



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Hulladékkezelési- és hasznosítási szakmérnök

**Hulladékgazdálkodási tevékenység kialakításának lehetőségei
egy konkrét telephely vonatkozásában**

Belső konzulens:	Dr. Nagy Sándor egyetemi docens
Készítette:	Somogyi Balázs István ZYACNW Levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Környezettudományi Intézet

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Hulladékgazdálkodás helyzete az Európai Unióban	6
3. Hulladékgazdálkodás helyzete Magyarországon	8
4. Hulladékgazdálkodási tevékenység végzéséhez kiválasztott telephely bemutatása ..	11
4.1. Irodaépület:	11
4.2. Raktárépület 1.....	12
4.3. Raktárépület 2.....	13
4.4. Raktárépület 3.....	15
4.5. Raktárépület 4. és műhely	17
5. A telephely vonatkozásában újrahasznosítás szempontjából vizsgálendő hulladék áramok	19
5.1. Elem- és akkumulátorhulladékok	19
5.1.1. <i>Savas ólomakkumulátor</i>	19
5.1.2. <i>Lúgos nikkel-kadmium akkumulátorok</i>	19
5.1.3. <i>Lítium-ion akkumulátor</i>	20
5.2. Használt elemek	21
5.3. Elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladék.....	21
5.4. Hulladékká vált gépjárművekből származó hulladék	21
5.5. Gumiabroncs	21
5.6. Csomagolási hulladék	21
5.6.1. <i>Papír</i>	21
5.6.2. <i>Műanyag</i>	22
5.6.3. <i>Üveg</i>	22
5.6.4. <i>Fa</i>	22
5.6.5. <i>Fém</i>	22
5.6.6. <i>Kompozit csomagolás</i>	22
5.7. Használt sütóolaj.....	22
5.8. Textil hulladék.....	23
5.9. Fényforrás hulladék.....	23
5.10. Az egyes hulladékáramok további vizsgálatának mérlegelése a begyűjtött információk alapján.....	23

6. A kiválasztott hulladék áramok feldolgozási technológiájának részletesebb vizsgálata	25
6.2. Lítium-ion akkumulátor hulladék feldolgozási technológiája	27
6.3. Használt elem feldolgozási technológiája	29
6.4. Fa hulladék feldolgozási technológiája	32
6.5. Textilhulladék feldolgozási technológiája	37
6.5.1. <i>Ipari textilhulladék</i>	39
6.5.2. <i>Háztartási textilhulladék</i>	41
7. A hatos pontban részletesebben elemzett hulladék típusokkal kapcsolatos konzekvenciák	43
7.1. Savas ólomakkumulátor hulladék	43
7.2. Lítium-ion akkumulátor hulladék	43
7.3. Használt elemek	44
7.4. Fa hulladék	44
7.5. Textil hulladék	44
8. Magyarországon keletkező textilhulladék mennyisége	46
9. Textilhulladék újrahasznosító üzem kialakításának lehetősége a vizsgált telephelyen	49
10. Következtetés	51
11. Összefoglalás	53
12. Irodalomjegyzék	55

1. Bevezetés

Dolgozatomban azt szeretném megvizsgálni, hogy egy már adott infrastruktúrával rendelkező telephely vonatkozásában, a telep adottságait és a piaci körülményeket alapul véve milyen hulladékgazdálkodással kapcsolatos tevékenységek végzésére lenne lehetőség. A telephelyen jelenleg mezőgazdasági tevékenység folyik, az épületekben mezőgazdasági termények tárolása, illetve egy beépített vetőmag tisztító gépsoron kalászos gabonák valamint további apró magvú kultúrák vetőmag tisztítása folyik. Az itt található épületek kialakítása, illetve mérete elviekben alkalmassá teszik a telephelyet hulladékgazdálkodásokkal kapcsolatos tevékenységek végzésére is.

Témaválasztásomban a fő motivációs tényező az volt, hogy a mezőgazdaság szezonalitása miatt a telephely 100%-os kihasználtsággal csak július és október között üzemel. Nyáron, a vetőmag célú kalászos gabonák betakarítását követően a telephely megtelik ömlesztett áruval, majd a feldolgozást követően BigBag-es kiszerelésben történik a fémzárolt vetőmagok további tárolása az elszállításig. Az őszi vetésű kalászos gabonák vetése októberben történik, így általában a hónap elejére az áru szinte teljes mennyiségen elkerül a telephelyről.

További tárolási lehetőséget tud jelenteni egy jó kukorica termés akkor, ha a környékbeli szárító üzemek tároló kapacitása nem elegendő, megkeresik a hasonló raktártelepeket bértárolás céljából. Sajnos az egyre aszályosabb időjárás miatt az elmúlt években nem, vagy csak kis mennyiségben történt bértárolás az érintett telephelyen. Mivel a létesítmény nem kifejezetten mezőgazdasági célú felhasználásra épült, így az lehetőséget biztosíthat kiegészítő, vagy akár egy teljesen új tevékenység végzésére is.

A dolgozatom elején szeretném röviden bemutatni a magyarországi, illetve az uniós hulladékgazdálkodás jelenlegi helyzetét a keletkező és a szelektíven gyűjtött hulladékok tekintetében. Ezután részletesen bemutatom azt a telephelyet, amelyre vonatkozóan vizsgálni fogom a hulladékgazdálkodással kapcsolatos lehetőségeket.

Ezt követően összegyűjtöm azokat a konkrét hulladékáramokat, amelyek potenciálisan szóba jöhetnek. Első körös szűrőként megnézem, hogy az egyes áramok kapcsán keletkező mennyiségek mennyire fedik le a jelenleg Magyarországon működő hulladékgazdálkodással foglalkozó cégek kapacitását.

Azokat a hulladék áramokat, amelyek esetében a begyűjtött információk alapján még nincs teljesen lefedve a piac, technológiai szinten vizsgálom tovább. A megmaradt hulladék típusok

következő szűrési feltételének a beruházási költség nagyságát, illetve a hulladékhoz való megfelelő mennyiségű, rendszeres és stabil hozzáférhetőséget fogom alapul venni és ezen szempontok alapján tovább szűröm a megmaradt hulladék típusokat.

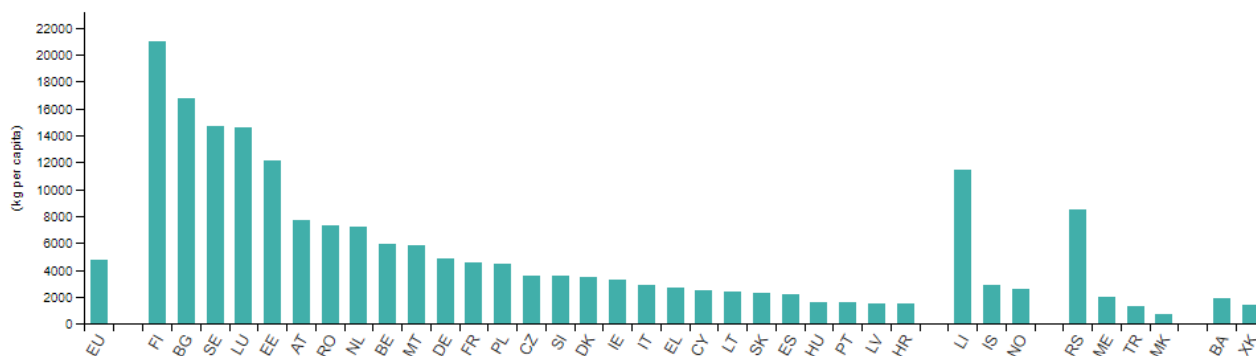
Az dolgozatom utolsó részében javaslatot fogok tenni arra vonatkozóan, hogy a begyűjtött információk alapján alternatív tevékenységként szóba jöhet-e a telephelyen egy hulladékgazdálkodással kapcsolatos tevékenység, és ha igen akkor milyen hulladék áram vagy áramok esetében.

2. Hulladékgazdálkodás helyzete az Európai Unióban

Az EU hulladékgazdálkodási politikájának célja, hogy csökkentse a keletkező hulladék környezeti és egészségügyi hatásait, valamint a lehető legnagyobb mértékben kivonják a hulladékból az alapanyagként újra felhasználható nyersanyagokat, ezzel is növelve az erőforrásokkal való hatékony gazdálkodást.

Az 1. ábra szemlélteti az EU-ban 2020-ban keletkezett hulladék egy főre jutó mennyiségét. Vannak olyan tagországok, amelyekben a keletkezett hulladék egy főre vetített mennyisége jelentősen magasabb, mint az EU 4,8 tonna/fő-s átlaga. Ilyen tagállamok például Finnország, Bulgária, Svédország, Luxemburg, ahol a keletkező hulladék mennyisége több mint három - négyszerese az uniós átlagnak. Ezekben az országokban az összes képződő hulladékon belül nagyon magas arányt képvisel a bányászatból és kőfejtésből, illetve az építkezésből és bontásból származó hulladék. A Magyarországon keletkezett hulladék az uniós átlag harmada, 1,6 tonna/fő. (http 1.)

Hulladéktermelés, 2020



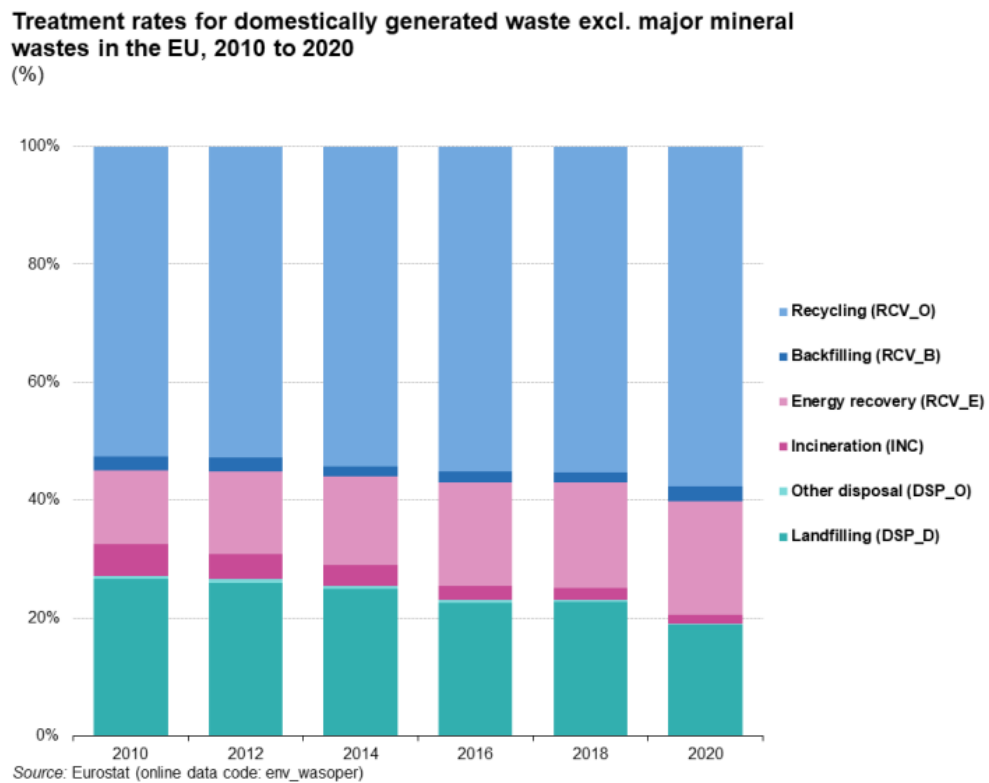
1. ábra: 2020-ban az EU egy főre jutó hulladéktermelése

Forrás: http 1.

Az Európai Unió célja egy olyan körforgásos gazdaság létrehozása, ahol az anyagok és az erőforrások a lehető leghosszabb ideig a gazdaságban maradnak és a hulladékok ártalmatlanítása, mint hulladékkezelés csak utolsó lehetőség legyen az EU-ban.

A keletkező hulladékok kezelési aránya 2010 és 2020 között folyamatosan nőtt, 2020-ra elérte az 58%-t. Hasonló tendencia figyelhető meg az energiahasznosítás terén is. Az energia-visszanyerés aránya a 2010 évi 12%-ról 2020-ban 19%-ra nőtt. Ezzel párhuzamosan ugyanebben az időszakban folyamatosan csökkent az energiahasznosítás nélküli hulladékégetés

és a hulladéklerakókban való elhelyezés aránya. 2020-ban a keletkező hulladék 19%-a került hulladéklerakóba. (2. ábra) (http 2.)

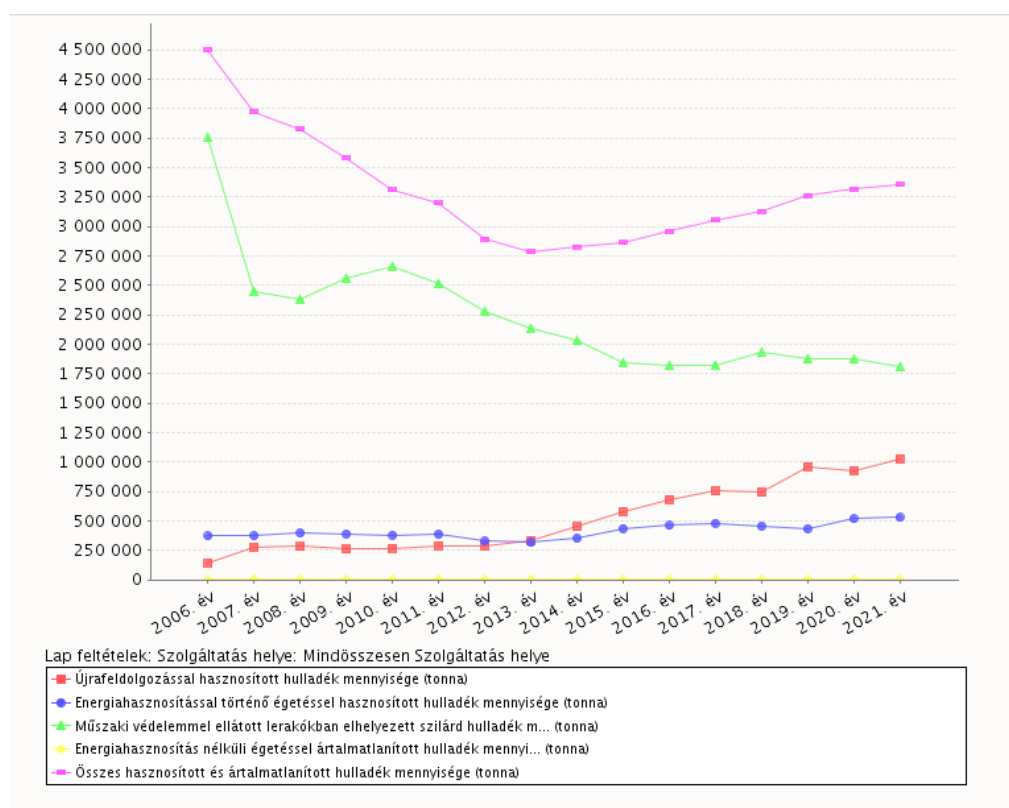


2. ábra: A keletkező hulladékok kezelési aránya az EU-ban, kivéve a főbb ásványi hulladékokat 2010-2020 között

Forrás: http 2.

3. Hulladékgazdálkodás helyzete Magyarországon

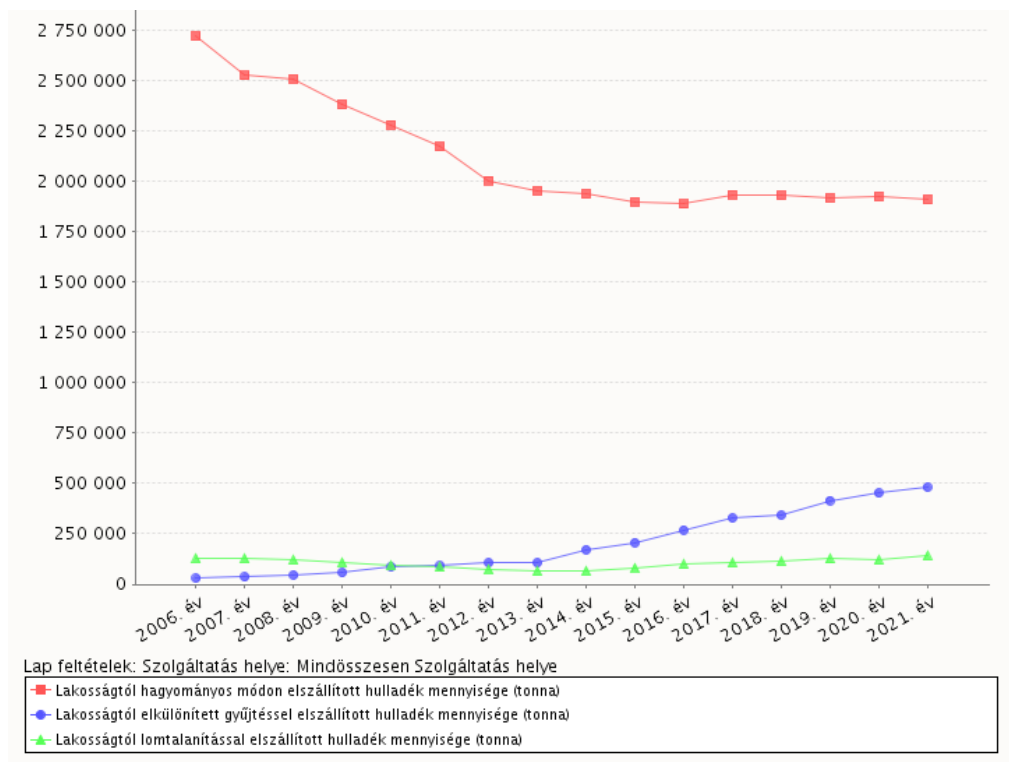
Magyarországon a köztisztasági tevékenységet végző vállalkozások által gyűjtött hulladékokkal kapcsolatban megállapítható, hogy az összes hasznosított és ártalmatlanított hulladék mennyisége 2006 és 2013 között folyamatosan csökkent, majd egy lassú, folyamatos emelkedés látható 2021-ig. A műszaki védelemmel ellátott lerakókban elhelyezett hulladék mennyiségében 2007-ben az előző évihez képest egy jelentős csökkenés látható, majd egy enyhe növekedést követően 2011-től ismét folyamatosan csökkent a lerakókban elhelyezett hulladék mennyisége. Az újrafeldolgozással és az energiahasznosítással történő égetéssel történő hasznosítást vizsgálva az látható, hogy mindkét esetben a hasznosított hulladék mennyisége 2013-ig lassú csökkenést mutat, majd 2014-től folyamatosan nő. 2021-ben az újrafeldolgozással hasznosított hulladék mennyisége meghaladta az 1 millió tonnát, az energiahasznosítással történő égetéssel hasznosított hulladék mennyisége pedig több mint 527 ezer tonna volt. Az energiahasznosítás nélküli égetéssel ártalmatlanított hulladék éves mennyisége 2014-től kezdődően nem éri el az ezer tonnát. (3. ábra) ([http 3.](http://3))



3. ábra: Hulladékok hasznosítása és ártalmatlanítása Magyarországon 2006-2021 között

Forrás: [http 3.](http://3)

A lakosságtól hagyományos módon elszállított hulladék mennyisége a 2006 és 2021 között közel 30%-kal 2,72 tonnáról 1,91 tonnára csökkent. A lakosságtól elkülönített gyűjtéssel elszállított hulladék mennyisége folyamatosan nő, 2021-ben több mint 480 ezer tonna elkülönítetten gyűjtött hulladékot szállítottak el a köztisztasági tevékenységet végző vállalkozások. A lakossági lomtalanítás során elszállított hulladék mennyisége folyamatos csökkenést mutat, enyhe növekedés 2017-től figyelhető meg, mennyisége 2021-ben alig haladta meg a 140 ezer tonnát. A lakossági lomtalanítás és az elkülönítetten gyűjtött hulladék mennyiségeit vizsgálva az látható, hogy 2010-ig a lomtalanításból származó hulladék mennyisége volt a nagyobb, 2017-től viszont folyamatosan nő az elkülönítetten gyűjtött hulladék mennyisége. (4. ábra) ([http 4.](http://4)) Ez a növekedés arra is utalhat, hogy növekszik a környezet iránti felelősségérzet, és a lakosság egyre nagyobb hajlandóságot mutat arra, hogy szelektíven gyűjtse a hulladékot.

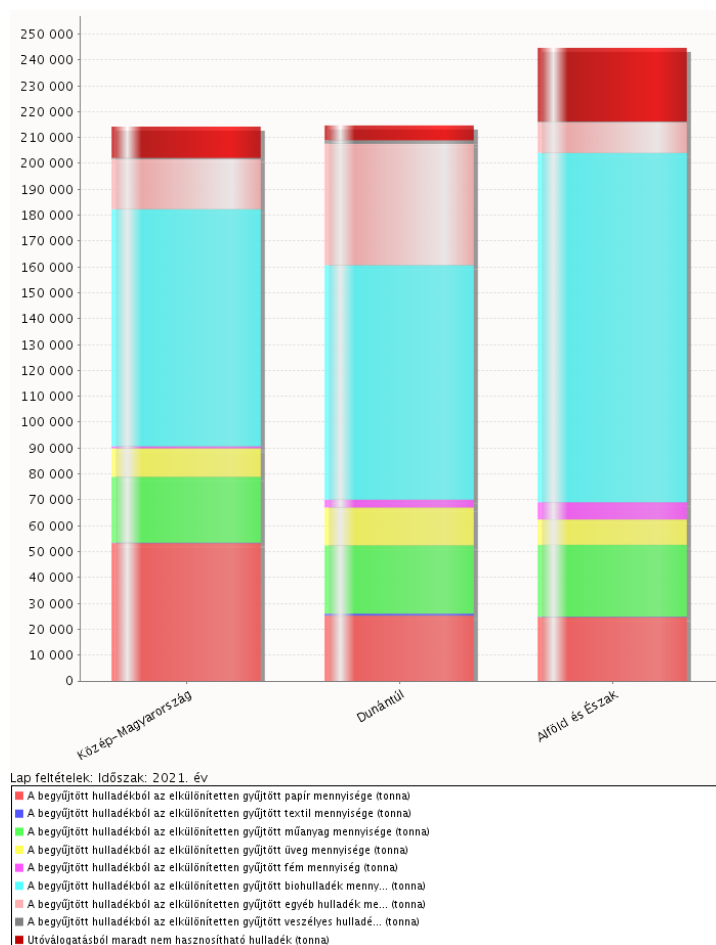


4. ábra: Lakosságtól elszállított hulladék mennyiségek 2006-2021 között

Forrás: [http 4.](http://4)

A szelektíven gyűjtött hulladékokat fajtánként és régióként vizsgálva az látható, hogy legnagyobb volumenben biohulladékot, papírt és műanyagot gyűjtöttek. Az Alföldön és Észak-Magyarországon gyűjtötték a legtöbb biohulladékot, ennek mennyisége elérte 135 ezer tonnát, míg papírból Közép-Magyarországon gyűjtötték a legtöbbet, mintegy 53 ezer tonnát. A műanyag hulladék mennyisége mindhárom régióban közel azonos. Fém és textilhulladékból

gyűjtötték a legkevesebbet. A fémhulladék volumene az Alföld és Észak-Magyarország régióban a legnagyobb, mintegy 6,7 ezer tonna, míg Közép-Magyarországon az ezer tonnát sem éri el. Magyarországon a textil hulladék szelektív gyűjtése minimális, egyik régióban sem érte el az ezer tonnát. Az utóválogatásból maradt nem hasznosítható hulladék mennyisége az Alföld és Észak-Magyarország régióban a legtöbb, valamivel több mint 28 ezer tonna, a legkevesebb már nem hasznosítható hulladék a Dunántúlon képződik, mennyisége nem éri el a 6 ezer tonnát. (5. ábra) (http 5.)



5. ábra: Az összes elkülönítetten gyűjtött hulladék mennyisége régióként 2021-ben

Forrás: http 5.

4. Hulladékgazdálkodási tevékenység végzéséhez kiválasztott telephely bemutatása

A vizsgált telephely Hajdúszoboszló határában belterületi ingatlanként szerepel az ingatlan nyilvántartásban. Teljes egészében közművesített, villany, gáz, vezetékes víz be van vezetve, a városi csatornahálózatra rá van kötve. Az ingatlan 2,7515 hektáron terül el, illetve teljes terjedelmében művelés alól kivett területként szerepel a tulajdoni lapban. A telephely teljes terjedelmében vasbeton, illetve fémkerítéssel van körül határolva, a telekhatáron valamint a raktárépületekben mozgásérzékelős riasztóberendezés védi az ingatlanon található értékeket. Műútról nehéz tehergépkocsival is megközelíthető a telephely. A raktárépületek közötti rész szinte teljes egészében térbetonnal van borítva, ami fedett tárolást nem igénylő áruk további, nagy mennyiségű tárolására is lehetőséget ad. A telephely vasúti összeköttetésben van a Hajdúszoboszlón áthaladó vasúthálózattal, így akár vasúton érkező áruk fogadására is alkalmas az objektum. (1. kép)



1. kép: Ortofotó a telephelyről, 2023

Fotó: <http> 16.

4.1. Irodaépület:

A telephelyre történő behajtást követően az első építmény, amivel találkozunk az iroda épület. Ez egy téglafalazatú bruttó 27×11 méter alapterületű két szintes létesítmény. A földszintem konyha, ebédlő, férfi és női mellékhelység, zuhanyzó, illetve a mérlegszoba található. Az emeleten helyezkednek el az irodák, az irattár valamint itt is található férfi valamint női mellékhelység. Az épületben a vezetékes víz, gáz és elektromos áram be van kötve, télen az állandó hőmérsékletet a központi fűtés biztosítja. Az iroda épület előtt található egy három éve

átadott 60 tonnás hídmérleg, ami elengedhetetlen a nehéz tehergépkocsik mérlegeléséhez. A járművek tekintetében nagyságából adódóan nincs méretbeli korlátja a mérlegelésnek. (2. kép)



2. kép: Irodaépület Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

4.2. Raktárépület 1.

Az iroda épülettel szemben helyezkedik el az 1. számú, nettó 27×33 méter alapterületű raktárépület. A létesítmény, egy könnyűszerkezetes, acél oszlopokon nyugvó vázszerkezetből áll, falazata egy méterig szendvicspanel, a többi részén üveg falazat. (3. kép)



3. kép: 1. raktárépület Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

Az épület két külső hosszanti oldalán két-két 3 méter széles vasajtó található, ami lehetővé teszi a targoncák mellett akár nagyobb gépkocsik behajtását is az épületbe. A két hajó tetőszerkezetének a találkozásánál 5 méteres távolságokban acél tartóoszlopok találhatók.



4. kép: 1.-es raktárépület 27 m × 33 m raktér belső nézet Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

Az épület falazatából adódóan annak teherbírása csekély, ömlesztett áruk tárolására csak abban az esetben alkalmas, ha az nem érintkezik az oldalfalakkal. Leginkább nem ömlesztett raklapos, konténeres vagy zsákos áruk tárolására alkalmas. Az üveges kialakítás hátránya, hogy a nyári melegben a többi raktárhoz képest jelentősen megemelkedik a benti hőmérséklet. (4. kép)

4.3. Raktárépület 2.

A 2-es számú épületet három egymásból nyíló részre lehet osztani, két kisebbre és egy nagyobbra. A lapos tetős épület szendvicspanel falazatú. A két kisebb jelenleg gépteremként funkcionáló részeket üvegfal teszi világosabbá, kívülről egy-egy 2,5 m széles ajtón keresztül lehet megközelíteni. (5. kép)



5. kép: 2.-es raktárépület Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

A nagyobb 38×28 méter alapterületű rész falazata végig szendvicspanel, ami ömlesztett áruk tárolására is alkalmassá teszi ezt a csarnokrészt. Kívülről két darab egyenként 3 m széles vasajton lehet bemenni, ami lehetővé teszi, hogy ebbe a létesítménybe is be lehessen menni akár nagyobb méretű járművekkel is. A teret középen 6 méteres közőkkel elhelyezett beton tartóoszlopok választják két részre. Falazatából kifolyólag előnye ennek a raktárrésznek, hogy a nyári nagy melegben is hűvös körülmények között lehet itt raktározni. (6. kép)



6. kép: 2.-es raktárépület $38 \text{ m} \times 28 \text{ m}$ raktér belső nézet Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

A két egyenként 20×14 méter alapterületű gépteremként funkcionáló részek egymással, illetve a 38×28 méter alapterületű raktárrésszel is külön-külön összeköttetésben vannak. Falazatuk részben szendvicspanel, részben üvegfal, ennek köszönhetően mind a két helyiségben elég világos teret kapunk. (7-8 kép)



7. kép: 2.-es raktárépület $20 \text{ m} \times 14 \text{ m}$ gépterem belső nézet Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

A szendvicspanel falazat magassága bár lehetővé tenné ezekben a raktár részekben az ömlesztett áruk tárolását, mégis leginkább gépteremként valamilyen gépsor telepítésével célszerű használni. Korábban ezekben a gépteremekben két darab egymással párhuzamosan beállított vetőmagtisztító gépsor volt beépítve, ebből mára csak az egyik maradt meg, a másik elavult ezért kiszerezésre került. Ez a párhuzamos gépsor üzemeltetési megoldás akár egy hulladék gazdálkodással kapcsolatos tevékenység során is alkalmazható, ha azt a technológia lehetővé teszi vagy ezzel a megoldással nagyobb hatékonyság érhető el. A 2-es, illetve a 3-as épületet egy nyaktag köti össze egymással, ezáltal a két raktár közötti átjárás teljesen fedett körülmények között is kivitelezhető.



8. kép: 2.-es raktárépület 20 m × 14 m gépterem belső nézet Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

4.4. Raktárépület 3.

A 3.-as számú épületrész a legnagyobb alapterületű létesítmény a telephelyen. Kívülről 4 darab egyenként 3 méter széles ajtón, illetve egy 6 méter széles vasúti kapun keresztül lehet bejutni a raktárba. A téglafalazatú épület 110 × 17 méter nettó alapterületű. (9. kép)



9. kép: 3.-as raktárépület Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

Belülről tartó oszlopokat, illetve térelválasztókat nem tartalmaz, a tér teljes egészében rendelkezésre áll. A 2.-es és a 3.-as épületet összekötő folyosónak köszönhetően könnyen lehet az egyik raktárból a másik raktárba időjárástól függetlenül a targoncásan mozgatható árukat szállítani. Az épületben ömlesztett, raklapos, BigBag-os áruk egyaránt jól tárolhatóak, de nagy helyigényű, hosszú gépsorok befogadására is kiválóan alkalmas lehet. (10. kép)



10. kép: 3.-as raktárépület 110 m × 17 m raktér belső nézet Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

A telephelyre ezen a raktárépületen keresztül vezet be az a vasúti sín, ami a vasúton szállított áruk fogadására vagy rakodására is alkalmassá tehetné a telephelyet. Jelenleg ez az árufogadási mód igény hiányában nem elérhető. A vasúti síneket, talpfákat a MÁV-al rendszeresen ellenőriztetni kellene, ha ezzel a lehetőséggel is élni szeretne a telephely, ami egy rendszeres

plusz költséget jelentene, így amíg erre a szállítási lehetőségre számottevő igény nem mutatkozik, addig nem célszerű az üzemeltetésére költeni. (11. kép)



11. kép: 3.-as raktárépület vasúti kapu Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

4.5. Raktárépület 4. és műhely

Ez az épületrész egy 24×12 méteres-es, illetve egy 60×10 méteres részből áll. A 24×12 méteres rész műhelyként funkcionál, ahol a telepen dolgozó rakodó, illetve egyéb kiszolgáló gépeket lehet szervizelni, javítani. A nagyobbik épületrész több kisebb raktárrészre van osztva, kialakításából, illetve belmagasságából kifolyólag csak raklapos vagy BigBag-es áruk tárolására alkalmas (12. kép)



12. kép: 4.-es raktárépület és műhely Hajdúszoboszló, 2023

Fotó: Somogyi Balázs István

Mivel a telep méretéhez képest annak beépítettsége nem magas, illetve az épületek közötti teret szinte teljes egészében térbeton borítja, ezért a meglévő betonterekre alapozva lehetőség van a meglévő épületek további bővítésére, új raktárak vagy nyitott színek létesítésére, így igény esetén akár tovább lehet bővíteni a telep kapacitását.

5. A telephely vonatkozásában újrahasznosítás szempontjából vizsgálandó hulladék áramok

5.1. Elem- és akkumulátorhulladékok

5.1.1. Savas ólomakkumulátor

A savas akkumulátorok közel 100%-ban visszagyűjtésre kerülnek Magyarországon. Az elhasznált savas ólomakkumulátorokat 1 m³-es zárt, saválló műanyag konténerekben gyűjtik. A gyűjtés, hatósági engedéllyel rendelkező, hulladékgyűjtőkkel szerződésben álló kereskedelmi egységekben, termékdíj fizetésére kötelezett gyártók forgalomba hozatali helyein, illetve gyűjtési engedéllyel rendelkező vállalkozások ipari gyűjtési pontjain történik. Ez a magas visszagyűjtési arány valószínűleg két okra vezethető vissza:

- az országban sok helyen adhatók le a hulladékká vált savas akkumulátorok
- a leadott akkumulátorokért pénzt fizetnek vagy kedvezményt adnak új akkumulátor vásárlása esetén (http 8.)

Jelenleg hazánkban egyedül a Jász-Plasztik Kft. foglalkozik savas ólomakkumulátorok hasznosításával, ezért a hazai akkumulátorhulladék egy részét külföldi hasznosító üzemek dolgozzák fel. Jellemzően Ausztriában, Bulgáriában, Csehországban, Szlovéniában és Romániában történik az újrahasznosítás. (http 8.)

5.1.2. Lúgos nikkel-kadmium akkumulátorok

A nagyméretű lúgos nikkel-kadmium akkumulátorok legnagyobb használói a MÁV, BKV és a Magyar Honvédség. Ők adják a nikkel-kadmium akkumulátor hulladék 90-95%-át. Megfelelő karbantartás mellett ezeket az akkumulátorokat 25-30 évig is használják. A Metalloglobus Területi Kft.-nek köszönhetően hazánkban a nagyméretű lúgos akkumulátorok magyarországi hasznosítása, illetve hasznosításra történő előkészítése megoldott.

A hordozható áramforrások kategóriájába tartozó lúgos nikkel-kadmium akkumulátorokat külföldön dolgozzák fel és hasznosítják újra, haza feldolgozója ennek az akkumulátor típusnak jelenleg nincs. (http 8.) Ennek oka valószínűsíthetően a képződő hulladék mennyisége illetve, hogy a nikkel-kadmium akkumulátorok feldolgozását és újrahasznosítását végző létesítmények műszakilag kifinomultak és költséges az üzemeltetésük. (Pistoria, G., et al. 2001)

5.1.3. *Lítium-ion akkumulátor*

A lítium-ion akkumulátorok számos jó tulajdonsággal rendelkeznek, például magas feszültség, jó teljesítménysűrűség, nagy energiasűrűség, széles hőmérséklet-tartomány, lapos kisülési görbék, kiváló eltarthatóság. (Pistoria, G., et al. 2001)

Az első kereskedelmi forgalomba hozható lítium-ion akkumulátort 1985-ben Professzor Akira Yoshino készítette. Anódként petrolkokszot használt és egy olyan kis súlyú, strapabíró akkumulátort alkotott, ami akár több száz alkalommal is feltölthető és kisüthető anélkül, hogy csökkenni kezdene a teljesítménye. A lítium-ion akkumulátorok nagy előnye, hogy működésük során a lítium ionok oda-vissza mozognak az anód és a katód között és nem károsítják az elektródokat. Az általa tervezett akkumulátorok 1991-ben kerültek először kereskedelmi forgalomba, melyek anódja petrolkokszból készült, katódja lítium-kobalt-oxid (LiCoO_2), míg vízmentes elektrolitja propilén-karbonát-ban oldott lítium-hexa-fluoro-foszfát (LiPF_6) volt. Töltőfeszültsége elérte a 4,1 V-ot, energiasűrűsége pedig körülbelül a 80 Wh/kg-ot.

Az elkövetkezendő években a további kutatások során kiderült, hogy megfelelő elektrolit-összetétel mellett a petrolkoksz helyett grafit is használható. Etilén-karbonátot tartalmazó oldószer alkalmazása esetén olyan szilárd közbenső fázisú elektrolit (SEI) alakul ki a grafit elektródon a töltés és kisütés folyamata során, ami megvédte a karbon anyagát a leválástól és a további degradációtól. A következő generációs lítium-ion akkumulátorokat már grafit-anóddal állították elő és helyezték kereskedelmi forgalomba. Csaknem kétszer akkora energiasűrűség és 4,2 V töltőfeszültség vált elérhetővé.

A lítium-ion akkumulátorok gyártása során olyan ritka elemekre (nikkel és kobalt) van szükség, amelyek készletei végesek és az árak folyamatosan emelkedik. Napjainkban számos kutatás folyik alternatív anyagok vizsgálatára. Ígéretesnek tűnnek például a lítium-kén akkumulátorok, amelyek egységnyi tömegre vetítve akár hatszor annyi energia tárolására képesek, mint elődeik. (http 14.)

A lítium-ion akkumulátorok hulladékainak mennyiségéről az egységes besorolás hiánya miatt a jelenlegi nyilvántartások nem adnak pontos képet. (http 8.) Kutatásom során egy céget találtam, aki Lítium-ion akkumulátor újrahasznosítással foglalkozik Magyarországon, a dél-koreai SungEel Hitech Hungary Kft.-t.

5.2. Használt elemek

Elem újrahasznosítással foglalkozó céget nem találtam Magyarországon. Az elemek begyűjtésével viszont több cég is foglalkozik hazánkban: RE'LEM Elem és Akkumulátor Hulladékok Kezelését Közvetítő Szervezet Nonprofit Kft, Re-Bat Szolgáltató Nonprofit Közhasznú Kft, FOREGO Magyarország Alapanyag Hasznosító és Kereskedelmi Kft.

5.3. Elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladék

Magyarországon több cég is foglalkozik elektromos és elektronikus hulladékok feldolgozásával. Az előkezelői kapacitásuk együttesen meghaladja a 300 000 tonna/év mennyiséget. Magyarországon 2018-ban a forgalomba hozott elektromos és elektronikus berendezések mennyisége 230 026 tonna volt, a gyűjtött elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladék mennyisége pedig 69 857 tonna. (http 8.) Ebből arra következtetek, hogy a már meglévő cégek, illetve azok feldolgozó kapacitása lefedi ezt a piacot.

5.4. Hulladékká vált gépjárművekből származó hulladék

A hulladékká vált gépjárművek végső feldolgozása általában a shredder üzemekben (forgókalapácsos aprítókban) történik. Magyarországon négy darab, 1.250-1.400 LE közötti teljesítményű shredder üzem található, kettő Budapesten, egy Fehérvárcsurgón és egy Miskolcon. Az országban rendelkezésre álló shredder kapacitás 2,5-3 szoros. (http 8.) Ez a piac is lefedettnek tekinthető.

5.5. Gumiabroncs

A hazai körülbelül 110 ezer tonna/év újrafeldolgozó kapacitással kapcsolatban elmondható, hogy az többszörösen lefedik a piacot, abból újabbak létrehozása csak a végtermék (ha ebből a korábbiakhoz képest magasabb hozzáadott értékkel bíró termék jönne létre) oldaláról lehet indokolt, az alapanyag (gumiabroncs hulladék feldolgozó) kapacitás oldaláról már nem. (http 8.)

5.6. Csomagolási hulladék

5.6.1. Papír

A papír csomagolási hulladékok esetében a piacot jelenleg nagy vállalatcsoportok uralják, akik nemzetközi értékesítési és hulladék beszerzési hálózattal rendelkeznek. (http 8.)

5.6.2. Műanyag

Az eltérő típusú műanyag csomagolóanyagok feldolgozásával kapcsolatosan kihívást jelent a feldolgozók számára, hogy az egyes csomagolási hulladékok más-más technológiával dolgozhatók fel hatékonyan. A hazai engedélyezett műanyag újrafeldolgozói kapacitás 242 ezer t/év, a hazai igényeket ez a kapacitás kielégíti, számos vállalkozás hulladékot importál. (http 8.)

5.6.3. Üveg

A hazai kapacitások az üveg csomagolási hulladékok feldolgozására rendelkezésre állnak. Annak ellenére, hogy a hazai újrafeldolgozó kapacitás meghaladja a 180 000 tonnát, az alacsony mértékű visszagyűjtés miatt ezt a mennyiséget nem tudjuk elérni. (http 8.)

5.6.4. Fa

Ezt a szektort számottevő újrahasználat jellemzi. A facsomagolások jelentős része többször használható (pl.: raklap), ezért a cégek igyekeznek azokat minél tovább használni. Az a faalapú termék, ami jelenlegi formájában tovább már nem használható, vagy nem javítható, anyagában történő vagy energetikai hasznosításra kerül. Az anyagában történő hasznosítás a bútorlap iparban történő feldolgozást jelenti, melynek legjelentősebb üzeme Szombathelyen található FALCO Rec Hulladékkezelő és Hasznosító Kft. (http 8.)

5.6.5. Fém

Dunaújvárosban és Ózdon működik Magyarország legnagyobb vas- és acél hulladék feldolgozója, a tiszta fém csomagolási hulladék az itt üzemelő kohókba kerülnek. Hazánkban a fém csomagolások újrafeldolgozási aránya az utóbbi években 71% körül stagnált. (http 8.)

5.6.6. Kompozit csomagolás

A kompozit csomagolások hasznosítása tekintettel arra, hogy azok különböző szerkezetű anyagkombinációkból épülnek fel, technológiai szempontból egy nehéz és költséges feladat. (http 8.)

5.7. Használt sütőolaj

A használt sütőolaj gyűjtésével több cég is foglalkozik Magyarországon. Ezek a cégek jellemzően a vendéglátásból, közétkeztetésből származó sütőolaj gyűjtésével foglalkoznak. Az étkezdékből, éttermekből származó sütőolaj begyűjtését biztosító gyűjtőhálózat lefedettsége

eléri a 99%-os mértéket. A leggazdaságosabb módja a használt sütőolaj felhasználásának a biodízel előállítás. (http 8.)

5.8. Textil hulladék

Becslések szerint Magyarországon évente 60-80 ezer tonna ruhát dobnak ki az emberek, aminek 90%-a hulladéklerakóba kerül. Évente kb. 30-40 ezer tonna használt ruha feldolgozása történik hazánkban. (Hartay) Általánosságban elmondható, hogy a lakosság körében nem megfelelően kommunikált a textilhulladék gyűjtés és feldolgozás, illetve annak fontossága, továbbá a legtöbb helyen nincs textilhulladék gyűjtőedény. Uniós döntés született arról, hogy 2024-től a textileket elkülönítve kell gyűjteni az EU egész területén. (http 6.) Ez várhatóan további nagy mennyiségű szelektíven gyűjtött nyersanyagot fog jelenteni a feldolgozók számára.

Textil hulladékkal kapcsolatosan az alábbi aktív vállalkozásokat találtam a magyar piacon: TEMAFORG Zrt., TESA Kft., Textrade Kft., TEXAID Újrahasznosítási és Kereskedelmi Kft, BA-LA Hulladékgyűjtő és Kezelő Kft, R9 Textil Trade Kft.

5.9. Fényforrás hulladék

Magyarországon az Electro-Coord Nonprofit Kft. foglalkozik fényforrás hulladék gyűjtéssel és hasznosítással, aki lefedi ezt a hulladékáramot.

5.10. Az egyes hulladékáramok további vizsgálatának mérlegelése a begyűjtött információk alapján

A fentebb leírtak alapján számos olyan hulladékáram van, amit nincs értelme tovább vizsgálni és mélyebben bele menni annak újrahasznosítási technológiájába. Ezen hulladékáramok estében elmondható, hogy a magyarországi feldolgozó kapacitás teljes mértékben le van fedve, az üzemi kapacitások meghaladják a rendelkezésre álló hulladék mennyiséget, továbbá jellemzően nagy és tökeerős cégek uralják ezeket a piacokat. Vannak továbbá olyan területek is, ahol nem keletkezik kellő mennyiségben hulladék vagy csak pályázat útján lehet hozzájutni az adott hulladékáramhoz. Az alábbi táblázatban gyűjtöttem össze a kizárt hulladék típusokat, illetve összefoglaltam kizárás okát, valamint megnevezetem azokat a hulladékáramokat, amikkel tovább kívánok foglalkozni. (1. táblázat)

1. táblázat: Az egyes hulladékok további vizsgálatának mérlegelése

Hulladékár	Kizárás oka	További vizsgálat
Használt savas ólomakkumulátor		Igen
Használt lúgos nikkel-kadmium akkumulátorok	A Metalloglobus Területi Kft.-nek köszönhetően hazánkban hasznosítása megoldott	Nem
Használt lítium-ion akkumulátor		Igen
Használt elemek		Igen
Elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladék	A meglévő cégek, illetve azok feldolgozó kapacitása lefedi ezt a piacot	Nem
Hulladékká vált gépjárművekből származó hulladék	Az országban rendelkezésre álló shredderkapacitás 2,5-3 szoros	Nem
Gumiabroncs hulladék	A hazai kapacitás többszörösen lefedi a piacot	Nem
Papír hulladék	A hazai piacot jelenleg nagy vállalatcsoportok uralják	Nem
Műanyag hulladék	A hazai igényeket a jelenlegi kapacitás kielégíti	Nem
Üveg hulladék	A hazai kapacitás rendelkezésre áll	Nem
Fa hulladék		Igen
Fém hulladék	Kohászati tevékenységet is igényel	Nem
Kompozit csomagolási hulladék	Technológiai szempontból egy nehéz és költséges feladat a hasznosítás	Nem
Használt sütőolaj	A gyűjtőhálózat lefedettsége eléri a 99%-os mértéket	Nem
Textil hulladék		Igen
Fényforrás hulladék	Az Electro-Coord Nonprofit Kft. lefedi a piacot	Nem

Az első körös szűrést követően, a táblázatban is kiemelt savas ólomakkumulátor, lítium-ion akkumulátor, használt elem, csomagolási hulladékok közül a fa hulladék, illetve a textil hulladék feldolgozási technológiáját fogom részletesebben megvizsgálni.

6. A kiválasztott hulladék áramok feldolgozási technológiájának részletesebb vizsgálata

6.1. Savas ólomakkumulátor hulladék feldolgozási technológiája

Az ólom-sav akkumulátor a legelterjedtebb akkumulátor típus. Széles körben alkalmazzák belsőégésű motorral szerelt járművek indító akkumulátoraként, kisméretű elektromos járművekben (pl. golf-kocsikban), szünetmentes tápegységekben (UPS), stb.

Az ólom-sav akkumulátor felépítése egyszerű, két elektrolitba merített nagyfelületű ólomlapból és egy tárolóedényből áll. Az ólomlap helyett gyakran sűrű rácsot vagy több vékonyabb lapot használnak annak érdekében, hogy megnöveljék az ólom és az elektrolit között az érintkezési felületet. Mivel a tiszta ólom egy rendkívül puha fém, ezért az ólmot gyakran ötvözik antimonnal, kalciummal, ónnal vagy szelénnel. Az ötvözésnek köszönhetően javulnak az akkumulátor kémiai és elektromos jellemzői, például csökken az önkisülés, jobban bírja a ciklikus használatot vagy a mélykisütést. Elektrolitként általában kénsavat használnak.

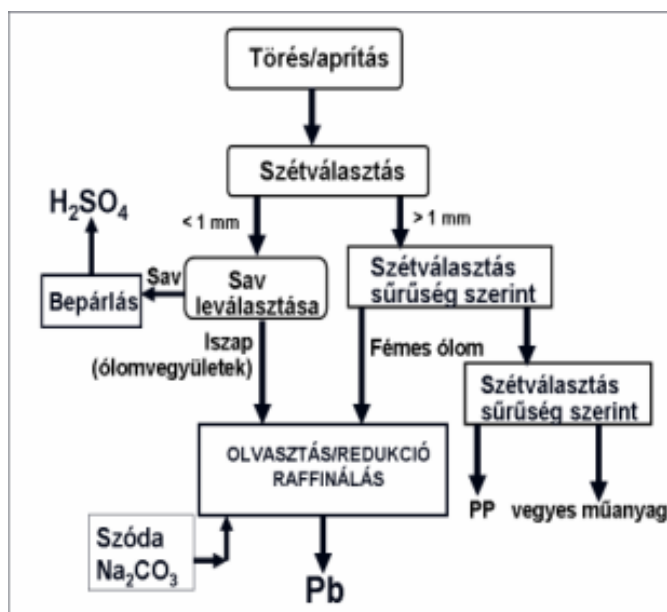
Az akkumulátor túltöltése, vagy túl nagy áramú töltése esetén a kénsavban lévő víz hidrogénre és oxigénre bomlik. Amennyiben ez a gázelegy (durranógáz) nagymennyiségben felhalmozódik az rendkívül veszélyes, ezért az akkumulátor töltése esetén biztosítani kell a megfelelő szellőzést. Ha ez az állapot tartósan fennáll, akkor csökken az elektrolit szintje, emiatt csökken az akkumulátor kapacitása. Az elpárolgott víz pótlásával az akkumulátor regenerálható. Túlmerítés vagy más néven mélykisütés esetén az akkumulátorban egy szulfátosodásnak nevezett folyamat indul meg, ami az elektródák felületén visszafordíthatatlan károkat okoz.

Az ólom-savas akkumulátorok továbbfejlesztett változatát zártnak vagy karbantartás mentesnek szokták nevezni. Az akkumulátor töltésekor felszabaduló gázok a zárt dobozban visszaalakulnak vízzé a kisütés folyamán.

Ha az elektrolitba zselésítő anyagot is kevernek, akkor az akkumulátor bármilyen irányban beépíthető, mert az elektrolit nem folyik ki. Az ilyen akkumulátorokat zselés akkumulátornak is nevezik. (http 7.)

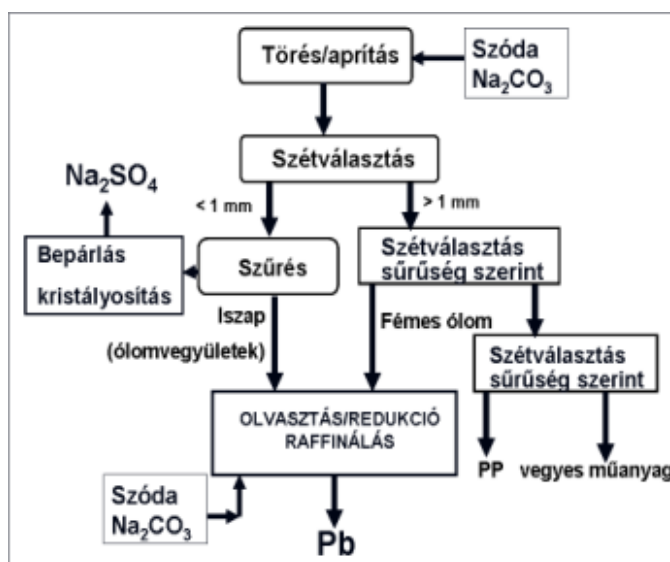
Az ólom-sav akkumulátorok adják a világ összes akkumulátorának körülbelül 50%-át, és éves szinten a mennyisége 5%-kal növekszik. Ez azzal magyarázható, hogy a legtöbb alkalmazásban ez a legolcsóbb, miközben jó teljesítményt nyújt. (Pistoria, G., et al. 2001)

Az ólom akkumulátorok újrahasznosításához használt technológiáknak számos előírásnak kell megfelelniük, azaz BATnak (Best Available Technologies/Technics) kell lenniük. Ezek az előírások nem csak a részletes technológiai leírást tartalmazzák, hanem a technológiai fajlagosokat és az emissziós értékeket is meghatározzák. A BAT-nak tekinthető technológiákat mutat be a 6-os és 7-es ábra:



6. ábra: Rövid forgókemencés/szódás eljárás savbepárlással

Forrás: Lengyel 2012



7. ábra: Rövid forgókemencés/szódás eljárás a kénsav közömbösítésével (deszulfurizációval)

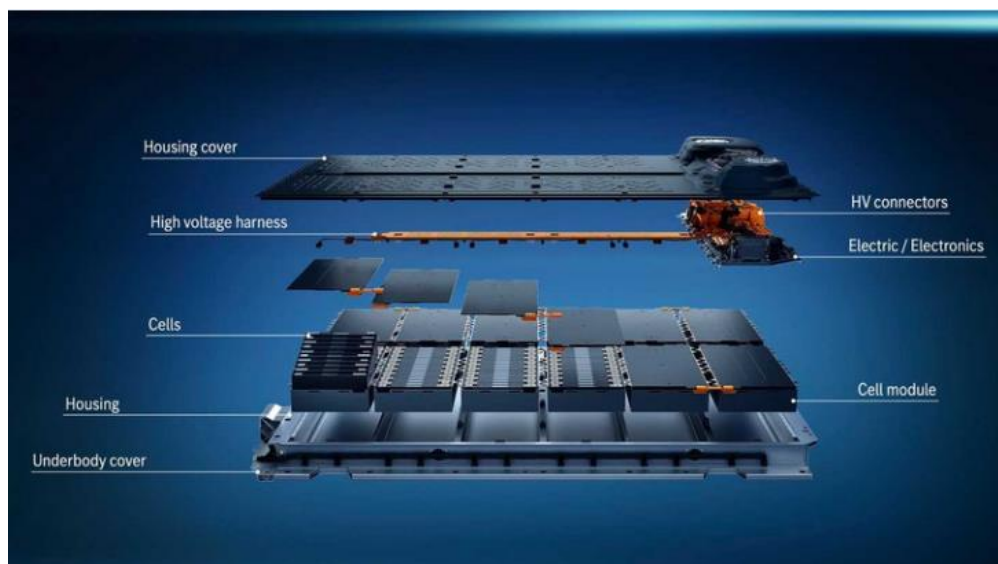
Forrás: Lengyel 2012

Mindkét esetben az akkumulátorokat bontatlanul, speciális zárt kamionban szállítják az újrahasznosítást végző üzembe. Az üzemben az akkumulátorokat összetörik/aprítják, majd a savat vagy leszűrik és bepárolják (6. ábra), vagy szódát adagolnak a kénsavhoz és ezzel nátrium-szulfáttá alakítják (7. ábra). A műanyagot kiúsztatják a nehéz frakcióból (ólom és szulfát iszap), majd ugyanabban a rövid forgódobos kemencében az iszapot és az ólmot szóda, kokszt és salakképzők adagolása mellett redukálják, ill. megolvasztják.

A hőenergia költsége, a kénsav, illetve a nátrium-szulfát iránti kereslet, valamint ezek árai közötti különbség határozza meg, hogy az akkumulátorok újrahasznosításához melyik technológiát választják. Az utóbbi időben inkább a szódás közömbösítést alkalmazzák, mert ennél az eljárásnál kevesebb kén kerül a kemencébe. (Lengyel 2012)

6.2. Lítium-ion akkumulátor hulladék feldolgozási technológiája

Az elektromos autók elterjedésével a lítium-ion akkumulátor hulladékok egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg. Az e-mobilitás és a megújuló energiák terjedésének köszönhetően a különböző gyártók fejlesztései a nagyobb fajlagos energiasűrűség, a nagyobb fajlagos teljesítmény, és a hosszabb élettartam elérésére irányulnak. A gyártók ezt különböző összetételű katód használatával igyekeznek elérni. (http 8.)



8. ábra: Lítium-ion akkumulátor felépítése

Forrás: Horváth 2022

Az 1990-es évek elejéhez képest sokat fejlődtek a lítium akkumulátorok újrahasznosítási lehetőségei. Kezdetben csak az akkumulátorok deaktiválására és biztonságos ártalmatlanítására törekedtek és nem törődtek a fém lítium visszanyerésével. Ennek egyik oka, hogy a fém lítium

elterjedt, a másik ok pedig a fém lítium nagy reakciókészsége az elsődleges akkumulátorokban. Az újratölthető lítium-ion akkumulátorok piacának óriási növekedése azt eredményezte, hogy erőfeszítéseket tettek a lítium-ion akkumulátor legértékesebb részének a kobaltnak a visszanyerésére, illetve előrelépés történt a lítium-sók újrahasznosítási módjának felkutatásában. (Pistoria, G., et al. 2001)

A lítium-ion akkumulátorok feldolgozása két szakaszból, a mechanikai előkészítésből és a metallurgiai eljárásból áll.

Első szakasz (mechanikai feldolgozás, előkészítés)

Célja, hogy az lítium-ion akkumulátorokat olyan méretre aprítsák, amelyen már elvégezhetőek a további eljárások. Ez a szakasz az alábbi munkafolyamatokat tartalmazza: kisütés, bontás, szétszerelés, feltárás, szemcsefrakciókra bontás, illetve azok szétválasztása. A mechanikai előkészítésben jelentős kihívást jelent az elektrolit és a ragasztóanyag ártalmatlanítása, továbbá az, hogy az akkumulátorok eltérő tervezésűek, méretűek és alakúak. (http 15.)

Második szakasz (metallurgiai eljárások)

A metallurgiai eljárásnak két gyakori típusa van:

1. Pirometallurgiai folyamat

Ezzel a módszerrel a kisebb primer lítium és lítium-ion cellák feldolgozása történik egy meglévő vagy módosított pirometallurgiai folyamatban. Az ilyen típusú létesítmények sokféle fémhulladékot fogadhatnak, az elemeket egyszerűen bekeverhetik, majd az elemeket elektromos ívkemencébe helyezik. A pirometallurgiai folyamat során az elektrolitokat, a papírt, a műanyagokat és a legtöbb nem fém alkatrészt elégetik és az égéstermékeket szennyezés csökkentő berendezésekben felfogják. A pirometallurgiai folyamat fő célja a kobalt, a vas és néhány színesfém kinyerése. A végtermék álltában egy fémkeveréket tartalmazó tuskó.(used battery 276-306 (278))

2. Hidrometallurgia

Ennél a módszernél az akkumulátorokat egy medencényi savban oldják fel és a szükséges anyagokat az így létrejövő fém-levesből vonják ki sók formájában. (Horváth 2022)

Az Európai Bizottság által 2020. december 10-én előterjesztett rendelettervezete többek között a gyártók felelősségévé tenné a használt akkumulátorok kezelését, illetve kötelezővé tenné a jármű akkumulátorok „második életét” a hulladékként történő hasznosítás előtt. (http 8.)

A lítium-ionos akkumulátorok azt követően, hogy már nem használhatók a személyautókban még évtizedekig képesek tartani az eredeti kapacitásuk nagy részét, ilyenkor kevésbé megterhelő helyet kell keresni nekik. Jól használhatók például a háztartásokban a napelemek által termelt többlet energia tárolására, megújuló energiafarmokhoz lehet telepíteni a többlet energia tárolására (ezzel kiegyensúlyozatják a hálózat terhelését), használhatók napkollektoros utcai világításhoz, vagy liftek, adatközpontok vészhelyzeti energiaforrásának is kiválóan alkalmasak. (Horváth 2022)

6.3. Használt elem feldolgozási technológiája

Az egyszer használatos akkumulátorokat elsődleges akkumulátoroknak is szokás nevezni. Ezek az akkumulátorok könnyűek, kényelmesek és viszonylag olcsók. A háztartások világszerte használják például a hordozható elektromos és elektronikus eszközökben, játékokban, zseblámpában, rádióban.

A leggyakrabban használt primer akkumulátorok a cink-szén és az alkáli-mangán akkumulátorok. A gyártók a 90-es évek elejéig higanyt adtak mind a két típusú akkumulátorhoz, de 1991-től eltávolították a higanyt az összes Európában gyártott cink-szén cellából, és az alkáli-mangán cellák higanytartalmát is 0,025% alá csökkentették. (Pistoria, G., et al. 2001) Az Európai Parlament és a Tanács 2006/66/EK irányelve megtiltotta minden olyan elem vagy akkumulátor fogalomba hozatalát, amely több mint 0,0005 tömegszázalék higanyt tartalmaz. Az irányelv előremozdította a hulladékká vált elemek és akkumulátorok nagyarányú gyűjtését és újrafeldolgozását.

Jogszabály írja elő, hogy az elem- és akkumulátorhulladékot a gyártónak át kell vennie a hulladék tulajdonosától. A gyártónak az átvételt átvételi helyen, vagy speciális gyűjtőhelyen kell biztosítania. Az átvételért ellenszolgáltatást nem követelhet, de a hulladék átadásának ösztönzésére díjat fizethet. 2009. július 1-től kötelező az átvétel biztosítása minden olyan kereskedelmi egységben, ahol ilyen áramforrást forgalmaznak.

A 2006/66/EK irányelv alapján a hordozható elemek és akkumulátorok 45%-t kell 2016-tól visszagyűjteni. A vonatkoztatási alap a tárgyév és az azt megelőző két évben forgalomba hozott mennyiség számtani átlaga. Az irányelvben meghatározott gyűjtési arányok teljesítése érdekében hazánkban minden olyan településen, ahol a lakosság száma meghaladja a 100 főt a gyártónak ki kell alakítania a hulladékká vált elem és akkumulátor elkülönített gyűjtésére legalább egy speciális gyűjtőhelyet, melyet gyalogosan is könnyen meg lehet közelíteni, és biztosítania kell a folyamatos rendelkezésre állását. Magyarországon a speciális gyűjtőhelyek

száma megközelíti a 35000 darabot, ami azt jelenti, hogy gyakorlatilag az ország minden településén kialakításra kerültek gyűjtőpontok, még az olyan településeken is ahol a lakosságszám nem éri el a 100 főt. (http 8.)

1993-ra a nagy akkumulátorgyártók Európában, Japánban és az Egyesült Államokban sikeresen eltávolították az elsődleges akkumulátorokból a higanyt, így az újrahasznosítás során csak az erőforrások megőrzésére kell összpontosítani, nem pedig a mérgezőanyagok eltávolítására. Annak érdekében, hogy a hozzáadott higany nélkül gyártott primer akkumulátorokat úgy lehessen újrahasznosítani, hogy ne kelljen a költséges higanyleválasztó és kezelő technikákat alkalmazni, az összes Európában értékesített alkáli hengeres elem címkéjén elhelyeztek egy láthatatlan, csak ultraibolya fényben látható tintát. Ez lehetővé teszi a higanymentes akkumulátorok gyors és pontos kiválogatását az akkumulátor hulladékok közül.

A cink-szén és az alkáli akkumulátorok újrahasznosítása történhet kémiai vagy hidrometallurgiai illetve pirometallurgiai eljárással. A két eljárás közötti különbség:

- A hidrometallurgiai eljárás inkább a magas viszonteladási értékű késztermékek előállítására törekszik. A nagyobb hozzáadott értékre való törekvésre azért van szükség, hogy az fedezze a magas tőkebefektetési és működési költségeket.
- A pirometallurgiai eljárás során alacsonyabb értékű anyagokat állítanak elő, amelyeket vagy tovább finomítanak, vagy külön iparágban használnak fel.

Hidrometallurgiai eljárás

A franciaországi Zimaválnál a hidrometallurgiai eljáráshoz az elemeket először szétválogatják, majd a válogatást követően az alkáli- és cink-szén elemeket egy automata egységben felaprítják. Az aprítás az előbbinél nátrium-hidroxid alatt, míg az utóbbinál vízpermet alatt történik. A vizes mosással a kilúgozás előtt eltávolítják a kloridokat a cink-szén cellákból. Ebben a szakaszban eltávolítják a műanyagokat, papírt és fémeket, vas- és színesfémeket egyaránt. A papírt és a műanyagokat elkülönítik és elküldik, hogy égetéssel energiát nyerjenek belőlük. A finom frakció főként cink- és mangán-oxidból és szénből álló anyagokat tartalmaz, melyet nátrium-hidroxid fürdőben kilúgoznak. A cinkben lévő higany ekkor kicsapódik és a reaktor alján leülepedik. Ezt időnként lecsapolják és a higanyt ártalmatlanításra elküldik. A visszamaradó cinkben gazdag szűrletet hagyják lehűlni, majd elektrolízissel dentrites cinket választanak le. Ez egy potenciálisan nagy értékű anyag, amit a festékiparban használnak.

A visszamaradó szűrllet elsősorban mangán és szén oxidjaiból és hidroxidjaiból álló vegyületeket tartalmaz. Kénsavas lúgozással a mangán összes komponensét mangán-szulfáttá alakítják, majd nátrium-karbonát hozzáadásával mangán-karbonáttá alakítják, melyet a mangániparban értékesítenek.

Szintén a szelektív hidrometallurgiai módszert használja a belgiumi Erachem. Az Erachem egy vegyipari vállalat, amelynek elsődleges célja az akkumulátor-, elektronikai- és agrokémiai ipar számára a mangánsók előállítás. Emiatt a meglévő vegyi üzemben kampányszerűen végzik az akkumulátor elsődleges újrahasznosítását. Ők csak az elsődleges akkumulátorokból származó mangánt és cinket hasznosítják újra. A szétválogatott akkumulátorokat először aprítják és megőrlik. Az így kapott keverék a cinket és a mangánt összetett oxidkeverék formájában tartalmazza. A tisztítási szakasz előtt a keveréket kénsavval lúgozzák, majd mangán- és cinksóként valamint -oxidként értékesítik. A fémfrakciók sem vesznek el, visszanyerésüket az Erachemmel partneri kapcsolatban lévő cégek végzik. (Pistoria, G., et al. 2001)

Pirometallurgiai eljárás

A folyamat alapvetően három szakaszból áll. Az első a szerves anyagok, a víz és a higany pirolízise az aknakemencében 400-750 °C közötti hőmérsékleten. A szerves anyagokat utóégető kamrában égetéssel semlegesítik, majd a gázokat gyorsan lehűtik, hogy megakadályozzák a dioxinok felhalmozódását, és több lépésben tisztítják, mielőtt a légkörbe engedik. A higanyt tovább desztillálják és értékesítik.

A pirolízist a fémrészek olvasztása követi egy indukciós kemencében. A vas és a mangán megolvasztásával ferromangán keletkezik, a cink elpárolog. A felszabaduló cink egy kondenzátoron halad keresztül ahol fém cink keletkezik.

Azzal, hogy ma már a cink-szén és az alkáli elemek higany hozzáadása nélkül készülnek lehetővé vált, hogy az elemek sikeresen újrahasznosíthatók legyenek a meglévő fémiparban. A lemerült elsődleges akkumulátorok újrahasznosítása az acélgyártásban használt elektromos ívkemencékben történik. Az akkumulátorok tömegének 65%-át kitevő acélt, mangánt, szenet, cinket újrahasznosítják, míg a fennmaradó összetevők, papír, bitumen stb. ártalmatlanul elég vagy elpárolog.

Az ívkemencében az akkumulátorok acél alkatrészei megolvadnak és mint acél jelennek meg. Az akkumulátorok kis mennyiségben nikkelt, ónt és rezet is tartalmaznak. Ez bizonyos acélminőségeknél problémát jelenthet, de például a szerkezeti acélok esetében ez jelentéktelen.

Az akkumulátor tömegének kb. 6%-a szén. Ezt vagy közvetlenül elégetik ezzel növelve a rendelkezésre álló energiát, vagy feloldják az acélfürdőben, ahol a csapolás előtt oxigénnel oxidálják.

Az akkumulátorokban lévő mangán-oxid rendszerint feloldódik a salakban. A keletkezett salakot Európában építőanyagként értékesítik.

A cink nagy része elpárolog a kemence füstgázaiba és növeli a szűrőberendezés porában lévő cink-oxid szintet. Ahol a szűrőport egy másodlagos cinkfeldolgozó üzembe küldik ott az akkumulátorokból származó cink csökkenti az acélgyár porfeldolgozási költségeit. (Pistoria, G., et al. 2001)

6.4. Fa hulladék feldolgozási technológiája

Fahulladéknak az olyan faanyag tekinthető, mely csak korlátozottan használható fel és a szokásos értelemben nem, vagy csak csekély mértékben rendelkezik piaci értékkel. Negatív értékű fahulladékról akkor beszélünk, ha a fahulladék nem kerül újrafelhasználásra, a megsemmisítése pedig külön költséget igényel.

A fahulladékok felosztásának egyik lehetséges módja:

a. Erdőgazdasági hulladék:

- nagyméretű rönk (fűrész- vagy lemezipari rönk)
- vékony rönk (gyérítés során az erdőben maradt faanyag)
- egyéb: ide tartozik például a csúcs- és áganyag, a levél, tűlevél, gyökér. Ezeknél elsősorban energetikai hasznosítás valósul meg.

b. Fafeldolgozási hulladék

- tömör faanyag eselékek, lécek: ide tartoznak a fűrészüzemi-, a furnér- és rétegelt-lemezipari hulladékok, valamint a bútór- és épületasztalos-, és vegyes faipari hulladékok
- faalapú lapok hulladéka: ezek a rétegelt lemez, a faforgácslap és a farost lemez megmunkálásából keletkeznek
- forgács
- fűrészpor
- csiszolatpor és egyéb apró hulladék

c. Elhasznált fa hulladékai: ezek nem közvetlenül a faipari termelés során keletkeznek

- építési, bontási hulladék
- csomagolóanyagok és használatra alkalmas tömör faanyag, ilyen például a rakodólap, láda, vasúti talpfák stb.
- egyéb újra felhasználható faanyagú termékek, ilyenek a furnérból, farostból, faforgácsból készült lemezek, lapok

Minden fahulladék esetén meg kell határozni, hogy tartalmaz-e veszélyes anyagot, és ha igen akkor milyen és milyen mennyiségben.

A nem faipari termelés során keletkező, faalapú hulladékok („Altholz”) az alábbi kategóriákra oszthatók:

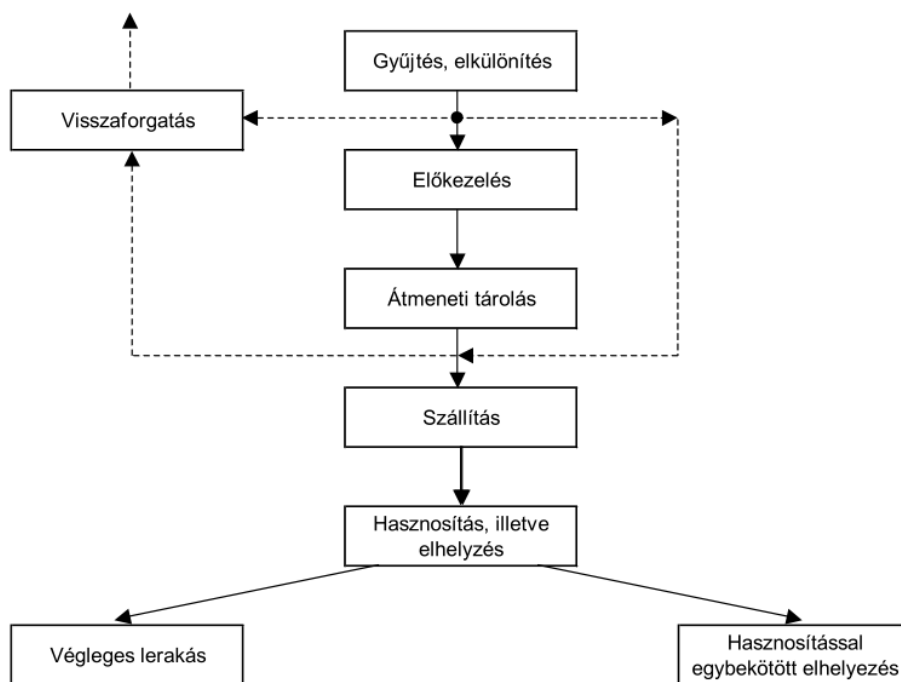
- használt bútorok, háztartási cikkek (az utóbbiak tömör fából készültek és főként régen voltak jelentősek)
- építmények lebontásánál, átépítésénél keletkező fahulladék (faalapú ajtók, ablakok, gerendák stb)
- vasúti talpfák, póznák, oszlopok (jellemzően veszélyes anyagokkal erősen szennyezettek)
- csomagolóanyagok, rekeszek
- kertészeti, mezőgazdasági fahulladékok
- egyéb

A faipari feldolgozás során keletkező melléktermékeket 90%-ban újrahasznosítják, míg a nem faipari termelés során keletkező faalapú hulladékok hasznosítása csak alig-alig valósul meg. Ez utóbbi körbe tartozó hulladékok szelektív gyűjtés és tárolás után még újrahasznosíthatóak lennének. A legtöbb esetben azonban a kommunális hulladéklerakóba kerülnek, vagy elégetik, de nem nyernek belőle energiát.

A lakosság körében keletkező fahulladékok begyűjtése, kezelése, válogatása és hasznosítása nehéz feladat. A különböző favédőszerekkel, festékekkel, lakkokkal kezelt fahulladékok veszélyes hulladéknak számítanak a bennük lévő réz, arzén, króm stb. tartalom miatt. Az ilyen fahulladékokat általában veszélyes-hulladékgétezőkbe viszik. A költségeket a szállítás és az égetés mellett a válogatás is növeli, a hulladékfák közül ugyanis ezeket ki kell válogatni, ami idő- és munkaigényes folyamat.

Jelenleg a bútorok életciklusa egyre rövidebb, ami egyre több hulladék keletkezését eredményezi. Ezen hulladékok tömegének jelentős mértékű növekedése miatt egyre sürgetőbb kérdés ezen anyagok bekapcsolása a hulladékáramlásba.

A faipari hulladékok kezelésében 5 fő művelet különböztethető meg (9. ábra):



9. ábra: Faipari hulladékok kezelése

Forrás: Németh 2012

1. Gyűjtés, elkülönítés

Ez a művelet határozza meg legjobban a hulladék sorsát, itt történik meg a mérgező, veszélyes anyagokat tartalmazó hulladékok elkülönítése

2. Előkezelés

Az előkezelésnek fizikai, kémiai, biológiai módszerei vannak. A faiparban leggyakrabban a hulladékok aprítása, rostálása, hulladék válogatása, vasanyagok mágneses eltávolítása, porszerű hulladékok szemcsézése, brikettálása, folyadékok szűrése fordul elő.

3. Átmeneti tárolás

A keletkező faipari hulladék elhelyezése az ipartelepen létesített átmeneti tárolóban. Az átmeneti tárolást követően van lehetőség a hulladék keletkezési helyén a visszaforgatásra.

4. Szállítás

A szállítás történhet ömlesztve vagy csomagoltan. Veszélyes hulladékok szállítása rendszerint „szigorú” zárt csomagolásban történik.

5. Elhelyezés, hasznosítás

A hulladék kezelése ebben a szakaszban kétféleképpen történhet:

- hasznosítás, illetve hasznosítással egybekötött elhelyezés
- végleges lerakás

A hasznosítás a termelésből és fogyasztásból kikerülő anyagok, hulladékok újrahasznosítására helyezi a hangsúlyt. Célja a természet erőforrásainak kímélése és a természet terhelésének csökkentése.

A faalapú hulladékhasznosítás előnyei:

- mérsékli vagy megszünteti a környezetszennyezést
- csökkenti a természetes erőforrások felhasználását
- energia megtakarítást jelent, mivel a hulladékból származó másodnyersanyag feldolgozása általában kevesebb energia befektetéssel jár, mint az alap nyersanyag feldolgozása.

A faalapú hulladékok hasznosítása történhet:

- újrafelhasználással (Reuse)
- újrafeldolgozással (Recycle)
- energia visszanyeréssel (Recovery)

Újrahasználat esetén a hulladéknak nem minősülő, selejtként nyilvántartott terméket használják fel újra az eredeti célnak megfelelően. Újrahasználatra példa a többször használatos raklap, vagy például amikor a bútoriparban a hibásan felületkezelt terméket a minőségellenőrzés során selejtnak minősítik, majd javítást követően újrahasználják az eredeti termékkel megegyező funkciójú termék előállítására.

Az újrafeldolgozás esetén nem biztos, hogy az eredeti célnak megfelelő lesz az hasznosítás, lehetséges, hogy az újrafeldolgozás során az eredetitől eltérő terméket állítanak elő.

A fa energetikai hasznosítása egyidős az emberiséggel. Szerepe azonban a kőszén, a kőolaj, majd az atomenergia elterjedése miatt folyamatosan csökkent. Mivel ezek a fát felváltó energiaforrások kimerülőben, illetve megszűnőben vannak fontos előtérbe helyezni a csak

energetikai célra alkalmas hengeresfa és az újrahasznosításra nem használható fahulladékok energiahordozóként történő hasznosítását. Energetikai hasznosításra majdnem minden faalapú hulladék alkalmas, ezek összegyűjtése azonban jelentős munka és energiaráfordítást igényelnek.

A fakitermelésben keletkező hulladékok többsége nem kerül hasznosításra. Egy részük az erdőtalajok biológiai körforgásának biztosításában játszanak szerepet, másik részük pedig nem vagy csak aránytalanul magas költségek mellett lenne kitermelhető. A fagazdaságokban keletkező hulladékok jelentős része azonban a fűtőértékük 8-10%-át kitevő energiafelhasználással kitermelhető és tüzelési célra hasznosítható lenne.

Az elsődleges fafeldolgozás során keletkező hulladékok, mint például a fűrészpor, fakéreg, eselék a magas víztartalma miatt csak szárítást követően alkalmas brikettálásra. Az ehhez szükséges energiamennyiség a biobrikett fűtőértékének kb. 6-8%-a. A nagyobb méretű hulladékok egy részét kedvezményes áron eladják a dolgozóknak, azaz lakossági felhasználásra kerül. A hulladékok jelentős részét a fafeldolgozó üzemek a hőellátásuk biztosítására használják, ezzel biztosítják például a meleg vízellátást, a fűtést, de a faszárító berendezéseknél is használják.

A másodlagos fafeldolgozók (bútoripar, parkettagyártás, építőipar stb.) hulladékai már légszáraz állapotban vannak, ezért közvetlenül brikettálhatók. Amennyiben a felhasználandó hulladék nem tartalmaz semmilyen veszélyes anyagot, akkor a hulladékból biobrikett állítható elő, ami Ausztriában keresett exporttermék. Mivel a faforgács-, fa-, és bútorigipari termelés során keletkező csiszolatpor gyakran tartalmaz ragasztót is, ezért az ezekből készült brikett nem exportképes.

Összességében elmondható, hogy a fakitermelés, illetve a fafeldolgozás során keletkező faalapú hulladékok jelenleg több mint 60%-a energetikai felhasználásra kerül Magyarországon. A lakosságnál keletkező elhasznált faanyag jelentős részét ún. „házi kazánokban” égetik el. A lakosságnál keletkező fahulladékokat a kommunális hulladékkal együtt gyűjtik, emiatt ezen hulladékok energetikai hasznosítása nem megoldott.

Fahulladékok energetikai hasznosításának lehetőségei Magyarországon:

- technológiai hőenergia termelés direkt tüzeléssel

- „nemesítést” követően (brikettálás, pellettálás)¹ energia előállítás
- fahulladékok hasznosítása a decentralizált-energia termelésben.

A faalapú hulladékok energetikai hasznosításakor hőt, áramot, vagy mindkettőt kaphatunk. A fából termikus bomlás (pirolízis) segítségével gáz is nyerhető. A pirolízissel keletkező éghető gázok energiatartalma fagázgenerátorral hasznosítható. A biomasszából előállított gőzből vagy gázból turbinák, motorok, vagy generátorok segítségével villamos energia állítható elő.

Magyarország korántsem használja ki a lehetőségeit, ennek ellenére a fa energetikai hasznosításának mértéke egyenletesen nő. A fa energetikai hasznosításának növelésével ökonómiai² és ökológiai³ eredmények érhetők el. Ugyanakkor csak azokat az alapanyagokat szabad elégetni, amelyek már más célra nem használhatók, mivel ellenkező esetben pont ökológiai károkat fogunk okozni. (Németh 2012).

6.5. Textilhulladék feldolgozási technológiája

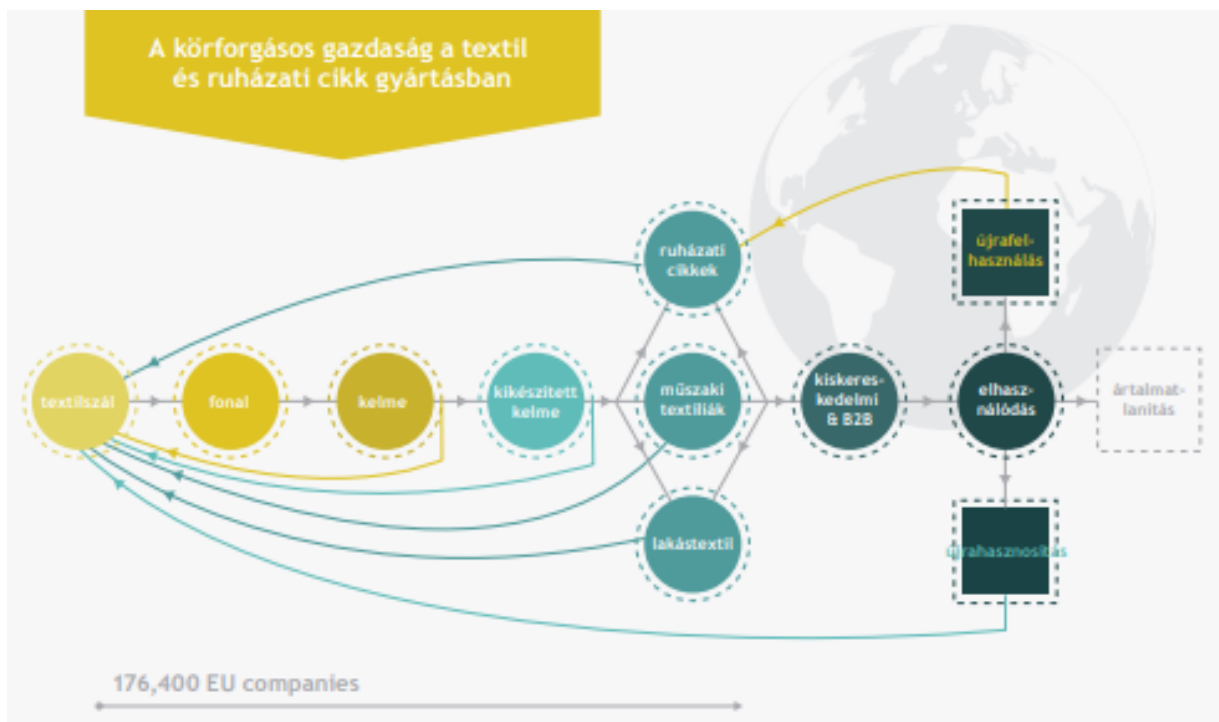
A textil-és ruhaipar jelentős ágazat a világkereskedelemben és az Európai Unió gazdasági tevékenységében. A végtermékek széles választékát állítja elő, így például csúcstechnológiájú szintetikus fonalakat, gyapjúsövetet, pamutágyneműt, ipari szűrőbetétet, pelenkát, divatos ruhákat. Ez a világon a második legszennyezőbb szektor, az éves CO₂ kibocsátás 10%-áért felelős.

Az EU textil- és ruhaipara magába foglalja a teljes textil értékláncot. Tevékenységei közé tartozik a természetes vagy szintetikus nyersanyagok, szálak, rostok fonallá történő feldolgozása, szövetek, kötött és nem szőtt termékek előállítása, a textilanyagok kezelése (pl.: kikészítés, színezés, bevonatolás), nagy teljesítményű textíliák előállítása az ipar számára, valamint ruházati cikkek és lakástextilek gyártása. A kiskereskedelem is fontos szerepet tölt be az értékláncban a fogyasztók részére történő textil- és ruházati termékek értékesítése révén. (10. ábra).

¹ Különböző biomassza hulladékokból tömörítési eljárásokkal, kötőanyag nélkül előállított nagy fűtőértékű energetikai alapanyag. Leggyakoribb alapanyag a faalapú por-forgácsok. A brikett 6-10 cm átmérőjű, a pellet 6-14 cm átmérőjű és 2-4 cm hosszúságú termék.

² Ökonómiai előny pl.: drága energiahordozó kiváltása, energiahordozó importhányad csökkentése

³ Ökológiai haszon pl.: szénszám-képződés csökkentése, SO₂, és NO_x, valamint CO és CO₂ kibocsátás csökkentéssel



10. ábra: Textil értéklánc

Forrás: [http 6](http://6).

A ruhaipari cikkek termelése 2000 és 2015 között közel a duplájára nőtt. A teljes textilszál gyártás világszerte eléri az évenkénti 100 millió tonnát, ami 3-4%-os növekedést jelent minden évben. Ugyanakkor a ruházati cikkek átlagos hordási ideje 36%-kal csökkent a 15 évvel korábbihoz képest. Becslések szerint a divatcikkek több mint felétől egy éven belül megválnak viselőik. Ennek következtében nagymennyiségű használt textilanyag keletkezik, amit potenciálisan újra lehet hasznosítani.

Becslések szerint az EU textilipara évi 16 millió tonna textilhulladékot indukál, melynek nagy részét hulladéklerakóba szállítják vagy elégetik. Ez magas költséggel és jelentős környezeti hatással jár, miközben a hulladékban lévő értékes erőforrások is elvesznek.

A textilgyárakból származó ipari hulladék általában jó minőségű és nagy mennyiségű újrahasznosítható hulladék, ezzel szemben a fogyasztás után keletkező hulladék gyakran inhomogén és nagymennyiségben tartalmaz vegyes textiliákat. Ezt a textilhulladékot különböző hulladékokra lehet bontani (2. táblázat): ([http 6](http://6))

2. táblázat: Az EU-tagállamok által termelt textil maradékanyag hulladék

Forrás: [http 6.](#)

HULLADÉK ÁRAM	MARADÉKANYAG HULLADÉK ÖSSZESEN (MILLIÓ TONNA)	TOP 3 EU TAGÁLLAM
Ruházati cikkek - válogatógépek maradékanyaga	0,08	Németország, Egyesült Királyság (EK), Belgium
Ruházati cikkek a kommunális szilárd hulladékban	5,80	Németország, Lengyelország, Olaszország
Szőnyegek	1,60	-
Matracok	0,30	Lengyelország, EK, Németország
Bútor	0,40	-
Egyenruhák	0,08	Németország, EK, Franciaország
Elhasznált járművek	0,19	EK, Franciaország, Olaszország
Feldolgozóipar	0,90	Olaszország, Németország, Spanyolország
Összesen	9,35	

Az újrafeldolgozás szempontjából problémát jelent, hogy a textileket festik, színezik, a gyártás során vízálló anyagokat használhatnak, illetve különféle fémeket tartalmazhatnak, pl.: zipzárt, gombokat, patentokat. Minden ilyen összetevő megnehezíti az újrafeldolgozást. ([http 9](#))

A ruhaipar teljes anyagfelhasználásának csupán 13%-át hasznosítják újra valamilyen módon, míg ruházati cikként csupán 1%-át. A textilek újrahasznosítása leggyakrabban alacsonyabb értékű formában történik pl.: törlőrongyként, matracok töltőanyagaként vagy szigetelőanyagként.

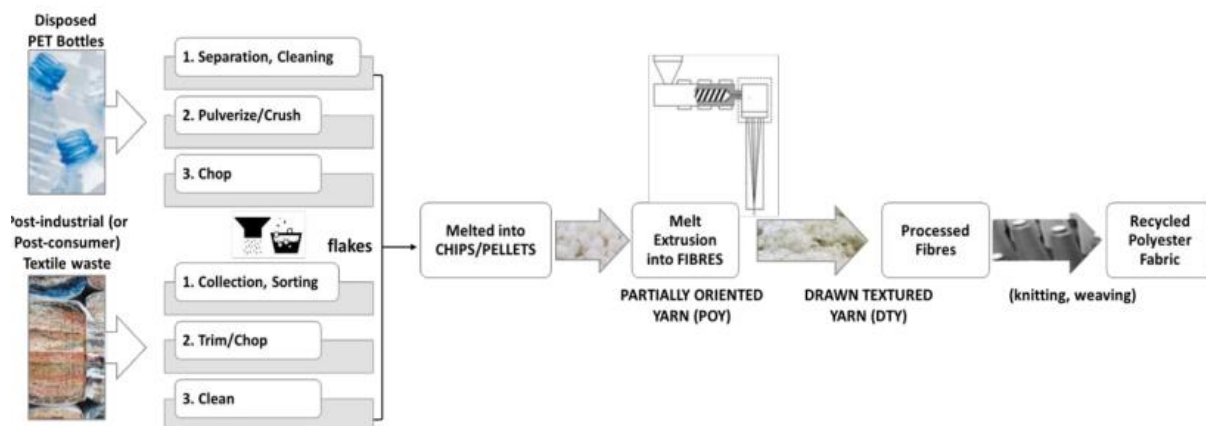
Az EU új, körforgásos gazdaságra vonatkozó csomagját 2018. május 22.-én fogadták el, melyben többek között arról is megállapodás született, hogy 2024-től az EU egész területén elkülönítve kell gyűjteni a textileket. ([http 6](#))

6.5.1. Ipari textilhulladék

A textil gyártása során keletkező hulladék lehet textilszál hulladék, maradék fonal, textilanyag darabok, vágási hulladék, hibás termékek, illetve más, nem textilhulladék, mint például papír, karton, fa stb. Anyagát tekintve a textilhulladék lehet természetes vagy szintetikus textilszál. Az újrahasznosítás legelőnyösebb módja a hulladékanyagok visszaforgatása a gyártási folyamatba, ezáltal nyersanyag takarítható meg. A hibás gyártású termékeket néha géprongynak használják. A hulladék másodlagos felhasználásának egyik módja, amikor a textilszálakat oly módon nyerik vissza, hogy a textilhulladékot tépési és vágási folyamatnak vetik alá. Az így kapott anyagot szálak nemszőtt anyagok gyártására, vagy például töltőanyagok, szigetelőanyagok, geotextilek, kárpitok és az autóiparban használt textilek

előállítására használják. A textilhulladékok fizikai vagy kémiai módszerrel is újrahasznosíthatóak.

A fizikai újrahasznosítás a hőre lágyuló anyagoknál alkalmazható. (http 6) Hőre lágyuló anyag például a poliészter vagy a nylon. A fizikai újrahasznosítás során az összegyűjtött hulladékot átválogatják, majd felaprítják. A felaprított hulladékot megolvasztják és újrahasznosított szálakat készítenek belőle. A poliészter fizikai újrahasznosítását a 11. ábra szemlélteti: (Le 2018)

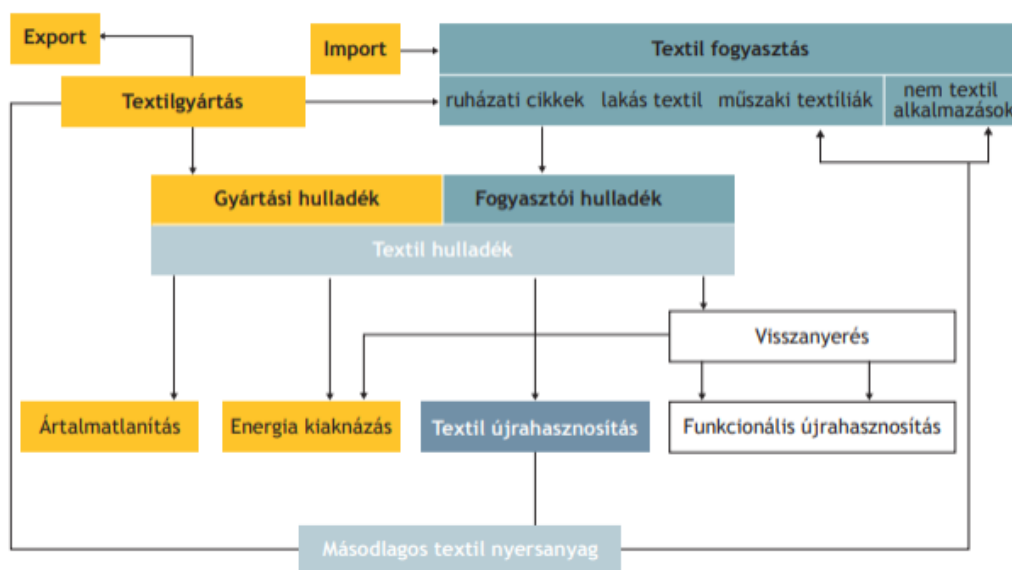


11. ábra: A poliészter mechanikai újrahasznosításának általános módja

Forrás: Le 2018

A nem kevert szintetikus hulladékok újrahasznosítása során alkalmazott kémiai folyamatok például a depolarizáció vagy az újra-polimerizáció. A fizikai és a kémiai újrahasznosítás hátránya, hogy idő-, energia- és költségigényes.

Amennyiben nem lehetséges a textilhulladék újrahasznosítása, újrafelhasználása vagy funkcionális ártalmatlanítása, akkor a textilhulladék vagy az ipari- vagy a maradék hulladékok közé kerül. Ezután energetikai hasznosítás történik a nyilvános hulladékégetőkben vagy a gyártó vállalkozásnál. (12. ábra) (http 6)



12. ábra: Textilhulladékok anyagkörforgása

Forrás: [http 6](http://6)

6.5.2. Háztartási textilhulladék

Az elhordott ruhadarabok, használt textilek hulladékkezelésének lehetőségei:

1. A lakossági hulladékgyűjtő edénybe kerül és összekeveredik az egyéb lakossági hulladékkal, ezért teljes mértékben alkalmatlanná válik az újrahasznosításra. Végül vagy elégetik, vagy hulladéklerakó telepeken ártalmatlanítják.
2. A nagyobb mennyiségeket központilag gyűjtik és kezelik az újrahasznosítási központokban. A gyűjtött textilek egy részét válogatással foglalkozó cégek részére értékesítik további feldolgozásra, a maradék pedig a lakossági hulladékhoz hasonlóan égetőműbe vagy hulladéklerakó telepre kerül.
3. Az elhordott ruhadarabok, használt textilek gyűjtésével magánvállalkozások és jótékonyági szervezetek is foglalkoznak. A ruhákat konténerekben gyűjtik, melyeket úgy helyeznek el, hogy azok sok ember számára könnyen hozzáférhető legyen, például bevásárló központok mellé vagy forgalmas utcák közelébe. A gyűjtött ruhákat, textileket, cipőket ezután kiválogatják, majd minőségi szempontokat figyelembe véve jótékonyági vagy használt ruhaüzletekben értékesítik. A befolyt összegből jótékonyági és szociális projekteket finanszíroznak. Ezen kívül a harmadik világ országaiba is szállítanak belőle. A használhatatlan darabokat ártalmatlanítják. ([http 6](http://6))

Magyarországon több jótékonyági szervezet is működik (pl: Vöröskereszt, Máltai Szeretetszolgálat, Baptista Szeretetszolgálat, stb.) ahová az elhasznált ruhát, lakástextilt

(konyharuha, ágynemű, abrosz), takarót, plédet be lehet adni, ezek a szervezetek pedig szétszítják a rászoruló családok illetve a hajléktalanok között. Vannak olyan üzletek is, mint például a H&M ahová a már nem használható (foltos, szakadt) ruhadarabok, textilek beadhatók, cserébe az üzlet kedvezményt biztosító kupont ad, melyet új ruha vásárlásánál lehet felhasználni.

A válogatás nagyban meghatározza a begyűjtött áruk újrahasznosítási lehetőségeit. Minél jobban megfelel a vevő igényeinek a válogatás, annál több áru kerülhet magas minőségű újrahasznosításra, vagy ideális esetben használt áruként újrafelhasználásra. Az Európán belüli létesítményekben válogatják a használt textilek 93%-át (ennek 66%-át Németországban), míg Európán kívül csupán a 7%-át.

A ruházati cikkek és a háztartási textíliák lehetséges kezelése attól függ, hogy szétválogatták-e ezeket a termékeket. Amennyiben nem történt válogatás és ezek a textilhulladékok szennyezettek illetve nem-textil hulladékkal keveredtek, akkor az ártalmatlanításuk hulladéklerakó telepen vagy égetőműben történhet.

A már nem viselhető textilek újrahasznosításakor a textilszálakat tépési folyamattal nyerik vissza, melyeket majdnem kizárólag nem szőtt termékekhez használják fel pl.: szigetelő-, kárpit- és autótextilekhez. ([http 6](#))

7. A hatos pontban részletesebben elemzett hulladék típusokkal kapcsolatos konzekvenciák

7.1. Savas ólomakkumulátor hulladék

A savas ólomakkumulátorok esetében, a begyűjtött információk alapján egyetlen feldolgozó van pillanatnyilag a hazai piacon, aki nem dolgozza fel a teljes keletkező hulladék mennyiséget. Ebből arra lehet következtetni, hogy ezen hulladékarám esetében várhatóan folyamatosan és kellő mennyiségben állna rendelkezésre a nyersanyag, azonban a feldolgozási technológia végén jelentkező kohászati eljárás rendkívül drágává teszi a technológia kialakítását. A telephely vonatkozásában továbbá meg kellene vizsgálni a beton aljzár erősségét illetve azt, hogy a jogszabályok milyen kármentesítő létesítmények kialakítását írják elő. Valószínűleg ez a rendkívül magas beruházási költség az oka annak, hogy nem létesült idáig több savas ólomakkumulátor újrahasznosító üzem Magyarországon. Az említett okból ezt a hulladék típust kiveszem a potenciális lehetőségek közül.

7.2. Lítium-ion akkumulátor hulladék

A lítium-ion akkumulátorok vonatkozásában elmondható, hogy az elektromos autók egyre nagyobb mértékű piaci részesedésével arányosan nő az ezen akkumulátor típusokra irányuló figyelem. Mivel ez egy viszonylag új ágazat ezért a lítium-ion akkumulátorok újrahasznosítási technológiájának kutatás-fejlesztésre nagy összegeket fordítanak. Ezen akkumulátor típusok újrahasznosítása kapcsán problémát jelent, hogy a technológia költséges, ugyanakkor a gyártásához szükséges nyersanyagok többsége nem elég drága. A lítium kitermelése költséghatékonyan megoldható, ráadásul nem is túl ritka anyag. A legdrágább fém, amit az akkumulátorban használnak jelenleg a kobalt. Ez az egyetlen alkotó, amivel megéri jelenleg foglalkozni. Amennyiben a gyártóknak sikerül a kobaltot más olcsóbb összetevőre cserélni, akkor a jelenleg használt lítium-ion akkumulátor újrahasznosítási technológiák alkalmazása hosszú távon értelmüket veszti. Problémát jelent továbbá, hogy a lítium-ion akkumulátorok jelentős kockázati tényezőket hordoznak magukban. Érzékenyek a magas hőmérsékletre (tűz, sugárzó hő, közvetlen napsugárzás, stb.) és a mechanikai sérülésekre. Utóbbi tulajdonsága különösen nagy kihívást jelent az újrahasznosításban, hiszen az első szakaszban történő mechanikai előkészítés során jelentős biztonsági kockázatot rejt a tűz és robbanásveszélyes tulajdonsága. Az égés során ráadásul számos mérgező gáz (nikkel-, kobalt-, alumínium-, neodymium-, illetve a magnézium oxidjai) kerülhet a levegőbe.

Mivel ez egy rendkívül gyorsan változó és fejlődő terület, ami magas kockázatot jelent és a beruházás szempontjából is magas költségekkel kellene számolni, ezért a savas ólomakkumulátorokhoz hasonlóan ezt a hulladék típust is kiveszem a lehetőségek közül.

7.3. Használt elemek

A savas ólomakkumulátorokhoz hasonlóan, a használt elemek kapcsán is pozitív tényező, hogy a visszagyűjtési hálózat jól kiépített, ugyanakkor jelenleg nincs olyan vállalkozás Magyarországon, amely cink-szén és alkáli-mangán elemek újrahasznosításával foglalkozna. Mivel az újrahasznosítási technológia más akkumulátorok feldolgozásához hasonlóan a használt elemek esetében is kohászati lépéssel zárul, ezért szintén egy rendkívül drága újrahasznosítási technológiáról beszélhetünk. Ezért ezt a hulladék típust is kiveszem a lehetőségek közül. Feltehetően a használt elemek esetében is a nagyon magas beruházási költséggel megvalósítható technológia miatt nincs még olyan cég hazánkban, aki a cink-szén és alkáli-mangán elemek újrahasznosítására szakosodott volna.

7.4. Fa hulladék

A fakitermelés, illetve a fafeldolgozás során keletkező faalapú hulladékok jelenleg több mint 60%- a energetikai felhasználásra kerül.

A nem faipari termelés során keletkező faalapú hulladékok, mint a használt bútorok, az építmények bontásakor és átépítésekor keletkező fahulladékok (faalapú ajtók, ablakok, gerendák stb.), a vasúti talpfák, póznák, oszlopok, csomagolóanyagok, rekeszek, kertészeti és mezőgazdasági fahulladékok esetében alacsony mértékű újrahasznosításról beszélhetünk.

A lakosság körében keletkező fahulladékok begyűjtése, kezelése, válogatása és hasznosítása nehéz feladat. A különböző favédőszerekkel, festékekkel, lakkokkal kezelt fahulladékok veszélyes hulladéknak számítanak a bennük lévő réz, arzén, króm stb. tartalom miatt. Az ilyen fahulladékokat általában veszélyes-hulladékegyesítőbe viszik.

Mivel a fahulladékok esetében az energetikai felhasználás az elterjedt és a legtöbb esetben ez az egyetlen hasznosítási lehetőség is, ezért ezt a hulladékáramot is kiveszem a lehetőségek közül.

7.5. Textil hulladék

Világszerte a textilszál gyártás évi 3-4%-os növekedést mutat. Az EU textilipara évi 16 millió tonna textilhulladékot indukál, melynek nagy részét hulladéklerakóba szállítják vagy elégetik.

Magyarországon évente 60-80 ezer tonna ruhát dobnak ki az emberek, aminek a 90%-a kerül hulladéklerakóba. Becslések szerint a divatcikkek több mint felétől egy éven belül megválnak az emberek. Ennek következtében nagymennyiségű használt textilanyag keletkezik, amit potenciálisan újra lehet hasznosítani. A ruhaipar teljes anyagfelhasználásának csupán 13%-át hasznosítják újra valamilyen módon, míg ruházati cikkek csupán 1%-át. Az EU egész területén 2024-től elkülönítve kell gyűjteni a textileket, ami nagy mennyiségű szelektíven gyűjtött nyersanyagot fog jelenteni a feldolgozók számára.

Mivel a visszagyűjtési hálózat az uniós döntés hatására várhatóan az elkövetkező években bővülni fog és hazánkban még viszonylag kevés cég foglalkozik textil újrahasznosítással, ugyanakkor ezen anyagok más hulladékokhoz képest (pl.: üveg) nem koptatják számottevően a technológiát, illetve a feldolgozás nem igényel kohászati eljárást, ezért a vizsgált telephely vonatkozásában úgy gondolom, ez az a hulladékáram, aminek a további vizsgálatával, technológiai megvalósításával érdemes foglalkozni.

8. Magyarországon keletkező textilhulladék mennyisége

A hazánkban keletkező textil hulladék mennyiségének becsléséhez a Központi Statisztikai Hivatal által közzétett adatokat vettem alapul. Legyűjtöttem 2009 és 2022 közötti időszakra vonatkozóan, hogy országosan mekkora volt az összes elszállított települési szilárd hulladék mennyisége tonnában. (3. táblázat)

3. táblázat: Az összes elszállított települési szilárd hulladék 2009-2022 között

Forrás: [http 10](http://10)

Időszak	Összes elszállított települési szilárd hulladék (tonna)
2009. év	3582378
2010. év	3310033
2011. év	3197631
2012. év	2890122
2013. év	2783353
2014. év	2826908
2015. év	2860828
2016. év	2955982
2017. év	3055437
2018. év	3125925
2019. év	3261645
2020. év	3301482
2021. év	3350245
2022. év	3216990

A fenti értékek az alábbi hulladék típusokat tartalmazzák:

- Lakosságtól hagyományos módon elszállított hulladék
- Lakosságtól elkülönített gyűjtéssel elszállított hulladék
- Lakosságtól lomtalanítással elszállított hulladék
- Egyéb szervektől hagyományos módon elszállított hulladék
- Egyéb szervektől elkülönített gyűjtéssel elszállított hulladék
- Egyéb szervektől lomtalanítással elszállított hulladék
- Közterület tisztításból származó elszállított hulladék
- Közterületen elkülönítetten gyűjtött hulladék

A következőkben megnéztem, hogy a 2009 és 2022 közötti időszakban begyűjtött hulladékból mekkora volt az elkülönítetten gyűjtött textil mennyisége. (4. táblázat)

4. táblázat: A begyűjtött hulladékból az elkülönítetten gyűjtött textil mennyisége 2009-2022 között

Forrás: [http 11](http://11)

Időszak	A begyűjtött hulladékból az elkülönítetten gyűjtött textil mennyisége (tonna)
2009. év	168
2010. év	263
2011. év	78
2012. év	970
2013. év	1136
2014. év	1292
2015. év	1301
2016. év	4652
2017. év	1413
2018. év	1303
2019. év	1258
2020. év	1273
2021. év	1451
2022. év	1221

A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetételét mutatja az 5. táblázat 2006-2015 közötti időszakban. Mivel az egyes években közölt százalékok nem mutatnak érdemi változást, ezért a számításaimhoz a 2006-2015 közötti időszakban közölt százalékok átlagát veszem figyelembe. Az átlagolás alapján az elszállított települési szilárd hulladék körülbelül 3,5%-ban tartalmaz textil hulladékot. (5. táblázat)

5. táblázat: A közszolgáltatás keretében elszállított települési szilárd hulladék összetétele (%) 2006-2015

Forrás: [http 12](http://12)

A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetétele (2006–2015) [%]											
Hulladék	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Átlag (%)
Papír	12,7	18,9	18,4	18,8	14,8	14,7	13,3	14,0	12,9	13,4	15,2
Textil	3,4	3,9	3,9	3,7	3,5	3,5	3,6	3,4	3,2	3,5	3,5
Műanyag	11,8	18,3	18,3	19,1	15,6	15,5	16,3	16,5	14,5	13,0	15,9
Üveg	3,7	4,0	4,1	4,0	4,4	4,1	4,4	4,1	3,5	3,5	4,0
Fém	2,8	2,6	2,9	2,9	3,1	3,3	3,2	3,0	2,2	1,8	2,8
Bio	22,0	20,2	21,3	20,7	19,2	19,0	20,3	21,0	22,9	22,5	20,9
Lomtalanítási	3,1	3,6	3,6	3,5	3,1	2,9	2,7	2,4	2,4	3,1	3,1
Egyéb	40,6	28,6	27,5	27,1	35,8	36,5	35,8	35,0	37,9	38,6	34,3
Veszélyes hulladék	..	..	..	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,7	0,5

A 6. táblázatban összefoglaltam a fenti táblázatok értékeit, illetve az ötödik oszlopban kiszámoltam, hogy a 2009-2022 közötti időszakban egy jól kiépített visszagyűjtési hálózat mellett mekkora textil hulladék mennyiség kerülhetett volna be az újrahasznosítási rendszerbe,

ha az elszállított települési szilárd hulladékban egy 3,5%-os textil hulladék mennyiséget, illetve egy 50 %-os eltérítést feltételezek. (6. táblázat)

6. táblázat: Összefoglaló táblázat

Időszak	Összes elszállított települési szilárd hulladék (tonna)	Textil hulladék mennyisége, 3,5 %-os tartalom mellett (tonna)	A begyűjtött hulladékból az elkülönítetten gyűjtött textil mennyisége (tonna)	Potenciális textil hulladék 50 %-os eltérítést feltételezve (tonna)
2009.	3582378	125383	168	62608
2010.	3310033	115851	263	57794
2011.	3197631	111917	78	55919
2012.	2890122	101154	970	50092
2013.	2783353	97417	1136	48141
2014.	2826908	98942	1292	48825
2015.	2860828	100129	1301	49414
2016.	2955982	103459	4652	49404
2017.	3055437	106940	1413	52764
2018.	3125925	109407	1303	54052
2019.	3261645	114158	1258	56450
2020.	3301482	115552	1273	57139
2021.	3350245	117259	1451	57904
2022.	3216990	112595	1221	55687
Átlag:				54014

A kapott értékeket az alábbi módon számoltam ki:

$$Q_{(pot.)} = (\sum q_{(t.sz.)} \times 3,5\% - \sum q_{(e.gy.tex.)}) \times 50\%$$

Ahol:

$Q_{(pot.)}$: Potenciális textil hulladék mennyiség

$\sum q_{(t.sz.)}$: összes elszállított települési szilárd hulladék mennyisége

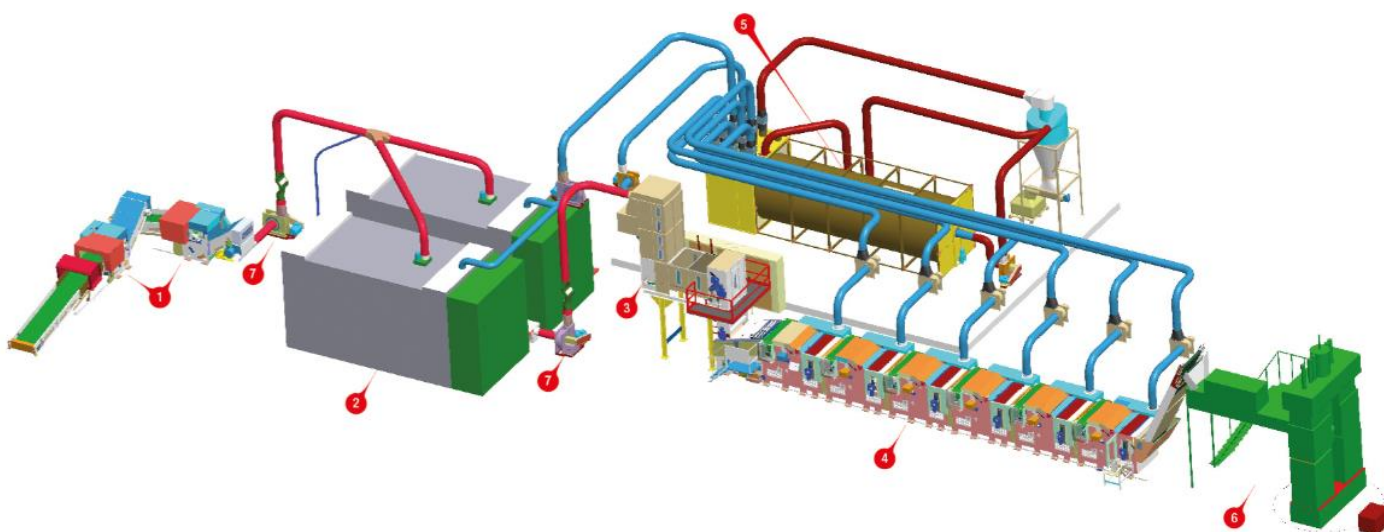
$\sum q_{(e.gy.tex.)}$: a begyűjtött hulladékból az elkülönítetten gyűjtött textil mennyisége

Az értékekből az látszik, hogy ha az elkülönítetten gyűjtött textil hulladék mennyiségek mellett, egy jól működő visszagyűjtési hálózatban, egy 50%-os eltérítési arányt feltételezünk a települési szilárd hulladékból, akkor az a 2009-2022 közötti időszakban évenként átlagosan 54.014 tonna plusz alapanyagot jelenthetett volna a textilhulladék újrahasznosítással foglalkozó cégek számára Magyarországon. Mivel az évenként keletkező települési szilárd hulladék mennyisége a vizsgált időszak adatai alapján nagyságrendileg nem változtak az egyes években, ezért ha egy 3,5%-os textil hulladék arányt feltételezünk a települési szilárd hulladékban, akkor várhatóan az elkövetkező években is körülbelül egy 54.000 tonna éves plusz hulladékmennyiséggel lehet számolni a textil hulladék feldolgozásban, amennyiben egy kellően jól működő visszagyűjtési hálózat létesül.

9. Textilhulladék újrahasznosító üzem kialakításának lehetősége a vizsgált telephelyen

Annak érdekében, hogy javaslatot tudjak tenni arra vonatkozóan, hogy a telephely melyik csarnokában lenne célszerű egy textil hulladék feldolgozó üzemet kialakítani, olyan cégeket próbáltam keresni, akik textil hulladék feldolgozásában is használható gépek gyártásával, forgalmazásával és telepítésével foglalkoznak. Több céget is találtam a piacon, azonban két nagy múltú vállalatot szeretnék kiemelni, akik komplett textil hulladék feldolgozó rendszerek gyártásával és telepítésével foglalkoznak, az ausztriai székhelyű ANDRITZ cégcsoportot és a spanyolországi Margasa Proyectos e Ingeniería Textil, SL-t.

A dolgozatomban a Margasa technológiáját szeretném bemutatni, illetve alapul venni a telephelyen történő textil hulladék feldolgozó üzem kialakítása kapcsán. A MARGASA több mint 35 éve gyárt és telepít komplett gépsorokat textilanyagok és textilhulladékok újrahasznosításához. A gyártósorokat az ügyfelek egyedi igényeihez igazítják, illetve a technológiájuk az ANDRITZ-hez hasonlóan bármilyen típusú textilhulladék feldolgozására alkalmas. Az alábbi ábra az általuk kínált technológiát szemlélteti. (13. ábra)



13. ábra: Margasa textil újrahasznosítási technológia

Forrás: <http> 13

1. *CMT-900 vágó:* Amikor a textilhulladék megérkezik a vágóberendezésbe, azok általában nagyon különböző formájúak és méretűek. A rongytépőgépben való feldolgozáshoz elengedhetetlen, hogy a textilhulladék homogén méretűre legyen vágva. A forgó textilhulladék vágó anyagtól függően akár 5000 kg/h termelési kapacitással tud működni

2. *Automatikus keverődobok:* Automatikus, nagy kapacitású keverőrendszer textil- vagy szálhulladékhoz, szélessége legfeljebb 4 méter, hossza legfeljebb 14 méter.
3. *Vízszintes adagoló CCS silóval:* Automata adagoló a munka szélességében egyenletesen juttatja el az anyagot a rongytépő gépekhez. A siló 30-60 perces termelési autonómiát biztosít az általa táplált sornak.
4. *MASTER 1500/2000 rongytépőgép (1-6 dob):* Nagy teljesítményű, 1500 vagy 2000 mm széles, moduláris felépítésű, 1-6 dobból áll. Alkalmas rongyok, ruhaipari melléktermékek, használsruházat, nem szőtt anyagok stb. feldolgozására. Anyagtól függően 800-3000 kg/h kapacitással képes üzemelni. A rongytépőgépen végighaladó textilhulladékok az egyes dobok, illetve a bennük elhelyezett tűk hatására újra szálakká alakulnak. A belső újrahasznosító rendszer pedig segít kiküszöbölni annak lehetőségét, hogy a szálakkal együtt apróbb darabok is kikerüljenek a gépből.
5. *Rotációs szűrő:* A technológiai levegő először az előszűrőbe, majd egy finom rozsdamentes acél hálón keresztül a szűrőbe kerül. A szűrőben több nagy átmérőjű szűrőbetét található, amelyek belsejében egy tengelyközpontú forgócsövön keresztül egy nagynyomású ventilátorral szívják el a port és a mikrorészecskéket. A szűrőben és az előszűrőben összegyűlt por és mikrorészecskék egy tömörítőbe kerülnek.
6. *Bálaprés:* A felbontott szálakat nagynyomáson bálaformába csomagolja, hogy a szállításuk egyszerűbbé váljon. A vízszintes prések 10-40 tonnás nyomással, a függőleges prések 25 és 200 tonna közötti nyomással, egy vagy két dobozzal, kézi vagy automata kötözéssel, kimeneti mérleggel, 3000 kg/h kapacitásig érhetőek el
7. *Pneumatikus felhordók*

10. Következtetés

A MARGASA weboldalán közölt információk szerint minden ügyfelük számára komplett egyedi igényekhez igazított technológiát biztosítanak. Mivel a telephelyen lévő raktárépületek mérete adott, ezért ez a szolgáltatásuk egy jelentős rugalmasságot jelent egy beruházás kapcsán, ugyanakkor teljesen egyedivé is teszi projektet, ami egy egyedi felmérést és egy egyedi igényekre szabott ajánlatot jelent.

Mivel az a cég, aminek a tulajdonában van a telephely nem járult hozzá, hogy a szakdolgozatomhoz árajánlatot kérjek a MARGASA-tól vagy a hozzá hasonló cégektől, ezért a dolgozatomban pontos területigényt és beruházási költséget nem tudok írni, azonban mindenképpen szeretnék egy hozzávetőleges helyigényt becsülni a MARGASA weboldalán feltüntetett gép paramétereiből és a komplett technológiai ábrából kiindulva. Pontos méretet a rongytepőgép kapcsán adtak meg, miszerint 1500 vagy 2000 mm szélességben kaphatóak. Becslésemhez a szélesebb 2000 mm-es változatot vettem figyelembe. A komplett technológiai ábrán, ami a dolgozatomban is szerepel, a rongytepőgép a maximális 6 dobos kivitelben látható, ami a valóságban összesen 12 méter szélességet jelent. Ebből az adatból és a technológiai rajzból kiindulva arányosítással becsültem meg a teljes gépsor szélességét és mélységét. Az arányosítással azt kaptam, hogy a 6 dobos egyenként 2000 mm széles változattal számolva körülbelül egy $41\text{ m} \times 17\text{ m}$ nagyságú terület a teljes gépsor telepítési helyigénye.

A telephely jelenlegi működését figyelembe véve az ideális az lenne, ha a 2.-es raktárépület 1064 m^2 nettó alapterületű ($38\text{ m} \times 28\text{ m}$) részébe történne a gépsor telepítése. A becsült méretből azonban az látszik, hogy csupán ebbe a csarnokrészben nem fér el a technológia. Mivel a $38\text{ m} \times 28\text{ m}$ -es csarnokrész az épületen belül összeköttetésben van egy jelenleg használaton kívüli $20\text{ m} \times 14\text{ m}$ területű gépteremmel, ezért annak érdekében, hogy a 2.-es raktárépületben el lehessen helyezni a technológiát az a javaslatom, hogy a bálaprés aminek az előzőekben használt becslési metodika alapján körülbelül $7\text{ m} \times 3,5\text{ m}$ a helyigénye, ebbe a gépterembe kerüljön.

Az alapanyag és a készárak tárolására az 1. raktárépületet javallom, mert a tehergépkocsik leggyorsabb és legkönnyebb fel és lerakódása ebből a raktárépületből valósítható meg. Mivel egy két hajós, szimmetrikus kialakítású épületről van szó, ami egy teljesen elkülöníthető fel és kirakodást tesz lehetővé az épület két oldalán, ezért az épület egyik hajójában történhetne az alapanyag, míg a másikban a készárak tárolása, összesen 890 m^2 -en.

A 2023. július 1-jétől érvénybe lépett hulladékkoncesszió miatt azonban mérlegelendő egy textil hulladék újrahasznosítási tevékenységgel kapcsolatos szándék. Az elkövetkező 30 évben, a hulladék koncesszió nyertesének a fennhatása alá tartozik a dolgozatban is vizsgált, Magyarországon képződő hulladéktípusok.

Hulladékgazdálkodás kapcsán alternatív lehetőséget jelenthet a hulladék koncesszió hatálya alá nem tartozó hulladéktípusok, mint például a termeléshez, gyártáshoz kapcsolódóan keletkező nem veszélyes ipari hulladékok. Mivel ezen hulladékok esetében nincs országosan kialakított hulladékgyűjtési rendszer, ezért amennyiben ez a lehetőség felmerül, úgy lokálisan a telephely vonzáskörzetében kell megvizsgálni, hogy milyen üzemek, gyárak vannak. Kérdés ez esetben, hogy a keletkezett hulladékot helyben dolgozzák-e fel és vezetik vissza a termelésbe vagy külsős partnerekhez kerül a hulladék.

Mivel a koncesszió a Magyarországon keletkezett hulladékokra vonatkozik ezért a dolgozatomban vizsgált hulladékok kapcsán elviekben szóba jöhető lehetőség a hulladék import. Ez esetben meg kell vizsgálni, hogy a szomszédos országokban van-e olyan hulladékáram, ami esetében az adott országban nincs vagy nem biztosított a keletkezett hulladék teljes mennyiségének a feldolgozása.

11. Összefoglalás

Dolgozatomban azt vizsgáltam, hogy egy adott infrastruktúrával rendelkező telephely vonatkozásában, a telep adottságait és a jelenlegi piaci körülményeket figyelembe véve milyen hulladékgazdálkodással kapcsolatos tevékenységek végzésére lenne lehetőség. A telephelyen jelenleg mezőgazdasági tevékenység folyik, az épületekben mezőgazdasági termények tárolása, illetve vetőmagok tisztítása történik, azonban az épületek kialakítása, mérete elviekben alkalmassá teszik a telephelyet arra, hogy akár hulladékgazdálkodásokkal kapcsolatos tevékenységet is végezzenek itt.

A témaválasztásban az motivált, hogy a mezőgazdaság szezonalitása miatt a telephely 100%-os kihasználtsággal csak július és október között üzemel, ezért megvizsgáltam, hogy van-e olyan hulladékgazdálkodással kapcsolatos tevékenység, amit a telephely magasabb fokú kihasználtsága érdekében kiegészítő, vagy akár egy teljesen új tevékenységként végezni lehetne.

A hulladékgazdálkodási tevékenység végzéséhez köthetően esetleges lehetőségként, azokat a hulladék áramokat vettem figyelembe, amelyek kapcsán a szelektíven való gyűjtés megoldott. Ezek alapján az alábbi hulladékáramokat vizsgáltam:

- savas ólomakkumulátor,
- lúgos nikkel-kadmium akkumulátor,
- lítium-ion akkumulátor,
- használt elemek,
- elektromos és elektronikus berendezések
- gépjárművekből származó hulladék,
- csomagolási hulladékok (papír-, műanyag-, üveg-, fa-, fém és kompozit csomagolás),
- használt sütőolaj
- fényforrás
- textil hulladék

Első körben kiszűrtem azokat a hulladékokat, amelyeknél a magyarországi feldolgozó kapacitások le vannak fedve, illetve az üzemi kapacitások meghaladják a rendelkezésre álló hulladék mennyiségét, valamint azokat ahol nincs kellő mennyiségben keletkező hulladék vagy csak pályázat útján lehet hozzájutni az adott hulladékáramhoz. Ezen feltételek alapján kiszűrésre kerültek a lúgos nikkel-kadmium akkumulátorok, az elektromos és elektronikus

berendezésekből származó hulladékok, a hulladékká vált gépjárművekből származó hulladékok, a csomagolási hulladékok közül a papír-, műanyag-, üveg-, fém és kompozit csomagolások, a használt sütőolaj, illetve a használt fényforrások.

Ezt követően a megmaradt savas ólomakkumulátorok, lítium-ion akkumulátorok, használt elemek, csomagolási hulladékok közül a fa hulladék, illetve a textil hulladékok feldolgozási technológiáját vizsgáltam meg részletesebben. Második körben a szűrési szempont a beruházási költség, illetve az volt, hogy mi az adott hulladék jellemző hasznosítási módja, célja. Ezen szempontok alapján a magas beruházási költségek miatt a savas ólomakkumulátorokat, a lítium-ion akkumulátorokat és a használt elemeket, a főként energetikai hasznosítási cél miatt pedig a fahulladékokat vettem ki a potenciális lehetőségek közül.

A vizsgált hulladék áramok közül a textilhulladék feldolgozás maradt meg, mint lehetséges hulladékgazdálkodási lehetőség. Mivel várhatóan a visszagyűjtési hálózat és ezzel párhuzamosan a begyűjtött mennyiség is az elkövetkező években bővülni fog és hazánkban még viszonylag kevés cég foglalkozik textil újrahasznosítással, ezért a vizsgált telephely vonatkozásában úgy gondolom, ez az a hulladékáram, aminek technológiai megvalósíthatóságával érdemes lenne foglalkozni. A vizsgált hulladékokhoz képest további előnye a textil hulladékoknak, hogy nem koptatják számottevően a technológiát (mint például az üveghulladék), illetve a feldolgozás nem igényel kohászati eljárást (mint az akkumulátor és elem hulladékok esetében).

A hulladékgazdálkodási tevékenységgel kapcsolatos szándék azonban a 2023. július 1-jétől érvénybe lépett koncesszió miatt további mérlegelést igényel, mivel a következő 30 évben, a hulladék koncesszió nyertesének a hatáskörébe tartozik a dolgozatban is vizsgált, Magyarországon képződő hulladék típusok.

Alternatív lehetőségként a hulladék koncesszió hatálya alá nem tartozó hulladéktípusok, mint például a termeléshez, gyártáshoz kapcsolódóan keletkező nem veszélyes ipari hulladékok, illetve a hulladék import jöhet számítása, azonban ezek a hulladékok lokalitásuk, illetve várhatóan korlátozottabb mennyiségük miatt további vizsgálatokat és piackutatást igényelnek.

12. Irodalomjegyzék

- Németh Gábor, (2012): Fafeldolgozási hulladékok kezelése, felhasználhatósága. PALATIA Nyomda és Kiadó Kft, Győr
- Pistoria, G., Wiaux, J.-P., Wolsky, S.P. (2001): Used Battery Collection and Recycling. ELSEVIER, Amsterdam, 372 p.
- Le, K. (2018): Textile Recycling Technologies, Colouring and Finishing Methods. UBC Sustainability Scholar, Metro Vancouver, 57 p.
- Hartay Mihály, Textilhulladék a magyar otthonokban. <https://docplayer.hu/68065484-Textilhulladek-a-magyar-otthonokban-hartay-mihaly-texttrade-kft-kommunikacios-vezeteo.html> (2023. február)
- Horváth Máté, Akku-újrahasznosítás: közelgő válság vagy óriási üzlet <https://totalcar.hu/magazin/2022/02/25/akku-ujrahasznositas-kozelgo-valsag-vagy-oriasi-uzlet/> (2023. február)
- Lengyel Attila. Állóvíz: a savas ólomakkumulátorok újrahasznosításának hazai sikertelenségéről <http://midra.unimiskolc.hu/document/13553/5705.pdf> (2023. február)
- http 1 Hulladéktisztítási https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics (2023. február)
- http 2 Hulladékgazdálkodási mutatók https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_management_indicators#Overview (2023. február)
- http 3 Hulladékok hasznosítása és ártalmatlanítása <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/> (2023. február)
- http 4 A hulladékszállítás adatai tömeg egységben (2006-tól) <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/> (2023. február)
- http 5 A szelektíven begyűjtött hulladék összetétele <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/> (2023. február)
- http 6 Textilhulladék és újrahasznosítás https://www.innovatext.hu/sites/default/files/csatolmany/enter_strategic_agenda.pdf (2023. február)
- http 7 Akkumulátor technológia: savas ólomakkumulátorok <https://villanyautosok.hu/2018/05/16/akkumulator-technologia-savas-olomakkumulatorok/> (2023. február)
- http 8 Országos Hulladékgazdálkodási Terv (2021-2027) <https://kormany.hu/dokumentumtar/orszagos-hulladekgazdalkodasi-terv-2021-2027> (2023. február)

- http 9 Textilhulladék: mit kezdjünk vele? Lehet-e szelektíven gyűjteni? <https://xforest.hu/textilhulladek/> (2023. február)
- http 10 Összes elszállított települési szilárd hulladék (tonna) <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp> (2023. február)
- http 11 A begyűjtött hulladékból az elkülönítetten gyűjtött textil mennyisége (tonna) <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp> (2023. február)
- http 12 A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetétele (2006–2015) https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ur007.html (2023. február)
- http 13 Textil újrahasznosítás <https://www.margasa.com/products/textile-recycling/> (2023. február)
- http 14 A lítium-ion akkumulátorokról <https://me.media12.hu/hirek/21-a-litium-ion-akkumulatorokrol> (2023. február)
- http 15 Li-ion akkumulátorok bioszolubilizálásának kísérleti vizsgálata, különös tekintettel a kritikus fémekre <http://midra.uni-miskolc.hu/document/36304/33040.pdf> (2023. február)
- http 16 Ortofotó 2022 <https://ekozmu.e-epites.hu/alkalmazas/lakossag/menu/terkep/tajekoztatas/kozmuterkep> (2023. február)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Somogyi Balázs István
A Hallgató Neptun kódja: ZYACNW
A dolgozat címe: Hulladékgazdálkodási tevékenység kialakításának lehetőségei egy konkrét telephely vonatkozásában
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
A konzulens tanszékének a neve: Környezettudományi Intézet

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap


Hallgató aláírása

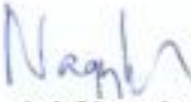
NYILATKOZAT

Somogyi Balázs István (hallgató Neptun azonosítója: **ZYACNW**) 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 javaslom².

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

Kelt: Miskolc, 2023. november 3.


belső konzulens
Nagy Sándor

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.