optikai szeparátor, örvényáramú szeparátor) a beépített villamos teljesítményt várhatóan az alábbi mértékben növelnék meg:

- zsákfeltépőt követően új szállítószalag (lánchevederes, süllyesztett szalag, vízszintes szakasszal is tolólapos feladáshoz) kb 5 kW
 - örvényáramú szeparátor: 4 kW
 - új szállítószalag dobrostát követő feladáshoz (lánchevederes, süllyesztett szalag: kb 6 kW
 - új optikai szeparátor: kb 5 kW
- Összesen: kb 20 kW, 260 munkanap és 2 műszakos munkarend esetén névlegesen 83.200 kWh/év

A növekmény miatt a szükséges villamos hálózati fejlesztést és főelosztó szekrény átalakítást is el kell végezni, azonban a javasolt napelemes rendszer a felhasznált villamos energia mértékét abszolút értékben csökkenti.

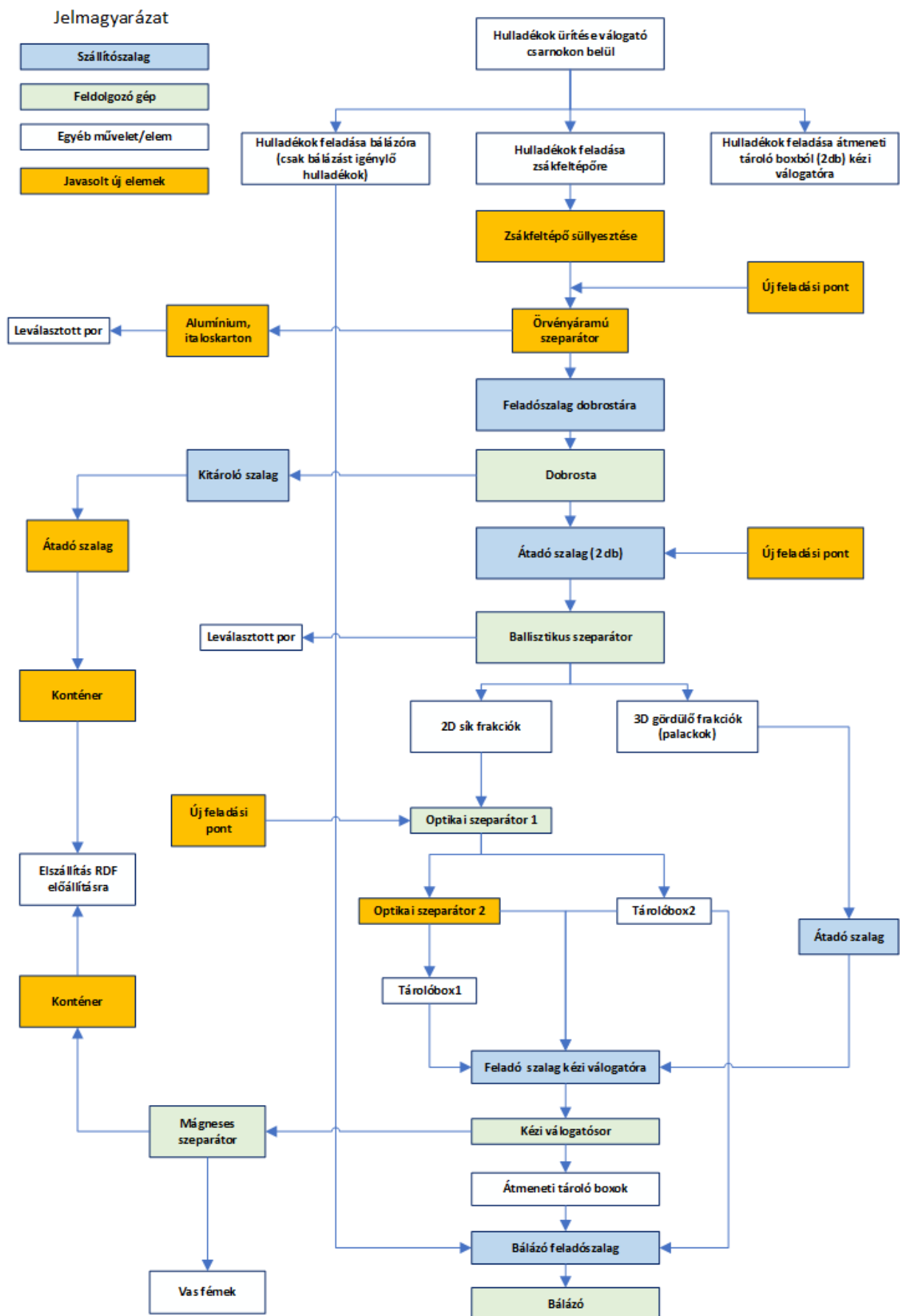
A javasolt napelemes rendszer kiépítésével a felhasznált nettó villamos energia mennyisége nagyságrendileg az alábbiak szerint változik:

Meglévő rendszer villamos fogyasztás	kWh/év	599.040
Bővítés utáni növekmény	kWh/év	83.200
Napelemes rendszer által termelt energia	kWh/év	200.000
Energiamegtakarítás	kWh/év	482.240
Energiamegtakarítás	%	kb 20%

A napelemes rendszer kiserőművi ($50 < x < 500$ kW névleges teljesítmény között) kategóriába tartozik. A termelt energia feltáplálható hálózatba az elosztói engedélyes E.On és MEKH hozzájárulása esetén. A magyarországi hálózatok jelentősen túlterheltek, a változó teljesítményű megújuló energiaforrásból származó terhelések kiegyensúlyozása egyre nagyobb kihívás az elosztói engedélyeseknek, így egyre ritkábban kerül sor csatlakozási engedélyek kiadására. A válogatómű által felhasznált villamos energia esetében az üzemeltetőnek nem csak a villamos energia kereskedelmi (termelési) díját, hanem az elosztói engedélyes hálózati díját is meg kell fizetnie. A napelemes rendszer által termelt villamos energia felhasználása esetében hálózati díj nem merülne fel, ezért a napelemes rendszert akkumulátorok kiépítése mellett közvetlenül a válogatómű üzemeltetésére javasolt felhasználni, így az üzemeltetési költségek nagyobb mértékben csökkenthetők.

A válogató sor új technológiai elemeihez a meglévő vezérlő program módosítása szükséges. A válogató csarnok méretének javasolt átalakítása szükségessé teszi a tűzvédelmi megfelelőségek felülvizsgálatát, beleértve a füstszakaszok, tűzszakaszok, füstjelzők, menekülési útvonalak és tűzi víz igényeket is.

A válogatómű javasolt átalakítását követő technológiai folyamatára a **32. ábrán** kerül bemutatásra.



32. ábra: Szolnoki válogatómű javasolt technológiai folyamatára - Szerző saját szerkesztése

A javasolt technológiai átalakítás előnyei:

- rugalmasan módosítható a válogatási tevékenység a válogatandó hulladékok összetétele függvényében. Az üzemeltető dönthet arról, hogy
 - zsákfeltépőn fel akarja-e adni a hulladékokat
 - örvényáramú szeparálásnak alá akarja-e vetni a hulladékokat
 - rostálásnak alá akarja-e vetni a hulladékokat
 - hulladékok alaki jellemzői függvényében 2D/3D szétválasztási határok állítása vezérlésen keresztül (ballisztikus szeparátor vezérlésen keresztüli állítása a jelenlegi mechanikus állítás helyett)
 - optikai szeparátor bővítéssel további frakciók gépi válogatása, mely növeli a válogatási kapacitást
- lehetőség nyílik alumínium tartalmú hulladékok gépi válogatására (pl. betétdíjas rendszerből származó alumínium dobozok, vagy házhoz menő elkülönített hulladékgyűjtésből származó italoskartonok)
- válogatási kapacitás növelése a gépi válogatás mértékének fokozásával és kisebb szemcseméretű dobrosta alkalmazásával
- válogatási receptúrák állíthatósága vezérlési programon belül
- RDF előállításához válogatási maradékok gyűjtése, hulladéklerakástól történő eltérítés
- napelemes kiserőmű telepítésével a válogatósor nettó energiamérlegének javítása

A javasolt technológiai átalakítás hátrányai:

- rendszer komplexitás növekszik
- személyzet oktatási időigényesebb, magasabb képzettségű műszaki vezetői személyzet igénye
- karbantartási költségek növekednek (több mozgó alkatrész, több kopás)
- vezérlési program átalakításának megfeleltetése csak próbaüzem tartásával és ezzel összefüggésben több körös optimalizálással végezhető el
- épület mérete növekszik, tárgyi eszköz amortizáció növekszik
- az épület bővítése építési engedélyezési eljárást tesz szükségessé
- a méret növekedések miatt tűzvédelmi követelmények növekednek (füstszakaszok, menekülési útvonalak, tűzivíz stb.)
- a telephely közlekedési rendjét módosítani szükséges, a bővítési irányban (észak) új útszakaszok építése szükséges

A beruházás becsült költségeit a **4. táblázat** mutatja be. A Ft/EUR árfolyam tekintetében 400,- Ft/EUR árfolyam került alkalmazásra. A megadott költségek nettó értéken, ÁFA nélkül értendők.

4. táblázat: válogatómű átalakítás becsült költségei

Tételszám	Tétel	Mennyiség	Mértékegység	Egységár (EUR)	Összesen (EUR)	Összesen (Ft)
1	Csarnok bővítése	576	m2	438	252 000	100 800 000
2	Örvényáramú szeparátor és kihordó szalag	1	db	45 000	45 000	18 000 000
3	Új optikai szeparátor	1	db	350 000	350 000	140 000 000
4	Új szállítoszalag zsákfeltépő után (csere)	1	db	12 000	12 000	4 800 000
5	Új szállítoszalag dobrosta utáni feladásra	1	db	12 000	12 000	4 800 000
6	Tartószerkezetek	1	db	30 000	30 000	12 000 000
7	Próbaüzem	1	hónap	50 000	50 000	20 000 000
8	Tervezés	1	átalány	26 000	26 000	10 400 000
9	Engedélyeztetés	1	átalány	2 000	2 000	800 000
10	Műszaki ellenőrzés	1	átalány	15 000	15 000	6 000 000
11	Napelemes rendszer	160	kWp	650	104 000	41 600 000
	Tartalékkeret	1	átalány			25 000 000
					Összesen	384 200 000

A projekt megvalósítása engedélyezési eljárással, tendereztetéssel, kivitelezéssel, próbaüzemmel és használatba vételi engedélyezéssel együtt kb. 2-2,5 év időigénnyel bír.

7. Összefoglalás-Summary

A szakdolgozatomban bemutattam a hazai települési hulladékgazdálkodási rendszer elvi felépítését a 2000-es évektől napjainkig. Részletesen bemutatásra kerültek a települési hulladékválogató művek legfontosabb technológiai egységei, úgy mint szállítószalagok, rosták, optikai és ballisztikus szeparátorok, mágneses és örvényáramú leválasztók, zsákfeltépők, légszeparátorok.

A technológiai egységek ismertetését követően bemutattam a 2003-as évektől kezdődően kiépített, ma már konvencionálisnak mondható válogatóművek közös jellemzőit és ezekhez képest jelentős előrelépést mutató, a 2014-2020 uniós költségvetési ciklus részeként KEHOP forrásokból fejlesztett válogatóművek főbb eltéréseit.

A hazai válogatóművek esetében jelentős változást fog eredményezni a kötelező visszaváltási rendszer (betétdíj) bevezetése és ezzel párhuzamosan a válogatandó hulladékok minőségének változása és mennyiségük növekedése. A szakdolgozatban röviden ismertetem a kötelező visszaváltási díjas rendszerek elvi felépítését és a Magyarországon 2024.01.01-től bevezetett rendszer fontosabb elemeit a rendelkezésre álló publikus információk alapján.

A dolgozatban bemutatásra kerül a Szolnoki Hulladékgazdálkodási Rendszer Újszászi úti válogatóműve, annak KEHOP projekt keretén belüli felújítása. A fejlesztés eredményeként kiépített válogatómű előnyeinek és limitációinak számvetését követően a szakdolgozatban javaslatot teszek a válogatómű átalakítási lehetőségeire, mely kiegészül a válogatómű javasolt új technológiai folyamatábrájával, a fejlesztés elvégzése esetén jelentkező előnyök és hátrányok bemutatásával.

A fejlesztési javaslatok elsődlegesen a rugalmas, eltérő összetételű hulladékok rugalmas, költséghatékony válogatására helyezi a hangsúlyt, melynek részét képezi új hulladék feladási pontok kialakítása, örvényáramú szeparátor és optikai szeparátor telepítése. A válogatóművek jelentős villamos energiafelhasználással bíró létesítmények, a létesítmény energetikai hatásfokának javítása érdekében napelemes kiserőmű telepítésére teszek javaslatot. A dolgozat a javasolt fejlesztés megvalósításának becsült időigényével és költségeivel zárul.

In my thesis I presented the theoretical structure of the Hungarian municipal waste management system from the 2000s to the present day. The most important technological units of municipal waste sorting plants were presented in detail, such as conveyors, sieves, optical and ballistic separators, magnetic and eddy current separators, bag tearers, air separators.

After presenting the technological units, I presented the common characteristics of the sorting plants built since 2003, which can now be considered conventional, and the main differences of the sorting plants developed from KEHOP funds as part of the 2014-2020 EU budget cycle, which show significant progress compared to these.

In the case of domestic sorting plants, the introduction of a mandatory return system (deposit fee) will result in a significant change, along with a change in the quality and quantity of waste to be sorted. In my thesis I briefly describe the theoretical structure of the mandatory redemption fee systems and the main elements of the system introduced in Hungary from 01.01.2024 based on the available public information.

The thesis presents the Újszászi út sorting plant of the Szolnok Waste Management System and its renovation within the framework of the KEHOP project. After taking into account the advantages and limitations of the sorting machine built as a result of the development, in my thesis I propose the possibilities of transforming the sorting gear, which is supplemented by the proposed new technological flow diagram of the sorting gear, presenting the advantages and disadvantages in case of carrying out the development.

The development proposals primarily focus on flexible, cost-effective sorting of flexible, differently composed waste, which includes the establishment of new waste dispatch points, the installation of eddy current separators and optical separators. The sorting plants are facilities with significant electricity consumption, and in order to improve the energy efficiency of the facility, I propose the installation of a small photovoltaic power plant. The thesis ends with the estimated time and costs of implementing the proposed development.

Szakirodalom, források

[1] A hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény - Nemzeti Jogszabálytár – <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv> – letöltve 2024.04.12-én – utolsó tartalommal is bíró hatályos változat

[2] A települési hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló 213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet - **Nemzeti** Jogszabálytár - <https://njt.hu/jogszabaly/2001-213-20-22.13> - letöltve 2024.04.12-én, utolsó hatályos változat (hatályos 2012.12.31-ig)

[3] A települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szakmai szabályairól szóló 64/2008. (III. 28.) Korm. rendelet - Nemzeti Jogszabálytár - <https://njt.hu/jogszabaly/2008-64-20-22.4> - letöltve 2024.04.10-én, 2012.12.31-ig hatályos változat

[4] TED 2021/S 158-419243 iktatószámú, „Egységes hulladékgazdálkodási koncesszió” tárgyú koncessziós eljárás – Tenders Electronic Daily – Az Európai Unió Hivatalos lapjának kiegészítése – uniós közbeszerzési értesítő – letöltve <https://ted.europa.eu/en/notice/-/detail/419243-2021>

[5] Kép: dobrosták – Shutterstock – hivatalosan licencelt. Standard licence. Kép azonosító: 625974449 – <https://www.shutterstock.com/>

[6] Kép: Dobrosta elvi működése – Shutterstock – hivatalosan licencelt kép. Standard licence. Kép azonosító: 1904992006 – <https://www.shutterstock.com/>

[7] Tomra Autosort gyártmányú optikai szeparátor Szolnok, Újszászi úti válogatómű - Forrás: Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás - Gép kézikönyve, 4.1 fejezet. Gyártási szám: N-F-430290-XX-XXXXXX

[8] Tomra Autosort gyártmányú optikai szeparátor Szolnok, Újszászi úti válogatómű - Forrás: Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás - Gép kézikönyve: Borítólapp - Gyártási szám: N-F-430290-XX-XXXXXX

[9] Kép: Dupla válogatókabin – Shutterstock – hivatalosan licencelt. Standard licence. Kép azonosító: 738697936– <https://www.shutterstock.com/>

[10] Avermann-Horváth Kft. – AVOS 1401 csatornás automata bálaprés – Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás – Gép kézikönyve: Borítólap – gyári szám 08941

[11] Avermann-Horváth Kft. gyártmányú AVOS 1401 típusú csatornás automata bálaprés felépítése – Forrás: Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás – Használati Útmutató: II.5 fejezet – A gép felépítése: 10 – 11. oldal

[12] Disan gyártmányú ballisztikus szeparátor gyári szám: DBS3000.23.122 – Forrás: Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás – Gép kézikönyve: Borító

[13] Disan gyártmányú ballisztikus szeparátor, gyári szám: DBS3000.23.122 – Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás – Gép kézikönyve 4. oldal

[14] Örvényáramú szeparátor. Goudsmit Magnetics - Recycling & Sorting Brochure - 10. oldal

[15] Mágneses szeparátorok elvi kialakítási módja. - Goudsmit Magnetics - Recycling & Sorting Brochure -2. oldal

[16] Felfüggesztett kereszt és sorral azonos irányú mágneses szeparátorok működési elve. - Goudsmit Magnetics - Recycling & Sorting Brochure – 7. oldal

[17] NIHOT gyártmányú légszeparátor elvi működési ábra - NIHOT <https://nihot.nl/products/sds-windshifter/> weboldal nyitó oldala - Fordítás: angol nyelvű feliratok fordítása - Szerző fordításában

[18] 110/2002. (XII. 12.) OGY határozat - az Országos Hulladékgazdálkodási Tervről 2003 – 2008 – 2.4 fejezet Gazdasági Eszközök
<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a02h0110.OGY>

[19] Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 – 42. oldal - 5. ábra Az anyagában hasznosított hulladék aránya Magyarországon

[20] Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 – 42. oldal

[21] Ministry of Environment of the Slovak Republic – Real price of deposit – Analysis of the introduction of the deposit-refund system for single-use beverage packaging in the Slovak Republic - https://www.minzp.sk/files/iep/real_price_of_deposit.pdf

[22] A visszaváltási díj megállapításának és alkalmazásának, valamint a visszaváltási díjas termék forgalmazásának részletes szabályairól 450/2023. (X. 4.) Korm. rendelet 3.§ (1)

[23] A hulladékgazdálkodási intézményi résztevékenység ellátásával összefüggő díjak, a díjalkalmazási feltételek, valamint a díjmegfizetés rendjének 2024. évi megállapításáról szóló 23/2023. (XI. 30.) EM rendelet 3. melléklet – 1. pont

[24] A hulladékgazdálkodási intézményi résztevékenység ellátásával összefüggő díjak, a díjalkalmazási feltételek, valamint a díjmegfizetés rendjének 2024. évi megállapításáról szóló 23/2023. (XI. 30.) EM rendelet 3. melléklet – 2. pont

[25] MOL MOHU Hulladékgazdálkodási Zrt. - <https://mohu.hu/visszavaltasi-rendszer/visszavaltasi-pontok> - 2024.04.21-i állapot

[26] MOL MOHU Hulladékgazdálkodási Zrt. – Visszaváltási díjas termék gyártói szabályzat kötelezően visszaváltási díjas termékek gyártói regisztrációjához és gyártókat terhelő díjak fizetéséhez 2024.02.01-től hatályos verzió 4.1.1 szakasz

[27] DRS Folyamatleírás és műszaki tartalom (Létesítményen belüli mozgató) – MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. – Pdf. 3. oldal Előszó – 2023. július

[28] 2000/HU/16/P/PE/007 ISPA azonosító számú projekt záró fenntartási jelentése - Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Rendszer – Magyar Köztársaság – Energia Központ Nonprofit Kft. – 2011. december 31.

[29] Szolnoki válogatómű technológiai helyszínrajz – Mélyépterv Kultúrmérnöki Kft. –
Tervszám: K-SZO-VÁL-TG-001-0

[30] Szerződéses megállapodás – Vállalkozási szerződés keretében a „Hulladékgazdálkodási rendszer fejlesztése Szolnok város és térsége területén, különös tekintettel az elkülönített hulladékgyűjtési, szállítási és előkezelő rendszerre” elnevezésű KEHOP-3.2.1-15-2017-00028 azonosítószerű projekt tervezési és kivitelezési feladatainak teljeskörű ellátás a FIDIC Sárga Könyv feltételei szerint – 2022. január 28-án aláírt szerződés

[31] Szolnoki válogatómű felújítási technológiai helyszínrajz – RexTerra Kft. generáltervező –
Tervszám: ST2228-000-Rev03 2022.09.05.

[32] Kötelező visszaváltási rendszer (DRS) átveendő mennyiségek az NHSZ Szolnok Közszolgáltató Nonprofit Kft.-nél – Ajánlatkérési dokumentáció műszaki melléklet NHSZ Szolnok Np. Kft..xlsx – MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. – 2023. november

[33] Disan gyártmányú ballisztikus szeparátor, gyári szám: DBS3000.23.122 – Szolnok Térségi Hulladékgazdálkodási Társulás – Gép kézikönyve 3.1 fejezet – 7. oldal

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Papp László
A Hallgató Neptun kódja: KP4GTZ
A dolgozat címe: Modern hulladékválogató művek üzemeltetési tapasztalatai
A megjelenés éve: 2024.
A konzulens tanszék neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s 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 mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2024. év április hó 24. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Papp László (hallgató Neptun azonosítója: KP4GTZ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2024 év április hó 24 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.