

DIPLOMAMUNKA

KIEMELT HULLADÉKÁRAMOK HASZNOSÍTÁSÁNAK KÖRNYEZETI SZEMPONTÚ VIZSGÁLATA A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG SZEMSZÖGÉBŐL GYŐR- MOSON-SOPRON VÁRMEGYÉBEN

ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE UTILIZATION OF PRIORITY
WASTE STREAMS FROM THE VIEW OF THE CIRCULAR ECONOMY
IN GYŐR-MOSON-SOPRON COUNTY

KONZULENS: ELEKNÉ DR. FODOR VERONIKA
DR. VÁGVÖLGYI ANDREA

KÉSZÍTETTE: SZÉKELY GÁBOR



DIPLOMAMUNKA FELADAT

Cím: Kiemelt hulladékáramok hasznosításának környezeti szempontú vizsgálata a körforgásos gazdaság szemszögéből Győr-Moson-Sopron vármegyében
Environmental analysis of the utilization of priority waste streams from the view of the circular economy in Győr-Moson-Sopron county

Készítő: SZÉKELY GÁBOR, AE9K87, környezetmérnök MSc szak

Kiíró intézet: Környezet- és Természetvédelmi Intézet

Intézeti konzulens: Elekné Dr. Fodor Veronika, egyetemi adjunktus
Dr. Vágvölgyi Andrea, egyetemi adjunktus

Részletes feladat

- Indokolja témaválasztását, vázolja célkitűzéseit!
- Tekintse át a téma nemzetközi és hazai helyzetét a rendelkezésre álló források segítségével.
- Hasonlítsa össze a lineáris és körforgásos gazdasági modellt a környezeti hatásokra fókuszálva.
- Ismertesse a biológiailag lebontható és műanyag hulladékok hasznosításának technológiát.
- Mutassa be, elemezze és hasonlítsa össze az egyes hasznosítási technológiák környezeti hatásait.
- Vonjon le következtetéseket és tegyen javaslatot a téma továbbfejlesztésére.

A dolgozat terjedelme nem korlátozott. A diplomamunkát az ilyen jellegű munkákkal szemben támasztott formai kívánalmaknak megfelelően készítse el, adja be 1 példányban, és tölts fel az egyetemi repozitóriumba a bekötött példánnyal mindenben megegyező pdf-formátumú dolgozatot a 2022/2023. tanév tanulmányi rendjében meghatározott időre.

A gyűjtött adatok intézeti konzulensnek való bemutatási határideje a végleges összeállítást megelőzően: 2023. március 17.

Sopron, 2023. január 13.

Jóváhagyom:

Dr. habil. Polgár András
szakfelelős

Dr. habil. Rétfalvi Tamás
intézetigazgató

Dr. habil. Heil Bálint
dékán



SZERZŐI NYILATKOZAT

Alulírott **Székely Gábor** (neptun kód: **AE9K87**) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a **Kiemelt hulladékáramok hasznosításának környezeti szempontú vizsgálata a körforgásos gazdaság szemszögéből Győr-Moson-Sopron vármegyében területén** című

diplomamunka

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében¹.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt, illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg**.

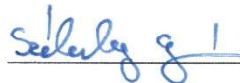
Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat**.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Kijelentem, hogy a kinyomtatott dolgozat és az optikai adathordozón leadott, valamint diploma repozitóriumba feltöltött elektronikus dokumentumok egymással teljesen megegyeznek.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon – más felsőoktatási intézményre vonatkozóan is – nem nyújtottam be.

Sopron, 2023. május. 12.



hallgató

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét - az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven - a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára - a cél által indokolt terjedelemben - szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást - a szerző nevével együtt - fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Kivonat

Kiemelt hulladékáramok hasznosításának környezeti szempontú vizsgálata a körforgásos gazdaság szemszögéből Győr-Moson-Sopron vármegyében

A klíma- és környezetvédelem kérdései, azok megoldásainak vizsgálata elengedhetetlen az emberi élet fenntartásához. Szükséges a környezeti hatásainkat csökkenteni, és kontrol alatt tartani. A körkörös gazdasági modell, és környezeti hatásainak vizsgálata a cél megvalósításának eszköze lehet, a működő rendszer finomhangolására. Jelen dolgozat két kiemelt hulladék anyagáramon keresztül vizsgálja a hazai megvalósítást, összehasonlítva az EU-s viszonyokkal. Öt gazdasági szervezet adatait feldolgozva világít rá a jelenlegi hazai elmaradások lehetséges okaira az EU állapotához képest.

Abstract

Environmental analysis of the utilization of priority waste streams from the view of the circular economy in Győr-Moson-Sopron county

Investigating the issues of climate and environmental protection and their solutions is essential for the maintenance of human life. The investigate is necessary to reduce our environmental impact and keep it under control. Examining the circular economic model and its environmental effects can be a means of achieving the goal, fine-tuning the operating system. This degree tries to examine the domestic implementation in comparison with EU conditions through the priority waste material flows. By processing the data of 5 economic organizations, it sheds light on the possible reasons for the backwardness of the current domestic situation compared to the state of the EU.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	7
2. Körforgásos gazdasági modell és a hagyományos modell.....	9
2.1. A körforgásos gazdasági modell.....	9
2.2. A Körforgásos gazdasági modell és a lineáris („Főáramú”) gazdasági modell környezetszemléletű eltérései	10
3. Hulladék áramok, mint a körforgásos gazdasági modell motorjai.....	13
3.1. Miért a hulladékgazdálkodás és a hulladékáram a mérvadó?.....	13
3.2. A nyugati értelmezés sajátosságai	13
3.3. A szervesanyagtartalmú anyagáramok	14
3.4. A technológiai anyagáram nehézségei	14
4. Hazai és az Európai Unió hulladékgazdálkodási viszonyok	16
4.1. Az EU hulladék anyagárama	16
4.2. Az Európai Unió irányelvek hazai megvalósulásai	17
4.3. Az Európai Unió irányelvek hazai nehézségei	21
5. Választott hulladékáramok ismertetése.....	23
5.1. Biológiailag lebomló hulladék anyagáram	23
5.2. Műanyag hulladék anyagáram.....	24
6. Anyag és módszer	26
7. Gazdasági szervezetek bemutatása.....	31
7.1. Keys Kft., Győr	31
7.2. Gerab Kft., Győr.....	33
7.3. Soproni vízmű Zrt.....	34
7.4. Pannon-víz Zrt.	37
7.5. Szőrös-Bőrös Bt.....	39
8. A gazdasági szervezetek környezeti hatásainak vizsgálata.....	42
8.1. Műanyag hulladékáram környezeti hatásainak vizsgálat	42
8.1.1. Keys Kft. tevékenységének környezeti hatásainak vizsgálata	42
8.1.2. Gerab Kft.	46
8.2. Biológiailag lebontható hulladékok környezeti hatásainak vizsgálata	49
8.2.1. Soproni vízmű Zrt.	50
8.2.2. Pannon-víz Zrt.	53
8.2.3. Szőrös-Bőrös Bt.	57
9. Eredmények értékelése.....	59

10. Következtetések, javaslatok	62
11. Összefoglalás.....	64
12. Köszönetnyilvánítás	66
Jegyzékek	67
Felhasznált irodalom	70
Melléklet.....	73

1. Bevezetés

Napjaink egyik legfontosabb kérdése a globális klímaváltozás mérséklése mellett az azzal összefüggő természetvédelmi- és környezetvédelmi-problémák megoldására kifejlesztett technológiák, gazdasági mechanizmusok környezetbarát kialakítása, és ezáltal a bolygó védelme. Az iparban az anyag- és energia-felhasználás alacsony szinten tartása és legköltséghatékonyabb menedzselése fontos a megvalósításhoz. Ennek meghatározó lépése az ipari tevékenység környezeti hatásainak csökkentése, az emberi tevékenységből származó hulladék mennyiség csökkentése, ésszerű felhasználása, kezelése.

A lineáris gazdasági modellel szemben a körforgásos modell alkalmazása ezt nagyban elősegíti és összhangban van a jelenkor támasztotta elvárásokkal, igényekkel. Lényege az ipari tevékenység folyamatában tartani a lehető legtöbb anyagot, a legkevesebb energia befektetés mellett a legtovább. Érvényesül a bölcsőtől-bölcsőig szemlélet, vagyis a termék életútja végén nem hulladékként kerül kezelésre, ártalmatlanításra, hanem egy másik folyamat nyersanyagaként szolgál, vagy ugyanazon ipari tevékenység másodnyersanyagaként csökkenti a szükséges alapanyag mennyiséget.

A körforgásos gazdasági modell környezetvédelmi, környezetszemponitú vizsgálata az ipari tevékenység során épp ezért igen fontos. Az ipar számára ez elősegíti az energiahatékonyaságot, a költségek csökkenését és az emberi tevékenység során ténylegesen keletkezett nettó hulladék mennyiségének csökkenését. Ezek a vizsgálatok segítik az alternatívát jelentő másodnyersanyag források megtalálását, ésszerű felhasználási módok és trendek kialakítását.

A környezet érdekeit fontosnak tartó szakemberként számomra kiemelkedően fontos a körforgásos gazdasági modell környezeti hatásainak mélyreható vizsgálata, aspektusainak megértése, a környezetre gyakorolt pozitív és negatív hatásainak ismerete. Úgy gondolom, hogy a körforgásos gazdasági modell a kitűzött környezetvédelmi, természetvédelmi és emberi-gazdasági célok elérésében meghatározó eszköz lesz.

Jelen diplomamunka célja, hogy bemutassa a körforgásos gazdasági modellben a kiemelt hulladékáramok újrafelhasználása, milyen környezeti hatásokkal jár, milyen előnyöket, hátrányokat jelent az ipar számára. A lineáris modellben az anyagok, termékek hulladékként való kezelésének-, ártalmatlanításának-környezeti hatásával szemben a körforgásos modellben való elhelyezkedésük mennyivel nagyobb vagy kisebb hatással jár.

A hulladékáramok környezeti hatásainak vizsgálata azért fontos, mert a környezetvédelmi célok és kitűzések az ipari, gazdasági érdekekkel jelenleg ezen a ponton

találkoznak, ugyanakkor 1 kilogramm ipari termék előállítása átlagosan 23 kilogramm üvegházhatású gázt eredményez (MCKINSEY, 2016). A hulladékáramok közül a 20. század második felétől a mindennapjainkat képező műanyagok felhasználása és hulladékainak csökkentése, valamint a biológiailag lebomló hulladékok felhasználásának lehetőségeinek környezeti hatásai kerültek jelen kutatás fókuszába. Előbbi hulladékok esetén a keletkezett mennyiség és kezelhetőségének nehézségei (a hazai és Európai Unió hulladék legjelentősebb hányadát ez teszi ki) utóbbi esetén a hulladékban rejlő szervesanyag tartalom és energia mennyiség felhasználása miatt fontos a vizsgálat.

A műanyagok használata elengedhetetlen a jelenkor társadalma számára, a műanyagok okozta környezeti szennyezés igen jelentős, és a műanyagok kezelése, ártalmatlanítása igen nehézkes, elsősorban a műanyagipar korai szakaszában készült, de még ma is jelentős mértékben gyártott anyagok esetén.

A biológiailag lebomló hulladékok elsősorban lakossági tevékenységből származnak. A szerves hulladékban rejlő hasznos tápanyagok, elemek, és a különböző formában kötött, nagy mennyiségű energia (megújuló energiák) visszanyerése igen alacsony szintű jelenleg.

A kiemelt hulladékáramok környezeti hatásainak vizsgálata hozzájárul a lehető leghatékonyabb felhasználásuk megtalálásához, ezáltal a hosszútávú környezetvédelmi célkitűzések teljesítéséhez.

2. Körforgásos gazdasági modell és a hagyományos modell

2.1. A körforgásos gazdasági modell

Közgazdasági értelemben véve a körforgásos gazdasági modell a termelési folyamat zárt rendszerben tartását jelenti. Cél az anyag és energia lehető legkisebb használata mellett a lehető legnagyobb gazdasági hasznot produkálni. A műanyagok megjelenése és elterjedése (1920-1930-as évek) magával hozta a tényt, miszerint a műanyagok jellemzőiből adódóan (kémiaiilag nagyon tartós, de fizikailag sérülékeny, érzékeny), olcsóbb volt lineáris folyamatként új áramot indítani, mint a használat végén újrahasználni, újrahasznosítani. Ez magával hozta azt az állapotot, hogy a hulladék elhelyezése kapacitási gondokat okozott, valamint a folyamat elején megjelent a nyersanyaghiány. Ezt a problémát erősítette, hogy 2018 után Kína bejelentette, leállítja a műanyag-hulladék importját. Kína volt 1992 óta a világ műanyag-hulladék 45%-nak befogadója. (*BROOKS ET AL. 2018*)

Tehát a körforgásos gazdasági modell két mozgató rugója a hulladéktároló képesség végeessége és a nyersanyag hiány. Az Európai Unió 2015-ben adta ki az „Anyagkörülforgás megvalósítása – a körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési tervet”, megalapozva ezzel az EU átállását az új gazdasági modellre.

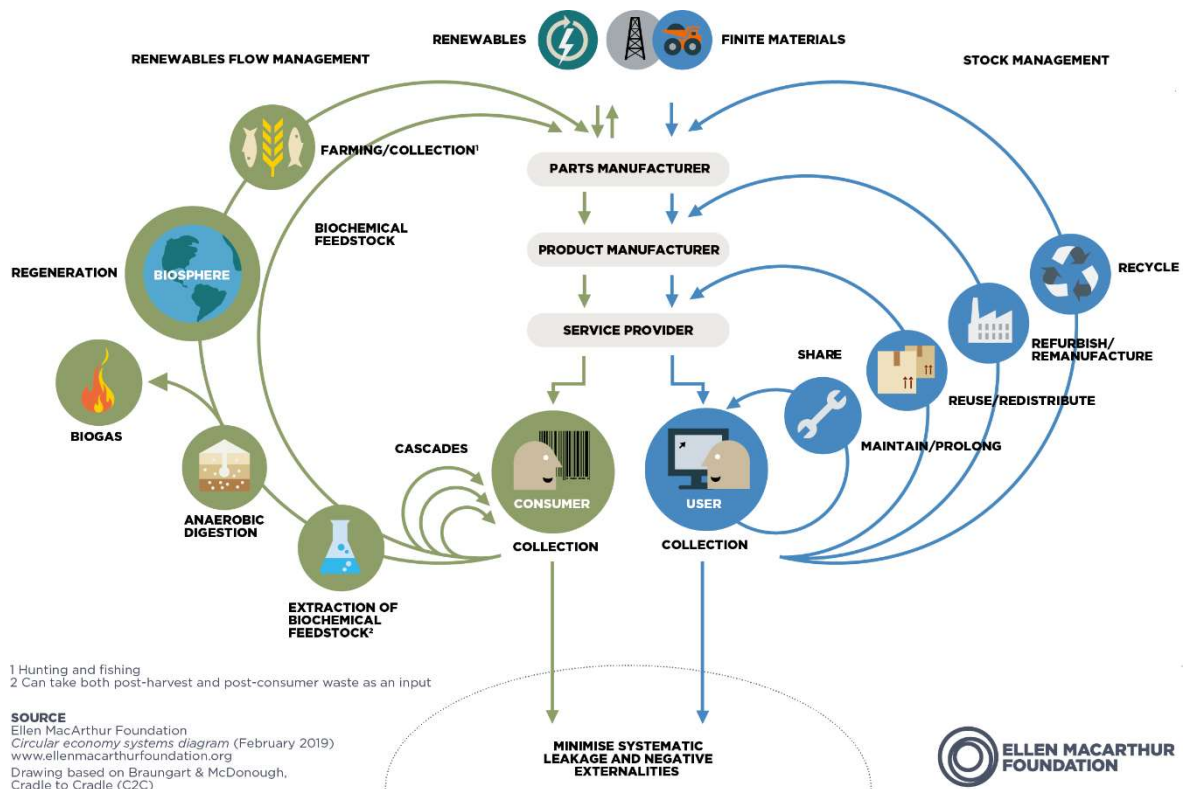
A gazdasági értelmezés nem feltételez, nem kritériuma a természeti erőforrások és környezeti állapot vizsgálata, ugyanakkor a koncepció tudományoshátttere túlmutat ezen, sokkal inkább egy ernyőfogalomként funkcionál, új gazdasági paradigmát jelent. Az ökológia és környezetgazdaságtan rendszerszemléletben - minden olyan terület elméletét összefoglalja, ami az emberi tevékenység környezeti hatásainak csökkentését és a környezettel, természettel való harmonikus fenntartható fejlődést célozza meg. Jó példa erre a „Bölcsőtől bölcsőig” (Cradle to Cradle) alapelv vagy az „Ipari Ökológia” (Industrial Ecology) rendszerszemlélet. Előbbi az emberi tevékenység technológiai és biológiai anyag és energia felhasználását a lehető legtovább fenntartani, utóbbi az ipari tevékenység integrálását jelenti egy nagyobb rendszerbe, ahol az együttműködő ipari ágazatok egymás számára termelnek nyersanyagot, másodnyersanyagot, ezzel egy zárt rendszerben tartva az anyagot és energiát. Ezeknek az elveknek a haszna a környezetet, természetet és végsősoron az embert ért károsításoknak a minimálisra csökkentése. (*HORVÁTH, 2019*)

2.2. A Körforgásos gazdasági modell és a lineáris („Főáramú”) gazdasági modell környezetszemléletű eltérései

A körforgásos gazdasági modell környezetszemléletű vizsgálata során le kell szögezni, hogy az anyagáramok bezárása az elsődleges célja, az újrahasznosítás prioritása alacsony. A modell összehasonlításakor nem csak a lineáris modellel kell összehasonlítani, hanem definiálni kell az egyes körfolyamatok szintjét is (HORVÁTH, 2017).

Az alumínium gyártás folyamatát, ahol több mint 30 éve már közel 95%-os az újrahasznosítás, nem tekinthetjük körforgásos gazdasági modell esetének, mert az alumínium jellemzői teszik lehetővé ezt a nagy arányú újrahasznosítást, ugyanakkor teljes körű visszagyűjtési, kezelési rendszer nem áll mögötte. A lakosság tudatában sincsen készség szintjén, hogy az alumínium teljesen újrahasznosítható, azt elkülönítetten kell gyűjteni és az ipari termelésbe visszaforgatni. Ebben az esetben inkább arról van szó, hogy a beérkezett hulladék alumínium szinte teljes mértékben kerül felhasználásra.

A bölcsőtől bölcsőig elv alapján megjeleníthetjük az egyes szintek közötti különbséget, aminek alapja a körfolyamathoz szükséges energia és anyag felhasználás. Az 1. ábrán a kép bal oldalán a biológiai, jobb oldalán a technológiai ciklusok láthatóak.



1. ábra A biológiai és technológiai anyagáramok ciklusai. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019)

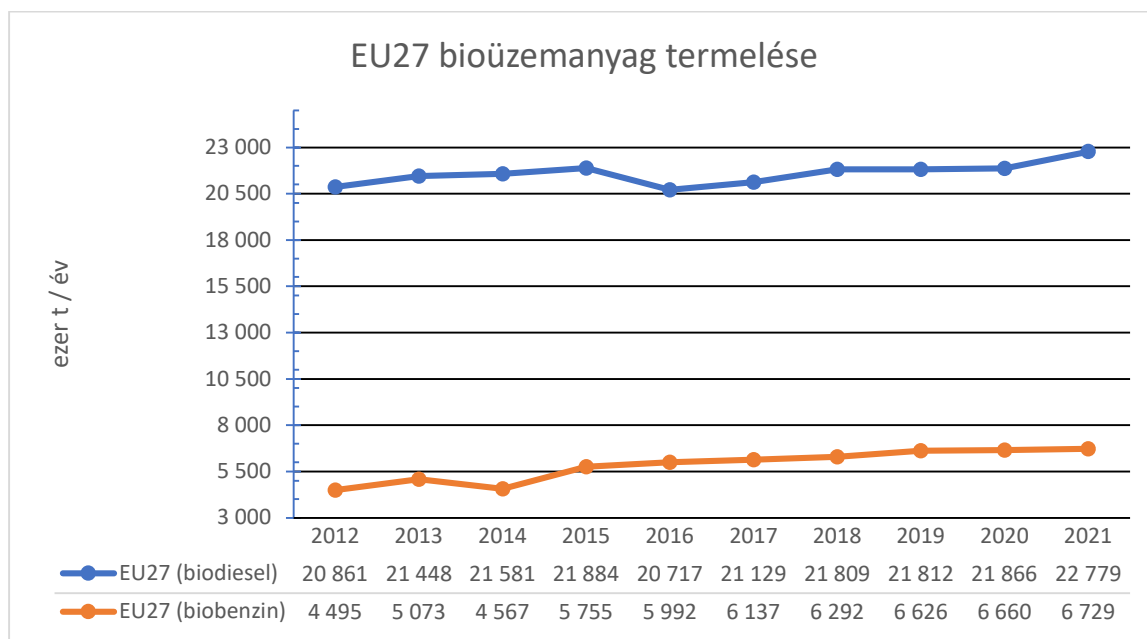
Az ábra magába foglalja mindkét modell szerkezetét. A középső egyenes mentén történnek a lineáris gazdasági modell folyamatai (energia, anyag termelés → alkatrész gyártás → termék gyártás → kereskedelembé kerülés, szolgáltatás → felhasználás → hulladéklerakás, energetikai végfelhasználás).

A körforgásos gazdasági modell ezt az alapvető irányt igyekszik különböző szintek (kaszádok) mentén visszacsatolni a kiindulási pontra. Itt különválnak a gazdasági szemlélet és az ökológiai, környezettudományi. Gazdasági szempontból a felhasználást követően a kaszádok, elsősorban a legkülső szintek mentén másodnyersanyagként vagy gazdasági szolgáltatásként kívánják a rendszerben tartani az anyagáramot. Ezzel szemben az ökológiai, környezetrendszer-szemléletben már a gyártási folyamatokba integráltan próbálják innovatív módon minimalizálni a szükséges anyag és energia befektetést, a végleges ártalmatlanításra kerülő „maradékot” pedig nulla szintre szorítani. A kezdeti 1970-es elméleti modell alapelve a **3R** volt (*GERTSAKIS ET AL. 2003*), vagyis **Reuse** – újrahasználás, **Reduce** – csökkentés, **Recycle** – újrahasznosítás. Ezt később kiegészítették a **6R**, azaz a következő hárommal **Redesign** – újratervezés, **Remanufacture** – újragyártás, **Recover** – helyreállítás ezek mellett tartalmazza a zéró kibocsátás, az erőforrás-hatékonyság és az LCA-t – életciklus elemzést (*WINANS, ET AL., 2017*). Ez bővült a **Refuse** – hulladék, **Refurbish** - felújítás, **Repurpose** – újrafeldolgozás alapelvevel **9R**-re (*POTTING ET AL., 2017*). MODAK (2021) már **12R**-ben határozta meg az alapelveket a 9 mellé még a **Repair** – megjavít, **Renovate** – megújítani, **Rethink** – újragondolni jelent meg.

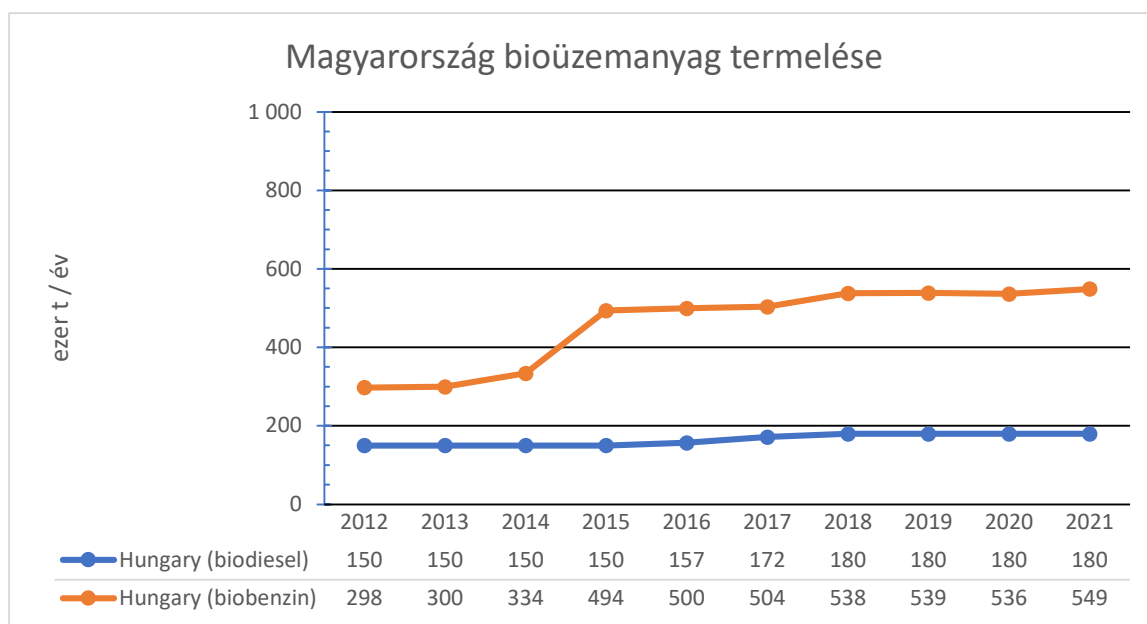
Az 1. ábráról jól látszik, hogy az újrahasznosítás a legnagyobb energia és anyag befektetéssel járó szint. A szintek az EU 2018. évi december 11-én elfogadott 2018/2001 EU irányelvben megfogalmazott hulladékhierarchia szintjeivel megegyezők.

- Technológiai oldalon belülről kifelé haladva: Megosztás, Fenntartás, Hosszabbítás → Újrahasználat, Újraelosztás → Felújítás, Újra gyártás → Újrahasznosítani.
- Biológiai oldalon a szintek teljesen elkülöníthető módon nem állapíthatók meg, hiszen a cél minden esetben ugyanaz, a szervesanyag visszajuttatása a körfolyamatba. A legkevesebb anyag és energia befektetésű módszereket a lakossági háztáji megoldások jelentik (házi komposztálás, háztáji állattartás takarmányozása stb.). Ipari tevékenység esetén a felhasználási célok jelenthetnek különbséget (talajjavítás, nagyüzemi takarmányozás, energetikai felhasználás). Itt meg kell említeni az energetikai jellegű felhasználás specifikus megvalósulását a biogáz, bioüzemanyag gyártását. Ebben az esetben is az anyag legnagyobb része visszaforgatásra kerül a talajba tágabb értelemben véve a bioszférába, ugyanakkor ezek az energetikai hasznosítás melléktermékeiként

keletkeznek. Ennek fontossága a klímavédelmi célok megvalósulásában van, valamint a körforgásos gazdasági modell energia folyamatainak kialakításában. Az EU egészére nézve 2012-től nézve kisebb ingadozások mellett folyamatosan nő a bioüzemanyag termelés mértéke (2. ábra), hazánkban leszámítva a 2014-ben történt ugrást azt lehet mondani vagy nagyon lassan emelkedik, vagy stagnál a termelés volumene (3. ábra).



2. ábra EU27 bioüzemanyag termelése 2012-2021 között (ezer t/év) (EUROSTAT)



3. ábra Magyarország bioüzemanyag termelése 2012-2021 között (ezer t/év) (EUROSTAT)

3. Hulladék áramok, mint a körforgásos gazdasági modell motorjai

3.1. Miért a hulladékgazdálkodás és a hulladékáram a mérvadó?

A fent részletezettek alapján a körforgásos gazdaság esetén két jól megkülönböztethető irányvonal mentén haladhatunk, egyrészt a biológiailag lebomló szervesanyagok életkörüjtja, másrészt a technológiai vonalak (ide sorolhatók a szolgáltatások nehezen értelmezhető materiális vonulatai is). Látható, hogy a körforgásos gazdasági modell fogalomköre jelenleg még most is kialakulóban van és az egyes régiók, országok válaszai is különbözőek rá. Abban közös minden álláspont, hogy egy hosszútávú stratégiai megoldásként kezelik, de ugyanakkor Ázsiában, főleg Kínában egy fentről irányított szélesebbkörű társadalmi és gazdasági átalakulásként tekintenek rá, míg a többi országban főleg hulladékgazdálkodási és környezetvédelmi stratégiákat jelent. (*GHISELLINI ET AL., 2016*)

Azt is látnunk kell, hogy az Európai Unióban és azon belül is hazánkban még mindig gazdasági alapú kérdésként tekintenek rá. Ezért van az, hogy a tágabb értelemben vett 9R fogalomtárából, a hierarchiából és a rendszerszemléletből leginkább csak a gazdasági alapú legtöbb energiát és erőforrást igénylő „ReCycle” cselekvés valósul meg. (*KIRCHHERR ET AL., 2017*)

3.2. A nyugati értelmezés sajátosságai

Ennek a megoldásnak vagy szemlélet világnak erősítő hatása Európa sajátos helyzete, vagyis az a tény, hogy Európa igen nagymértékben nyersanyag importfüggő, ezért ennek a lazítása elsődleges, ugyanakkor a termelési láncok és a kiépült fogyasztói társadalom több évtizedes hatásaként hatalmas mennyiségű hulladék „hegyek” kezelése jelenpillanatban is gondot okoznak (2020-ban az EU-ban 1 főre jutó hulladék mértéke évente 4808 kg volt (*EUROSTAT*)). Ez az együttes hatás alapozza meg az EU-ban, hogy jelenleg a hulladékfeldolgozás az elsődleges szempont és megoldás (az elmúlt 5 évben a körforgásos gazdasági modellbe visszaforgatott anyagáramok mértéke 40 millió tonna volt (*EUROSTAT*)), és egyben a Körforgásos gazdasági modell motorja.

3.3. A szervesanyagtartalmú anyagáramok

A szervesanyagtartalmú hulladékok kezelése nagyobb múltra tekint vissza, a használt technológiai megoldások kiforrottabbak, a legtöbb technológiai hasznosítási megoldásnál, hiszen vannak olyan ágazatok, ahol még most sincs világszerte elterjedt módszer, amit széleskörben használnak (pl. műanyag-, lítiumion-akkumulátor-hulladék, veszélyes hulladékok). A biológiailag lebontható hulladékok mennyisége évről-évre növekszik, a teljeskörű hasznosításuknak pedig három akadálya van:

- Kapacitások végeessége, egyrészt a hasznosító, feldolgozó létesítmények, másrészt az ezekhez kapcsolódó infrastruktúra, logisztikai elemek (gyűjtés, szállítás, gépjárművek, koordináció)
- A végtermékként keletkezett humuszos anyagok használatának elterjedtsége tagországokként és az egyes országokon belüli rézionként is nagyon eltérőek. A hagyományos gazdálkodást preferáló nagy mezőgazdasági múltra visszatekintő területek nehezen váltanak az új módszerekre, illetve ez a különbség a fejlettebb és elmaradottabb gazdasági területek között is egyértelműen látszik.
- Sok helyen így hazánkban is jogszabályi, ha nem is akadálya, de mérséklő hatása van környezeti és humánegészség kockázatok miatt nagyon szigorú határértékek meghatározása jellemző, ami nem feltétlen indokolt (*PLUTZER ET AL., 2022*).

3.4. A technológiai anyagáram nehézségei

A technológiai áramok kérdése sokkal komplexebb és bonyolultabb, a technológiák átszervezése, átalakítása a másodlagos nyersanyagok feldolgozására, több energia és költség a szervesanyagok feldolgozásához képest. Ugyanakkor innovációs megoldásokat is kíván, hogy az életciklus folytonossága végett a gyártott termékek alkalmasak legyenek egy másik folyamat kezdő pontjának. Ennek logisztikai, ágazati átalakítása, a teljes infrastruktúra kialakítása középtávon valósítható csak meg reálisan, ugyanakkor az így felszabadult másodnyersanyag áramok kiváltó hatása igen jelentős lehet.

Erre jó példa az elektromos közlekedési eszközök térnyerése. A gépjárművekbe (akár személygépjármű, akár elektromos-kerékpár, -motorkerékpár, -roller, -egyéb jármű) szerelt újgenerációs lítiumion akkumulátorokban lévő ritkaföldfémek, átmeneti fémek (Li, Ni, Pt, Co, Mn) gazdasági és környezetvédelmi szempontból is „kincsnek” számítanak, mivel a

készletek a következő 30-40 évben szinte teljesen elapadhatnak, és a kitermelésük is komoly természetrombolással jár. Ennek ellenére nincsen hatékony újrahasznosítási technológia az emberiség kezében, hogy ezeket a fémeket visszanyerhesse. Az első generációs akkumulátorok rendeltetésszerű használata a végéhez közeledik. A körforgásos gazdasági modell legkiterjedtebb elméletében a 12R alapelvek szerepelnek, de szűkebb értelemben vett 6 v. 3 alap sorrendje lenne kézen fekvő, hiszen újrahasznosító technológiája nincsen, tehát az élettartam hosszabbítása javasolt lenne újrahasználat formájában (naperőmű parkok, háztartási mini erőművekbe integrálni), ezzel további 10, akár 15 év élettartam hasznosságot nyerhetnének. Innováció is szükséges lenne a jövőben a hatékony kezelésük érdekében, akár a méretek standardizálásával, az elrendezésük megszabásával, hogy feldolgozó sorokat lehessen tervezni rájuk gyorsítva a feldolgozás hatékonyságát és ütemét, valamint elősegítve a fogyasztók számára is a felhasználást akár elsőrendű akár másodlagos, harmadlagos felhasználási célok során. (például a lakossági elemek standard formája → ceruzaelem).

A rendszerszemlélet hiányában, a gazdasági szemléletű alapokon Európában és az USA-ban is elsősorban a hulladékgazdálkodási rendszereken keresztül tud érvényesülni a körforgásosgazdasági modell, és lassan formálódik hozzá a politikai és lakossági szemlélet (NAGY ET AL., 2021).

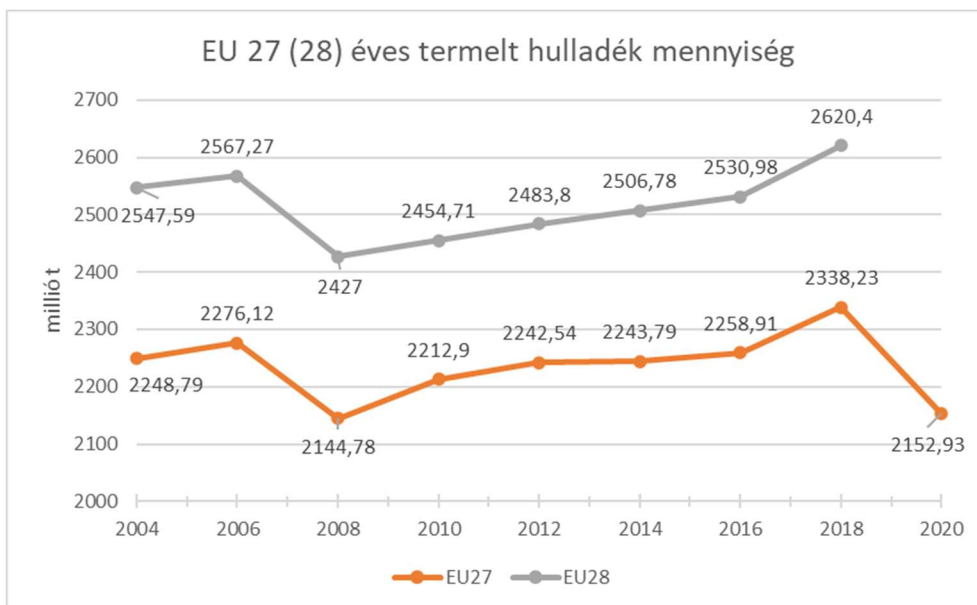
4. Hazai és az Európai Unió hulladékgazdálkodási viszonyok

A hazai viszonyokat kettősséggel lehet jellemezni a legjobban. Egyfelől az EU-s irányelvek, és gazdasági, politikai dogmák integrálása a hazai jogrendbe és gazdasági folyamatokba, így a környezetvédelemben, valamint a Közép-Kelet Európai társadalmi felfogás és politikai múlt keveredéseként. Ez a kettősség határozza meg a körforgásos gazdasági modell felfogás környezetvédelmi vetületét.

4.1. Az EU hulladék anyagárama

2018-ban az EU (Nagy Britanniával együtt) évi 2,6 milliárd tonna hulladékot termelt éves szinten (4. ábra). Ebben az évben kiegészítették és elfogadták a Körkörös Gazdasági csomagot (5 irányelv került módosításra), aminek az alapja az „European Green Deal”, megfogalmazta a 2035 és 2050-re elérendő célokat és prioritizálta az egyes hulladék típusokat és anyagáramokat. Az EU kiemelten fontosnak értékelte az építőipari hulladék, a települési hulladék és a zöldenergiák kapcsán a biológiailag lebomló hulladékok kérdését. Az építőipari hulladékok a teljes termelt hulladék mennyiség közel 40%-át teszik ki és térfogata miatt jelentős helyigénye van, a települési hulladékok esetében 2035-ig az újrahasznosítás arányát 65%-ra kell növelni, a lerakással ártalmatlanítás arányát 10% alá csökkenteni. A biohulladékok kötelező elkülönített gyűjtését (vagy keletkezés helyén hasznosítását) tagállami szinten 2023. december 31-ig kell kialakítani. Az elfogadott csomagban megjelent, hogy 2025-től a települési veszélyes hulladékot és textil hulladékot elkülönítetten kell gyűjteni és az élelmiszer hulladékot felére kell csökkenteni. (OHT (2021-2027))

Az EU a körforgásos gazdasági modellre való átállást kívánta ezzel a csomaggal megalapozni, geopolitikai kitettségének csökkentése mellett, elsősorban az energiahordozó import függőségét, az EU-n belüli megújuló energiahordozók magasabb termelési arányt elérni.

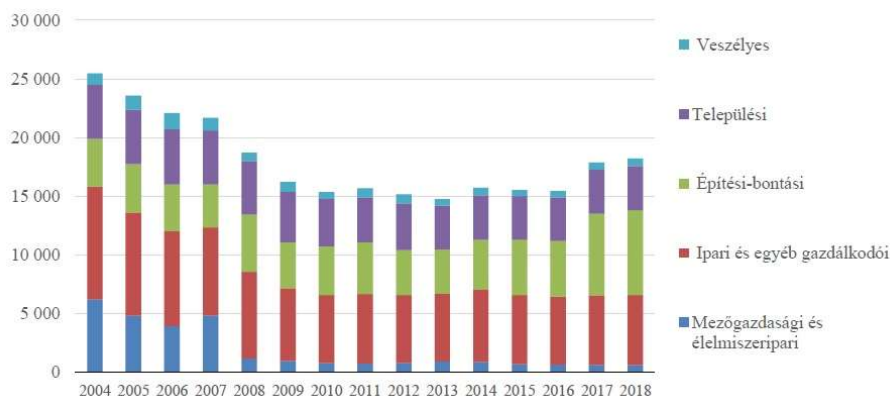


4. ábra EU27 (28) termelt hulladék mennyisége (millió t) (EUROSTAT)

4.2. Az Európai Unió irányelvek hazai megvalósulásai

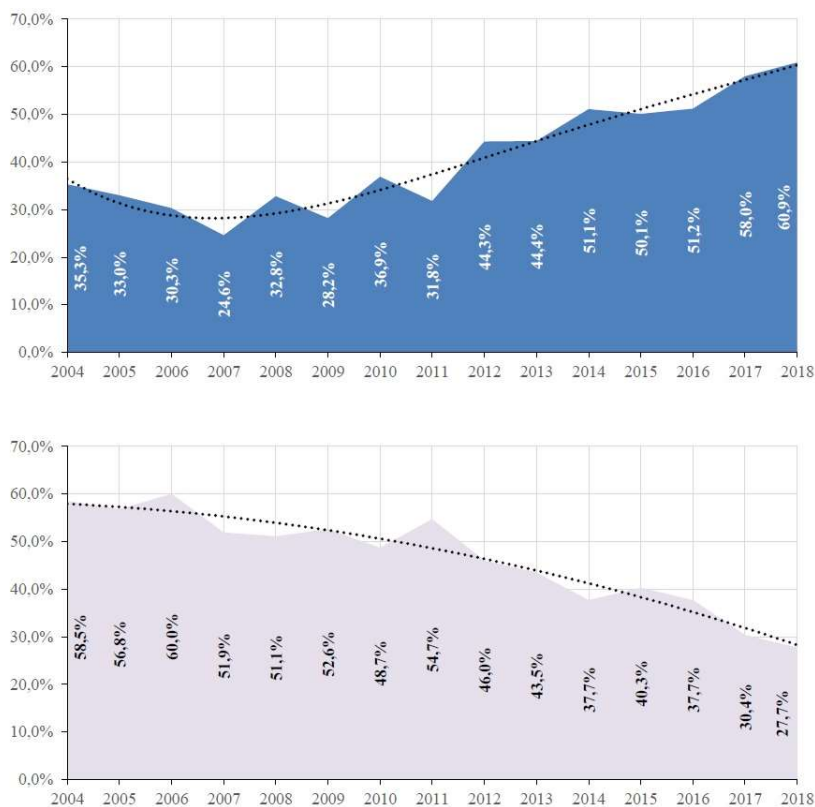
Hasonlóan az EU-ban jelenlévő szemlélettel hazánkban is a hulladékgazdálkodás adja a körforgásos gazdasági modell motorját. A rendszerváltás utáni Magyarországon is jelen vannak azok a problémák és dilemmák, mint a nyugat európai országokban, vagy is a kiépült fogyasztói társadalom kiszolgálásához a gyártáshoz gondot okoz a nyersanyag beszerzése, nagy az import függőség, ugyanakkor a hulladék mennyisége évről évre nagyobb méreteket ölt. 2010-2016 között relatíve kiegyensúlyozott volt évi 15 millió tonna körül ingadozott keletkezett hulladék mennyisége (OHT 2021-2027), 2017-től kezdve viszont fokozatosan emelkedni kezdett ez a mennyiség, 2018-ban 18369 millió tonna volt a keletkezett hulladék mennyisége, a hivatalos adatok szerint 16063 millió tonna volt 2020-ra a keletkezett hulladék össz mennyisége, de ez nem jelent egyértelmű hulladék mennyiség csökkenést (EUROSTAT).

Az egyes kiemelt hulladék áramok megoszlását a teljes keletkezett mennyiségen belül megvizsgálva láthatjuk, hogy az építési-bontási hulladékok aránya növekszik, a települési hulladék mennyisége 2008 és 2018 között közel azonos, de a teljes hulladék mennyiséghez képest az arány növekszik. (5. ÁBRA).



5. ábra Magyarországon keletkezett hulladék kiemelt hulladékaromok szerinti megoszlása (ezer tonna) (OHT (2021-2027))

2004-2018 közel felére csökkent a lerakással ártalmatlanított hulladékok aránya (27,7%-ra), az anyagában hasznosított hulladék pedig megközelítően duplájára nőtt (60,9%-ra) (6. ÁBRA). A hivatalos hulladék mennyiség csökkenésével szemben a valóságban a hulladék mennyisége fokozatosan nő 2017 óta, ennek oka a magyar értelmezés, ami annyit jelent, hogy az anyagában történő hasznosítás esetén a jogszabály kiveszi a hulladékok köréből (mint másodlagos nyersanyag).



6. ábra anyagában hasznosított hulladék aránya (felső) és lerakással ártalmatlanított hulladék (alsó) mennyisége Magyarországon (%) (OHT (2021-2027))

A települési hulladék hazai adatai is mutatják az európai trendet (7. ÁBRA). 2016 és 2018 között lassú csökkenést követően mintegy 70%-kal emelkedett 2020-ra (4673 millió tonnára) a települési hulladék mennyisége, sok befolyásoló tényező mellett (Covid járvány hatásai, geopolitikai események), a lakossági fogyasztás mértéke is megnőtt. Ezzel párhuzamosan a települési hulladék elkülönített gyűjtése és újrahasznosítás aránya is növekedett ugyanezen időszak alatt. (OHT 2021-2027, EUROSTAT).



7. ábra termelt települési hulladék mennyisége Magyarországon (t) (EUROSTAT)

Hazánkban is egyre nagyobb százalékban hasznosítják újra a szervesanyag tartalmú hulladékot, ebbe az EU élvonalába tartozunk lakosság arányosan. A bioenergia előállítás hűző ágazat hazánkban (a biogáz termelés jelentősebb az utóbbi években a bioüzemanyag előállítással szemben, aminek politikai, gazdasági okai vannak. Az 2. és 3. ábra alapján a biodieszel és -benzin termelés éves növekedése stagnál, illetve közel stagnál. A biogáz termelés fokozatosan emelkedik (8. ábra)). A biogáz termelésből visszamaradó szervesanyag felhasználása szintén emelkedő tendenciát mutat mezőgazdasági, talajjavító használatra, bár az ütem lehetne magasabb, ennek elsősorban jogszabályi gátjai vannak, a visszamaradt szervesanyag kihelyezésének szabályai és a benne lévő egyes komponensekre vonatkozó határértékek miatt, valamint az egyes élelmiszer fajták kizárása a folyamatokból elsősorban egészségügyi okok miatt (HORNYÁK ET AL., 2022).

A műanyagok, műanyagcsomagolási hulladék elkülönített gyűjtése és újrahasznosítása is fokozatosan növekszik. Ennek a logisztikai, infrastrukturális háttere is bővül a következő 35 évben a hulladékkezelési-koncesszió révén a MOHU Mol

Hulladékgazdálkodási Zrt. tevékenysége során, mivel a koncesszor prioritási köre a műanyag hulladék minél nagyobb arányú visszaforgatása a gazdaságba és másodanyag visszanyerése.

Az elmúlt 8 év húzóágazatát képező építőipar hulladékainak újrahasznosítása is fokozatosan emelkedik 2022-re 85% körüli volt az aránya (BÖCSKEI ET AL., 2022), ami elsősorban anyagában hasznosított újrahasznosítást jelent, a fennmaradó rész lerakással-ártalmatlanítást. Az EU ezt a hulladékáramot térfogat miatt kiemelt figyelemmel kíséri.



8. ábra európa biogáz termelése 2011-2021 között milliárd m³-ben (bcm) (EBA STATISTICAL REPORT, 2022)

4.3. Az Európai Unió irányelvek hazai nehézségei

A hazai kettősség másik oldala, a társadalmi gondolkodásmódban, valamint technikai jellegű megoldásokban keresendő.

A hazai termelt hulladék mennyiség ellentmondása abból adódik, hogy a lakossági hulladék mennyisége közel 70%-kal emelkedett 4-6 év alatt, és az ipari termelésből származó hulladék mennyiség is kis mértékben emelkedett 10-15% körül, a tényleges hulladék mennyisége mégis kevesebb lett. Ennek az oka az, hogy az építési-bontási hulladék újrahasznosítása 85% körüli arányú, ugyanakkor a magyar jogszabályozási rendbe az építési-bontási törmelék helyszínen, anyagában történő hasznosítása esetén nem számít „hulladéknak”, így a legnagyobb tömeget képviselő hulladékáram egyrészt „láthatatlanná” tette a jogszabályi háttér, valamint bizonyos felhasználási esetekben szintén nem minősül hulladéknak, hanem kezelt nyersanyag. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy az építési-bontási hulladék anyagában történő hasznosítása nem jelent tényleges újrahasznosítást, a legtöbb esetben töltőanyagként jelenik meg. Sok esetben sokkal több anyagot is vissza lehetne nyerni az elkülönített gyűjtés megvalósulásával, fémek, faanyagok, feldolgozható műanyagokat, sok esetben a vegyes építési-bontási hulladék útalapokba, épületalapzatba töltik kezeletlen formában, ami nem különbözik a lerakással történő ártalmatlanítástól lényegében.

A társadalmi környezetközpontú szemlélet hazánkban elmarad a nyugat-európai országokkal szemben, a hulladékok elkülönített gyűjtésének lakossági igénye, a közszolgáltatás megszervezése és rendje inkább csak a minimumra törekszik. A most középkorú lakossági réteg zömében elutasító a szelektív gyűjtéssel szemben és nem tart igényt ezen a téren különösebb fejlesztésekre. Itt meg kell jegyezni, hogy a mostani fiatal társadalmi réteg az oktatási rendszerbe integrált alap környezettudatos szemlélet miatt sokkal nagyobb arányban tartja fontosnak és igényli a környezet kímélő megoldásokat (NÉMETH ET AL., 2022).

A jelenlegi jogszabályi és ellenőrzési háttér elsősorban az ipari termelőkre, és hulladék kezelőkre, azok kötelezettségeire fókuszál a lakosság szemléletformálása a kidolgozott fejlesztési stratégiák, azok megvalósítása hiányzik.

A hazai szempontból az EU irányvonallal ellentétben, vagy inkább az ütemével szemben a hulladékkezelési rendszer lefedettsége, kapacitása és annak növelése jóval alul marad itthon. Ez alól kivétel a fő hulladékáramok tekintetében, a szervesanyag

újrahasznosítás, és a műanyagok kezelése (a lakosság számára a legtöbb esetben a házhoz menő elkülönített hulladék gyűjtő járatok a műanyag áramra és a szerves hulladékáramra terjednek ki), ehhez képest jóval kisebb arányban papír, üveg és fém gyűjtőjárat is előfordulhat (az üveg és papír gyűjtőjárat leginkább a nagyobb városokban jellemző, a fémhulladék mivel a lakosság részéről anyagi haszonnal jár az előző kettőnél is ritkább). A gyűjtőszigetek esetén is a jogszabályi minimum a jellemző (246/2014. (IX. 29.) KORM. RENDELET), vagy is a papír, az üveg, a fém doboz és a műanyag (PET) palack, de egyre jobban terjed a használt ruha, textíliák gyűjtése. Ezenkívül a legtöbb hulladékudvarban a szerves hulladék leadása ingyenes a lakosság számára.

A lakosság szemléletformálása, a magasabb szintű R szintekre teljességgel hiányzik, a termékek újrahasználata, újfunkcióinak keresésére való ösztönzés szintén elenyésző, a nyugati felfogáshoz képest is. Jó példa erre a hulladékgazdálkodási problémák és a lakossági szemlélet megnyilvánulására a természetben rendszeresen fellelhető elhagyott hulladék kérdése.

Szűkebb regionális tekintetben Győr-Moson-Sopron vármegye az ország egyik legfejlettebb régiója, igen magas szintű az ipari tevékenység és a jövedelmi adatok is magasabbak az ország legtöbb régiójához képest. Itt jól megfigyelhető az ipari tevékenységhez kapcsolódó szabályozási-ellenőrzési rendszer a lakossági hulladék kezeléssel szemben. A magas ipari tevékenység ugyanakkor lehetőséget ad a régióknak a környezetkímélő technológiák és megoldások hazai meghonosodásának. A vármegye hulladékgazdálkodási helyzete az ország többi részéhez hasonlóan az ipari elkülönített hulladékgyűjtés és a szerves hulladék hasznosítás gerince mellett szerveződik. A lakossági hulladékkezelés a nagyobb településeken sem teljességgel megoldott, vannak települések, ahol nincs házhoz menő hulladékgyűjtés sem (több zsákfalú, vagy hátrányosabb helyzetű település esetén a közszolgáltató a település 1 pontjára kihelyezett nagyobb nyílt vagy zárt tetejű konténerrel teljesíti kötelezettségét), illetve egyes településeken, a lakossági igényekhez képest csak ritkábban tudja megvalósítani a közszolgáltató, a lakosnál keletkező hulladék megfelelő elhelyezése, vagy ideiglenes tárolása pedig a lakosságra hárul (hulladéktároló zsákokba tárolás a begyűjtési időpontokig).

A régió problémái hasonlóak az ország többi részéhez, ugyanakkor a magasabb arányú iparosodás és magasabb lélekszám miatt jobban szembetűnő. A lakossági és ipari tevékenységből származó műanyag és szervesanyag-tartalmú (jellemzően szennyvíz iszap) hulladék évi nagy mennyiségű keletkezése. Ezek kezelése talán a legfontosabb jelenpillanatban.

5. Választott hulladékáramok ismertetése

5.1. Biológiailag lebomló hulladék anyagáram

A szervesanyag-tartalmú hulladék áram jelentősége, lakossági és ipari tevékenység szempontjából is jelentős. A közvetlen mezőgazdasági felhasználás és újrafeldolgozás 39%-os volt 2018-ban, ennek aránya kis mértékben emelkedett a megelőző 8 évhez képest (a közvetlen komposztálás 28-30% körül lehet önmagában) (*OHT 2021-2027*). Az energetikai célú hasznosítás 53% és 7% az egyéb módon történő ártalmatlanítás. Ugyanakkor a szennyvíziszapok energetikai hasznosítása után visszamaradó szervesanyagban gazdag maradék jelentős része nem kerül további hasznosításra pl. talajjavításra, mezőgazdasági célokra a jogszabályi megfelelés miatt. A biológiailag lebomló és azon belül is a szennyvíziszapok hulladékának kezelése nagyon fontos feladat, mint rövid, mint középtávú távon. Az ipari tevékenység és a lakossági kibocsátások miatt rohamos tempóban növekszik évről évre a mennyisége. A hasznosítás nem csak a termelési folyamat végén csökkentené a hulladék mennyiséget, hanem közvetett módon a mesterséges szerek műtrágyák és növényvédő szerek mennyiségét is csökkentené. A hazai mezőgazdasági adatok alapján a szervesanyagot használó területek mérete alig növekedett az elmúlt években, ellenben a kihelyezett műtrágya mennyisége évről évre növekszik (*I. SZÁMÚ MELLÉKLET*).

A biológiailag lebontható hulladékokat Magyarországon és az EU-ban is 3 fő irány mentén kezelik. Az első a lerakással-ártalmatlanítás (*CSŐKE (SZERK.), 2008*), itt különösebb technológiai elem maga a kezelésre nincs inkább kötelező műszaki megkövetések a lerakókra vonatkozóan, hogy biztosítsák a környezetszennyezésmentes hosszútávú elhelyezést. A másik irány az energetikai hasznosítások köre (*CSŐKE (SZERK.), 2008*), itt különválasztjuk a biogáz és bioüzemanyag termelést, az termikus megoldásoktól. Égetésre, akár a hulladékégetők kapcsán, akár biomasszatüzelésű rendszerekre gondolunk, olyan szervesanyag-tartalmú hulladékok kerülnek, amelyeket gazdaságilag még érdemes a folyamatba bevinni, vagy elég magas a kötött energia tartalma, ahhoz, hogy az eljárás során érdemes legyen hasznosítani. A felhasznált anyag jellemzői szerint itt több technikát is alkalmazhatunk: égetést, pirolízises eljárásokat, gázosítást vagy plazmaeljárást. A különbség a maghőmérsékletek és az égéskor jelenlévő oxigénszint mértékében van. A termikus megoldások célja, hogy a hulladék hasznosítása során hőenergiát vagy kapcsolt módon villamos energiát termeljenek. A harmadik lehetőség a hulladékok biológiai kezelésével

magas szervesanyag-tartalmú, földszerű komposztok előállítása (CSŐKE (SZERK.), 2008). A komposztálási technológiák mindig aerob folyamatok, a szabad prizmás módszertől, a zárt lég-befúvásos módszerig több lehetőség is van. Komposztálás körébe csak bizonyos hulladék típusok kerülhetnek egészségügyi és környezeti kockázatok miatt.

A komposztálási és energetikai célú hasznosítás kettőseként jelenik meg a biogáz és bioüzemanyag termelés, ahol az éghető anyag mellett nagy szervesanyag-tartalmú melléktermék is párosul. A legkedvezőtlenebb eset mindenképpen a lerakással-ártalmatlanított hulladékok esete, mert a legtöbb esetben a hulladék veszélyesség nem indokolja ezt a kezelési formát, mind amellet, hogy rengeteg értékes szervesanyag kerül ki a termelési körforgásból, az EU-s célkitűzések között ezért ez az egyik kiemelt anyagáram (és különösen a lakossági hulladék). A termikus hasznosítás csökkenti a hulladékmennyiséget és energiát termel, ugyanakkor a visszamaradó salakanyagok egészségre és környezetre egyaránt veszélyesek, különleges körülményeket kíván meg az ártalmatlanításuk és légszennyezéssel jár. A komposztálási felhasználás megvalósítja a hulladékmennyiség csökkentését és a termelési folyamatokba tartja az szervesanyagot, de ha nem párosul valamilyen más technológiával kis mértékben környezetterhelést jelent (üvegházhatású gázok légkörbe jutása, csurgalékvizek talajba jutása).

A biológiailag lebontható hulladékok hasznosítási lehetőségének és azok hatásainak vizsgálata napjaink feladata, a lehető legkisebb környezeti ártalmak mellett való legnagyobb energia és szervesanyag kihozatal elérése érdekében. Ennek vizsgálata ezért került jelen munka egyik központi témájává.

5.2. Műanyag hulladék anyagáram

A műanyag választása a fentiekben részletezett jellemzői miatt teszi fontossá. A műanyagok kémiai ellenállóképességének és fizikai sérülékenységének kettőssége problémákat vet fel, amire hosszútávú megoldásokat kell kidolgozni. Az EU-s irányelv szerint 2025-re 50%, 2030-ra a lakossági műanyag hulladék 55%-át kellene újra hasznosítani 2018-ban Magyarország 30%-nál járt és mára is alig 2%-kal nőtt ez az arány (OHT 2021-2027, EUROSTAT). Jelenleg a műanyag hulladék feldolgozó-kezelő ipari kapacitások elenyészőek a kívánt mennyiséghez képest. A meglévő kezelő létesítmények is leggyakrabban fizikai, jellemzően darálást, bálázást végez és mivel Kína már nem exportál műanyag-hulladékot a legtöbb esetben lokális szinten térfogatcsökkentés után deponálásra

kerülnek. A műanyagok kezelése sokrétű és nehéz, mivel a különböző típusú műanyagokat nem, vagy csak kis mértékben lehet vegyíteni és újrahasznosítani, ezért az egyszerű elkülönített hulladékgyűjtés nem elegendő, specifikusan kell gyűjteni. A lakosság ugyanakkor nem tudja megkülönböztetni a különböző anyagú műanyagokat (PET, PVC, HDPE, LDPE, PP, PS, EPS, stb.) annak ellenére sem, rengeteg mindennapi használati tárgyon, műanyag csomagoláson jelzik a műanyag alapanyagát, de a lakosság nincs tudatában a műanyagok különböző fajtáinak. A biológiailag lebomló műanyagok pedig nem terjedtek el nagy arányba, mivel pont a kémiai ellenállóképességük gyengítésével érik ezt el.

A műanyagok hasznosítási lehetőségei és a szóba jöhető technológiák száma is alacsony (*CSŐKE (SZERK.), 2008*), ezért is okoz nagy problémát a jelenlétük. Biológiai technikákkal nem, vagy csak minimálisan bonthatók, kémiai módszerekkel is csak nagy ráfordításokkal lehetséges, bizonyos mértékig a napenergia bontja, de a legtöbb esetben csak kisebb polimer szakaszokra esik szét így is. A deponálás mellett jelenleg inkább fizikai, termo-fizikai beavatkozások jelennek meg. Fizikai előkezelést követően legtöbbször visszaolvasztják granulátumnak, vagy bizonyos építőipari keverékekbe használják fel. A felhasználás ugyanakkor korlátozott mert csak alacsony arányba tudják a teljes mennyiséghez képest újrahasználni a műanyagokat így. A műanyagok környezetbarát vagy környezetkímélő felhasználási módjainak vizsgálata és kutatása ezért fontos, ezért választottam ki jelen munka másik központi témájának.

A világon termelt közel 7 milliárd tonna műanyagból 5,5 milliár már nincsen használatban (*GUBEK, 2020*). A visszamaradt hulladék csökkenti a biodiverzitást, csökkenti az ember és az élővilág életterét, és a bioakkumuláció révén egészségügyi kockázatot, problémákat okoz.

6. Anyag és módszer

A rendelkezésemre bocsájtott adatokat annak függvényében vizsgáltam a normális üzemszerű működés esetében, hogy melyik hulladék anyagáramba sorolható. A biológiailag lebontható hulladékok esetében a környezeti hatások vizsgálata terén szempont volt, mekkora mennyiséget tartanak a termelési folyamatokban, közvetett hatásként elősegítik-e a végső felhasználást a talajokban, valamint a hasznosítás során az adott gazdálkodó mekkora mértékben tudja saját szükségleteit kitermelni. További szempont volt, hogy a felhasznált hulladék típusok mennyire hasznosíthatók más technológiák számára.

Műanyagok esetén a hasznosítási technológiák „szűkössége” miatt a szénkörforgásban okozott végső hatások alapján értékeltem. Közvetlen hatásként vizsgáltam, hogy a termékekbe visszaforgatott megadott típusú hulladékok használata mennyivel járt kevesebb széndioxid kibocsátással, mint ha azt a primer termelési vonalon állították volna elő. Közvetett hatásként pedig azt vettem figyelembe, hogy helyettesítő anyagként mennyivel járult hozzá a szénkörforgalom szén megtartó képességéhez.

A környezeti hatások értékelését egy környezeti értékelési hatás-következmény mátrix segítségével végeztem el (*FLEISCHER, 2013*). A vizsgálat során anyagáramokra külön-külön értékelési rendszert állítottam fel, ahol az egyes anyagáramok sajátos elemeit figyelembe véve a különböző környezeti elemekben okozott hatásokat vizsgáltam 1-től 5-ig terjedő skálán. A hatás erősség értékek skálája az egyes hatótényezők környezeti hatásait értékeli. Minél kisebb az érték, annál kedvezőbb hatású a környezetre nézve, minél magasabb, annál nagyobb a környezetromboló hatása.

- **1-es:** ideális állapotot, minimális környezeti hatást jelent a hatótényező vonatkozásában.
- **2-es:** az ideálishoz közeli állapot, ahol minimális átalakítással vagy optimalizálással elérhető lenne a minimális környezet terhelés.
- **3-as:** középérték az a környezeti elemre nézve rövid- közép-távon elviselhető környezetterhelést jelenti.
- **4-es:** érték esetén a hatótényező rövid távon elviselhető, középtávon már környezet károsítással járó környezetterhelést jelent (közvetlen vagy közvetett módon).
- **5-ös:** a környezeti elem érdekeit figyelmen kívül hagyva rövid távon is környezetszennyezéssel (közvetlen vagy közvetett módon) járó környezet terhelést jelent.

A rövid táv 1-3 évet jelent, közép táv 4-10 év és a hosszú táv 10 év felett értendő. A célkitűzés megvalósulása érték skálán szintén az 1-es érték jelöli a legkedvezőbbet az 5-ös a legkedvezőtlenebbet, abból a szempontból, hogy a körforgásos gazdasági modell célkitűzésesei mekkora mértékben valósulnak meg százalékos arányában.

- **1-es:** 100-81 %-ban teljesül.
- **2-es:** 80-61 %-ban teljesül.
- **3-as:** 60-41 %-ban teljesül.
- **4-es:** 40-21 %-ban teljesül.
- **5-ös:** 20-0 %-ban teljesül.

1. táblázat környezeti hatások mátrix címsor (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Körforgásos gazdasági elv	Gyártási folyamat megnevezés	Hatótényező	Indikátor	Megvalósítási kívánt cél	Adatok	Hatás	Hatás erőssége	Célkitűzés megvalósulása	Körforgásos gazdasági környezeti hatás
---------------------------	------------------------------	-------------	-----------	--------------------------	--------	-------	----------------	--------------------------	--

A 8. fejezetben lévő környezeti hatások táblázat, melynek fejlécét az 1. táblázat mutatja, első oszlopa (körforgásos gazdasági elv) a gyártási folyamat részfolyamataihoz (2. oszlop) rendeli hozzá a 2.2 fejezetben leírt körforgásos gazdasági alapelvek valamelyikét (12R). A harmadik oszlop az egyes gyártási részfolyamatok hatótényezőit sorolja fel, ami alapja lesz a kiváltott hatás és annak erősségének megállapítására az hatodik oszlopban szereplő a cég által megadott adatok szerint. A cégek sok esetben nem konkrét számadatokat adtak meg, hanem a gyártási folyamat során tapasztaltakat írták le (pl. hetente többször). A negyedik oszlopban megnevezett indikátorok a részfolyamat legfontosabb elemeit emeli ki (pl. a hulladék szállításhoz fontos környezet terhelés szempontjából, milyen gyakran történik beszállítás, vagy hogy milyen távolságról). Az ötödik oszlop a körforgásos gazdasági modellre való áttérés megvalósítási célját rendeli az egyes hatótényezőkhöz (gyártási részfolyamatokhoz) azáltal, hogy az adott folyamat optimális működése milyen célt, törekvést segítene elő (pl. hulladék anyag beszállítás, a hulladék mennyiség csökkentését, a kevesebb egyéb fosszilis anyagok felhasználásnak mellőzésével emisszió csökkentési célokat is szolgál).

Az értékelés során a hatótényezők környezeti hatásainak hatáserőssége és célok megvalósulása eredményét egy összesítő hatványozott értékben adtam meg a körforgásos gazdasági környezeti hatás oszlopban az alábbiak szerint:

Körforgásos gazdasági környezeti hatás = Hatás erőssége x Célkitűzés megvalósulása.

Minden hatótényezőt hat környezeti elem kapcsán vizsgáltam meg, vagyis néztem, hogy milyen hatással van a talajra, a víztestre, a levegőre, a bioszférára, az épített környezetre és magára az emberre. A vizsgálat során a hatótényezők környezeti elemekre gyakorolt hatását egy integrált táblázatba adtam meg, ahol a hatótényező összes elemre gyakorolt erősségét adtam meg egy értékben a hatás erősség oszlopba. A hatás oszlopba felsorolásra került azok a hatásviselő környezet elemek, ahol közvetve vagy közvetlen módon hatást fejt ki. Azokat a környezeti elemeket nem soroltam fel, ahol a hatás nem áll fenn vagy elhanyagolható mértékű (havária esetén okozhat hatást, vagy lokális kis kiterjedésű hatást kiválthat, de a környező ipari tevékenység emisszióihoz képest elhanyagolható, pl.: Gerab Kft. esetén darálás, aprítás előkezelés folyamat során levegőbe kerülő műanyag részek a közvetlen mellette lévő cement és beton gyár hatásaihoz képest az ipari park területén elhanyagolható).

Az utolsó oszlopban az értékek így 1-től 25-ig terjedő skálán helyezkednek el minden hatótényező esetében a mátrixban. A körforgásos gazdasági környezeti hatás oszlopösszeg segítségével pedig összehasonlíthatóvá válik az egyes hulladékanyag-áramokon belül a gazdasági szervezetek tevékenységeinek, technológiájuknak környezeti hatása. Pl. a soproni szennyvíztisztító telep körforgásos gazdasági környezeti hatásra 42 pont lett az összesített érték a maximálisan kapható 325 pontból, ez 12,9 %-os eredmény. Ez az érték az ideális állapottól való eltérést mutatja meg. Az ideális a jelen gazdasági helyzetben, azaz állapot lenne, ahol a gazdálkodó a saját működési szükségleteit teljes mértékben (vagy akár többletet) kitudná termelni, élen járna a technológia innovációjában és minden rendelkezésre álló környezeti hatását lehetőségei szerint a minimumra igyekezne csökkenteni a körforgásos gazdasági modell legbelső kaszkádja (*I. ÁBRA*) mentén.

A műanyag és szervesanyag áram, együttes összevetése a keretek, a technológiai különbségek, és az értékelési szempontok különbözősége miatt nem lehetséges. A tevékenységeket összefoglalóan társadalmi, gazdasági és környezeti szempontból is csak elnagyoltan lehet értékelni a szerint, hogy a végzett tevékenység összességében nézve jó, vagy sem a környezetnek, a társadalomnak és a gazdaságnak.

Az egyes vállalatok esetén a környezeti hatások kapcsán megvizsgáltam azt a lehetőséget is, hogy a technológia során adott-e a lehetőség bővítésre, reális gazdasági keretek között (pl. Szőrös-Bőrös Bt. kapcsán adott lenne az infrastruktúra és a szakértelem is a technológia bővítésére biogáz termeléssel, azáltal energiatermelésre a saját működési szükségletek megteremtésére).

A környezeti hatások vizsgálata során kijelöltem a mértékadó hatótényezőket. A kijelölés alapja a teljes gyártási folyamara nézve a legnagyobb környezeti hatást kiváltó tényező, figyelembe véve a hatás következményeit a teljes életciklus vonalon. A műanyag hasznosítás során a felhasznált hulladékok anyaga, a felhasznált energia (mennyisége forrása) és környezet terhelő anyagok használata (festékek, segédanyagok). A műanyagok környezeti hatása alapanyaguk alapján igen széles skálán mozognak, így nem mindegy, hogy adott esetben egy kilogramm PP (polipropilén) vagy egy kilogramm HDPE (High Density Polyethylene – nagy sűrűségű polietilén) kerül felhasználásra. A kezelési eljárásban a hőfok nagysága pedig alapvetően határozza meg az ahhoz szükséges energia szükségletet, 55 °C elérése és szinten tartása kevesebb földgáz, elektromosáram fogyasztással jár, mint 72 °C esetén. Valamint az energia forrása (megújuló, fosszilis, kevert). A műanyag színezéshez használt festékek és stabilizáló anyagok a kívánt paraméterek miatt nem környezet kímélőek, ezért használatuk nagyon fontos, mert hosszú távon jutnak, juthatnak ki a környezeti elemekbe.

A biológiailag lebontható anyagok esetén a felhasznált hulladékok fajtája, a saját energia szükségletek megteremtése és a termelt komposzt kezelése, végfelhasználása jelenti a legfontosabb környezeti hatótényezőket. A szennyvízkezelésből származó iszapok kezelésén túl a különböző konyhai és egyéb ipari szerves hulladékok felhasználása kiemelt célja az Európai Uniónak, hogy minél kevesebb kerüljön lerakással-ártalmatlanításra és minél nagyobb mértékben legyen visszaforgatva a körfolyamatokba. A saját működést fedező energiatermelés a karbonsemleges cél elérésének eszköze. Gazdasági és környezeti hatások szempontból is pozitív a minél magasabb arányú megvalósítása. A folyamat végén keletkezett komposzt időbeli tárolása a termelési folyamat összességéről mutat képet, a nagyon sokáig értékesíthetetlen termék a folyamat lassúságát, vagy annak minőségét jellemzi. A komposzt (vagy a végsűrített iszap) tényleges felhasználása jelentős környezeti hatással jár. Nem mindegy, hogy a mezőgazdasági (akár ipari, akár háztáji) tevékenység során hasznosítják, vagy bányá, hulladéklerakó fedésére használják fel.

Az összesítő táblázatban (14. TÁBLÁZAT) csak a környezeti hatások táblázat utolsó oszlopának összesítő adata szerepel pontban és %-os formában. Az arány értéke az ideálistól való eltérést mutatja.

Ennek a mutatószámnak a besorolása az általam meghatározott kategóriákba történik:

- 1. kategória: 1 – 12,5 % jelenti, hogy az ideális, közel ideális gyártási folyamatot.
- 2. kategória: 12,51 – 25 % jelenti, hogy a kevés fejlesztéssel, beruházással elérhető a közel ideális állapot.
- 3. kategória: 25,01 – 37,5% jelenti, hogy egy részfolyamat vagy technológiai megoldás fejlesztésével, cseréjével elérhető a közel ideális állapot.
- 4. kategória: 37,51 – 50 % jelenti, hogy a gazdálkodó szervezet működése során előtérbe helyezi a környezetvédelmi szempontokat, tesz intézkedéseket, tervez vagy valósított meg környezetkímélő beruházásokat, de mérete vagy lehetőségei miatt nem megoldott a folyamat egészére.
- 5. kategória: 50,01 – 62,5 % jelenti, hogy a gazdálkodó szervezet működése környezet kímélő megoldásokat alkalmaz, de a működése a hagyományos modellbe sorolható.
- 6. kategória: 62,5 – 75 % jelenti, hogy a gazdálkodó működése a hagyományos gazdasági modell szerint történik.
- 7. kategória: 75,01 – 87,5 % jelenti, hogy a gazdálkodó működése környezet terhelő a hagyományos modell viszonylatában is.
- 8. kategória: 87,51 – 100 % jelenti, hogy a gazdálkodó szervezet környezet szennyező, károsító.

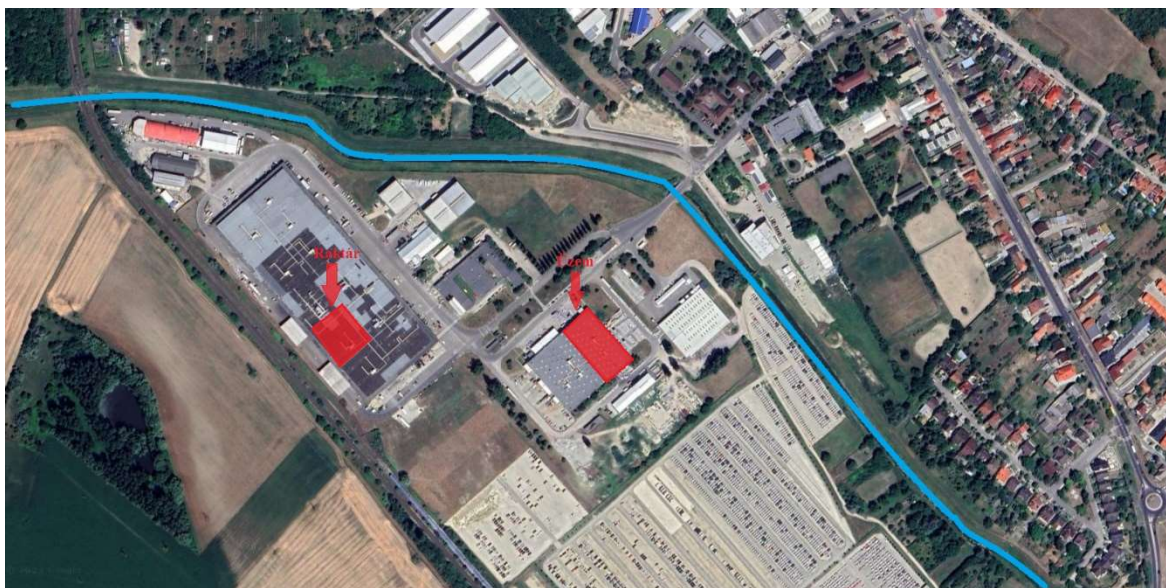
Az eredmény alapján az 1-4 kategóriába sorolt gazdasági szervezetek lehetnek a körforgásos gazdasági modell alapját képező cégek, gyártási folyamat modellek. Ezen kategóriákba sorolt gazdasági szervezetek hazai arányának túlsúlyba kerülése esetén válik megvalósíthatóvá a körforgásos gazdasági modellre való átállás.

7. Gazdasági szervezetek bemutatása

A megkeresett gazdasági szervezetek a fenntartható, környezetkímélő iparitevékenység hazai úttörőinek számítanak. Két vállalat a műanyagok feldolgozása területén tevékenykedik, három pedig a biológiailag lebontható anyagok területén. Mindegyik cég Győr-Moson-Sopron vármegye területén található a Keys Kft., a Gerab Kft. és Pannon-víz Zrt. egyik szennyvíztisztító telepe Győrben, a másik Kapuváron van. A Soproni vízmű Zrt. szennyvíztisztító telepe Sopronban található, a Szőrös-Bőrös Bt. komposztáló telepe és üzeme pedig Felpécen van. A Soproni vízmű és a Pannon-víz a térség két legnagyobb közszolgáltatója, így a vármegye szennyvizének túlnyomórészét ez a két vállalat végzi, a Szőrös-Bőrös Bt. sajátossága, hogy a telephelyen elviekben két hasznosítási technológia is rendelkezésre áll. A Keys Kft. és a Gerab Kft országosan is egyedülálló módon a műanyag hulladék újrahasznosításában alkalmaz innovatív technológiai megoldást.

7.1. Keys Kft., Győr

A győri létesítmények Dövényi (2010) szerint Magyarország észak-nyugati részén, Győr-Moson-Sopron Vármegye 4208 km² nagyságú területén, a Győri-Medence középtáj, Szigetköz kistáj területén találhatóak. A terület földtanilag süllyedő fiatal medence, ami a Duna hordalék kúpja tölt ki, 100-250 m vastag homokos-kavicsos a legfelső réteg. A helyi mikro-klíma jellemzően száraz, szeles és a napsütéses órák száma is az ország átlag körül mozog. Az üzem Győr déli részén helyezkedik el, északról a Pándzsa-patak, a többi irányból az ipari park létesítményeivel szomszédos (*1. térkép*).



1. Térkép Keys Kft. üzeme (GOOGLE MAPS 2023.04.28.)

A Keys Kft.-t 2004-ben alapították, kezdetben műszaki műanyagok kereskedelmével foglalkozott, 2007-re beindította saját regranuláló üzemét és elkezdte kiépíteni saját vállalatirányítási rendszerét. 2020-ra 5 db Leistritz 60 típusú extruderrel végzik a tevékenységüket, az éves elvi kapacitás 4500 t/év, a cég rendelkezik ISO 9001 szabvány tanúsítvánnyal. A tevékenységük sokoldalúságát a gravimetrikus adagolórendszer adja, ami lehetővé teszi a folyamatos gyártás fenntartását és a minőség állandó szinten tartását.

A cég alapvetően a német autóiipar számára gyárt újra alapanyagot, autóiipari műanyag hulladékból. A cég 2020-ban kiszámolta, hogy mekkora a szénlábnyoma, mely vizsgálatot a Carbon Reporting végezte (III. SZÁMÚ MELLÉKLET, 5. M_ÁBRA).

Az üzemben a gyártási folyamat a következő lépésekből áll (II. SZÁMÚ MELLÉKLET, 4. M_ÁBRA):

1. Hulladék műanyag előkezelése (darálva és válogatva érkezik a hulladék az üzembe a helyi ipari létesítményekből).
2. A hulladékok megfelelő arányú keverése, ami egy homogén elegyet ad.
3. Laboratóriumi vizsgálat. Ha nem megfelelő, további előkezelés történik (keverés, aprítás).
4. A keverékhez szükség szerint színezéket és adalékanyagokat adnak.
5. A kész keverék extrudálása.
6. Kész műanyag csövecskéket a granuláló gépre vezetnek és méretre vágják (II. SZÁMÚ MELLÉKLET, 1. FÉNYKÉP).
7. Laboratóriumi minőség-ellenőrzés.
8. Termék (II. MELLÉKLET, 2. FÉNYKÉP) kiszállítás a vevőknek.

7.2. Gerab Kft., Győr

A vállalat üzemének környezeti adottságai megegyeznek a fentebb leírtakkal (6.3.1. fejezetben). A létesítmény Győr keleti-délkeleti részén helyezkedik el. Keleti irányból egy lakópark határolja, az épületek nagyjából 100 m távolságra vannak. Dél-délnyugati irányból egy betonüzemmel szomszédos. A területben lévő ipari park keleti szélén lévő épületben üzemel a létesítmény (2. térkép).



2. Térkép Gerab Kft. üzeme (GOOGLE MAPS 2023.04.28.)

A Gerab Kft-t 1994-ben alapították, mint környezetvédelmi beruházások tanácsadó és kooperátoraként. 2000-ben profilváltás történt, ez az új irány ökoprofilok és kompozit műanyagok gyártását jelentette (IV. SZÁMÚ MELLÉKLET). A terméket fahelyettesítő alapanyagok állítják elő. Az eljárás szabadalmi védelem alatt áll (Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalánál P2200305 számon van regisztrálva). A technológia során műanyag csomagolási hulladékot, gyártásközi selejt kompozit hulladékot, PE, PP, PET, észter, amid és valamennyi alumíniumot hasznosít, jellemzően olyan anyagokat, amik az életciklusuk végén deponálásra vagy égetésre kerülnek. A termék tartós élettartamú az életciklus vége akár 50 év is lehet, amit követően 100%-ban újra lehet gyártani, anyagában hasznosítani.

A vállalat ISO 9001, ISO 14001 szabvány tanúsítvánnyal rendelkezik, és elkötelezettek a környezetkímélő ipartermelés mellett. A vállalat számítása szerint évente közel 260 fát ment meg azzal, hogy helyettesítő terméket állít elő. Ezzel közel 13 tonna oxigéntermelést és 17,9 tonnányi CO₂ megkötést segít elő évente. (V. SZÁMÚ MELLÉKLET, 7. M_ÁBRA.).

A gyártás folyamata a következőképpen épül fel:

1. A beérkező műanyag hulladék előkezelése (darálás, őrlés)
2. Homogén keverék előállítása
3. Magashőmérsékletű extrudálás folyamatos színezék adagolása a kívánt szín folyamatossága miatt
4. A különböző méretű extrudált alapanyagot formába öntik
5. Méretre vágás hűtés

A kapott készterméknek a fához hasonló tulajdonságai vannak, elég nagy szakító szilárdság, csavarozható, szegelhető.

7.3. Soproni vízmű Zrt.

A létesítmény az Alpokalja középtáj Soproni-medence kistáján helyezkedik el (DÖVÉNYI, 2010). A medence alapja vulkanikus eredetű rétegek, amire jó vízzáró agyag, kavics és löszös rétegek üledtek rá. Éghajlatát tekintve a mérsékelt száraz és nedves zónák peremén fekszik, a hőmérséklete enyhén hűvös, a napfényes órák száma az ország mérsékelt harmadához tartozik, ugyanakkor a terület az ország szelesebb területei közé tartozik. A létesítmény Sopron déli részén található (3. térkép).

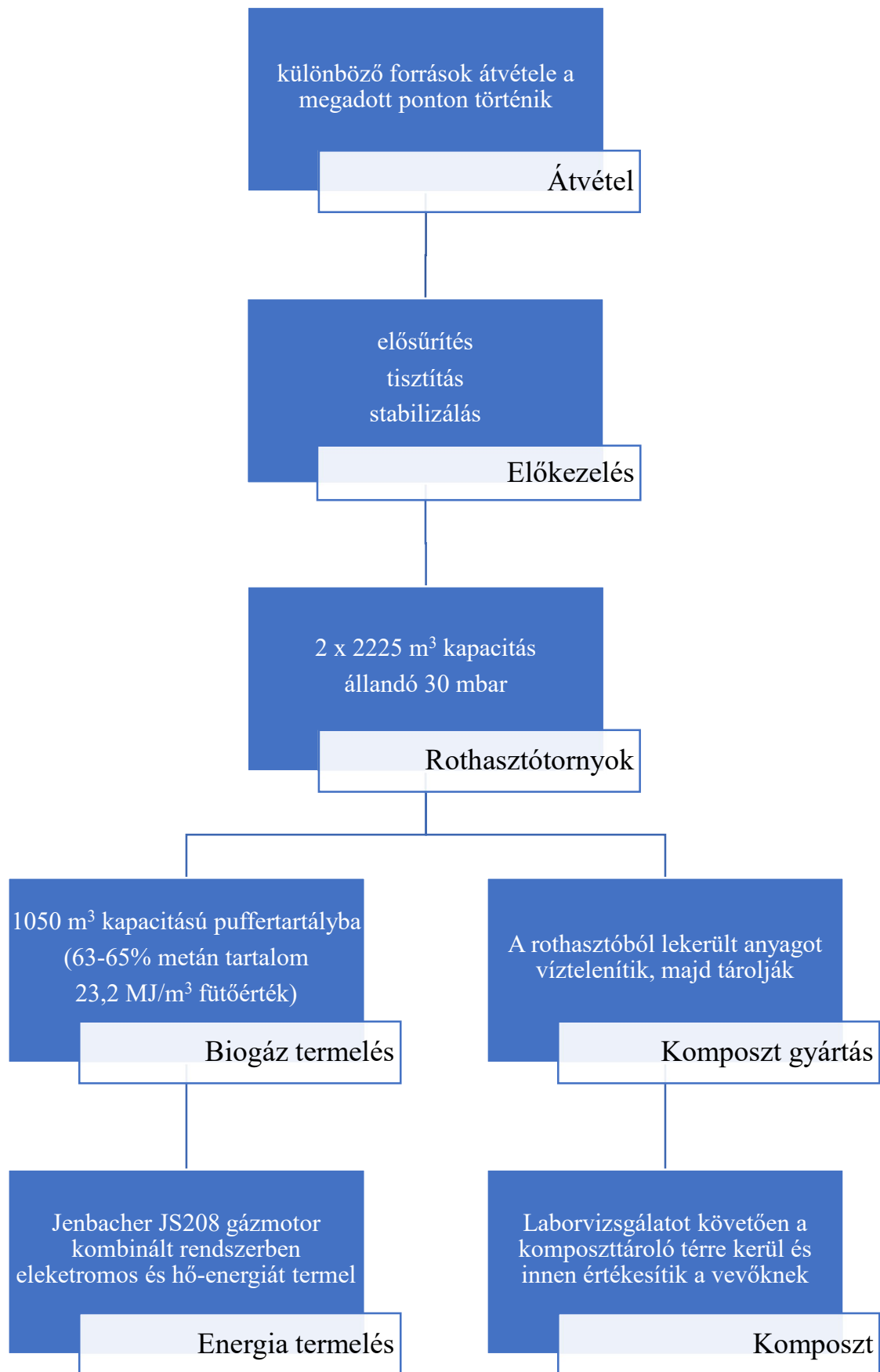


3. Térkép Soproni Szennyvíztisztító telephely (GOOGLE MAPS 2023.04.28.)

A soproni szennyvíztisztító 1971-ben adták át, azóta a többszöri átszervezések mellett napjainkig folyamatosan fejlesztették és bővítették. 1987 óta biológiai szennyvízkezelés is történik a telephelyen, 2009-ben korszerűsítették a létesítményt és a hozzá tartozó csatornahálózatot. Jelenleg $21.000 \frac{m^3}{nap}$ szennyvizet képes fogadni, ez a kapacitás

biztonságosan szolgálja a térség igényeit. A 2010-es évektől kezdve fokozatosan fejlesztették elsősorban az iszap kezelési technológiát és annak kapacitását, jelenleg a szennyvíztelep az összes sajátenergia szükségletének 70% körüli mennyiségét tudja kitermelni. A társaság ISO 9001, 14001 és 50001 szabvány tanúsítvánnyal rendelkezik.

A telephelyen a közszolgáltatásból származó szennyvíz és iszapján kívül beszállított biológiailag lebontható hulladék hasznosítása is történik, egyrészt a csatornarendszer karbantartásából származó hulladék, másrészt szerződött partnerek beszállításából. A csatornarendszerekből kikerülő hulladék fizikai és kémiai paraméterei nagy tartományban mozognak (az iszapszerűtől a kavicsos-zsíros állagig), a beszállítások rendszerint magas zsírtartalmú iszapszerű folyékony hulladék.



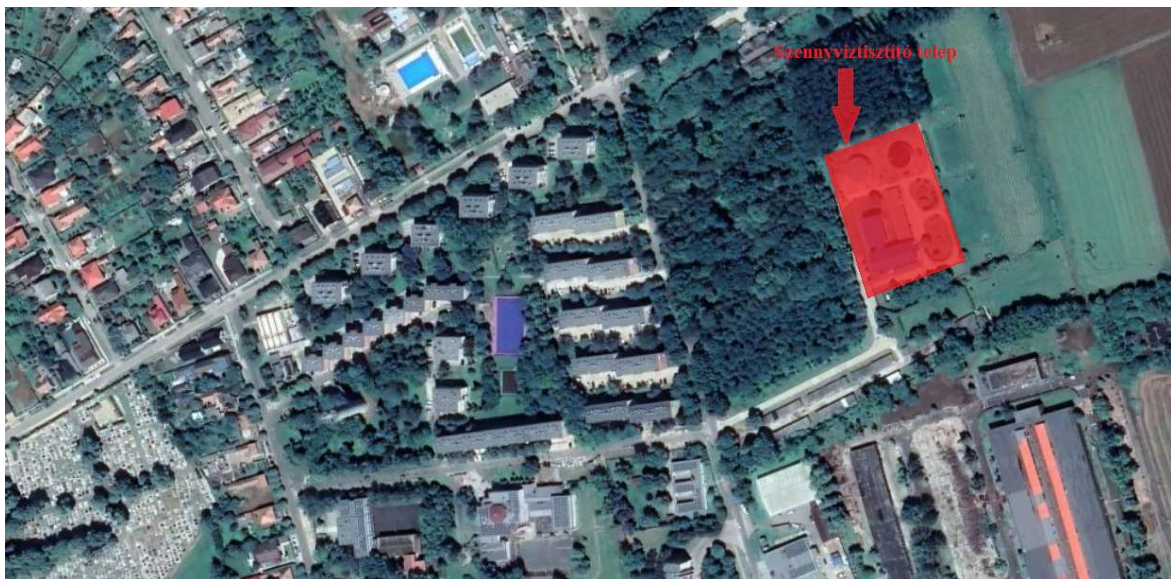
9. ábra Soproni szennyvíztisztító telep biogáz és komposzt technológiai folyamata (SAJÁT SZERKESZTÉS)

7.4. Pannon-víz Zrt.

A cég szennyvíztisztító telepei hasonlóan a Soproni Vízmű Zrt-hez a múlt század vége felé épült ki. A többszöri szervezeti átalakítások mellett, itt is kiépültek a biogáztermelés és iszapkezelés létesítményei, ugyanakkor a győri telep ennek nagy vesztese volt, mert előbb kikerült a szennyvíztisztítótelep működési köréből a számára épült komposztáló telep, majd 2018-ban bezárásra is került (Likócsi komposztáló telep). A kapuvári telephely viszonylag új létesítmény a biogáz termelés és hasznosítás 2022 év végén kezdte meg működését.

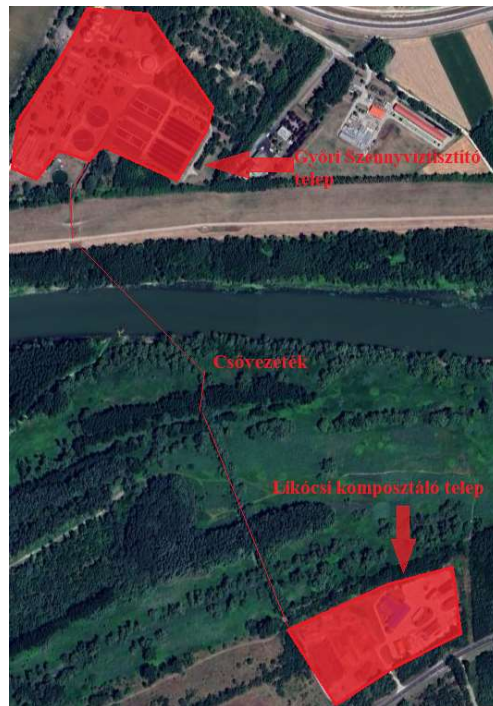
A két telep a közszolgáltatásból származó szennyvizeken kívül fogad zsíros jellegű hulladékokat és egyéb technológiai iszapokat is hasznosításra. A társaság ISO 9001, 14001 és 50001 tanúsítvánnyal rendelkezik.

A kapuvári szennyvíztisztító a Győri-medencén belül, a Kapuvári-sík kistájon helyezkedik el. Földtanilag a Rába jelenkori iszappal borított hordalékkúpja tölti ki, 10-50 m mélységben itt is jó víztartóképeségű homokos-kavicsos réteg található. A terület mérsékelten hűvös és mérsékelten száraz. A szeles napok száma átlagos, de a szélereősség átlag felett van valamivel (3-3,5 m/s). A telep Kapuvár keleti részén van (4. térkép).



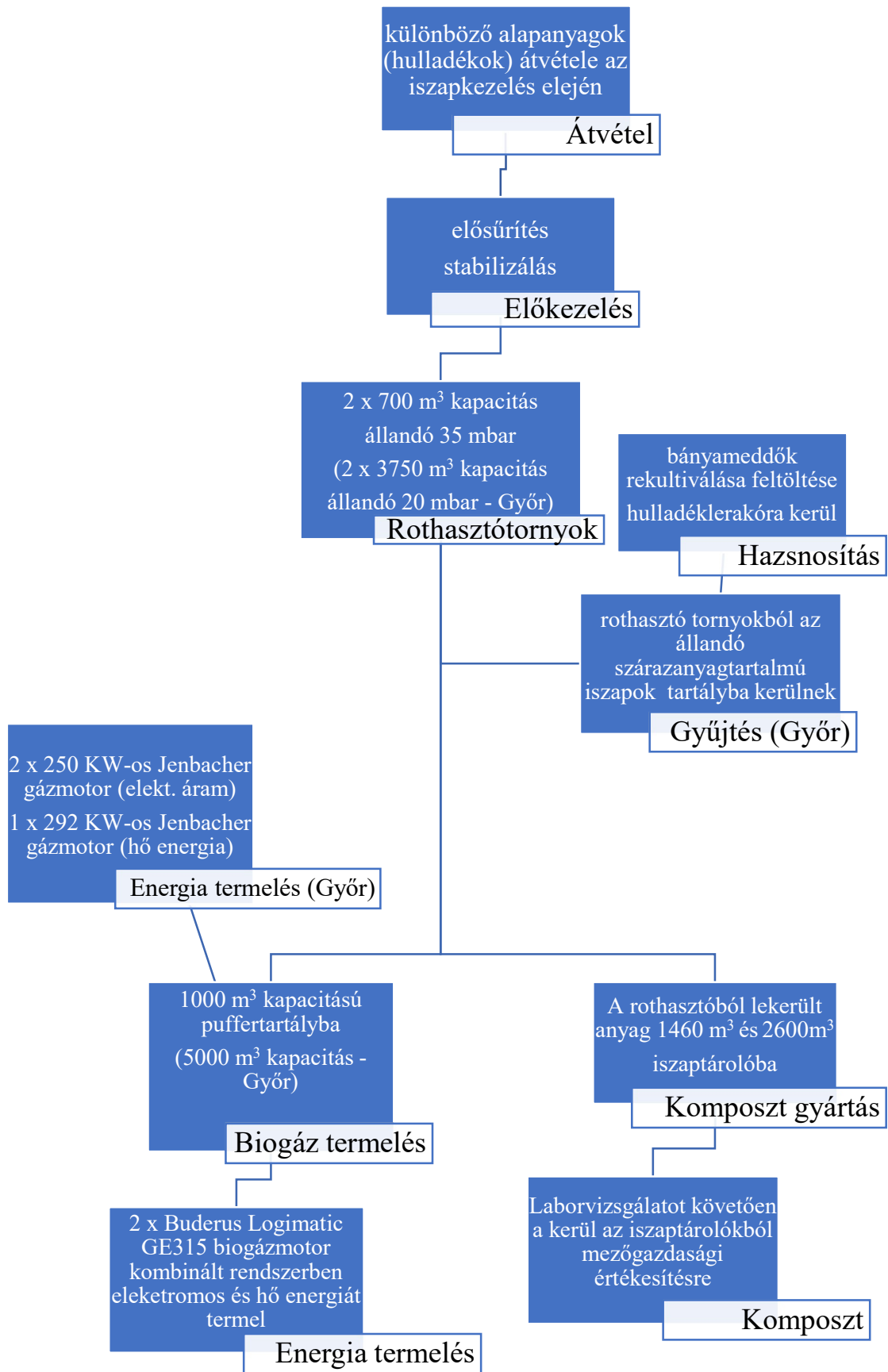
4. Térkép Kapuvári szennyvíztisztító telep (GOOGLE MAPS 2023.04.28.)

A győri szennyvíztisztító telep a várostól északra található tőle délre található a mostanra bezárt likócsi komposztáló telep (5. térkép). A környezeti viszonyok a fentebb ismertetett paramétereknek felelnek meg (6.3.1. fejezetben).



5. Térkép Győri szennyvíztelep és a likócsi komposztáló telep az összekötő csővezetékkel (GOOGLE MAPS 2023.04.28.)

Mindkét telephelyen a szennyvíztisztításból származó iszapok mellett egyéb szervesanyag-tartalmú hulladékot is kezelnek, a kapuvári telephelyen inkább mezőgazdasági jellegű hulladékokat fogadnak, ezzel szemben a győriben ipari forrásból származókat is átvesznek. A két telep felépítése és működési rendje azonos, a különbség annyi, hogy az említett likócsi komposztáló telep a győri esetén nem áll rendelkezésre, illetve nagyobb a kapacitás a lefedett terület különbségéből adódóan is. Jelenleg a győri szennyvíztisztító telep a legnagyobb a megyében kapacitása $60000 \frac{\text{m}^3}{\text{nap}}$ mennyiségre tervezték, átlagos terheltsége $27000 \frac{\text{m}^3}{\text{nap}}$, a kapuvári telepet $4725 \frac{\text{m}^3}{\text{nap}}$ tervezték, az átlagos terheltsége pedig $2200 \frac{\text{m}^3}{\text{nap}}$.



10. ábra Pannon-víz Zrt. győri és kapuvári szennyvíztisztító telep technológiai folyamata (SAJÁT SZERKESZTÉS)

7.5. Szőrös-Bőrös Bt.

A telephely a Dunántúli-középhegység Bakony-vidék középtáj, Pannonhalmi-dombság kistáj területén fekszik, annak is a nyugati peremén (DÖVÉNYI, 2010). Földtanilag a terület agyagos-homokos karakterisztikájú fiatal kori kavics, homok és lösz hordalék kúppokkal. A terület szeizmikusan érzékenynek számít, éghajlata mérsékelten hűvös és száraz. A napsütötte órák száma az országos átlag felett van kicsivel. A telephely Felpéctől északra különálló telepként helyezkedik el (6. térkép).



6. Térkép Szőrös-Bőrös Bt. telephelye (2023.04.28.)

A vállalat alapvetően börgyártással és kezeléssel foglalkozik, de 2018 óta már hulladékkezeléssel is. Saját és átvett szervesanyagtartalmú hulladékok nyílttéri komposztálását végzik. A vállalat bővíteni szeretne volna a tevékenységi körét még brikettgyártással, fa csomagolási hulladék hasznosításából, erre a célra rendelkezik egy két tengelyes 3E GL40160 típusú aprító-daráló géppel, ugyanakkor humánerőforrás és gazdasági okokból nem valósult meg ez a tevékenység. A fa csomagolási hulladékot segédanyagként a komposzt keverékbe forgatják be darálás után. A telephelyen élelmiszer ipari hulladékot, konyhai étkezdei hulladékot, alacsony hamutartalmú iszapokat hasznosítanak.

A gyártás folyamata a következőképpen épül fel:

1. Hulladékok átvétele és előkezelése egy 385 m²-es területen (szalmával és kukoricaszárral keverik be).
2. Hulladékok betöltése a 2 db 192 m² nagyságú prizmába (összesen 480 m³ kapacitás)
3. Perforált csöveken keresztül levegőztetés.
4. Összegyűjtött csurgalékvíz visszaadagolása az aktív komposztáló térre.
5. Ha a prizma megtelt akkor letakarják.
6. Két havonta trágyaszórával átforgatják és laborvizsgálatot végeznek.
7. A komposztálás folyamata 4-4,5 hónap.
8. Ha megfelelő a labor eredmény akkor a 600 m²-es utóélerőre kerül a komposzt (megközelítőleg 3 hétre)
9. A kész anyag a 320 m²-es tárolótérre kerül és innen értékesítik.

A relatív alacsony nedvességtartalmú hulladékok miatt a komposzt tömeg aránya kb. 45-50% mozog. A komposztot mezőgazdasági célokra értékesítik. A telephely egyik legnagyobb beszállítója a győri szennyvíztisztító telep.

8. A gazdasági szervezetek környezeti hatásainak vizsgálata

A 6. fejezetben leírtak szerint vizsgáltam meg mind az öt gazdasági szervezet környezeti hatásait. Külön a biológiailag lebontható hulladékokat hasznosító szervezeteket, és külön a műanyag hulladék feldolgozó szervezeteket. A vizsgálat célja az egyes szervezetek tevékenységének környezeti hatásainak összehasonlítása egymással, értékelése a körkörös gazdasági modell célkitűzéseinek való megfelelésének és hazai, illetve globális szinten való megítélése a tevékenységnek, jövőbe tekintő javaslatok megfogalmazása.

8.1. Műanyag hulladékáram környezeti hatásainak vizsgálat

8.1.1. Keys Kft. tevékenységének környezeti hatásainak vizsgálata

Adatok

A vállalat a következő a gyártási tevékenységével kapcsolatban a következő bemeneti adatokat adta meg:

2. táblázat Keys Kft. alapanyag és energia felhasználása (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Év	2019	2020	2021	2022
Felhasznált hulladék (t)	3169	2430	2995	3415
Gáz felhasználás (m ³)	22840	17514	21586	24613
Üzemanyag felhasználás (l)	10800	8281	10207	11638
PB gáz felhasználás (t)	3,16	2,42	2,98	3,40
Elektromosság (MWh)	1468	1125	1387	1582

- A cég nyilatkozata alapján a 2019-2022-es időszakban autóiipari PA (PA6 és PA6.6 – poliamid polimer) hulladék került felhasználásra.
- A cég által készített szénlábnyom jelentés alapján 1 kg termék előállítása 0,178 kg CO₂ kibocsájtással jár.
- A cég által felhasznált 1 kg termék primer vonalon való előállítása 6,4-6,7 kg CO₂-t eredményez (III. SZÁMÚ MELLÉKLET, 6. M_ÁBRA).
- A cég nyilatkozata alapján 1 kg termékben kb. 0,95 kg alapanyag marad, a többi adalékanyag és színezék.

Bemeneti adatokból számolt értékek:

- 1 tonna alapanyagra átszámolva
 - 1 t primer alapanyag 6400 kg CO₂ termeléssel jár (legjobb esetben is).
 - 1 t „re”granulált anyag 178 kg CO₂ termeléssel jár.
 - a két érték hányadosa ként megkapjuk e – egyenérték állandót (a cég termékének emissziós adatait osztva a primer vonal emissziós értékével).
$$e = 178/6400 = 0,0278125$$

A bemeneti adatok és az azokból számolt értékek segítségével kiszámolható a 2019-2022 időszakra nézve a két termelési vonal mentén termelt CO₂ mennyiséget kg-ban (3. TÁBLÁZAT).

3. táblázat Keys Kft. által gyártott termék és a primer vonalon gyártott anyag CO₂ kibocsátása 2019-2022 (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Év	Hulladék felhasználás (t)	≈	Tiszta nyersanyag (t)	Keys Kft. széndioxid (178 kg/t)	Primer termelés széndioxid (6400 kg/t)	Egyenérték arány
2019	3011		3011	535958	19270400	0,0278125
2020	2309		2309	411002	14777600	
2021	2845		2845	506410	18208000	
2022	3244		3244	577432	20761600	
Összesen	11409		11409	2030802	73017600	

$$\begin{aligned} \sum CO_2 \text{ megtakarítás} &= \sum CO_2 \text{ tiszta mennyiség} - \sum CO_2 \text{ Keys Kft. mennyiség} = \\ &= 73017600 - 2030802 = 70986798 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

Az adatok alapján a 4 év alatt összesen 70986798 kg = 70986,8 t széndioxiddal kevesebb került a levegőbe a cég tevékenysége miatt a primer gyártással szemben.

Környezeti hatások

Keys Kft. gyártási folyamatát megvizsgálva látjuk, hogy a mértékadó hatótényezők esetén a hulladék fajták száma minimális, csak egy típusú műanyag hasznosítása történik az üzemben a 6-os érték elsősorban a célkitűzés szélesebb körű megvalósításának hiányát tükrözi. A gyártási technológia energia felvétele igen magas, mind hő, mind a villamos áram felvétele. Ezeknek a hatótényezőknek a hatását csökkentik olyan intézkedések, mint az újrahasznosított műanyagból készült tartós csomagolás vagy a rendszerezett hulladékszállítás és annak távolsága. Az összesen kapott 94 pontnak közel 57,5 %-át a mértékadó hatótényezők (6. FEJEZET) adják (4. TÁBLÁZAT). A maximálisan adható pontok 25,06 %-át érte el, ami 3. kategóriába tartozik (6. FEJEZET), azaz egy részfolyamat vagy technológiai megoldás fejlesztésével lehetséges a közel ideális állapot. Az energia felhasználás okozza a legnagyobb környezeti hatást.

4. táblázat Keys Kft. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Keys Kft. környezeti hatásai									
Körforgásos gazdasági elv	Gyártási folyamat megnevezés	Hatótényező	Indikátor	Megvalósítási kívánt cél	Adatok	Hatás	Hatás erőssége	Célkitűzés megvalósulása	Körforgásos gazdasági környezeti hatás
termék újrahasznosítás	hulladék anyag beszállítása	hulladék szállítás	szállítási gyakoriság	hulladék csökkentés emisszió csökkentés	heti 2-szer	talajszennyezés talajvíz szennyezés légszennyezés épületek degradációja emberi egészség romlás élelvilág zavarása	1	1	1
			szállítási távolság		30 km-en belül				
		hulladék összetétel	műanyag környezeti kockázata		jellemzően egy fajtájú	talajszennyezés légszennyezés	3	2	6
termék újragyártás	előkezelés	anyagmozgatás	alapanyag raktár távolsága	emisszió csökkentés	külső raktárból	légszennyezés épületek degradációja emberi egészség romlás	3	3	9
		darálás aprítás	mekkora mértékben szükséges	erőforrás felhasználás csökkentése	esetenként	élelvilág zavarása	1	1	1
		homogénizálás	gyakorisági tényező	erőforrás felhasználás csökkentése	rövid idejű, minden alkalommal	légszennyezés emberi egészség romlás	2	2	4
		segédanyag használat	hozzáadott segédanyag szükséglet		kis mennyiségű segédanyag	veszélyes anyag kibocsátás levegőbe, talajba, vízrétegbe	2	2	4
	extrudálás	szinkeverés	festékanyag mennyiségi felhasználás	erőforrás felhasználás és emisszió csökkentés	szükségszerűen kis mennyiségben	veszélyes anyag kibocsátás levegőbe, talajba, vízrétegbe	3	2	6
		hő felhasználás	gáz tüzelés mértékének szükségessége		nagy hőhasználat	erőforrás felhasználás (közvetve a földgázkitermelés miatt)	4	4	16
		áram felhasználás	berendezések igénye		nagy áram használat	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	4	4	16
termék újragondolás		csomagolás	termék szállítási formája	erőforrás felhasználás és emisszió csökkentés	újrahasznosított csomagolás többszöri használatra	erőforrás használat (közvetve a csomagoló anyag tartóssága miatt)	2	1	2
		tárolás	értékesítésig a termék elhelyezésének paraméterei		üzem épületben, teher gépjárműbe	talajszennyezés épület degradáció	2	2	4
termék megjavítás	karbantartás	takarítás	gyakoriság, anyag igény		erőforrás felhasználás csökkentése	hetente	vízréteg szennyezés talajszennyezés	3	3
		alkatrész igény	berendezések amortizációs hajlama	nagy karbantartási igény		veszélyes anyag kibocsátás levegőbe, talajba, vízrétegbe	3	2	6
		karbantartási hulladék	hulladékok kezelése	környezeti terhelések csökkentése	alkalmanként közepes mennyiségben	talajszennyezés vízréteg szennyezés	2	3	6
Csökkentés	szociális szükségletek	víz felhasználás	Környezeti elemek terhelése	erőforrás felhasználás csökkentése	minimális	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	2	2	4
		hő felhasználás							
		áram felhasználás							
Összesen:									94/375

8.1.2. Gerab Kft.

Adatok

A vállalat a működésével kapcsolatban a következő termelési és környezetvédelmi adatokat adta meg:

- 2022-ben 3000 t hulladékot hasznosítottak, 60 m³ volt a vízfogyasztás és 840 MWh elektromos áram volt a felhasználásuk.
- A cég teljesítmény nyilatkozata alapján a gyártás során HDPE (nagy sűrűségű polietilén), LDPE (kis sűrűségű polietilén) és PP (polipropilén) hulladék felhasználása történik. A pontos arányt nem tudják megmondani, mivel a hulladék keverve érkezik az üzembe, de tapasztalatok alapján 1 kg termékben 0,85 kg PE (polietilén) van (tapasztalatok alapján HDPE : LDPE = 65:35), 0,10 kg PP-t tartalmaz, a fennmaradó rész egyéb kevert műanyag, segédanyag, színezék.
- 1 kg HDPE anyag primer gyártása 3 kg CO₂ kibocsátással jár (*SHREE R. B., 2021*).
- 1 kg LDPE anyag primer gyártása 5,8 kg CO₂ kibocsátással jár (*PAHOLA T. B. ET AL., 2020*).
- 1 kg PP anyag primer gyártása 1,6 kg CO₂ kibocsátással jár (*III. SZÁMÚ MELLÉKLET, 6. M_ÁBRA*).
- Laczkovich 2019 szerint 1 kg száraz faanyag 1,65-1,8 kg széndioxidot köt meg a légkörből vegetációs időszakonként.
- A száraz fa kb. 50 % szén.
- A vállalat termékének tartósságát célul kitűzve az általuk készített termékek alternatívájaként a közepesen kemény-kemény fafajok anyaga jöhet szóba (közel 50 éves tartóssággal), így feltételezhető a legalább 1,7 kg széndioxid átlagos megkötő képesség.

Bemeneti adatokból számolt értékek:

A bemeneti adatok és az azokból számolt értékek segítségével kiszámolható 2022-re nézve a két termelési vonal mentén termelt CO₂ mennyiséget kg-ban.

- $m_{\text{HDPE}} = 3000 \times 0,85 \times 0,65 = 1658$ (m_{HDPE} 2022-ben felhasznált HDPE hulladék tömege).
- $m_{\text{LDPE}} = 3000 \times 0,85 \times 0,35 = 892$ (m_{LDPE} 2022-ben felhasznált LDPE hulladék tömege).
- $m_{\text{PP}} = 3000 \times 0,10 = 300$ (m_{PP} 2022-ben felhasznált PP hulladék tömege).

A fenti adatokból megadható, hogy a műanyag hulladék felhasználásával megközelítőleg mekkora mennyiségű szén van kevesebb a légkörben és mennyivel több szénmegkötő kapacitás maradt a bioszférában (5. TÁBLÁZAT).

5. táblázat 2022-ben a Gerab Kft. által felhasznált műanyag hulladék faanyag helyettesítő hatásai (SAJÁT SZERKESZTÉS)

2022 Év	Hulladék felhasználás (t)	≈	Helyettesített száraz faanyag (t)	Helyettesített száraz faanyag széntartalma (t)	Száraz faanyag (helyettesített) széndioxid megkötő kapacitása (t/vegetációs időszak)
HDPE	1658				
LDPE	892				
PP	300		2850	1425	4845
Összesen	2850				

Környezeti hatások

A Gerab Kft. környezeti hatás táblázatát áttekintve látjuk, hogy a mértékadó hatótényezők esetén a technológiából adódó energia használat a magas hőmérsékleten végzett folyamatok miatt itt is igen magas a pontszám, amit részben kompenzál a csomagolás mentes tárolás és a sokféle műanyag hasznosítása. A feldolgozott hulladékok ugyan akkor nagyobb távolságról is érkehetnek. 85 pontot kapott az összesen elérhető 375 pontból. 22,6 % az elért arány, ami a 2. kategóriába tartozik (felső határ közelébe). Az erőforrások felhasználásának változtatása és hulladékok közelebbi beszerzése a közel ideális állapot elérését eredményezné (6. TÁBLÁZAT).

Összehasonlítva a Keys Kft. 94 pontjával, a cég 85 pontját, elmondható, hogy a közel azonos technológia alkalmazás és körülmények között a Gerab Kft. környezetkímélőbb tevékenységet folytat.

6. táblázat Gerab Kft. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Gerab Kft. környezeti hatásai									
Körforgásos gazdasági elv	Gyártási folyamat megnevezés	Hatótényező	Indikátor	Megvalósítási kívánt cél	Adatok	Hatás	Hatás erőssége	Célkitűzés megvalósulása	Körforgásos gazdasági környezeti hatás
termék újrahasznosítás	hulladék anyag beszállítása	hulladék szállítás	szállítási gyakoriság	hulladék csökkentés emisszió csökkentés	heti 2-szer	talajszennyezés talajvíz szennyezés légszennyezés épületek degradációja emberi egészség romlás élelvilág zavarása	3	3	9
			szállítási távolság		30 km-en belül				
		hulladék összetétel	műanyag környezeti kockázata		jellemzően egy fajtájú	talajszennyezés légszennyezés	1	2	2
termék újragyártás	előkezelés	anyagmozgatás	alapanyag raktár távolsága	emisszió csökkentés	külső raktárból	légszennyezés épületek degradációja emberi egészség romlás	2	1	2
		darálás aprítás	mekkora mértékben szükséges		erőforrás felhasználás csökkentése	esetenként	élelvilág zavarása	2	2
		homogenizálás	gyakorisági tényező	erőforrás felhasználás csökkentése	rövid idejű, minden alkalommal	légszennyezés emberi egészség romlás	3	1	3
		segédanyag használat	hozzáadott segédanyag szükséglet		kis mennyiségű segédanyag	veszélyes anyag kibocsátás levegőbe, talajba, vízretegbe	2	1	2
	extrudálás	színkeverés	festékanyag mennyiségi felhasználás	erőforrás felhasználás és emisszió csökkentés	szükségszerűen kis mennyiségben	veszélyes anyag kibocsátás levegőbe, talajba, vízretegbe	3	2	6
		hő felhasználás	gáz tüzelés mértékének szükségessége		nagy hőhasználat	erőforrás felhasználás (közvetve a földgázkitermelés miatt)	4	4	16
		áram felhasználás	berendezések igénye		nagy áram használat	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	4	4	16
termék újragondolás		csomagolás	termék szállítási formája	erőforrás felhasználás és emisszió csökkentés	újrahasznosított csomagolás többszöri használatra	erőforrás használat (közvetve a csomagoló anyag tartóssága miatt)	1	1	1
		tárolás	értékesítésig a termék elhelyezésének paraméterei		üzem épületben, teher gépjárműbe	talajszennyezés épület degradáció	1	1	1
termék megjavítás	karbantartás	takarítás	gyakoriság, anyag igény		erőforrás felhasználás csökkentése	hetente	vízreteg szennyezés talajszennyezés	3	3
		alkatrész igény	berendezések amortizációs hajlama	nagy karbantartási igény		veszélyes anyag kibocsátás levegőbe, talajba, vízretegbe	3	2	6
		karbantartási hulladék	hulladékok kezelése	környezeti terhelések csökkentése	alkalmanként közepes mennyiségben	talajszennyezés vízreteg szennyezés	2	3	6
Csökkentés	szociális szükségletek	víz felhasználás	Környezeti elemek terhelése	erőforrás felhasználás csökkentése	minimális	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	1	2	2
		hő felhasználás			minimális				
		áram felhasználás			minimális				
Összesen:									85/375

7.2. Biológiailag lebontható hulladékok környezeti hatásainak vizsgálata

Ezen hulladékok esetén meg kell jegyezni, hogy bár, mint hulladék a biológiailag lebontható hulladékokra is vonatkozik a hulladék-hierarchia, de ebben az esetben nem annyira kézzelfoghatók az egyes lépcsők. A megelőzés, csökkentés egyértelmű, de vizsgálni kell annak a lehetőségét, hogy a visszaforgatás környezeti hatásai is pozitívak.

A technológiai áramok és a szervesanyagáramok elkülönítése, ami az 1. ábrán látható, azért történt, mert bár a kaszkádok mentén a végeredmény ugyanaz, vagy is a szervesanyag visszaforgatása bioszférába és szervesanyag körforgásba, a felhasználási lépték nem ugyan az, és teljesen más mechanizmus alapján működik, mint például egy termék gyártás.

A 2018-ban elfogadott körkörös gazdasági modellre való áttérést segítő 2018/851/EU irányelv azon túl, hogy célértékeket határoz meg a szervesanyag-tartalmú hulladékokkal kapcsolatban, újrahasznosítási megoldásokat sorol fel. A leggyakoribb megoldás a komposztálás, ezen kívül a közvetett és közvetlen energiatermelés (biogáz, bioüzemanyag előállítás, energetikai ültetvények és azok tüzelése). A biológiailag lebontható hulladékok esetében a definiálásuk és azon hulladékok köre, amit valamilyen technológia mentén hasznosítani lehet, jelentik a legfontosabb kérdést. A kezelések és a hulladék definiálásán, amennyiben elfogadásra kerül a COM(2022) 156 Final Európa Bizottsági javaslat módosíthat, ami előtérbe helyezi a kombinált és kapcsolt hasznosítási formák használatának elősegítését.

8.2.1. Soproni vízmű Zrt.

Adatok

A vállalat a működésével kapcsolatosan a következő bemeneti adatokat adta meg (7. TÁBLÁZAT):

7. táblázat beszállított hulladék mennyisége a Soproni szennyvíztelepre (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Év	Szennyvíz iszap (m ³)	Zsír, olaj (m ³)	Csurgalékvíz (m ³)
2019	9522,0	3618,0	108,0
2020	7881,0	2944,0	44,0
2021	9291,0	3378,0	38,0
2022	8266,0	3130,0	50,0

- A 2022-es évre nézve meg adta a vállalat a következő adatokat (VI. számú Melléklet):
 - karbantartásból származó telephelyre behozott szennyvíz iszap, és rács hulladék 9086 m³.
 - a szennyvíztisztításból származó iszap mennyisége 5638177 m³

A vállalat a következő kimeneteli adatokat adta meg 2022. évre nézve:

- 2021-ben nem értékesített komposzt mennyisége 1540,68 t
- 2022-ben keletkezett komposzt mennyisége 4439,94 t
- 2022-ben értékesített komposzt mennyisége 5980,62 t (2022-ben a vállalat nyilatkozata alapján minden termelt komposztot értékesítettek mezőgazdasági felhasználásra).

A szennyvíztelep a szükséges hőenergia teljes mennyiségét saját maga állítja elő, csak a leghidegebb téli időjárási körülmények között használnak fel földgázt, az elmúlt 3 évben ilyen időjárási körülmény nem fordult elő.

8. táblázat soproni szennyvíztelep 2022. évi villamosenergia felhasználása (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Gépcsoport	Megoszlás	Fogyasztás(kWh)
Átemelő gépház	9,80%	192 798
Biológia	55,40%	1 090 002
Utóülepítők	3,22%	63 385
Iszapvíztelenítő	6,64%	130 584
Rothasztók	22,99%	452 427
Komposztáló	0,31%	6 107
Gázmotor	1,01%	19 790
Egyéb	0,64%	12 513
Teljes:	100,00%	1 967 606

- A cég adatai szerint a megtermelt biogáz felhasználásával 1382637 KWh villamos energiát, a működéshez szükséges energia 70,27 %-át termelték ki.
- 2021-ben 77,23 %-át, 2020-ban pedig 55,71 %-át.

Környezeti hatások

A Soproni Vízmű Zrt. környezeti hatás mátrix (9. TÁBLÁZAT) értékeit különösen a mértékadó hatótényezőket megnézve látjuk, hogy a vállalat működése és hatásai alacsonyak, a tevékenység során ellensúlyozzák az esetlegesen nagyobb távolságból való hulladékok beszállítását, saját működési szükségleteinek majdnem teljes mennyiségét képes kitermelni a tevékenysége során és a folyamat végén létrejövő komposzt anyag is teljes mértékben visszaforgatásra kerül a körfolyamatokba.

40 pontot kapott az összesen elérhető 325 pontból, az elért arány 12,3 % lett, ami az 1. kategóriába tartozik. Az itt kialakított működési rend, infrastruktúra és használt technológia a fenntartható gazdaság és a körforgásos gazdasági modell céljainak is egyaránt megfelel.

9. táblázat Soproni Vízmű Zrt., környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Soproni vízmű Zrt. környezeti hatásai										
Körforgásos gazdasági elv	Gyártási folyamat megnevezés	Hatótényező	Indikátor	Megvalósítani kívánt cél	Adatok	Hatás	Hatás erőssége	Célkitűzés megvalósulása	Körforgásos gazdasági környezeti hatás	
termék újrahasznosítás	hulladék anyag beszállítása	hulladék szállítás	szállítási gyakoriság	hulladék csökkentés emisszió csökkentés	naponta többször	talajszennyezés talajvíz szennyezés	3	2	6	
			szállítási távolság		változó	légszennyezés épületek degradációja emberi egészség romlás élővilág zavarása	3	3	9	
		hulladék összetétel	bioanyag környezeti kockázata		több fajta hulladék	talajszennyezés légszennyezés	1	3	3	
termék újrahasznosítás	hulladékok előkezelés	tisztítás	energia használat	erőforrás felhasználás csökkentése	folyamatos	légszennyezés vízréteg szennyezés talajszennyezés	2	2	4	
		elősűrítés								
stabilizálás										
erőforrás csökkentés	biogáz termelés	rothasztás	rothasztás	rendelkezésre álló kapacitás technológiai igények	szervesanyag visszaforgatás	kapacitás elegendő	talajszennyezés talajvíz szennyezés	2	2	4
		biogáz tárolás	rendelkezésre álló kapacitás	energia felhasználás csökkentése	kihasznált	légszennyezés	1	2	2	
megújítás	komposztálás	energiatermelés	saját és többlet termelés	erőforrás csökkentés emisszió csökkentés	saját szükséglet kb. 70%-a	erőforrás termelés	2	1	2	
		komposzt kezelés	technológia során végzett műveletek	energia felhasználás csökkentése	víztelenítés	talajszennyezés talajvíz szennyezés	1	2	2	
		komposzt tárolás	tárolás ideje	környezeti terhelések csökkentése	rövid ideig folyamatos értékesítés	technológia hatásossága (közvetett módon az összes környezeti elemre)	1	2	2	
Csökkentés	szociális szükségletek	komposzt felhasználás	komposzt tényleges felhasználás helye	természeti erőforrás fenntartás	mezőgazdasági célra	biodiverzitás növelése erőforrás teremtés	1	1	1	
		víz felhasználás	környezeti elemek terhelése	erőforrás felhasználás	minimális	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	1	2	2	
		hő felhasználás			szükséges mennyiség saját forrásból		1	1	1	
áram felhasználás	saját és külső forrás	2			1		2			
Összesen:								40/325		

8.2.2. Pannon-víz Zrt.

Adatok

A vállalat a következő bemeneti és kimeneteli adatokat adta meg a két telephelyére vonatkozóan (VII. SZÁMÚ MELLÉKLET, 5. M_ÁBRA):

10. táblázat Pannon-Víz Zrt. szennyvíztisztító telepeinek termelési adatai; a * jelölt adat próbatüzem időszak (08-12. hónap) alatt energiát jelenti (SAJÁT SZERKESZTÉS)

BIOGÁZ ÜZEMI ADATOK						
Bemenet	Győr			Kapuvár		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Felhasznált hulladék (t)	4 439	5 629	6 186	708	1 471	649
fölösiszap (sza. 0,8-1%) (m ³)	287 876	313 517	329 561	15 677	16 354	16 356
Felhasznált villamos energia (KWh)	3 306 212	3 423 767	3 772 576	606 395	545 047	386 973
Kiment	Győr			Kapuvár		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Biogáz (m ³)	1 690 194	1 655 166	1 234 691	344 655	300 376	247 203
Termelt villamos energia (KWh)	2 917 950	2 621 967	2 040 708	0	0	*171 354
Rothasztott iszap (m ³)	98 106	98 542	91 659	21 220	19 174	20 482

A megadott adatokból számolt értékek:

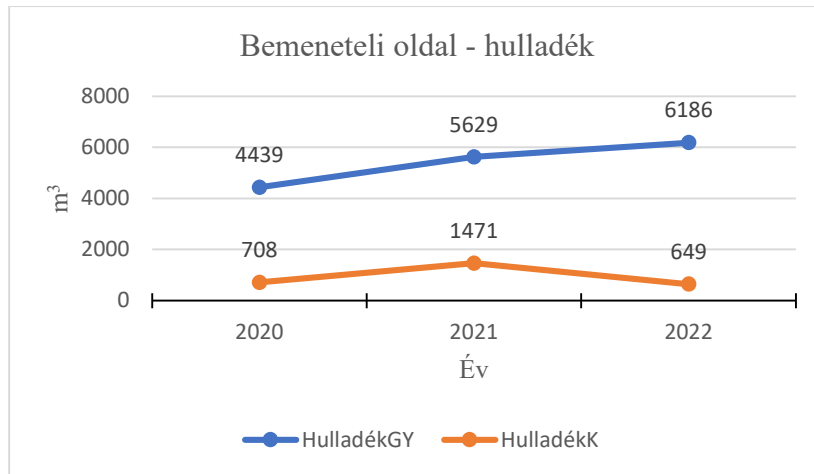
A fent megadott adatokból (10. TÁBLÁZAT), kiszámolható a győri és a kapuvári üzemeléshez szükséges villamos energia saját termelés aránya az összeshez képest (11. TÁBLÁZAT):

11. táblázat A telephelyen megtermelt villamos energia aránya a működéshez szükségeshez viszonyítva (SAJÁT SZERKESZTÉS)

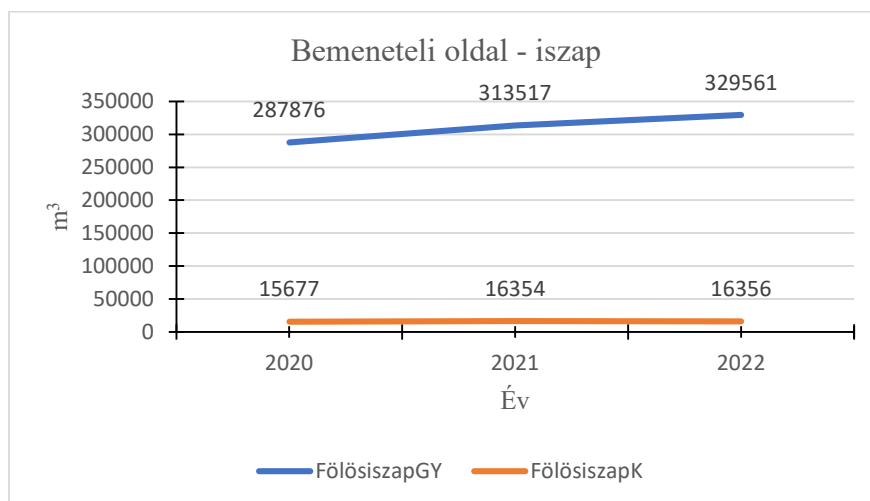
BIOGÁZ ÜZEMI ADATOK						
Villamosenergia öfenntartás (%)	Győr			Kapuvár		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
	88,26%	76,58%	54,09%	0,00%	0,00%	44,28%

Az adatokból megállapítható, hogy a győri telephelyen a bemeneteli oldalon 5 %-kal nőtt a kezelt szennyvizek mennyisége (12. ÁBRA) és 9 %-kal az átvett hulladékok mennyisége (11. ÁBRA), ezzel szemben a kirothasztott iszapok mennyisége (13. ÁBRA) 7 %-kal csökkent és

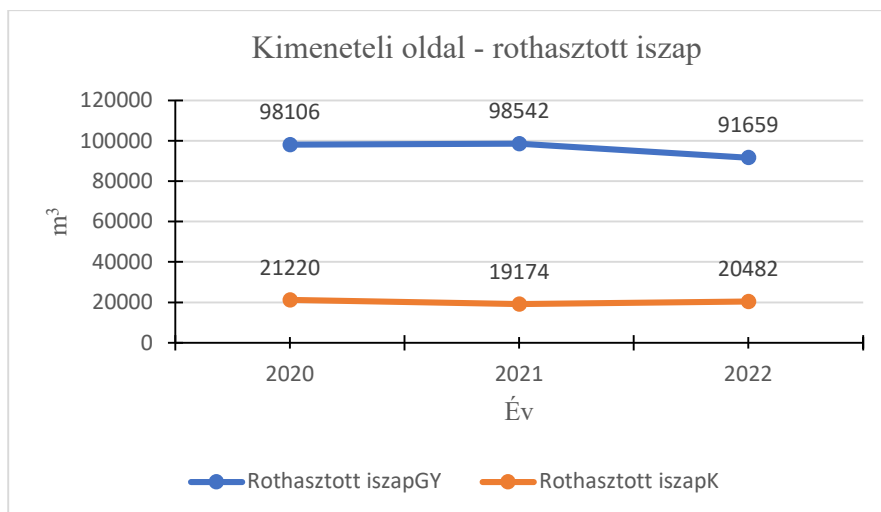
2020-hoz képest 34 %-kal csökkent a villamos energia saját előállítás aránya. A kapuvári telephelyen közel állandóak az értékek, a hulladék átvétel csökkent nagyobb arányba, de összességében elhanyagolható mennyiség.



11. ábra Pannon-víz Zrt-hez szállított hulladékmennyiség változása (2020-2022)



12. ábra Pannon-víz Zrt-nél szennyvíztisztításból származó fölösiszap mennyiségi változás (2020-2022)



13. ábra Pannon-víz Zrt-nél a folyamat végén keletkezett rothasztott iszapok mennyiségi változása (2020-2022)

Környezeti hatások

A Pannon-víz Zrt. telephelyeinek vizsgálata során a két telephelyére különböző értéket kapott ugyanazon értékelési rendszer alapján (12. TÁBLÁZAT), a kapuvári 51 pontot, a győri 56 pontot az összesen elérhető 325 pontból. A mértékadó hatótényezők esetén a kapuvári szennyvíztisztító telep 16 pontot, még a győri 21 pontot kapott (kapuvári telephely esetén 31,4 %-a, a győri telephely esetén 37,5 %-a a kapott pontoknak)

A kapuvári telephely esetén 15,7% az arány, a győri esetén 17,5%. Mindkét telephely a 2. kategóriába tartozik, előbbi az alsó határhoz közeli, utóbbi a közép részén a tartománynak. A soproni és kapuvári szennyvíztisztító telepekkel szemben a győri létesítmény rosszabb eredményt adott, ennek az oka a teljes anyagáram körfolyamatára nézve a technológia törése (komposztáló telep hiánya) és a korszerűtlen berendezések.

12. táblázat Pannon-víz Zrt. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Pannon-víz Zrt. környezeti hatásai									
Körforgásos gazdasági elv	Gyártási folyamat megnevezés	Hatótényező	Indikátor	Megvalósítani kívánt cél	Adatok	Hatás	Hatás erőssége	Célkitűzés megvalósulása	Körforgásos gazdasági környezeti hatás
termék újrahasznosítás	hulladék anyag beszállítása	hulladék szállítás	szállítási gyakoriság	hulladék emisszió csökkentés	naponta többször	talajszennyezés talajvíz szennyezés	3	2	6
			szállítási távolság		változó	légszennyezés épületek degradációja emberi egészség romlás élővilág zavarása	3	3	9
		hulladék összetétel	bioanyag környezeti kockázata		több fajta hulladék	talajszennyezés légszennyezés	1	3	3
termék újrahasznosítás	hulladékok előkezelés	tisztítás	energia használat	erőforrás felhasználás csökkentése	folyamatos	légszennyezés vízréteg szennyezés talajszennyezés	2	2	4
		elősűrítés							
stabilizálás	erőforrás felhasználás csökkentése	erőforrás felhasználás csökkentése		erőforrás felhasználás csökkentése	erőforrás felhasználás csökkentése	erőforrás felhasználás csökkentése	erőforrás felhasználás csökkentése	erőforrás felhasználás csökkentése	erőforrás felhasználás csökkentése
erőforrás csökkentés	biogáz termelés	rothasztás	rendelkezésre álló kapacitás technológiai igények	szervesanyag visszaforgatás	kapacitás elegendő	talajszennyezés talajvíz szennyezés	2	2	4
		biogáz tárolás	rendelkezésre álló kapacitás	energia felhasználás csökkentése	kapacitásig kihasznált	légszennyezés	1	2	2
megújítás	komposztálás	energiatermelés	saját és többlet termelés	erőforrás csökkentés emisszió csökkentés	saját szükséglet kb. 50%-a	erőforrás termelés	3	2	6
		komposzt kezelés	technológia során végzett műveletek	energia felhasználás csökkentése	víz-telenítés	talajszennyezés talajvíz szennyezés	2	2	4
		komposzt tárolás	tárolás ideje	környezeti terhelések csökkentése	változó ideig	technológia hatásossága (közvetett módon az összes környezeti elemre)	2	3	6
Csökkentés	szociális szükségletek	komposzt felhasználás	komposzt tényleges felhasználás helye	természeti erőforrás fenntartás	mezőgazdasági célra (győri telephelyen nem)	biodiverzitás növelése erőforrás teremtés	1 (2)	1 (3)	1 (6)
		víz felhasználás	környezeti elemek terhelése	erőforrás felhasználás	minimális	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	1	2	2
		hő felhasználás			szükséges mennyiség saját forrásból		1	1	1
áram felhasználás	saját és külső forrás	2			2		4		
Összesen:									51/325 (56/325)

8.2.3. Szőrös-Bőrös Bt.

Adatok

A vállalat a következő adatokat adta meg:

- 2020 és 2021 év során összesen 3696 t hulladékot vettek át és komposztáltak.
- A hulladék fajták széles spektrumon való elhelyezkedése miatt a tapasztalat alapján komposztálásra került hulladékok tömegének 45-50 %-nyi komposzt kerül ki.
- 2020 és 2021-es évre tekintve kb. 1750 t komposzt készült, pontosan nem tudják megmondani, a folyamat hosszú időtartama miatt.

Környezet hatások

A Szőrös-Bőrös Bt. környezeti hatásait pontérték szerint a 13. táblázat mutatja be. A mértékadó hatótényezőket megvizsgálva láthatjuk, hogy a kapcsolt technológia (biogáz termelés) hiánya közvetve mekkora hatással van a környezeti elemekre. 64 pontot kapott a maximálisan megszerezhető 250 pontból, az arány 25,6 % lett. Mértékadó hatótényezők 29 pont, ami 45,3 %-a az összes kapottnak.

Két oldalról közelítve a környezeti hatást egyrészt a tevékenységhez szükséges energia mennyiséget az aktuális energia mixből kell felhasználni a gyártás szükségletnek, másik oldalról nézve a biológiai folyamatok lévén aerob módon végbemenő rothasztás során a keletkező metán és egyéb szerves biogázok klíma átalakító hatása nagy és a benne rejlő potenciális erőforrás „kárba vész”. Erre erősít rá kis mértékben 6 pontnyival a technológia nehézsége, a folyamat 4-5 hónapos átfutási ideje és az ez alatt potenciálisan a környezeti elemekbe kerülő szennyezőanyagok negatív mértékben befolyásolják a z elérni kívánt cél eredményességét.

Az arány 25,6%, ami 3. kategóriába tartozik. Figyelembe véve, hogy a gazdálkodó szervezetnek nem a hulladék hasznosítása a főtevékenysége és a saját hulladékok kezelése a fő célja, ugyanakkor a gazdasági érdek alapján történő fejlesztési szándék (amik nem valósultak meg) miatt a gazdasági szervezet egyértelműen a tárgyi cselekvési körbe tartozik.

13. táblázat Szőrös-Bőrös Bt. környezeti hatásai mátrix (a * jelölt hatótényező hiánya lett értékelve a táblázatban) (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Szőrös-Bőrös Bt. környezeti hatásai									
Körforgásos gazdasági elv	Gyártási folyamat megnevezés	Hatótényező	Indikátor	Megvalósítani kívánt cél	Adatok	Hatás	Hatás erőssége	Célkitűzés megvalósulása	Körforgásos gazdasági környezeti hatás
termék újrahasznosítás	hulladék anyag beszállítása	hulladék szállítás	szállítási gyakoriság	hulladék csökkentés emisszió csökkentés	naponta többször	talajszennyezés talajvíz szennyezés légszennyezés	3	2	6
			szállítási távolság		változó	épületek degradációja emberi egészség romlás élővilág zavarása	3	3	9
		hulladék összetétel	bioanyag környezeti kockázata		több fajta hulladék	talajszennyezés csökkentése légszennyezés csökkentése	2	2	4
termék újrahasznosítás	hulladékok előkezelés	keverés	energia használat	erőforrás csökkentése	minimális	talajszennyezés	2	1	2
	rohasztás	rohasztás	rendelkezésre álló kapacitás technológiai igények	szervesanyag visszaforgatás	kapacitás elegendő	talajszennyezés talajvíz szennyezés	2	2	4
erőforrás csökkentés	biogáz termelés	energiatermelés*	saját és többlet termelés	erőforrás csökkentés emisszió csökkentés	nincs	erőforrás használat csökkentése	3	5	15
megújítás	komposztálás	komposzt kezelés	technológia során végzett műveletek	energia felhasználás csökkentése	folyamatos	talajszennyezés talajvíz szennyezés	2	2	4
		komposzt tárolás	tárolás ideje	környezeti terhelések csökkentése	változó ideig	technológia hatásossága (közvetett módon az összes környezeti elemre)	2	3	6
		komposzt felhasználás	komposzt tényleges felhasználás helye	természeti erőforrás fenntartás	mezőgazdasági célra	biodiverzitás növelése erőforrás teremtés	2	2	4
Csökkentés	szociális szükségletek	víz felhasználás	Környezeti elemek terhelése	erőforrás felhasználás	minimális	erőforrás felhasználás (közvetve az energia mix miatt)	2	5	10
		hő felhasználás							
		áram felhasználás							
Összesen:									64/250

9. Eredmények értékelése

A környezeti hatásokat, azok lehetséges összes pontszámmal való összevetése megmutatja (14. TÁBLÁZAT) az egyes vállalatok mennyire felelnek meg az elvárt célok megvalósításában és a környezetre gyakorolt hatásaik mennyire minimalizáltak.

14. táblázat a megkeresett vállalatok környezeti hatásainak összesítő táblázata (SAJÁT SZERKESZTÉS)

Vállalat neve	Kapott pontszám	Elérhető maximális pontszám	Arány (%)	Besorolási kategória
Keys Kft.	76	375	25,6	III. kategória
Gerab Kft.	78	375	22,6	II. kategória
Soproni Vízmű Zrt.	42	325	12,3	I. kategória
Pannon-víz Zrt.	51 (57)	325	15,7 (17,5)	II. kategória
Szőrös-Bőrös Bt.	58	250	25,6	III. kategória

A műanyag áramba tartozó gazdasági szervezetek (Keys Kft., Gerab Kft.) arány értékét összehasonlítva egy kategória különbséget látunk (14. TÁBLÁZAT). Mivel a gyártási körülmények és igények közel azonosnak tekinthetőek, a technológiai paraméterekben van különbség, a Gerab Kft. alkalmazott hasznosítási technológiája ezek alapján jobbnak mondható.

A műanyag gyártás, újrahasznosítás, újragyártás legjelentősebb hatásviselő környezet elemei a levegő és vízréteg (hidroszféra). Az aprításból, extrudálásból és karbantartási munkálatokból származó apró mikro-részek a levegőbe (gőzökkel) és a vízrétegbe (kiülepedéssel, bemosódással) jutnak.

A szervesanyag hasznosításban érdekelt vállalatok környezeti hatásait megvizsgálva, nagyobb kontrasztot tapasztalhatunk. Elsőként a Soproni Vízmű Zrt. soproni szennyvíztisztító telep adatait mutatom be. A technológia kombinált műszaki megoldásokat alkalmaz, törekszik a lehető legtöbb szervesanyag-tartalmú hulladékok hasznosítására, az mellett, hogy közszolgáltatóként kötelezettsége a szennyvíziszapok kezelése. A saját energia szükségleteit nagy mértékben fedezi a gyártási folyamataiból, valamint a gyártás végén képződő komposzt anyagot is a lehető legmagasabb szintű felhasználásra igyekszik értékesíteni.

A soproni szennyvízteleppel szembe állítva a győrit és a kapuvárit egyértelműen látszik a különbség. A kapuvári telephely a jövőre tekintve hasonló eredményeket fog elérni,

mint a soproni, a technológia 2022. év utolsó negyedében beindult biogáz termeléssel lett teljeskörű. Ugyanakkor a győri telephely környezeti hatásai már eltérnek az előző kettőtől, ennek legfontosabb oka a technológia törése, a komposztálási folyamat külső vállalatokhoz való kihelyezése, illetve a műszaki berendezések korszerűtlensége. A régebbi gázmotor modellek és az egyes energia fajták külön termelése. A kapott pontszám és arány alapján eggyel rosszabb besorolási kategóriába is került. A Soproni szennyvíztisztító telep kialakítása és működtetése a legjobb az eredmények alapján és a győri a legrosszabb.

Az egész anyagáramra tekintve viszont a Szőrös-Bőrös Bt. eredménye a legrosszabb. A kapott eredmény több szempontból is értékelhető. Megvizsgálva arról az oldalról, hogy a hulladékhasznosítás nem a főtevékenysége és a saját hulladékai kezelés az elsődleges célja, akkor igen innovatív környezetkímélő szemlélet megvalósítását láthatjuk. Ugyanakkor megvizsgálva a tényt, hogy további gazdasági térnyerési szándék is jelen volt (van) a távlati tervekben (brikettálás bevezetése és folytatása, stb.), akkor ez árnyalja az öngondoskodás szemléletét. Végül megvizsgálva csak a technológiát és annak környezeti hatásait, látjuk, hogy a használt műszaki eljárás az intenzív félig zárt prizmás megoldás a legegyszerűbb, és maga a technológia alkalmazása is környezeti terheléssel jár. A technológia fejlesztése és kombinált műszaki megoldások alkalmazása a cég nyilatkozata alapján nincs tervbe rövid, középtávon, vagy is megjelenik a környezettudatos háttér tudás és elköteleződés „kvázi” hiányzik.

A biológiai hulladékok hasznosítása során a környezeti terheket elsősorban a légkör (üvegházhatású gázok) és talaj viseli (nem megfelelő fizikai, kémiai paraméterekkel rendelkező anyag talajba juttatása). Megjelenik az élővilág és az emberi tényező is (búzhatások, egészségügyi kockázat, tápanyag és tápláléklánc megváltozik).

Győr-Moson-Sopron vármegye területén a gazdasági fejlettség és a meglévő infrastruktúra segítségével a körforgásos gazdasági modell technológiai és megújuló anyagáram kaszkádjai mentén végezhetnek tevékenységet. A vizsgált vállalkozások rámutattak arra, hogy a gazdasági oldalról megvalósuló környezetvédelmi létesítmények a legkülső, vagy is a legalacsonyabb szintű tevékenységet végzik az újrahasznosítást jellemzően.

Az eredményeket összességében nézve, a vármegyei gazdasági szervezetek hatékonysága és a technológiai innováció, ami szükségszerű a hagyományos gazdasági modelltől körforgásos gazdasági modellre a szervesanyag-tartalmú anyagáramok esetén jobb eredményt mutat, mint a technológiai oldalon lévő műanyag ipari ágazat. Szélesítve a kört az ország egészére vonatkoztatva az eredményt a vizsgálat rámutatott arra, hogy a

legkülső kaszkádok mentén történik az anyagáramok hasznosítása (ami a legnagyobb energia, tőke igényű, és a legtöbb környezeti terheléssel jár), az ország ipari tevékenysége az újrahasznosítás irányába tolódott el teljesen, hatáscsökkentő megoldások alkalmazása és innovációs készítés nélkül.

A komposzt anyag gyártási folyamat kombinált műszaki megoldások nélküli alkalmazása okozza a legnagyobb környezeti terhelést. Ugyanakkor a széleskörű mezőgazdasági felhasználás után várható a legkedvezőbb környezeti hatások.

Műanyag hulladékok esetén a két vállalat közel azonos gyártási körülményei és paraméterei megmutatták, hogy a folyamathoz szükséges nem megfelelő erőforrás felhasználás okozza legnagyobb környezetterhelést. A műanyag termékek felhasználása mutatja viszont a legkedvezőbb környezeti hatást (hosszú távú széntartalom konzerválás, nyersanyag szükséglet csökkentése a magasfokú visszaforgatási arány miatt, ellenben bármelyik hagyományos hasznosítással, lerakással- vagy termikusan-ártalmatlanítva).

A fentebb bemutatott alkalmazott technológiák környezeti terhelése kisebb, mint a hagyományos gazdasági modell megoldásai. Az EU-s irányelvek, célkitűzések és kutatások alapján megfogalmazott körforgásos gazdasági modell szerkezetébe illeszkednek.

10. Következtetések, javaslatok

Áttekintve a Győr-Moson-Sopron vármegye területén a hulladék áramok hasznosítását a műanyag- és szervesanyag-áramok mentén, és a hazai jelenállapotról vonatkoztatva, elmondható, hogy az országnak még vannak hiányosságai a körkörös gazdasági modellre való áttérés megvalósításában. Legnagyobb elmaradást a társadalmi szemléletben látok és a megfelelő tájékozottságban. Azon cégek esetén, akik szeretnék a saját környezeti hatásaikat csökkenteni, azok számára sem áll rendelkezésre a szakmai háttér tudás, vagy annak lehetősége, hogy a technológiai folyamatok és lehetőségek a legjobban kiaknázzák a rendelkezésre álló potenciált. Erre jó példa a Szőrös-Bőrös Bt. esete, ahol kombinált technológia alkalmazásával (biogáztermelés) a már meglévő források potenciálját tudná kiaknázni és gazdaságilag is közép, hosszú távon a saját külsőforrásból származó erőforrások szükségleteit csökkenteni.

A hazai jelen helyzetet és főleg a gazdasági szemlélet erős jelenlétét a környezetvédelmi szempontokkal szemben jól mutatja a Pannon-víz Zrt. győri telephelyének esete, a „kvázi” hozzátartozó likócsi komposztáló teleppel együtt. A gazdasági és politikai döntések miatt megtörte a technológiai folyamatot, és ezáltal nem csak jelentős hasznos másodnyersanyag kerül alacsonyabb hasznosságú felhasználásra (bánya telek feltöltés, hulladéklerakó takarása), hanem a rendszer saját működését is nehezíti.

Műanyag hasznosítás a technológiai oldal gondolkodásmódját és lehetőségeit is egyértelműen mutatja. A műanyagok nehéz kezelése mellett létezik több ígéretes és környezetkímélő megoldás, ugyanakkor a vállalati szinten nincs meg az a tudatosság, de még inkább az a tudás háttér, ami komoly versenyelőnyt teremthetne hazánk számára. A Gerab és a Keys Kft. tevékenysége is megmutatja, hogy a jó ötlet megvalósítása komoly munkát igényel. A vállalatok környezettudatos hitvallása (szénlábnyom elkészíttetése, természet kincsek megóvásának kiszámítása) mellé szükséges a megvalósításba a szaktudás, hiszen az öfenntartás elvén megújuló energiaforrások használata (a telephelyek esetén lehetőség lenne a kiépítésre) teljessé tenné a környezeti terhelések minimalizálását és a gyártási folyamat versenyképességét.

A hazai jogszabályi, tudatosság formálás fejlesztése szükséges lenne, mert a jelen helyzetben a 2035-ös és 2050-es klímavédelemi és EU-s környezetvédelmi követelmények célkitűzései elérhetetlennek tűnnek.

Szükséges a gazdasági szektorban célirányos fejlesztési programok indítása, ami kötelezővé tenné a szakmai háttér fejlesztését és fenntartását is, biztosítaná az EU-s célok időben való megvalósítását, és ezáltal Magyarország befolyását az EU-s gazdasági döntésekbe. A technológiai megoldások megismerésére és széleskörű ismertetésükre nyílt adatbázis létrehozása vagy rendszeres időközönként megrendezett tudatosság expók segítenék a hazai ipari környezetbe ezt megvalósítani.

Ki lehetne alakítani támogatási rendszert, akár EU-s szinten, akár hazai viszonylatban azoknak a kis, közép és akár nagy-vállalatok számára, akik mérésekkel és szigorú szabályozás (tényleges mögöttes cselekvés esetén) mellett megvalósítják a biogazdálkodást, a zéró műtrágya vagy zéró növényvédőszer alkalmazásával. A lakosság támogatását a háztáji és környezetkímélő megoldások alkalmazására, fórumokkal, pályázatokkal segíthetnék.

Javasolnám a technológiai folyamatok összehangolását az energia és anyagáramok tényleges összekapcsolásával, egymásután illesztésével, egy-egy folyamat lépcső hiányosságának a felmérését, feltárását az állam részéről. Ezt követően pedig fontos azon vállalatok támogatása, akik kialakítanák ezt a hiányzó lépcsőt, vagy azok támogatása, akik képesek kifejleszteni a hiányzó technológiát.

A fejlődéshez elengedhetetlen az infrastrukturális hézagok műszaki és létesítményi megvalósítása. A szennyvíztisztító telepek esetén sok esetben nagy távolságról érkezik az előkezeletlen hulladék, kis régiós létesítmények megvalósításával a termelékenység és a környezeti hatások is csökkenthetőek lennének.

11. Összefoglalás

A környezetvédelmi és klímavédelmi célok elérése nagyon hangsúlyos lett az elmúlt pár év során, az Európai Unió és a világ is egyre komolyabb erőfeszítést tesz a környezetvédelmi folyamatok stabilizálására fenntartható használatára. Ennek egyik lehetséges eszköze a körkörös gazdasági modellre való áttérés lehet.

A modell lényege az ipari termelés, szolgáltatás során az anyag és energia körforgásban tartása, a rendszerben megjelenő lehető legkevesebb veszteség mellett. Ezt akár az egyes termelési folyamatok összehangolásával (az egyik folyamat végpontja a másik folyamat kezdőpontja legyen), akár olyan termékek előállításával akarja megteremteni, amik vagy hosszan tartóak, vagy szinte teljes mértékben újrahasznosíthatók.

A körforgásos gazdasági modell mozgató rugója pedig a hulladékok, ennek két fő oka van, az egyik a hulladékokban rejlő nyersanyag potenciál kihasználása, a másik, hogy az egyre halmozódó mennyiségek komoly gondokat okoznak nem csak a környezetben, hanem az emberi egészségben, az élhető közegben.

A hazai és EU-s hulladékgazdálkodási megoldások több ponton eltérnek, lemaradnak. A hulladékáramok közül kiemeltnek tekint néhányat az EU, így benne hazánk is. Közülük is talán a két legfontosabb a biológiailag lebontható szervesanyag-tartalmú hulladékok és a műanyag hulladékok. A szervesanyag körforgásban tartása hosszútávú stratégiák elengedhetetlen passzusa, mivel az európai intenzív művelésű mezőgazdasági területek évről-évre alacsonyabb hozamot produkálnak, a növény kultúráinknak pedig egyre alacsonyabb az ellenállóképességük. Közvetlen módon a környezetszennyezés mértékét is csökkentjük a körforgásban tartással. A műanyagok jelenleg talán a legnagyobb szennyező anyagunk a Földön, kémiai tulajdonságai miatt nagyon nehéz kezelni és hosszútávú megoldásokat kidolgozni a hasznosításukra.

A hazai helyzet jellemzésére és bemutatására öt gazdálkodó szervezet tevékenységét vettem górcső alá, mennyire felelnek meg a körforgásos gazdasági modell kritériumainak a hazai hulladék kezelés létesítményei. A környezeti hatás mátrix táblázatok eredményét megvizsgálva a szervesanyag-tartalmú hulladékok hasznosítása előrébb jár és hatékonyabb is Magyarországon, a műanyag hasznosításhoz képest, illetve tágabb értelemben véve a technológiai anyagáramok esetén. Az eredmények alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a hazai hulladékgazdálkodás el van maradva nem csak az EU-s célkitűzések teljesítésétől, hanem a hazai vállalatoktól is. A körkörös gazdasági modellre való áttérés

folymata elkezdődött és lassan, de biztosan halad a megvalósítás felé, de jogi és megvalósítási hiányosságok akadnak jócskán, az elvárásoknak való megfelelés csak akkor teljesülhet, ha a hierarchia preferált szintjein kezd a hazai ipar működni, nem a legalacsonyabb szinten.

12. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani Elekné Dr. Fodor Veronika egyetemi adjunktus és Dr. Vágvölgyi Andrea egyetemi adjunktus iránymutatását a diplomamunka tervezet megírásában és a magas szakmai kivitelezésben. Szakmai útmutatásuk és sokéves tapasztalatuk nagyban hozzájárult jelen mű megvalósulásához.

Szeretnék továbbá köszönetet mondani a vállalatoknak, akik adataikat és tapasztalataikat megosztották velem a választott témámhoz kapcsolódóan, a Keys Kft-nek, a Gerab Kft-nek, a Soproni Vízmű Zrt-nek, a Pannon-víz Zrt-nek és a Szőrös-Bőrös Bt-nek.

Végül szeretnék köszönetet mondani a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának, hogy lehetőséget kaptam a szakmai tudásom kitágításában és elmélyítésében a környezetvédelem területén.

Jegyzékek

Ábrajegyzék

1. ábra A biológiai és technológiai anyagáramok ciklusai. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019)	10
2. ábra EU27 bioüzemanyag termelése 2012-2021 között (ezer t/év) (EUROSTAT)	12
3. ábra Magyarország bioüzemanyag termelése 2012-2021 között (ezer t/év) (EUROSTAT)	12
4. ábra EU27 (28) termelt hulladék mennyisége (millió t) (EUROSTAT)	17
5. ábra Magyarországon keletkezett hulladék kiemelt hulladékáramok szerinti megoszlása (ezer tonna) (OHT (2021-2027))	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6. ábra anyagában hasznosított hulladék aránya (felső) és lerakással ártalmatlanított hulladék (alsó) mennyisége Magyarországon (%) (OHT (2021-2027))	18
7. ábra termelt települési hulladék mennyisége Magyarországon (t) (EUROSTAT)	19
8. ábra európa biogáz termelése 2011-2021 között milliárd m ³ -ben (bcm) (EBA STATISTICAL REPORT, 2022)	20
9. ábra Soproni szennyvíztisztító telep biogáz és komposzt technológiai folyamata (SAJÁT SZERKESZTÉS)	36
10. ábra Pannon-víz Zrt. győri és kapuvári szennyvíztisztító telep technológiai folyamata (SAJÁT SZERKESZTÉS)	39
11. ábra Pannon-víz Zrt-hez beszállított hulladékmennyiség változása (2020-2022)	54
12. ábra Pannon-víz Zrt-nél szennyvíztisztításból származó fölösiszap mennyiségi változás (2020-2022)	54
13. ábra Pannon-víz Zrt-nél a folyamat végén keletkezett rothasztott iszapok mennyiségi változása (2020-2022)	55

Táblázatjegyzék

1. táblázat környezeti hatások mátrix címsor (SAJÁT SZERKESZTÉS)	27
2. táblázat Keys Kft. alapanyag és energia felhasználása (SAJÁT SZERKESZTÉS)	42
3. táblázat Keys Kft. által gyártott termék és a primer vonalon gyártott anyag CO ₂ kibocsátása 2019-2022 (SAJÁT SZERKESZTÉS)	43
4. táblázat Keys Kft. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)	45

5. táblázat 2022-ben a Gerab Kft. által felhasznált műanyag hulladék faanyag helyettesítő hatásai (SAJÁT SZERKESZTÉS)	47
6. táblázat Gerab Kft. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)	48
7. táblázat beszállított hulladék mennyisége a Soproni szennyvíztelepre (SAJÁT SZERKESZTÉS)	50
8. táblázat soproni szennyvíztelep 2022. évi villamosenergia felhasználása (SAJÁT SZERKESZTÉS)	50
9. táblázat Soproni Vízmű Zrt.. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)	52
10. táblázat Pannon-Víz Zrt. szennyvíztisztító telepeinek termelési adatai; a * jelölt adat próbaüzem időszak (08-12. hónap) alatt energiát jelenti (SAJÁT SZERKESZTÉS)	53
11. táblázat A telephelyen megtermelt villamos energia aránya a működéshez szükségeshez viszonyítva (SAJÁT SZERKESZTÉS)	53
12. táblázat Pannon-víz Zrt. környezeti hatásai mátrix (SAJÁT SZERKESZTÉS)	56
13. táblázat Szőrös-Bőrös Bt. környezeti hatásai mátrix (a * jelölt hatótényező hiánya lett értékelve a táblázatban) (SAJÁT SZERKESZTÉS)	58
14. táblázat a megkeresett vállalatok környezeti hatásainak összesítő táblázata (SAJÁT SZERKESZTÉS)	59

Fényképjegyzék

1. fénykép Granuláló gép (Keys Kft. saját felvétele)
2. fénykép Kész "re"granulátum termék (Keys Kft. saját felvétele)
3. fénykép Gerab Kft. kész kompozit elemei (GERAB KFT. SAJÁT FELVÉTELE)
4. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)
5. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)
6. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)
7. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)
8. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)
9. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)

Melléklet

1. m_ábra Magyarországon kijutatott műtrágya mennyisége (t/ha) (KSH)
2. m_ábra Magyarországon értékesített műtrágya mennyisége hatóanyagok szerint (ezer t) és műtrágyázás mértéke (kg/ha) (KSH)

3. m_ábra Magyarország szervestrágya használata és trágyázott terület nagysága (t/ha; m³/ha) és (ha) (KSH)
4. m_ábra Keys Kft. termelési folyamat sémája (Keys Kft.)
5. m_ábra Keys Kft. 2019-es termelési szénlábnyoma (kgCO₂/kg) (CARBON REPORTING)
6. m_ábra Egyes műanyagfélék primer előállításának szénlábnyoma (kgCO₂/kg) (CARBON REPORTING)
7. m_ábra Gerab Kft. számítása évente hány fát ment meg és a termékei mekkora mennyiségű szén megtakarítással járnak (db) (kg) (GERAB KFT.)
8. m_ábra 2022 1. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m³) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
9. m_ábra 2022 2. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m³) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
10. m_ábra 2022 3. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m³) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
11. m_ábra 2022 4. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m³) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
1. m_táblázat 2019-ben beszállított szervesz hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyiség (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
2. m_táblázat 2020-ben beszállított szervesz hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyiség (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
3. m_táblázat 2021-ben beszállított szervesz hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyiség (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
4. m_táblázat 2022-ben beszállított szervesz hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyiség (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)
5. m_táblázat Pannon-víz Zrt. telephelyeinek biogáz üzemi adatai (PANNON-VÍZ ZRT.)

Felhasznált irodalom

Nyomtatott szakirodalom

- Bezegh A. 2020: Körforgásos gazdaság: a fenntarthatóság nélkülözhetetlen eszköze. Magyar Kémikusok Lapja, 2020, (Különszám): 48-52.
- Böcskei E., Surman V. és Vértesy L. 2022: Körforgásos gazdaság és hulladékgazdálkodás: Építési-bontási hulladékok. Magyar Tudomány, 183. évf., (6): 789-798.
- Buda G. 2021: Miért népszerű a körforgásos gazdaság az Európai Unióban? Közgazdasági Szemle, LXVIII. évf., (április): 450-453.
- Dövényi (szerk.) 2010: Magyarország Kistájainak Katasztere, Magyar Tudományos Akadémia, Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest 295-299; 310-314; 350-354 pp.
- Gubek I. 2016: A tengerek és óceánok műanyag szennyezésének komplex hatásai. Természetvédelmi Közlemények, 2016, (22): 33-61.
- Gwang-Nam R., Chol-Ju A., Hyon-Sik J. and Chun-Sim J. 2022: A Study on the Types of the Circular Economy. Kim Il Sung University, Phenjan, 19 pp.
- Hornyák M. és Petróczki F. 2022: Mezőgazdasági és ipari hulladékok hasznosításának jogi szabályozása, kiemelten az EU által támogatott körforgásos gazdálkodásra. Acta Agronomica Óváriensis, Vol. 63., (Különszám): 220-249.
- Horváth Á. és Bereczk Á. 2021: A körforgásos gazdaság és az ipari szimbiózis megoldások, mint a fenntartható erőforrásgazdálkodás eszközei. Multidiszciplináris tudományok, 11. kötet, (2): 224-234.
- Horváth B. 2019: Körforgásos gazdasági modellek és hatékonyságuk mérése. Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola, Gödöllő, 162 pp.
- Itir Sinem AYKUT 2022: Chapter 3. Circular Economy, 2022, (september): 31-49.
- Kozma D., Molnárné Barna K. és Molnár T. 2021: Rangsoroljuk vagy nem? – A körforgásos gazdaság mérési lehetőségei és azok összehasonlítása az EU-Tagországokban. Vezetéstudomány/ Budapest Management Review, LII. évf., (8-9): 63-73.
- Kozma E., Molnár T. és Molnárné Barna K. 2022: The indicator-based measurement of the circular economy in the countries of the European Union. Tér és Társadalom, 36. évf., (2): 49-69.
- Mezőfi N. és Németh K. 2022: A körforgásos gazdaság esélyei és kihívásai vidéken: Jó gyakorlatok elemző értékelése. Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok, VII. évf., (2): 19-34.

- Németh N. és Mészáros K. 2022: Vidéki háztartások a körforgásos gazdaság megvalósulásáért. *Gazdálkodás*, 66. évf. (3): 260-281.
- Nagy Á., Hornyák M., Fűrész D. és Erdős S. 2021: Úton a körforgásos gazdaság felé. *Közgazdasági Szemle*, LXVIII. évf., (október): 1109-1129.
- Orhan Ö. 2023: Sustainable Rural Development Perspective and Global Challenges. *IntechOpen*, 1-15 pp.
- Pahola T. B., Uisung L. és Omid Z.-M. 2020: Life Cycle Greenhouse Gas Emissions and Energy Use of Polylactic Acid, Bio-Derived Polyethylene, and Fossil-Derived Polyethylene 26 pp.
- Plutzer J. 2022: A minőségi élelmiszer előállítás kockázatai a hígtrágya öntözés során. *Acta Agronomica Óváriensis*, Vol. 63., (Különszám): 181-196.
- Shree R. B. 2021: Carbon footprint of polyethylene produced from CO₂ and renewable H₂ via MTO route. *Lappeenranta-Lahti University of Technology Lut, Lut*, 87 pp.
- Vladimir R. 2022: The Circular economy: Principles, strategies and goals. *Economics of Sustainable Development*, Vol. 6, (No. 1.), 45-56.

Elektronikus szakirodalom

European Commission, Environmental Biodegradable waste

Megtalálható: [Biodegradable waste \(europa.eu\)](https://europa.eu) - hivatkozva: 2023.04.28

European Parliament: Tengeri hulladék: adatok, érdekességek, és új uniós szabályok (frissítve: 2021.03.26. 11:13)

Megtalálható: [Tengeri hulladék: adatok, érdekességek, és új uniós szabályok | Hírek | Európai Parlament \(europa.eu\)](https://eur-parl.europa.eu) – hivatkozva: 2023.05. 06.

Fleischer T. 2013: A környezeti értékelésről (ppt.) Nemzeti Fejlesztési Ügynökség Környezeti, energetikai és klíma tárgyú értékelések bemutatása, Budapest

Megtalálható: [nftu-eval KORNYEZETI-ERTEKELES_130425.pps \(live.com\)](https://nftu.gov.hu) – hivatkozva: 2023.05.06.

Harchitwan K. L., Nived. S. K. és Sanjay D. 2023: . Circular economy and sustainable development: a review and research agenda. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Article publication date: 10 january 2023

Megtalálható: [Circular economy and sustainable development: a review and research agenda | Emerald Insight](https://emeraldinsight.com) - hivatkozva: 2023.04.28

Laczkovich E. 2019: Mennyi CO₂-t köt meg 1 kg fa? – CO₂ lábnyom csökkentése a gyakorlatban

Megtalálható: [Mennyi CO₂-t köt meg 1 kg fa? - CO₂ lábnyom csökkentése a gyakorlatban | Zöldház \(zoldhaz.info\)](#) – hivatkozva:2023.05.06.

Vejtasa Bőrgyártó és Kereskedelmi Kft. „Szőrös-Bőrös Bt.”

Megtalálható: [Vejtasa Bőrgyártó és Kereskedelmi Kft. - minőségi övek, póráz, -](#) hivatkozva: 2023.04.28

Jogszályi hivatkozások

Az egyes hulladékgazdálkodási létesítmények kialakításáról és üzemeltetésének szabályairól szóló 246/2014. (IX. 29.) Korm. rendelet

A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény

A hulladékjegyzékről szóló 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet

A hulladékokról szóló 2008/98/EK irányelv módosításáról szóló 2018/851/EK irányelve

A megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról szóló 2018/2001/EK Irányelv

Országos Hulladékgazdálkodási Terv (2021-2027)

Melléklet

I. sz. Melléklet – Magyarország szerves és műtrágya használatának alakulása

II. sz. Melléklet – Keys Kft. termelési folyamata

III. sz. Melléklet – Keys Kft. szénlábnyom számításai

IV. sz. Melléklet – Gerab Kft. termékei

V. sz. Melléklet – Gerab Kft. öko számítása

VI. sz. Melléklet – Soproni vízmű Zrt. termelési adatai

VII. sz. Melléklet – Pannon-víz Zrt. termelési adatai

I. számú Melléklet

Frissítve: 2023.03.01.		Mutatók		
Időszak	Egy hektárra jutó műtrágya mennyisége (kg/ha)	Összes műtrágyázott alapterület (hektár)	Összes felhasznált műtrágyamennyiség (tonna)	
2003. év	369.0	2 728 504	1 006 758	
2004. év	448.3	3 280 044	1 470 559	
2005. év	452.0	2 941 653	1 329 543	
2006. év	365.3	2 876 086	1 050 627	
2007. év	375.6	3 041 545	1 142 448	
2008. év	366.2	2 992 744	1 096 055	
2009. év	347.7	2 992 164	1 040 485	
2010. év	362.1	2 749 307	995 560	
2011. év	350.5	3 063 497	1 073 656	
2012. év	361.0	3 235 061	1 167 939	
2013. év	371.0	3 322 373	1 232 695	
2014. év	366.6	3 295 347	1 208 117	
2015. év	366.2	3 223 487	1 180 476	
2016. év	398.0	2 839 564	1 130 108	
2017. év	408.8	2 961 622	1 210 834	
2018. év	408.0	2 984 683	1 217 747	
2019. év	379.8	3 056 256	1 160 836	
2020. év				
2021. év	365.3	3 550 029	1 296 854	

2020-ban nem áll rendelkezésre adat.

1. m_ábra Magyarországon kijutatott műtrágya mennyisége (t/ha) (KSH)

19.1.1.40. Értékesített műtrágya mennyisége hatóanyagban*

Év	Műtrágyaértékesítés hatóanyagban, ezer tonna				Egy hektár mezőgazdasági területre jutó műtrágya, kg ^a
	nitrogén	foszfor	kálium	összesen	
2000	258	45	52	355	61
2001	275	58	62	395	67
2002	303	62	72	437	74
2003	289	67	83	439	75
2004	293	75	85	453	77
2005	260	61	71	392	67
2006	289	75	92	456	78
2007	320	87	100	507	87
2008	294	63	74	431	74
2009	275	44	48	367	64
2010	281	46	58	385	72
2011	302	51	60	413	77
2012	313	59	66	438	82
2013	336	82	79	497	93
2014	341	82	74	498	93
2015	378	82	78	539	101
2016	404	95	99	597	112
2017	424	118	116	659	123
2018	424	117	111	652	122
2019	416	114	100	630	119
2020	445	112	97	655	133
2021	456	116	113	685	136
2022	325	66	65	456	90

Lábjegyzet

* A mezőgazdasági termelőszköz-kereskedelmi szervezetek közvetlen értékesítése a mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás részére. Forrás: Agrárgazdasági Kutató Intézet.

a Adatgyűjtés módszertani változás miatt 2020-tól csak a gazdaságküszöböt elérő adatszolgáltatók adatait tartalmazza.

Forrás: Agrárgazdasági Kutató Intézet

Jelmagyarázat

— | A vonallal elválasztott adatok összehasonlíthatósága korlátozott.

kék szám Előzetes adat.

2. m_ábra Magyarországon értékesített műtrágya mennyisége hatóanyagok szerint (ezer t) és műtrágyázás mértéke (kg/ha) (KSH)
19.1.1.39. Szervestrágyázás*

Év	Istállótrágyázott alapterület, ha	Egy hektárra jutó istállótrágya mennyisége, t/ha	Hígtrágyázott alapterület, ha	Egy hektárra jutó hígtrágya mennyisége, m ³ /ha
2016	332 082	14,3	51 227	52,0
2017	209 427	18,4	46 115	49,7
2018	200 751	19,3	43 292	56,1
2019 ^a	190 824	19,2	45 025	54,8
2020	205 356	19,6	50 507	54,2
2021	223 754	16,9	55 391	50,8

Lábjegyzet

* Gazdálkodási évre vonatkozó adatok.

a 2019-ben naptári évre vonatkozó adatok.

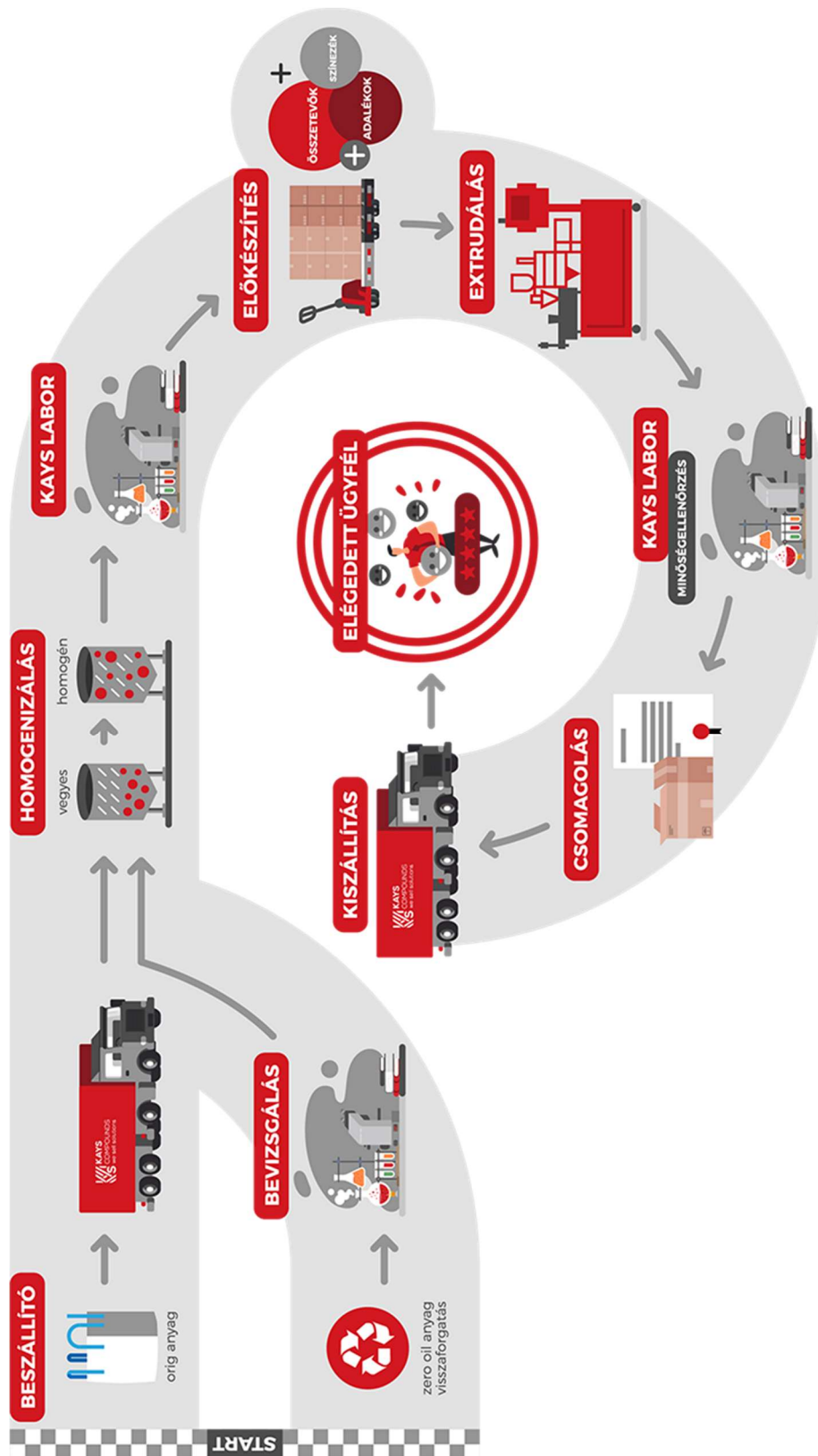
Jelmagyarázat

— | A vonallal elválasztott adatok összehasonlíthatósága korlátozott.

zöld szám Revideált adat.

3. m_ábra Magyarország szervestrágya használata és trágyázott terület nagysága (t/ha; m³/ha) és (ha) (KSH)

II. számú Melléklet



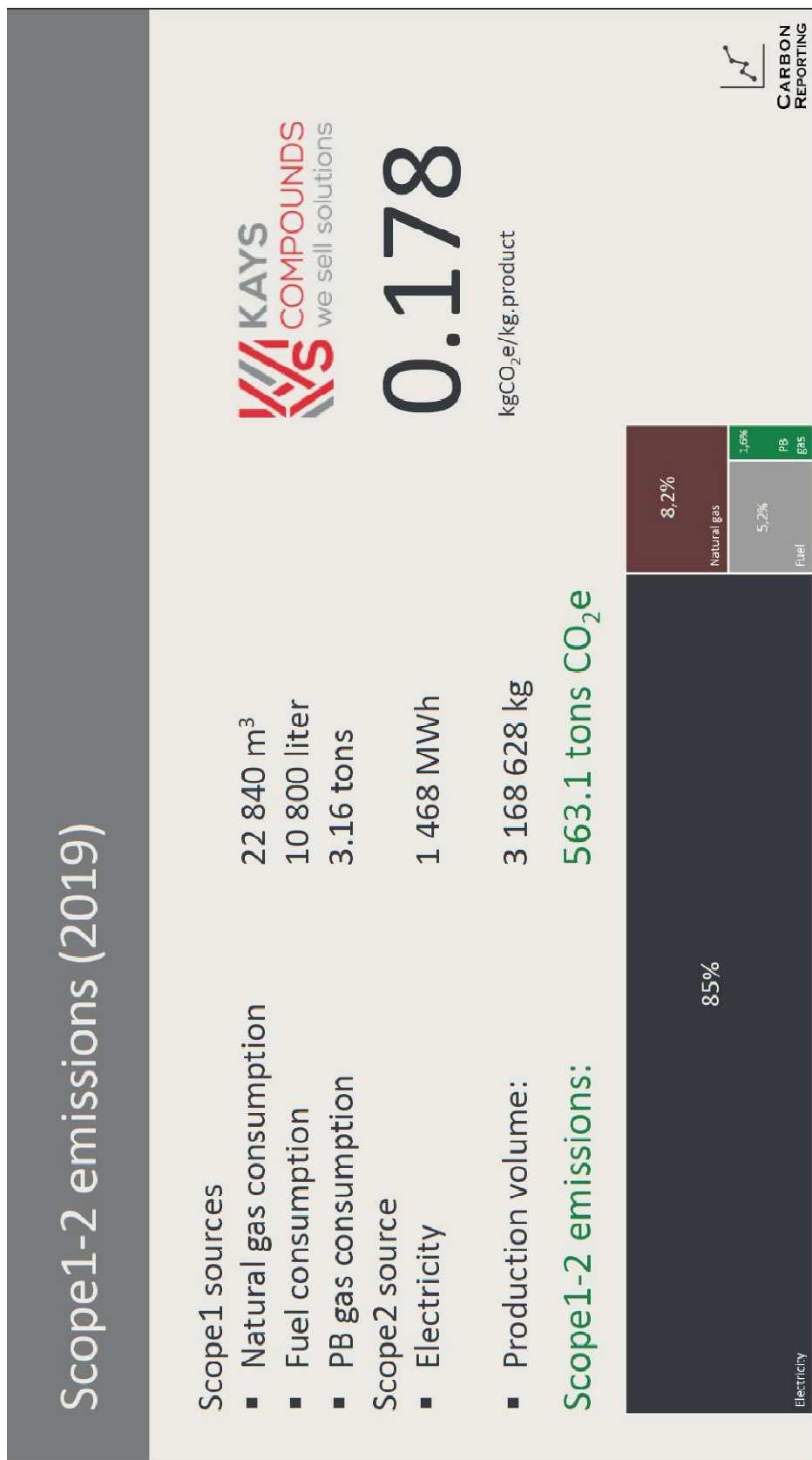
4. m_ábra Keys Kft. termelési folyamat sémája (Keys Kft.)



1. fénykép Granuláló gép (Keys Kft. saját felvétele)



2. fénykép Kész "re"granulátum termék (Keys Kft. saját felvétele)



5. m_ábra Keys Kft. 2019-es termelési szénlábnyoma (kgCO₂/kg) (CARBON REPORTING)

Emissions from the production of different base materials

There are no emissions from the production of recycled materials.

Emissions from the production of virgin materials (cradle-to-gate) [kgCO₂e/kg.product]:

ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene	3,1	ASA	Acrylonitrile styrene acrylate	1,2
SAN	Styrene Acrylonitrile	3,0	POM	Polyoxymethylene	3,2
PC	Polycarbonate	3,4	PP	Polypropylene	1,6
PA	Polyamide PA6	6,7	PS	Polystyrene	2,4
PA	Polyamide PA6.6	6,4	PMMA	Polymethyl methacrylate	3,8

Source: Plastic Europe

6. m_ábra Egyes műanyagfélék primer előállításának szénlábnyoma (kgCO₂/kg) (CARBON REPORTING)

IV. számú Melléklet



3. fénykép Gerab Kft. kész kompozit elemei (GERAB KFT. SAJÁT FELVÉTELE)



4. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)



5. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)



6. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)



7. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)



8. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)



9. fénykép Kompozit elemek felhasználása (GERAB KFT.)



Wir retten
260 Stück Bäume
pro Jahr vor dem Fällen.

Durch die Rettung so viele Bäume werden die
Produktion von
13000 kg Sauerstoff
erhalten,
und indem
17875 kg Kohlendioxid
von ihnen verarbeitet werden.*

* Gilt für eine Vegetationsperiode.

22

7. m_ábra Gerab Kft. számítása évente hány fát ment meg és a termékei mekkora mennyiségű szén megtakarítással járnak (db) (kg) (GERAB KFT.)

VI. számú Melléklet

Soproni szennyvíztisztító telep									
	Dekanter csurgalékvíz					Telepre érkező szennyvíz			
	Beszállított hulladék [m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	[m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	
Időszak: 2022. I.n.év									
Minőségi adatok (átlag)		715,75	945,47	42,9		868,0	44,72	8,34	
Mennyiségi adatok (m3/Időszak)	2 008,17				1 384 615,0				
Terhelés (kg/Időszak)		1 437,4	1 898,7	86,2		1 201 845,8	61 919,0	11 547,7	
Számított terhelés komponensenként (%)		0,12	3,07	0,75					
Súlyozási arány (%)		0,15	0,70	0,15					
Súlyozott terhelés komponensenként (%)		0,02	2,15	0,11					
		2,28							
2022 1. negyedévi átlagos hulladék terhelés HT (%):		2,28							

8. m_ábra 2022 1. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m³) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Soproni szennyvíztisztító telep									
	Dekanter csurgalékvíz					Telepre érkező szennyvíz			
	Beszállított hulladék [m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	[m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	
Időszak: 2022. II.n.év									
Minőségi adatok (átlag)		465,6	914,1	68,5		785,0	38,6	8,8	
Mennyiségi adatok (m3/időszak)	2 223,2				1 484 368,0				
Terhelés (kg/időszak)		1 035,1	2 032,2	152,3		1 165 228,8	57 296,6	13 062,4	
Számított terhelés komponensenként (%)		0,09	3,55	1,17					
Súlyozási arány (%)		0,15	0,70	0,15					
Súlyozott terhelés komponensenként (%)		0,01	2,48	0,17					
		2,67							
2022. 2. negyedévi átlagos hulladék terhelés HT (%)		2,67							

9. m_ábra 2022 2. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m3) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Soproni szennyvíztisztító telep									
	Dekanter csurgalékvíz					Telepre érkező szennyvíz			
	Beszállított hulladék [m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	[m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	
Időszak: 2022. III.n.év									
Mi nőségi adatok (átlag)		421,2	813,3	38,3		676,0	34,4	8,7	
Mennyiségi adatok (m3/Időszak)	2 534,7				1 399 891,0				
Terhelés (kg/Időszak)		1 067,6	2 061,5	97,1		946 326,3	48 156,3	12 179,1	
Számított terhelés komponensenként (%)		0,11	4,28	0,80					
Súlyozási arány (%)		0,15	0,70	0,15					
Súlyozott terhelés komponensenként (%)		0,02	3,00	0,12					
		3,13							
2022. 3. negyedévi átlagos hulladék terhelés HT (%):		3,13							

10. m_ábra 2022 3. negyedévben a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m3) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Soproni szennyvíztisztító telep								
	Dekanter csurgalékvíz				Telepre érkező szennyvíz			
	Beszállított hulladék [m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]	[m3]	KOI [mg/l]	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	Öp [mg/l]
Időszak: 2022. IV.n.év								
Minőségi adatok (átlag)		462,6	822,4	70,8		824,0	35,8	10,4
Mennyiségi adatok (m3/Időszak)	2 320,0				1 369 303,0			
Terhelés (kg/Időszak)		1 073,2	1 908,0	164,3		1 128 305,7	48 952,6	14 199,7
Számított terhelés komponenseként (%)		0,10	3,90	1,16				
Súlyozási arány (%)		0,15	0,70	0,15				
Súlyozott terhelés komponenseként (%)		0,01	2,73	0,17				
		2,92						
2022. 4. negyedévi átlagos hulladék terhelés HT (%):		2,92						

11. m_ábra 2022 4. negyedévből a soproni víztisztító telepre érkező karbantartási hulladék (Dekanter csurgalékvíz) és kezelt szennyvíz iszap mennyisége (m³) és kémiai paraméterei (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Szippantott szennyvíz,zsír,étolaj,csurgalékvíz 2019. évi								
Hónap	Beszállított mennyiség [m ³]	Zsír [m ³]	Csurgalékvíz [m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Január	167	1,88	177	261,62	0	0	0	78
Február	156	11,28	141	100,8	0	0	0	35
Március	216	5,17	133	124,8	0	0	0	35
Április	255	13,16	344	223,6	0	0	0	28
Május	199	1,41	284	305,85	0	0	0	56
Június	300	8,93	336	273,85	0	0	80	56
Július	313	10,81	224	341,06	0	0	0	28
Augusztus	306	13,63	120	314,67	0	0	0	28
Szeptember	402	9,87	0	355,05	0	0	0	35
Október	446	14,57	0	158,47	0	0	0	56
November	410	7,52	0	262,38	0	0	0	84
December	448	9,87	0	281,061	0	500	0	43
Összesen:	3618	108,10	1759	3003,21	0	500	80	562

1. m táblázat 2019-ben beszállított szerves hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyisége (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Szippantott szennyvíz,zsír,étolaj,csurgalékvíz 2020. évi								
Hónap	Beszállított mennyiség [m ³]	Zsír [m ³]	Csurgalékvíz [m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Január	207	0,47	230	346,89	0	0	0	0
Február	143	3,76	284	182,62	0	0	0	70
Március	288	9,87	195	310,68	0	0	0	42
Április	208	3,86	151	163,9	0	0	0	35
Május	277	7,52	30	151,87	0	0	0	28
Június	289,5	2,82	0	151,08	0	0	0	56
Július	264	2,82	0	194,64	0	0	0	42
Augusztus	337	8,46	0	88	0	0	0	28
Szeptember	178	1,43	0	0	0	0	0	91
Október	302	1,88	0	0	0	0	0	70
November	191	0,00	0	750,59	0	500	0	77
December	260	1,41	0	123,44	0	500	0	44
Összesen:	2944,5	44,30	890	2463,71	0	1000	0	583

2. m táblázat 2020-ben beszállított szerves hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyisége (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Szippantott szennyvíz,zsír,étolaj,csurgalékvíz 2021. évi								
Hónap	Beszállított mennyiség [m ³]	Zsír [m ³]	Csurgalékvíz [m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Január	266	0,940	160	232,43	0	0	0	56
Február	228	2,115	184	187,88	0	0	0	63
Március	248	0,000	200	245,96	0	0	0	21
Április	250	1,880	256	188	0	0	0	35
Május	272	3,290	160	170,16	0	0	0	56
Június	252	2,820	217	236,37	0	500	0	28
Július	0	0,000	0	152,2	0	0	0	54
Augusztus	729	5,170	283	127,78	0	0	0	35
Szeptember	288	12,690	200	219,34	0	0	0	49
Október	324	0,970	184	101,14	0	0	0	0
November	271	6,110	152	130,2	0	0	0	56
December	250	2,350	192	74,44	0	650	0	56
Összesen	3378	38,34	2188	2065,90	0	1150	0	509

3. m_táblázat 2021-ben beszállított szerves hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyisége (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

Szippantott szennyvíz,zsír,étolaj,csurgalékvíz 2022. évi								
Hónap	Beszállított mennyiség [m ³]	Zsír [m ³]	Csurgalékvíz [m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Január	214	4,700	160,000	132,24	0	0	0	
Február	253	7,990	184,000	182,38	0	0	0	
Március	341	4,710	234,783	168,66	0	0	0	
Április	234	1,880	240,000	211,8	0	0	0	
Május	260	5,170	155,000	127,6	0	0	0	
Június	383	6,128	239,923	105,04	0	0	0	
Július	229	5,000	231,000	76,74	0	500	0	
Augusztus	297	4,000	230,000	133,44	0	0	0	
Szeptember	282	1,630	213,847	106,05	0	0	0	
Október	232	5,180	179,092	144,32	0	450	0	
November	248	3,000	269,000	140,46	0	0	0	
December	157	0,780	260,000	61,26	0	0	0	
Összesen	3130	50,17	2596,645	1589,99	0	950	0	0

4. m_táblázat 2022-ben beszállított szerves hulladék mennyisége a soproni szennyvíztisztító telepre (m³) és a legnagyobb partner által behozott zsír mennyisége (m³) (SOPRONI VÍZMŰ ZRT.)

BIOGÁZ ÜZEMI ADATOK						
	GYŐR			KAPUVÁR		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
BEMENET						
felhasznált hulladék	4 439	5 629	6 186	708	1 471	649
főlösiszap (sza. 0,8-1%)	287 876	313 517	329 561	15 677	16 354	16 356
földgáz	0	0	0	0	0	0
víz*	0	0	0	0	0	0
felhasznált villamos energia**	3 306 212	3 423 767	3 772 576	606 395	545 047	386 973
KIMENET						
biogáz	1 690 194	1 655 166	1 234 691	344 655	300 376	247 203
termelt villamos energia	2 917 950	2 621 967	2 040 708	0	0	***171 354
rothasztott iszap	98 106	98 542	91 659	21 220	19 174	20 482

*Iszap-víz elegy kerül feladásra, számolni lehet külön a vizet, de nem lényeges.

**Nem mérjük külön a biogáz üzem energiaigényét, ez a szennyvíztisztító telepen felhasznált teljes mennyiség.

***Próbaüzemi adat, tájékoztatóként (08-12 hó között).

5. m. táblázat Pannon-víz Zrt. telephelyeinek biogáz üzemi adatai (PANNON-VÍZ ZRT.)