

TRENDEK A SZILÁRDHULLADÉK-GAZDÁLKODÁSBAN

Csipkés Margit

Abstract: A technika és technológia fejlődésével egyre jobban előtérbe kerülnek a keletkező hulladékok energiagazdálkodásba való bevonási lehetőségei. Azon anyagoknál melyek újra feldolgozhatók lehetőség nyílik ezen anyagokból újabb hasznosítható termékeket előállítani. A hulladék feldolgozása energiává kényelmes megoldás lehet a környezetterhelés, az energiatermelés, illetve az energiamodellek esetében is. Az általam tanulmányozott energia modellek mindegyike a hulladék rendelkezésre állásán és a hulladék típusán alapult. Mivel napjainkban egyre nagyobb szerephez jut a vidékfejlesztés, így el kell gondolkodni azon, hogy a hulladéktermelés mellett milyen módon lehet a hulladékból legjobban kivonni az energiát, illetve milyen feldolgozási lehetőségek vannak az új termékek előállítására hulladékból. A cikkem elkészítésével célom, hogy felhívjam a környezetünkben szereplő hulladékok felhasználási lehetőségeit, illetve rámutassak arra, hogy egy átgondolt technológia alkalmazásával a keletkező hulladékok is bevonhatók a fenntartható energiagazdálkodásba.

Abstract: With the development of technique and technology, the possibilities of including the generated waste in energy management are becoming more and more prominent, and in the case of materials that can be reprocessed, it is possible to produce new usable products from these materials. Processing waste into energy can be a convenient solution for environmental impact, energy production, and energy models. All of the energy models I studied were based on waste availability and waste type. As rural development plays an increasingly important role nowadays, it is necessary to think about the best way to extract energy from our waste in addition to waste production, as well as what processing options are available for the production of new products from waste. By preparing my article, my goal is to draw attention to the possibilities of using the waste in our environment, and to point out that by applying a well-thought-out technology, the generated waste can also be included in sustainable energy management.

Kulcsszavak: települési szilárd hulladék, energiagazdálkodás, feldolgozás, hulladék

Keywords: municipal solid waste, energy management, processing, waste

1. Bevezetés

A mai rohanó világban nagyon jó lehetőség a hulladékból energia előállítása, melyet a külföldi szakirodalmak WtE (WtE – waste to energy, „hulladékot energiává”) kifejezéssel láttak el. A hulladék feldolgozása energiává kényelmes megoldás lehet a környezetterhelés, az energiatermelés, illetve az energiamodellek esetében is. Az általam tanulmányozott energia modellek mindegyike a hulladék rendelkezésre állásán és a hulladék típusán alapult. Az energia előállítása hulladékból számos technológiával történhet a hulladék típusától függően. A hulladék jellemzőinek az ismeretében a használható technológia kiválasztása egyszerűnek tekinthető. Az energia előállítás esetén különös figyelmet kell szentelni arra, hogy léteznek nem újrahasznosítható, illetve nem hasznosítható anyagok is, melyekből energia nem alakítható át. Cél a jövőben egy körforgásos gazdaság kialakítása, mely a jövő generáció feladata lehet (a jelenleg használt hulladékellátási láncok újragondolása szükséges ehhez). Mivel napjainkban egyre nagyobb szerephez jut a vidékfejlesztés, így el kell gondolkodni azon, hogy a hulladéktermelés mellett milyen módon lehet a hulladékból legjobban kivonni az energiát.

Az energia kinyerése hulladékból kiemelt jelentőségű a fenntartható energiagazdálkodás esetében is. Természetesen továbbra is nagy figyelemmel kell lenni a megújuló energiaforrások energiagazdálkodásában való részarányára is.

A cikk elkészítésével rá szeretnék mutatni a környezetünkben szereplő hulladékok felhasználási lehetőségeire, illetve arra, hogy egy átgondolt technológia alkalmazásával a keletkező hulladékok is bevonhatók a fenntartható energiagazdálkodásba. Ahogy a 2012. évi CLXXXV. törvény is kimondja a hulladékban rejlő anyag, energia hasznosítása érdekében törekedni kell a hulladék lehető legnagyobb arányú újra használatára való előkészítésére, újrafeldolgozására, valamint a nyersanyagok hulladékkal történő helyettesítésére.

2. Elméleti áttekintés – Mi is az a hulladék?

Első körben célszerű tisztázni, hogy mit is értünk hulladék alatt. Ez azért fontos, mivel a hulladék képezi a hulladékgazdálkodás, illetve a hulladékkezelési rendszer alapját.

- A legfontosabb megfogalmazást a jogi környezet adja, melyet már az első hulladékkal kapcsolatos irányelv is megfogalmaz (75/442/EGK). Ezen a fogalmon nem változtatott a következő hatályos hulladék irányelvek egyike sem (2006/12/EK; 2008/98/EK). Tehát a hulladék a hulladékkal kapcsolatos irányelvek I. mellékletében felsorolt kategóriák bármelyikébe tartozó olyan anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválnik, megválni szándékozik vagy megválni köteles (2008/98).
- biohulladék: a biológiailag lebomló, kerti vagy parkból származó hulladék, háztartásban, irodában, étteremben, nagykereskedelmi, étkeztetési, vendéglátóipari és kiskereskedelmi létesítményben képződő élelmiszer- és konyhai hulladék, valamint az élelmiszer-feldolgozó üzemekben képződő hasonló hulladék (2012. évi CLXXXV. törvény);
- biológiailag lebomló hulladék: minden szervesanyag-tartalmú hulladék, amely aerob vagy anaerob úton biológiailag lebomlik vagy lebontható, ideértve a biohulladékot is (2012. évi CLXXXV. törvény);
- élelmiszer-hulladék: minden olyan, a 178/2002/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet 2. cikke szerinti élelmiszer, amely hulladékká vált (2012. évi CLXXXV. törvény);
- háztartási hulladék: a háztartásban, ideértve a lakó-, üdülő, vagy hétvégi házas ingatlanban, valamint a háztartásokhoz tartozó közös használatú helyiségekben képződő vegyes és elkülönítetten gyűjtött hulladék, amely magában foglalja a papír- és kartonpapír-, üveg-, fém- és műanyag-hulladékot, biohulladékot, fa- és textilhulladékot, csomagolási hulladékot, elektromos és elektronikus berendezések hulladékait, elem- és akkumulátorhulladékot, továbbá a lomhulladékot, így különösen a matracokat és bútorokat (2012. évi CLXXXV. törvény);
- háztartási hulladékhoz hasonló hulladék: az a vegyes, illetve elkülönítetten gyűjtött hulladék, amely a háztartáson kívül képződik, és jellegében, összetételében a háztartási hulladékhoz hasonló, így különösen a

kiskereskedelemről, közigazgatásból, oktatásból, egészségügyi szolgáltatásokról, szállásadásból, étkeztetésből, valamint egyéb hasonló szolgáltatásokról és tevékenységekből származó hulladék (2012. évi CLXXXV. törvény);

- települési hulladék (HKI, 2008): a háztartási és a háztartási hulladékhoz hasonló hulladék, amely nem foglalja magában a termelésből, a mezőgazdaságból, az erdészetből, a halászatból származó hulladékot, a nem közművel összegyűjtött háztartási szennyvizet, a szennyvízhálózatból és a szennyvízkezelő művekből származó hulladékot, így különösen a szennyvíziszapot, továbbá az elhasznált járműveket, és az építési-bontási hulladékot.

Látható tehát, hogy a hulladék kifejezésnek sok meghatározása létezik, de összefoglalóan megfogalmazható, hogy a hulladék minden olyan anyagot magába foglal, amitől meg akarunk szabadulni. Egyesült Nemzetek Statisztikai Osztálya a hulladékot úgy határozza meg, hogy ebbe a csoportba minden olyan anyagot sorolunk, amelyek nem elsődleges termékek és a termelőknek saját termelési, átalakítási vagy fogyasztási céljaira többé nem használhat fel. A hulladék keletkezhet a nyersanyagok kitermelésekor, az alapanyagok köztes és végtermékké történő feldolgozása közben, a végtermékek fogyasztásakor és egyéb emberi tevékenységek során is. Ez a meghatározás nem tartalmazza a keletkezés helyén újrahasznosított vagy újra felhasznált maradványokat.

Különböző típusú hulladékok léteznek, és állapotuk szerint a következők lehetnek: szilárd, folyékony és légnemű.

- A szilárd hulladék lehet szerves és szervetlen is.
- A folyékony hulladék lehet az iszap, a szennyvizek és egyéb folyékony hulladékok. Ebbe a csoportba tartozó anyagok speciális gyűjtési és szállítási módot igényelnek. Ezek az anyagok általában mérgezők és károsak lehetnek a környezetre.
- A gáznemű hulladékot nem szabad összetéveszteni a levegőszennyezéssel.

Az eddigi megfogalmazások alapján jól látható tehát, hogy annak az eldöntése, hogy egy adott anyag, vagy tárgy hulladéknak minősül-e azt sok minden befolyásolja (gazdasági, társadalmi tényezők is). Egy adott anyag vagy tárgy az ember, illetve a társadalom megítélése szempontjából hulladéknak minősül-e vagy sem, függ az emberek anyagi helyzetétől, a társadalmi, a műszaki és a gazdasági fejlettség szintjétől is (Horváth, 1990).

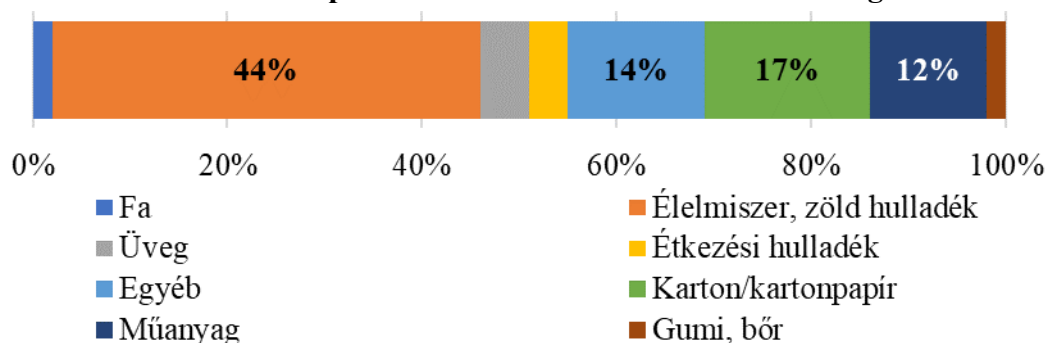
A környezetünkben leggyakrabban előforduló hulladék fajta a települési szilárd hulladék, ezért cikkemben is ezzel a típussal foglalkozom. A települési szilárd hulladék szerves és szervetlen típusú is lehet. A főbb összetevők alapján a szerves forma lehet például élelmiszerhulladék, különböző növényi anyagok, illetve műanyagok is. A szervetlen anyag közé sorolhatjuk az üvegeket, a fémeket, illetve az építési törmelékeket. A csoportosításból is jól látható, hogy a települési szilárd hulladék egyaránt keletkezhet háztartásokban, irodákban, üzletekben, iskolákban, kórházakban, szállodákban és egyéb intézményekben is.

A települési hulladékok a keletkezési helyüktől függően a következők lehetnek:

- Háztartási hulladék: a háztartási tevékenység során keletkező anyagok (a háztartásokban képződő vegyes, elkülönítetten gyűjtött, valamint lomhulladék, ideértve a lakásokban, lakóingatlanokban, a pihenés, üdülés céljára használt helyiségekben, valamint a lakóházak közös használatú helyiségeiben és területein képződő hulladékot) (KSH, 2023c);
- Kereskedelmi hulladék: üzleti vagy kereskedelmi tevékenység során keletkező hulladék (akár sporttal, szabadidővel, oktatással vagy szórakoztatással kapcsolatos üzletek tevékenysége során keletkező hulladékok, kivéve a háztartási, mezőgazdasági és ipari ágazatokat).
- Építési és bontási hulladék: az építőiparból keletkezik (építési törmelék mindegyike).
- Veszélyes hulladék: ez a hulladék túlnyomó részt ólmot, azbesztet vagy más veszélyes anyagokat tartalmaz
- Inert hulladék: olyan anyagok, amelyek kémiaiilag vagy biológiailag nem bomlanak le (például a fém, homok, beton stb.).

Ha az összes hulladékot nyomon követnénk, akkor az emberiség több energiát nyerhetne vissza, és több anyagot hasznosíthatna újra, mint amennyit most hasznosít. A települési szilárd hulladékot vizsgálva megállapítható, hogy az élelmiszer- és a zöldhulladék a legnagyobb hulladékkategória, amely a globális hulladék 44%-át teszi ki napjainkban, melyet a papírfélék követnek 17%-kal. (1. ábra).

1. ábra: A települési szilárd hulladék összetétele a világon



Forrás: saját kalkuláció a FAO adatbázisa alapján.

A hulladékból energia előállítása esetében érdemes néhány fontosabb fogalommal is megismerkedni, melyek a téma áttekintése érdekében fontosak lehetnek:

Az energetikai hasznosítás alatt a hasznosítási műveletet értjük, amelynek során a hulladék energiatartalmát kinyerik, ideértve a biológiailag lebomló hulladékból történő energia-előállítást, valamint az olyan anyaggá történő feldolgozást, amelyet üzemanyagként, illetve tüzelőanyagként használnak fel.

Az energiával kapcsolatos gazdálkodást hulladékgazdálkodásnak hívjuk. Ezen fogalomba a hulladék gyűjtése, szállítása, illetve a kezelése (a műveletek felügyelete) tartozik. A kereskedőként, a közvetítőként vagy a közvetítő szervezetként végzett tevékenységet, a hulladékgazdálkodási létesítmények és

berendezések üzemeltetését, valamint a hulladékkezelő létesítmények utógondozását is ezt a fogalom foglalja össze.

2. Anyag és módszer – A cikkben használt módszertan bemutatása

A cikk elkészítéséhez leíró statisztika eszközeit használtam fel. Az alapadatok átlagolására a számtani átlagot alkalmaztam. Abban az esetben, amikor időbeli adatok álltak a rendelkezésre és az átlagos változás (ütemét) nagyságát határoztam meg, ott a mértani átlag kalkulációját végeztem el (felhasználva a dinamikus viszonyszámok csoportjait (bázisviszonyszám, láncviszonyszám)).

A bázisviszonyszámok, olyan dinamikus viszonyszámok, amikor kiválasztunk egy meghatározott időpontot vagy időszakot (ez lesz a bázis időszak) és az ehhez tartozó adat lesz minden esetben a viszonyítás alapja. Az első időszakhoz tartozó bázisviszonyszám értéke minden esetben 100%. A 2. időszaktól kezdve minden más időpont vagy időszak adatát ehhez a bázisadathoz viszonyítjuk. A bázisviszonyszám a bázisul választott időponthoz (vagy időszakhoz) viszonyított változást mutatja be. 100% felett a bázis időszakhoz képest növekedés következik be a 100% feletti rész értékével. 100% alatt a bázis időszakhoz képest csökkenés következik be a 100% és az érték közötti különbség értékével. Abban az esetben, ha az egymást követő időszakok (időpontok) közötti változásokat vizsgáltam, akkor láncviszonyszámokat használtam. Itt a viszonyítandó adat egy időponttal, időszakkal megelőzi a viszonyítási alap adatát (például az adott év adatát viszonyítottam a megelőző év adatához egy idősor elemeinél). A láncviszonyszám a változást időszakraól időszakra, vagy időpontról időpontra mutatja, azaz ezzel a változás üteme határozható meg. A rendelkezésre álló bázis- és láncviszonyszámokból mértani átlagot kalkuláltam, mely az átlagos változás mértékét/ütemét adta meg (százalékos kifejezési formában). Ezen érték kalkulálása az időbeli változás átlagos nagyságát határozta meg.

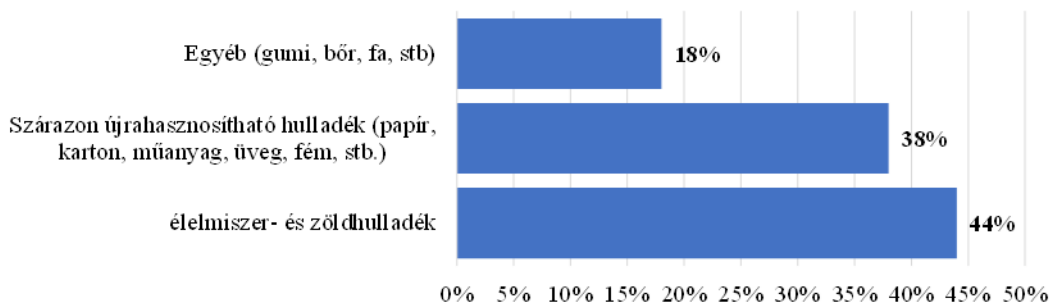
A hosszú időszak esetén az időbeli adatokra előrejelzést is készítettem, ahol a múltbéli adatok alapján egy lineáris tendenciát feltételeztem. A trend vagy alapirányzat az idősorban hosszabb időszakon tartósan érvényesülő tendencia, amely az idősor alakulásának a fő irányát, általános színvonalát jelenti. Az alapirányzat maga is több, hosszútávon érvényesülő tényező együttes hatásának a következménye.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A világ települési hulladékállományának a vizsgálata

A FAO.ORG adatai alapján a 2016. évben a világon a becslések szerint 2,01 milliárd tonna települési hulladék keletkezett és ez az előrejelzések szerint 2050-re elérheti a 3,4 milliárd tonnát. A globális hulladék mintegy 44%-a élelmiszer- és zöldhulladék, 38%-a szárazon újrahasznosítható hulladék (papír, karton, műanyag, üveg és fém stb.), míg 18%-a gumit és bőrt, fát és másokat tartalmaz (2. ábra).

2. ábra: A globális hulladék összetétele a világon



Forrás: saját kalkuláció a FAO.ORG adatbázisa alapján.

A gazdasági növekedés, illetve az urbanizáció miatt a keletkező hulladékok mennyisége várhatóan növekedni fog. A jelenlegi adatok alapján a hulladék megközelítőleg 33%-a nyílt lerakásra kerül és nem környezetbarát módon kezelik azokat. A magas szintű arány főleg az alacsony jövedelmű országokban jellemző, ahol a hulladék körülbelül 93%-át elégetik vagy kidobják az utakra, nyílt területekre vagy vízpartok közelébe. A hulladékot azonban nem lehet elszigetelten kezelni a fenntartható energia-ökoszisztémában és a gyorsan fejlődő körforgásos gazdaságban.

A hulladék mennyiségének a forrása, az összetétele és az értéke területileg változó a gazdasági, illetve a politikai szabályozások miatt.

A világ évente 2,01 milliárd tonna települési szilárd hulladékot termel, melyből nagyjából 33 százalékát nem kezelik környezetbarát módon. Világszerte az egy főre jutó napi hulladék átlagosan 0,74 kilogramm a FAO adatai alapján (más kutatások alapján ez az átlag érték 0,11 és 4,54 kilogramm között változik). Érdekes információnak számít az is, hogy a világ népességének kb. 16 százalékát teszik ki a magas jövedelmű országok, akik a világ hulladékának megközelítőleg 34 %-át (mintegy 683 millió tonnát) termelik meg.

Előrejelzések alapján a globális hulladék mennyisége 2050-re várhatóan 3,40 milliárd tonnára fog nőni, kalkulációk alapján pozitív összefüggés van a hulladéktermelés és a jövedelemszint között. Az egy főre jutó napi hulladéktermelés a magas jövedelmű országokban az előrejelzések szerint 19 százalékkal növekszik 2050-re, szemben az alacsony és közepes jövedelmű országokkal, ahol körülbelül 40 százalékkal vagy még ennél is nagyobb mértékben fog növekedni. A hulladékkeletkezés a legalacsonyabb jövedelmi szinteken csökkenő tendenciát mutat. Gyorsabban növekedés tapasztalható az alacsony jövedelmi szinteken. A magas vagy magasabb jövedelmi szinteken már növekvő tendencia figyelhető meg. Az alacsony jövedelmű országokban keletkező hulladék össz mennyisége 2050-re várhatóan több mint háromszorosára növekszik. A kelet-ázsiai és a csendes-óceáni térségben keletkezik a világ legtöbb hulladéka (23%-a), a Közel-Kelet és az Észak-Afrika régióban pedig abszolút értékben a legkevesebbet termelik (6 %-a). A leggyorsabban növekvő régiók a szubszaharai Afrika, Dél-Ázsia, valamint a Közel-Kelet és Észak-Afrika, ahol 2050-re a teljes hulladéktermelés várhatóan több mint

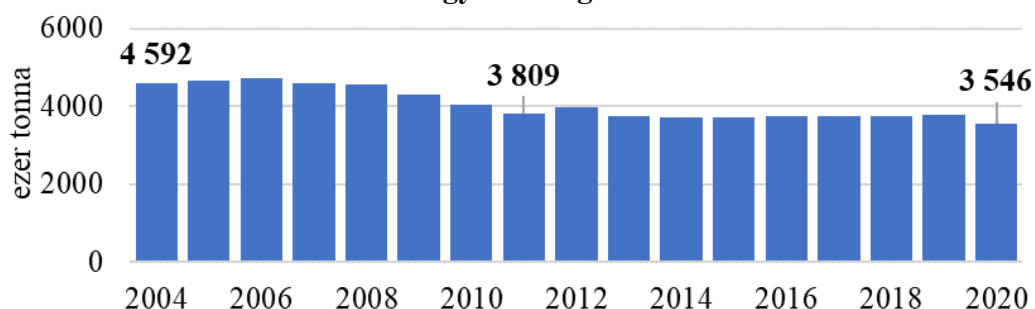
kétszeresére nő. Ezekben a régiókban jelenleg a hulladék több mint fele szabálytalanul kerül lerakásra, a hulladék növekedésének a mennyisége pedig terhelő lesz a környezetre (illetve az egészségre, a jólétre), ezért mielőbbi intézkedésekre lenne szükség.

3.2. A magyarországi települési hulladék alakulása

A jelenleg is használt Országos Hulladékgazdálkodási Terv (továbbiakban OHT) szerint a települési hulladék mintegy 60-65%-a a közszolgáltatás körébe tartozó hulladék (mintegy 3 millió tonna), a fennmaradó része az egyéb hulladék (pl. nem a közszolgáltatás körébe tartozó csomagolási hulladék, kiemelt hulladékok – gyógyszerhulladék, elem-akkumulátor hulladékok, elektromos és elektronikus berendezések hulladékai, étolaj, textil stb.). A szabályozás alapján a vállalkozásoknál keletkező települési hulladékok gyűjtését piaci feltételek mellett kell végezni (ezek nem tartoznak a közszolgáltatás hatálya alá). A vállalkozásoknál keletkező települési hulladék gyűjtését alapvetően piaci alapon működő vállalkozók végzik (a közszolgáltatást ellátó vállalkozások nem tudnak versenybe szállni ezen a piacon).

A települési hulladék mennyisége 2004. évben 4,5 millió tonna volt, mely 2020. évre 3,8 millió tonnára csökkent (3. ábra). Ennek oka, hogy ebben az időszakban volt, hogy a csomagolóanyag mennyiségére vonatkozóan hazánkban szabályozást vezettek be, mely a keletkezett hulladék mennyiségében is megmutatkozott. Napjainkra a képződött települési hulladék mennyisége 3,5 millió tonna, mely Európai Unió viszonylatban az átlagos mennyiség körül alakul.

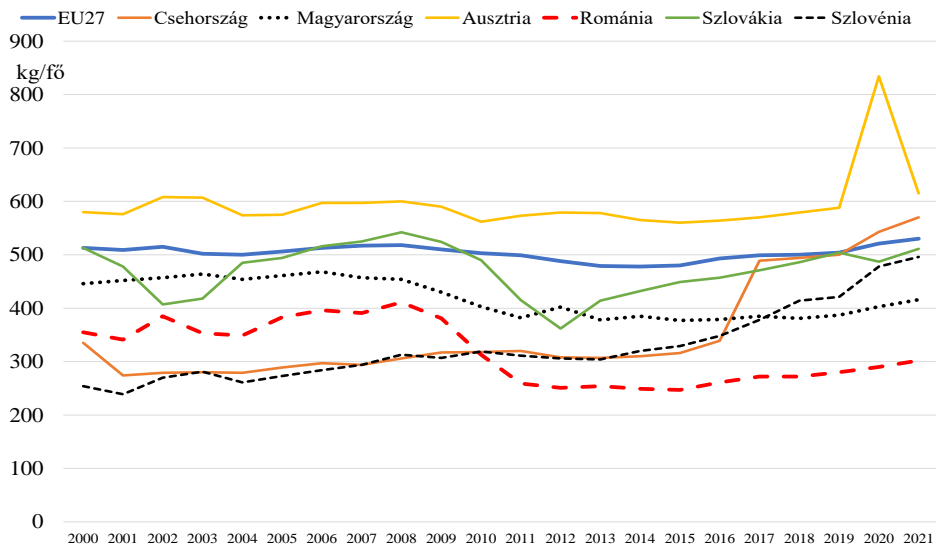
3. ábra: A települési hulladék képződött mennyisége 2004-2020 között Magyarországon



Forrás: KSH (KSH, 2023a) adatai alapján saját kalkuláció.

Az Európai Unió tagországainak vizsgálata alapján megállapítható, hogy az egy főre jutó települési hulladék mennyisége az összes Európai Unió tagország esetében folyamatos növekedést mutat a 2000. bázis évhez képest (4. ábra).

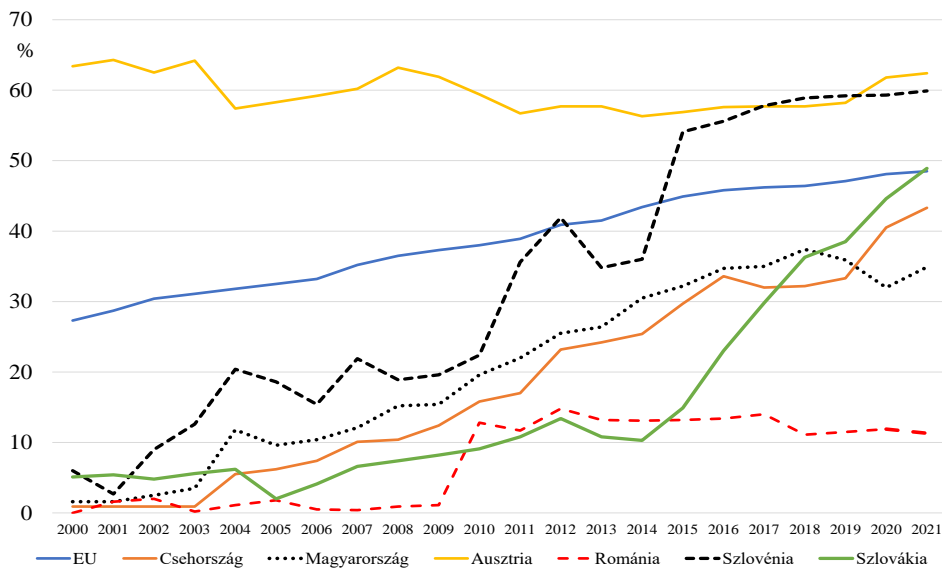
4. ábra: Az egy főre jutó települési hulladék mennyisége a vizsgált országokban 2000-tól napjainkig



Forrás: az EUROSTAT (EUROSTAT, 2023) adatai alapján saját kalkuláció.

Abban az esetben, ha a települési hulladék újrahasznosítási arányát vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy az elmúlt közel 20 évben a szomszédos országok közül Ausztria emelkedik ki a maga 55-60%-os újrahasznosítási arányával (5. ábra).

5. ábra: A települési hulladék újrahasznosítási aránya a vizsgált országokban 2000-tól napjainkig



Forrás: az EUROSTAT (EUROSTAT, 2023) adatai alapján saját kalkuláció.

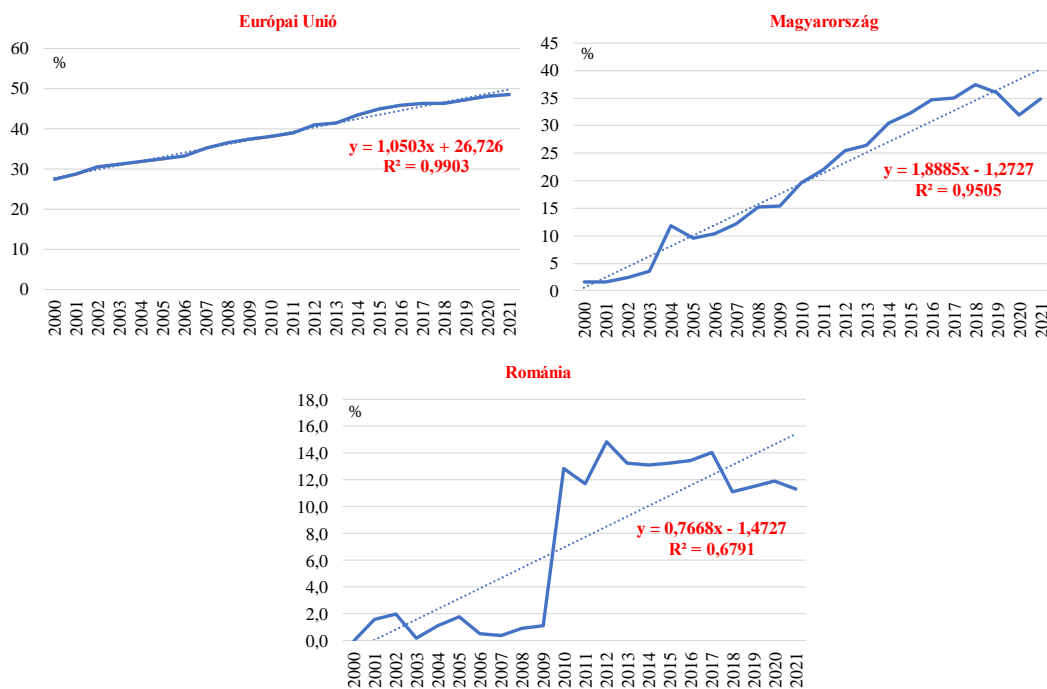
Az 5. ábrán az Európai Unió átlaghoz képest mutatom be a szomszédos országok (Csehország, Magyarország, Ausztria, Románia, Szlovákia és Szlovénia) települési hulladék mennyiségét. A társadalom létszámnövekedésével párhuzamosan folyamatosan nő a hulladék mennyisége is. Ezt támasztja alá az is, hogy az egy főre jutó települési hulladék mennyisége a 2000. évben az Európai Unióban 513 kg volt egy főre levetítve, mely 2021. évre 3,31%-kal növekedett meg. Ez a növekedés évente átlagosan 0,3%-os folyamatos növekedést jelentett. A szomszédos országok közül a legmagasabb növekedést Csehország mutatta a 12 év alatt, mivel 2000-ről 2021-re több mint 70%-os növekedés következett be. Magyarország esetében 7%-os csökkenés következett be a vizsgált 12 év alatt. Meglepődve tapasztaltam a kalkuláció elkészítése során, hogy Románia települési hulladék mennyiségében a vizsgált 12 év adata alapján évente átlagosan 1,46%-os csökkenés következett be. Ez annak köszönhető, hogy Romániában a települési hulladék egy részét a vegyes tüzelésű kazánokban energianyerés szempontjából fel tudják használni.

Ausztriában az újrahasznosítási arányszám értéke a 2000. évtől kb. 10 éven át az Európai Unió átlag felett volt majdnem 2x-es mennyiségben. Azonban ez a nagy érték különbség napjainkra már lecsökkent (2022. évben a különbség 10 százalékpont körül van). A 2000. évről napjainkra a legnagyobb átlagos növekedést Magyarország és Csehország mutatta (15-20% éves átlagos növekedéssel), melyet Szlovákia és Szlovénia követett 11-11%-kal. Az Európai Unió adatokat tekintve megállapítható, hogy a tagországok egészét nézve 2,77%-os növekedési tendencia volt évente átlagosan a vizsgált időszakban.

A kutatás alkalmával meglepődve tapasztaltam, hogy a 2000. év elején nagyon sok olyan tagország volt az EU-ban, ahol nullához közeli volt az újrahasznosítási arányszám értéke. Mivel az Európai Uniónak is célja, hogy az egyes tagországokban minél magasabb legyen az újrahasznosítás aránya, így az Európai Unió a tagországok számára kötelezően elérendő újrahasznosítási arányszámokat írt elő. Ennek köszönhető az is, hogy évről-évre egyre magasabb az újrahasznosítási arányszám értéke.

A kutatás következő részében megvizsgáltam az elmúlt 22 év adata alapján, hogy milyen újrahasznosítás várható a következő évre (6. ábra). Magyarországon 95%-os megbízhatósággal megállapítható a múltbéli adatok alapján, hogy 1,9 százalékponttal fog növekedni az újrahasznosítás, s ekkor már 36% felett várható ez a mutató értéke.

6. ábra: A települési hulladék újrahasznosítási arányának előrejelzése a vizsgált 3 országban



Forrás: az EUROSTAT (EUROSTAT, 2023) adatai alapján saját kalkuláció.

Az Európai Unió egésze és Románia esetében is elég magasabb megbízhatóság mellett megállapítható a minimum 1%-pontos növekedés.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a legmagasabb újrahasznosítás az üveg és az alumínium anyagoknál lehetséges, mivel ezen anyagok esetében végtelen számú újrahasznosítás valósítható meg. Mivel az üveg a homok és a mészkő anyagok felhasználásával készül, így ez az egyik legolcsóbb és leghatékonyabb újrahasznosítási anyag.

Ezt a két anyagot követi a műanyag, melynek csak egy része hasznosítható újra és minden egyes újrafeldolgozás esetén romlik a minősége. A FAO adatbázisa alapján (Plastics and the environment, 2022) a világon évente mintegy 40 millió tonna műanyag hulladék keletkezik, melyből a 2021. évben csak 5-6%-ot hasznosítottak újra. Az újra felhasználás megközelítőleg 36%-át a csomagoló anyag előállítására használják fel (ennek 85%-a hulladéklerakóba kerül a csomagolás felhasználása után) napjainkban is.

A papír esetében is jelentős az újrafelhasználás aránya, mivel kis energia befektetéssel előállítható belőle kartondoboz. Mind a világon, mind az Európai Unióban (Magyarországon is) az újrahasznosításra begyűjtött anyag tömegének felét a papír teszi ki. A 2021. évi FAO adatok alapján 50 millió tonna papírt használtak fel újra (mely 68%-os újrahasznosítási arányt jelent).

Az utolsó anyag típus az alumínium, melyről célszerű információt adni. Az üveghez hasonlóan ezt az anyagot is korlátlan mennyiségben újra fel lehet dolgozni

minőség romlás nélkül. Előnye a nyers alumíniumhoz képest a megmunkált alumíniumnak, hogy sokkal kevesebb energia felhasználása mellett lehetséges az új termék előállítás. A FAO adatai alapján ez az anyag típus az, amiben még a jövőben a legtöbb lehetőség rejlik, mivel több millió tonna alumínium van feldolgozás nélkül hulladékba téve.

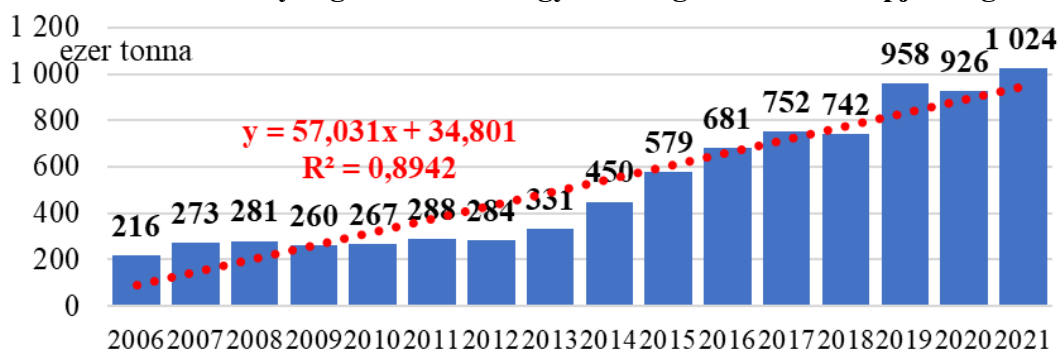
A hazai települési hulladék részletesebb elemzését is elvégeztem annak érdekében, hogy pontosabb képet kapjak a keletkező települési hulladékról. A 2004. évben a települési hulladék több, mint 80%-a ártalmatlanított (lerakott) hulladék volt, melynek mennyiségét az Európai Unió kis mértékben, de folyamatosan csökkenteni akarja (1. táblázat). A 2000-es évek elejétől kezdve egy nagyobb mértékű növekedés következett be az energetikai hasznosítás esetében, s megpróbálták a hulladék egy részét anyagában is tovább felhasználni.

1. táblázat: A települési hulladék mennyiségi megoszlása a kezelés módja szerint Magyarországon

Megnevezés	2004	2010	2015	2020
Anyagában hasznosított	11,76%	19,56%	32,18%	33,02%
Energetikailag hasznosított	3,38%	10,07%	14,16%	16,95%
Lerakással ártalmatlanított	83,99%	70,37%	53,66%	49,92%
Egyéb módon kezelt	0,87%	0,00%	0,00%	0,11%
Összesen	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Forrás: KSH (KSH, 2023a; KSH, 2023b) adatai alapján saját kalkuláció.

7. ábra: A közszolgáltatás keretében elszállított anyagában hasznosított hulladék mennyiség alakulása Magyarországon 2006-tól napjainkig

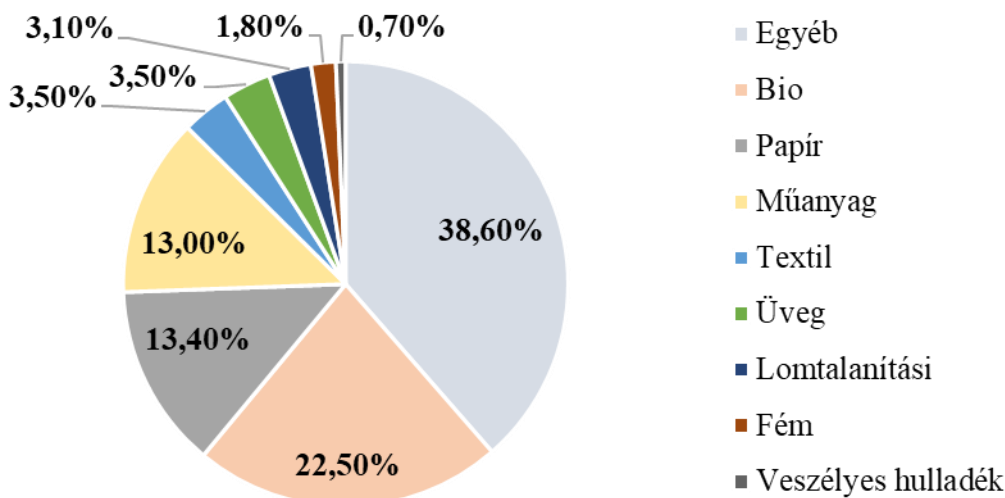


Forrás: a KSH (KSH, 2023e) adatai alapján saját kalkuláció.

A 2006. évtől napjainkig megvizsgáltam, hogy a közszolgáltatás keretében elszállított anyagában hasznosított hulladék mennyisége a jövő évre vonatkozóan hogyan is alakul. Megállapítható 89%-os biztonsággal, hogy évente átlagosan 57 ezer tonnával fog növekedni ezen anyagmennyiség (7. ábra). Ez az érték az Európai Unióhoz képest magasabb értéket mutat.

A magyarországi közszolgáltatás keretén belül elszállított települési hulladék összetételéről a Központi Statisztikai Hivatal legutoljára a 2015. évben publikált (8. ábra).

8. ábra: A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetétele a 2015. évben Magyarországon



Forrás: a KSH (KSH, 2023d) adatai alapján saját kalkuláció.

Ezen adatok figyelembevételével megállapítható, hogy a települési hulladék közel 1/5-e biohulladéknak tekinthető, melyet azonos arányban követ a papír és a műanyag. Kisebbséget mutat a textil, az üveg, illetve a fém mennyisége.

A biohulladékok döntő többsége az élelmiszer pazarlásból adódik, mely a világon, az EU-ban és Magyarországon is nagy problémát jelent. A FAO világ adatai alapján a megtermelt és felhasznált élelmiszer 40%-a pazarlás „áldozata” lesz. Nagyon sok felmérés vizsgálja azt, hogy az elpazarolt élelmiszerek nagy részét fel lehetne használni mind az alultáplált emberek, mind a szegényebb sorban élő személyek táplálásában.

A vizsgálatok elvégzése során megállapítottam azt is, hogy az elmúlt 20 év adatai alapján az elektronikai hulladékok (e-hulladék a szakirodalom alapján) mennyisége is folyamatosan, egyre nagyobb mértékben növekszik az egész világon, így hazánkban is. Ezen hulladékok sok esetben nem kerülnek áramtalanításra, így káros (szennyező) anyagokat bocsátanak a környezetbe. A FAO adatai alapján megállapítható, hogy az e-hulladék mennyisége 53,6 millió tonnára nőtt 2014. évről a 2019. évre a világon, mely 21%-os növekedést jelentet (elég magasnak tekinthető).

3.3. A hulladék felhasználás lehetőségei

Nagyon sok híradásban lehet arról hallani, hogy a saját környezetünk (amiben lakunk) nagy romlásokon megy és ment keresztül az elmúlt néhány évben/évtizedben, ezért ennek hatására a környezet fenntartása, illetve a környezet védelme egy nagyon fontos témakör mindennapjainknak. Mivel véleményem szerint a

környezetvédelem egyik kritikus eleme a hulladék gazdálkodása, a hulladék elhelyezése, illetve a hulladék felhasználás lehetőségei, ezért is vizsgáltam meg a települési hulladék mennyiségét az elmúlt években Magyarországon az előző fejezetben. A KSH adatai alapján hazánkban az egy főre jutó kommunális hulladék mennyisége 470 kg körül alakult a 2021. évben, így célszerű a hulladékokban rejlő lehetőségeket áttekinteni.

A mindennapjaink egyik fő céljának azt kellene kitűzni, hogy minél kevesebb hulladékot termeljünk a háztartásunkban, illetve a környezetünkben. Célszerű a minimális hulladék keletkezése érdekében minél több betétdíjas csomagolást használni a vásárlás során. A termékek beszerzése során szem előtt kell tartani, hogy hosszú élettartamú és könnyen javítható termékeket vásároljunk. Mivel minden vásárlás esetén keletkezik hulladék, így szem előtt kell tartani az újrafelhasználás lehetőségét is a vásárolt termékek (illetve csomagolásuk) esetében. Erre nagyon jó példa lehet a befőttesüveg újra felhasználása tárolás céljából. A vásárlásaink alkalmával a környezettudatosság felé kell mennünk, mivel ezzel tudjuk a környezet terhelést csökkenteni a jövőben.

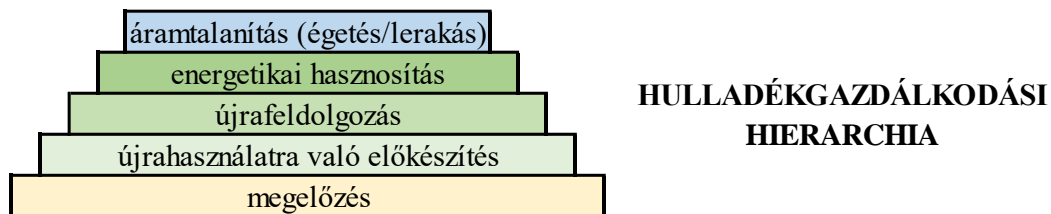
A háztartásban keletkező élelmiszer hulladékok esetében jó megoldás lehet a komposztálás. A háztartásban keletkező nem használt termékeket célszerű elcserélni a jelenleg is jól működő közösségi oldalak egyes csoportjaiban. A csere lehetőségének a kihasználása hiányában el is lehet ajándékozni a meglévő, nem használt termékeket a kidobás helyett.

Egy meghibásodott termék esetében célszerű a megjavítást megfontolni az új termék vásárlásával szemben. Ezzel is tudjuk óvni a környezetünket.

Abban az esetben, ha a hulladékot újra hasznosítjuk, akkor az eredeti funkció módosulni fog vagy teljesen meg fog változni (legjobb esetben a hulladékból újra termék készíthető). Az újrahhasznosításkor keletkezik minden esetben melléktermék/szennyeződés, mely terhelheti a környezetet, így minden újrahhasznosítás átgondolást igényel. Az újra hasznosítással jelentős mértékű nyersanyagot spórolhatunk (9. ábra). Ez a folyamat szorosan összefügg a szelektív hulladékgyűjtéssel. Jó lehetőség az újrafelhasználás alapanyagának a szelektív hulladék gyűjtése, melyből Magyarországon összesen kb. 5000 gyűjtősziget található. Ez 4,5-5,0 millió embernek ad lehetőséget a szelektív hulladékgyűjtésre.

Másik megoldása lehet a hulladék felhasználásának az energetikai hasznosítás (hulladékok elégetése fűtőanyagként) az adott vállalkozásnál. Egy vállalkozás esetén minél több fűtőanyagot helyettesítenek hulladékkal, annál kevesebb lesz az előállított termékre szánt költség. Természetesen a hulladék udvarokban is egyre több helyen megoldást jelent a hulladékégető művek alkalmazása, ahol égetéssel állítanak elő hőt vagy elektromos áramot, azonban ez kutatások szerint komoly légszennyezést okoz (I01).

9. ábra: A hulladékgazdálkodási hierarchia felépítése



Forrás: a HOSZ adatai alapján saját szerkesztés.

Fontos azonban azt is figyelembe venni, hogy az újrahasználat nem minősül hulladékhasznosításnak a jelenlegi szabályozások alapján Magyarországon. A jogszabály kimondja, hogy az adott termék újrahasználatára nem minősül hulladékhasznosításnak, mivel az újrahasználat a hulladék képződésének csökkentésére irányuló tevékenység. Például egy adott termék csomagolása, ha ismét csomagolásnak használjuk fel, akkor csak a hulladék kidobást előzzük meg, azonban ugyanolyan hasznosítása marad továbbra is a csomagoló anyagnak (pl.: ajándék csomagoló anyag, üvegek, palackok, konzervek stb.). A 2012. évi CLXXXV. törvény 3. számú melléklete alapján egy termék akkor válik hulladékká, amikor az újrahasználati ciklusból kiesik.

A 2012. évi CLXXXV. törvény 3. számú melléklete alapján (I02) a következő hulladékhasznosítási tevékenységeket különíthetjük el:

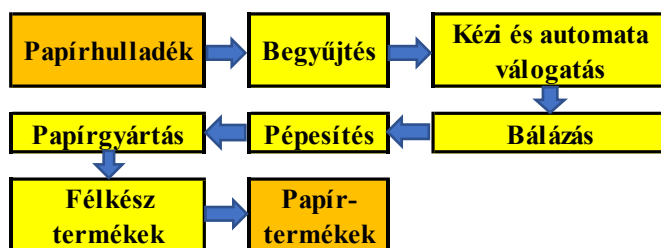
- fűtőanyagként (tüzelő és üzemanyag) történő felhasználás vagy más módon energia előállítás;
- oldószerek, illetve oldószerként nem használatos anyagok visszanyerése, regenerálása;
- fémek és fémvegyületek, valamint egyéb szerves anyagok visszanyerése, újrafeldolgozása;
- savak vagy lúgok regenerálása;
- szennyezés-csökkentésre használt anyagok összetevőinek visszanyerése;
- katalizátorok összetevőinek visszanyerése;
- olajok újrafinomítása vagy más célra történő újrahasználat;
- talajban történő hasznosítás, amely mezőgazdasági vagy ökológiai szempontból előnyös;
- komposztálás.

Mivel a felmérésem alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a magyarországi lakossági hulladék legnagyobb részarányát a papír teszi ki, így ezt részletesebben is megvizsgáltam.

A papír mikor már nem használatos egy háztartásban, akkor a papírhulladékot szennyezés és zsírtmentesen kell összegyűjteni. A szelektív hulladékgyűjtő szigeteken könnyen elhelyezhetők a füzetek, a csomagolópapírok, a reklámanyagok, az irodai és a háztartási papírok, a könyvek, illetve az összenyomott kartonpapírok stb. Mivel a papír főleg cellulózból készül (jellemzően fából), így könnyen alkalmazható a zúzás és az aprítás folyamata ezen anyagnál. A zúzás és aprítás után vízben fellazítják a rostokat és pépet alakítanak ki belőle, melyet a jól

formálhatósága miatt szűrőszitába helyeznek (víztelenítés céljából). Ezt követően kerül formázásra az anyag, ahol különböző papír alapanyagú használati eszközöket készítenek belőlük. A papír újrahasznosításának a folyamatát a 10. ábrán láthatjuk.

10. ábra: A papír hasznosításának folyamata



Forrás: saját szerkesztés.

Látható a 10. ábrán, hogy elég sok munkafolyamaton kell átmennie a papíryanagnak, hogy újra hasznosítható legyen. A papírtgyártás nagyon energia- és vízigényes folyamatnak tekinthető, azonban még mindig kevesebb energiafelhasználást jelent, mintha új papír anyagot állítanak elő. Az EUROSTAT statisztikai adata alapján egy tonna újra-papír gyártásához 1150 kg újságpapír, 100 köbméter víz (mely visszaforgatható) és 330-350 KW energia szükséges. A Magyarországon jelenleg is működő legjelentősebb hulladék papírt feldolgozó üzemnek a Hamburger Containerboard Dunaújvárosi csomagolópapírgyár tekinthető, aki 100%-ban papírhulladékot használ fel a karton- és hullámalappapír-termékeinek az előállításához.

Egy másik jelentős vállalat a Loacker Hulladékhasznosító Kft., akik Kiskorpad és Budapest központokkal rendelkeznek és itt több fajta hulladék összegyűjtése és felhasználása történik energiatakarékos technológiák alkalmazásával.

Kiskunhalason jellemzően papírcsőveket és élvédőket készítenek alappapírból (Halaspack Bt.) (100%-os újrahasznosítással).

Jelentősnek találtam még a Hartmann-Hungary Kft.-t is, akik Dániában alapított világvezető tojáscsomagoló anyag gyártó vállalkozás ácsi leányvállalata. A Kft. által kifejlesztett technológia kizárólag újrahasznosított papírfelhasználásra épül és az előállított csomagoló anyag 100%-ban környezetbarát és teljes mértékben lebomló. Az általuk alkalmazott formázott papírpép-technológia környezetbarát és teljes mértékben a szállítandó tárgyak alakjához igazítható.

4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A cikk tanulmányozása során látható, hogy a hulladék mennyisége nagymértékben növekszik, mely a fogyasztói társadalom rohanó életvitelének köszönhető. A mai és a jövő generáció célja, hogy a hulladék mennyiségét a jövőben csökkentsék. A hulladék (főleg a háztartási hulladékok) csökkentésével a környezetterhelés is csökkenthető, illetve a gazdasági veszteség értéke is minimalizálható. Ahogy Németh-Mészáros (2022) tanulmányában is olvashattuk, az elmúlt évek törekvései a lineáris gazdaság helyett a körforgásos gazdaság irányába való elmozdulást

sürgetik, melyek feltétele a hulladékok gazdasági körforgásba történő visszakutatása.

Az elvégzett kutatásom is utal arra, hogy a közszolgáltatásban, illetve a települési hulladék esetében is nagyobb mértékű odafigyelésre van szüksége. Cél a jövőben az újrahasznosítási arányok növelése, mellyel nagyobb mértékben tudunk a környezetünkre figyelni.

Véleményem szerint megoldás lehet a hulladék termelésének a csökkentésére, ha a környezetet terhelő termékekre adót szabnának ki, ezzel is serkentve a vevőket arra, hogy ezekből a termékekből kevesebb mennyiséget vásároljanak. Fontos szabály lehet a háztartások esetében az is, ha a fogyasztást csökkentik azon termékekből, ahol a csomagoló anyag mennyisége átlagon felüli. Szükség esetén célszerű a „szükségesnek” nem tekintett termékekről való lemondás. Minden háztartás esetében a környezettudatos vásárlást kell szem előtt tartani, hogy a környezet terhelés a jövőben csökkenhessen.

Irodalomjegyzék

2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. <<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>> (2023.01.21.)
- 2006/12/EK: *Az Európai Parlament és a tanács 2006/12/EK irányelve (2006. április 5.) a hulladékokról (EGT vonatkozású szöveg).* <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0012&from=HU>> (2023.02.07.)
- 2008/98/EK: *Irányelvek az Európai Parlament és a tanács 2008/98/EK irányelve (2008. november 19.) a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg).* <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=HU>> (2023.02.04.)
- 75/442/EGK: A Tanács 75/442/EGK irányelve (1975. július 15.) <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0442&from=HU>> (2023.01.14.)
- I01: <http://www.zoldkoznapok.hu/nulla_hulladek.php> (2023.02.07.)
- I02: 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. <<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>> (2023.03.14.)
- EUROSTAT (2023): *Generation of municipal waste per capita.* <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc031/settings_1/table?lang=en> (2023.01.14.)
- HKI (2008): 2008. november 19-i 2008/98/EK európai parlament és tanácsi irányelv.
- Horváth L. (1990): *Települési szilárd hulladékok gyűjtése, szállítása, ártalmatlanítása, hasznosítása.* Környezettechnikai Kézikönyv. Környezettechnikai Szolgáltató Kft., Budapest.
- HOSZ (2016): *Hulladékhasznosítás – A lakosságnál keletkező hulladékfajták hasznosítása Magyarországon.* Budapest. <https://dlsulinet.educatio.hu/download/hirmagazin/cikkek/hulladekhasznositas/HOSZ_Hulladekhasznositas.pdf> (2023.03.12.)
- KSH (2023a): *Az egyes hulladékfajták mennyisége a kezelés módja szerint [ezer tonna].* <https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0029.html> (2023.02.08.)
- KSH (2023b): *A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék keletkezése (2006–2020).* <https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ur009b.html> (2023.02.04.)
- KSH (2023c): *A települések infrastrukturális ellátottságának módszertana.* <<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/telepinfra/telepinfra18m.pdf>> (2023.02.01.)
- KSH (2023d): *A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetétele (2006–2015).* <https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ur007.html> (2023.01.19.)

- KSH (2023e): *A közszolgáltatás keretében elszállított hulladék a kezelés módja szerint vármegye és régió szerint.* <https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0065.html> (2023.01.07.)
- Németh N., Mészáros K. (2022): Vidéki háztartások a körforgásos gazdaság megvalósulásáért. A háztartási hulladékok kezelése és a környezettudatos vásárlási döntések vizsgálata Sopronban és környékén. *Gazdálkodás*, 66 (3): 260–281. https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.66.3.t.pp_260-281
- OHT (2018): *Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027.* <<https://cdn.kormany.hu/uploads/document/9/92/921/921c2f798773d4336ee3f45884a662d3018bb3d7.pdf>> (2023.01.09.)
- Plastics and the environment* (2022): <<https://www.weforum.org/agenda/2022/06/recycling-global-statistics-facts-plastic-paper/>> (2023.02.21.)
- Szabó I. (2000): *Hulladék elhelyezés.* A Hulladék fogalma, osztályozása. GEOSZABÓ Mérnöki Iroda Bt., Miskolc.