

# **SZAKDOLGOZAT**

**Spisákné Ortó Zsuzsanna**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus**

**Hulladékkezelési- és feldolgozási szakirányú  
továbbképzési szak**

**Az EPR-es TSZH mintavételezés során leválogatott  
élelmiszerhulladék anyag alkategória szennyezőanyag tartalma  
mérhetőségének a vizsgálata**

**Belső konzulens:** Prof. Dr. Fajtli József  
Egyetemi tanár, ME NyKE Int.

**Intézete/tanszéke:** Miskolci Egyetem  
Műszaki Föld- és  
Környezettudományi Kar  
Nyersanyagelőkészítési és  
Környezettechnológiai Intézet

**Készítette:** Spisákné Ortó Zsuzsanna

**Gödöllő-Miskolc  
2024**

SAKIDOLGOZAT FELADATKIÍRÁS

Spisákné Ortó Zsuzsanna

Szigorló Hulladékgazdálkodási Szakmérnök hallgató részére

Feladat: Az **EPR-es TSZH** mintavételezés során leválogatott **élelmiszerhulladék** anyag **alkategória szennyezőanyag tartalma mérhetőségének a vizsgálata**

A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítés és Környezettechnológia Intézete 2022-2023 során országos, négy évszakos települési szilárdhulladék (TSZH) vizsgálati kampányokat végzett el a kidolgozott un. EPR-es módszertan szerint. A vegyes TSZH elemzése során a tipikusan erősen szennyezett élelmiszerhulladék maradványokat a válogatómunkások közvetlenül a hulladékedénybe válogatták, azt tovább nem vizsgálták. Felmerült az a kérdés, hogy vajon az így válogatott 1.1. Élelmiszerhulladék kategória mennyi „szennyezőanyagot”, pl. műanyagot, papírt, követ, stb. tartalmaz. Ez a kérdés a szelektív élelmiszerhulladék begyűjtését is érinti, ez az információ segítené a jobb begyűjtés tervezését.

A munka során az alábbi feladatokat kell megoldani:

- Készítsen szakirodalmi összefoglalást a TSZH anyagáramok hazai mintavételezési módszereiről, a szelektív élelmiszer begyűjtés módszereiről és hazai és nemzetközi helyzetéről, a szilárd-folyadék fázisszétválasztás elméleti alapjairól.
- Elméletileg vizsgálja meg azt, hogy amennyiben a mintavételezés alapján ismert a szelektíven begyűjtött élelmiszerhulladék szennyezőanyag tartalma, akkor azt hogyan lehet figyelembe venni a begyűjtési rendszer tervezéséhez.
- Adjon elvi javaslatokat egy olyan módszertanra, amellyel az EPR-es válogatás során keletkező 1.1. Élelmiszerhulladék kategória szennyezőanyag tartalma mérhető.
- Határozza meg egy ilyen alternatíva szükséges eszközeinek a fő méreteit.

Beadási határidő: **2024. 04. 22.**

**Konzulensek:**

Prof. Dr. Fajtli József, egyetemi tanár, ME NyKE Int.

Miskolc, 2023. 11. 09.



Dr. Nagy Sándor  
egyetemi docens, intézetigazgató

## Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK .....	5
2.	ALKALMAZOTT ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK .....	6
3.	SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ .....	6
3.1.	Nemzetközi jogszabályok .....	6
3.1.1.	1999/31/EK tanácsi irányelv .....	6
3.1.2.	A 2008/98/EK és az (EU) 2018/851 irányelv .....	7
3.1.3.	Körforgásos Gazdaság csomag .....	8
3.2.	Hazai szabályozás jelenleg .....	9
3.2.1.	Országos Hulladékgyűjtési Terv III. (2021-2027) biológiailag lebomló hulladékok szempontjából .....	11
3.3.	Nemzetközi és hazai begyűjtési rendszerek .....	14
3.3.1.	Olaszország .....	14
3.3.2.	Norvégia .....	15
3.3.3.	Szlovénia .....	16
3.3.4.	Nagy-Britannia .....	17
3.3.5.	Magyarország .....	17
3.4.	Dúsítási eljárások .....	19
3.4.1.	Nedves - sűrűség szerinti - dúsítási eljárás .....	19
3.4.2.	Dúsítás ülepítő géppel .....	20
3.4.3.	Szétválasztás nedves áramkészülékkel .....	21
4.	HAZAI HULLADÉK MINTAVÉTELEZÉSI MÓDSZEREK .....	21
4.1.	Az MSZ 21420-28 és -29:2005 szabványok .....	21
4.1.1.	A mintavételezési módszer rövid összefoglalása .....	24
4.2.	A részletes TSZH mintavételezési módszertan .....	26
4.3.	Az ún. EPR-es TSZH mintavételezési módszertan .....	29
4.4.	Mintavételezési módszerek rövid összehasonlítása .....	33
5.	EREDMÉNYEK AZ ÉLELMISZERHULLADÉKOK TERÜLETÉN .....	33
5.1.	Európai Unió / FUSIONS projekt .....	33
5.2.	Magyarország .....	36
5.2.1.	2017-2018. évi kampányok eredményei bio- és élelmiszerhulladék tekintetében .....	36
5.2.2.	A 2022–23. évi EPR és DRS szemléletű kampányok eredményei élelmiszerhulladék tekintetében .....	37
6.	ÉLELMISZERHULLADÉKOK SZENNYEZHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA .....	37

<b>6.1.</b>	<b>Tervezett berendezés .....</b>	<b>37</b>
<b>6.1.1.</b>	<b>A berendezések műszaki paraméterei .....</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>JAVASLATOK AZ ÉLELMISZERHULLADÉKOK LERAKÓKBA JUTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSÉRE .....</b>	<b>41</b>
<b>7.1.</b>	<b>Élelmiszerbankok .....</b>	<b>41</b>
<b>7.2.</b>	<b>Háztartási komposztálás, komposztpontok .....</b>	<b>42</b>
<b>7.3.</b>	<b>Bioalapú termékek.....</b>	<b>43</b>
<b>7.4.</b>	<b>Közszolgáltatási rendszerben történő begyűjtés és feldolgozás .....</b>	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>45</b>
<b>9.</b>	<b>IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>TÁBLÁZAT-, ÁBRA- ÉS KÉPJEGYZÉK .....</b>	<b>49</b>
<b>10.1.</b>	<b>Táblázat jegyzék .....</b>	<b>49</b>
<b>10.2.</b>	<b>Ábrajegyzék.....</b>	<b>49</b>
<b>10.3.</b>	<b>Képjegyzék.....</b>	<b>49</b>
<b>11.</b>	<b>HALLGATÓI NYILATKOZAT .....</b>	<b>51</b>
<b>12.</b>	<b>KONZULENSI NYILATKOZAT .....</b>	<b>52</b>

# 1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

A Magyarországon 2004-ben kidolgozott, és azóta is érvényben lévő MSZ 21420-28 és MSZ21420-29-es szabványok bár sok esetben elégségesnek bizonyultak a Települési Szilárd Hulladék anyagáramok hazai mintavételezési módszerét illetően, 2017-re jelentős átalakulások történtek a hulladékgazdálkodásban. 2017-2018-ban további speciális anyag alkategóriák – mint élelmiszerhulladékok, csomagolóanyagok, műanyagok és fémek anyagában való hasznosítását megalapozó alkategóriák – mérésére mutatkozott igény, amelyekre csak részben adtak iránymutatást a szabványok. Mindezek miatt egy új mintavételezési protokollt dolgozott ki a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezettechnológiai Intézete, amelynek további finomítását kívánta meg a 2023-ban bevezetett hazai, ún. Kiterjesztett Gyártói Felelősség (Extended Producers Responsibility, továbbiakban: EPR) rendelet, valamint a 2024-ben bevezetett Kötelező Visszaváltási Rendszer (Deposit and Return System, továbbiakban: DRS) rendszer.

A Miskolci Egyetem 2022-2023-ban végzett országos, négy évszakos Települési Szilárd Hulladék (TSZH) vizsgálati kampánya során nyilvánvalóvá vált, hogy a vegyes TSZH tipikusan erősen szennyezett élelmiszerhulladék maradványai hulladékedényekbe kerültek, további vizsgálat nélkül. Az így válogatott **1.1. Élelmiszerhulladék alkategória „szennyezőanyag”** (pl. műanyag, papír, kő, stb.) **tartalma ezidáig ismeretlen**. Ez az információ segítené a szelektív élelmiszerhulladék begyűjtésének tervezését, továbbá hazánk járulékfizetési kötelezettségének pontosabb meghatározását, a fel nem dolgozott műanyag csomagolások tekintetében.

Jelen dolgozatban igyekeztem bemutatni a biológiailag lebomló hulladékok hazai és nemzetközi jogi szabályozását, a szelektív élelmiszer-begyűjtés nemzetközi példáit, a hazánkban 2024. január 1-től bevezetett közszolgáltatási rendszerű begyűjtési- és feldolgozási rendszer elindulását. Ismertetésre kerültek továbbá a hazai TSZH anyagáramok mintavételezési módszerei, valamint vizsgálatom tárgya volt az élelmiszerhulladék alkategória szennyezőanyag tartalom meghatározásának lehetősége egy berendezés elvi működésének „megtervezésével”, az EPR járulékfizetés csökkentése céljából.

## 2. ALKALMAZOTT ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A szakdolgozat összeállításának adatgyűjtési alapja a nemzetközi (EUR-LEX) és a hazai Nemzeti Jogszabálytár volt.

A Miskolci Egyetem 2017-18. évi, MSZ 21420-28 és -29-es szabványok alapján végzett, valamint a 2022-23. évi EPR és DRS szemléletű kampányok mérési eredményei szolgáltatták a magyarországi élelmiszerhulladék alkategória mennyiségi értékeit.

A szennyezőanyag tartalom meghatározására „tervezett” berendezés műszaki paraméterei és elvi működése a dúsítási, szétválasztási eljárások szakirodalmi tanulmányozása alapján került meghatározásra.

## 3. SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ

### 3.1. Nemzetközi jogszabályok

#### 3.1.1. 1999/31/EK tanácsi irányelv

A hulladéklerakókról szóló **1999/31/EK tanácsi irányelv** célja a hulladéklerakásnak a felszíni vizekre, talajvízre, talajra, levegőre és emberi egészségre gyakorolt valamennyi negatív hatásának megelőzése, vagy a lehető legkisebb mértékűre való csökkentése. Ezt szigorú műszaki követelmények bevezetése révén kívánja elérni.

Az 1999/31/EK irányelv egyik fő eleme, hogy az uniós kormányoknak nemzeti stratégiákat kell végrehajtaniuk **a hulladéklerakókba kerülő biológiailag lebontható hulladékok mennyiségének progresszív csökkentése érdekében.**

Az irányelvben meghatározott egyik európai uniós kötelezettség az volt, hogy a települési hulladék részeként lerakásra kerülő biológiailag lebomló szervesanyag-mennyiséget az 1995-ben országos szinten képződött települési hulladék részét képező, biológiailag lebomló szervesanyag-mennyiséghez képest 2016. július 1-ig 35%-ra kell csökkenteni. Az 1995. évi bázisadat alapján Magyarországnak 2016. július 1-ig 820 000 tonna alá kellett csökkenteni a tárgyévben hulladéklerakóban lerakott biológiailag lebontható települési hulladék mennyiségét. Az adatgyűjtés szervezeti hátterét a tagállami környezetvédelmi hatósági szervezetrendszer biztosítja. Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszerbe (továbbiakban: OKIR) - a vonatkozó jogszabályok alapján - jelentett adatokat a hatóság

ellenőrzi és fogadja el. A gyűjtött adatok ellenőrzését szolgálta a 2017. és 2018. évben végzett országos, két évszakos települési hulladék analízis is, amelyet az 5.2.1. pont részletebben tárgyal.

A települési hulladék részeként lerakásra kerülő biológiailag lebomló hulladék arányára előírt kötelezettséget Magyarország teljesítette, mint ahogy az az 1. sz. táblázatban is látható.

*1. táblázat:* Hulladéklerakóban lerakott, biológiailag lebomtható települési hulladék aránya (Forrás: EUROSTAT)

Tárgyév	Keletkezett, biológiailag lebomtható települési hulladék	Hulladéklerakóban lerakott biológiailag lebomtható települési hulladék	
	<i>tonna</i>	<i>tonna</i>	%
<b>1995</b>	2 340 000		
<b>2016</b>		631 434	26,98
<b>2017</b>		631 567	26,99
<b>2018</b>		640 327	27,36

A 1999/31/EK irányelv módosítása során előírt maximum 10%-os (derogációval (átmeneti mentesség) 25%-os) települési hulladék lerakási arány 2035-re történő teljesítése további jelentős lépéseket igényel, mivel a települési hulladék nagy része még mindig lerakásra kerül. A célérték teljesítéséhez - amellet, hogy hazánk derogációra lesz jogosult, - a települési hulladék hasznosítási arányának drasztikus emelésére van szükség, melyhez további fejlesztések, beruházások indokoltak a hulladékgazdálkodási területen.

*A hulladéklerakókról szóló 1999/31/EK irányelvet az (EU) 2018/850 irányelv módosította.*

### **3.1.2. A 2008/98/EK és az (EU) 2018/851 irányelv**

Az Európai Unió a hulladékgazdálkodási szakterület szabályozását a **2008/98/EK** európai parlamenti és tanácsi irányelvben (Hulladék Keretirányelv, *továbbiakban HKI*) biztosítja, melyet az **(EU) 2018/851** irányelv módosított, a körforgásos gazdaságról szóló intézkedéscsomag részeként. A HKI már meghatározza a kiterjesztett gyártói felelősségi rendszerekre vonatkozó alapkövetelményeket, melyek közé tartozik többek között a szervezeti felelősség, valamint a hulladékmegelőzéshez, a termékek újra-felhasználhatóságához és újra feldolgozhatóságához való hozzájárulás felelőssége is.



A módosított HKI szigorítja a hulladékmegelőzési szabályokat. A hulladékkezelés tekintetében az európai uniós országoknak intézkedéseket kell hozniuk - többek között - annak érdekében, hogy:

- fenntartható termelési és fogyasztási modelleket támogassanak,
- erőforrás-hatékony, tartós, javítható, újrafelhasználható és korszerűsíthető termékek tervezését, gyártását és használatát ösztönözzék,
- kritikus fontosságú nyersanyagokat tartalmazó termékeket célozzanak meg annak megakadályozása érdekében, hogy ezek az anyagok hulladékká váljanak,
- ösztönözzék pótalkatrészek, használati utasítások, műszaki információk vagy olyan más eszközök rendelkezésre állását, amelyek lehetővé teszik a termékek javítását és újrafelhasználását anélkül, hogy veszélyeztetnék azok minőségét és biztonságát,
- **csökkentsék az élelmiszer-pazarlást és hozzájáruljanak az ENSZ fenntartható fejlődési céljához, mely szerint 2030-ig a kiskereskedelmi és fogyasztói szinten 50%-kal csökkenteni kell az egy főre eső globális élelmiszer-pazarlást a termelési és ellátási lánc teljes folyamatában.**

### **3.1.3. Körforgásos Gazdaság csomag**

Az Európai Bizottság által prioritásként meghatározott **körforgásos gazdaságra vonatkozó javaslatcsomag** 2015. december 2-án került közzétételre. A javaslatcsomag részeként a Bizottság „Az anyagkörforgás megvalósítása – a körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési terv” című közleményében a körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési tervet terjesztett elő. A Bizottság az uniós cselekvési tervben figyelmet fordított a gazdaságba „másodlagos nyersanyagként” visszajuttatott újrafeldolgozott anyagokra is.

Az Európai Bizottság a 2015 decemberében kiadott körforgásos gazdaság javaslatcsomag Akciótervéhez kapcsolódóan 2018. január 16-án újabb csomagot terjesztett elő, amelynek tartalma 3 közlemény és két jelentés. A Körforgásos Gazdaság csomag továbbá még **hat hulladékgazdálkodási irányelv** módosítására vonatkozó javaslatot tartalmaz, amelyek 2018. július 4-én léptek hatályba.

A javaslatcsomag átfogó célja az erőforrás hatékonyság, valamint az üvegházhatású gázkibocsátás mérséklésének elősegítése a nyersanyagok, termékek és hulladékok lehető leghatékonyabb felhasználásának, illetve hasznosításának biztosításával. Magyarország

számára lényegi pontot a célszámok képezik, amelyek eléréséhez biztosított ugyan a derogáció (átmeneti mentesség iránti) igénybevétele, azonban a célszámok teljesíthetősége tekintetében további jelentős lépések szükségesek.

A körforgásos gazdasági csomag részeként benyújtott irányelvi módosítások jelentősen átalakítják a hatályos szabályozási rendszer definícióit, célszámait és számítási módszertanát. A Körforgásos gazdaság jogalkotási csomag alapozta meg a 2019. decemberében aláírt **Európai Zöld Megállapodást** (Green Deal) és a 2020 március 11-én elfogadott, „A tisztább és versenyképesebb Európát szolgáló, körforgásos gazdaságra vonatkozó új cselekvési tervet.”

### **3.2. Hazai szabályozás jelenleg**

Magyarország hulladékgazdálkodását a **2012. évi CLXXXV. törvény** foglalja össze és szabályozza. A törvény hatálya kiterjed - a (3) bekezdésben foglalt kivételekkel - minden hulladékra, a hulladékképződés megelőzését szolgáló tevékenységekre, a hulladékgazdálkodásra, illetve a hulladékgazdálkodási létesítményekre.

Magyarországon több, mint két évtizede épült ki a szelektív hulladékgyűjtés rendszere. Ma már az ország szinte minden településén elkülönítetten gyűjtik a háztartásokban keletkező, tovább hasznosítható hulladékot, mint ahogy a vendéglátó-ipari szektorban is rendelet szabályozza a főzéskor és étkezéskor keletkező élelmiszer- vagy ételhulladék, illetve a használt sütőolaj begyűjtését is.

Az Európai Unió által kiadott Hulladék Keretirányelv 2024. január 1-étől kötelezővé teszi a tagországok számára a háztartásokban és vendéglátóhelyeken képződő étel- és élelmiszerhulladék, valamint használt sütőolaj elkülönített begyűjtését, ami egy teljesen új kötelezettséget jelent a hazai szereplők számára is.

Magyarországon **koncessziós rendszer** alakult ki, melynek értelmében 2023. július 1-étől a MOL cégcsoport lépett a koncesszor szerepébe, így a következő 35 évben ő lesz a felelős az évi mintegy 4-5 millió tonna magyarországi települési szilárdhulladék gyűjtéséért és kezeléséért.

A Magyar Közlöny 2023. évi 180. számában jelent meg az **559/2023. (XII. 14.) Korm. rendelet** *a biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól.*

A rendelet a megelőzés céljából a házi, vagy közösségi komposztálást szorgalmazza, a lakosság szemléletformálása és edukációja mellett.

A hulladékbirtokos az elkülönített gyűjtési rendszerben az erre a célra rendszeresített hulladékgyűjtő edényzetben gyűjtheti (jogszabály szerint 2024. január 1-től) a háztartásban képződő **konyhai zöldhulladékot** (nyers zöldség- és gyümölcs maradék, kávézacc, teafű, fűszerek, gyógynövények, tojáshéj) és a **konyhai élelmiszerhulladékot** (hulladékká vált konyhai étel és élelmiszer).

A koncesszió hatálya alá tartozó biológiailag lebomló hulladék átvételének, gyűjtésének, szállításának módját és gyakoriságát a jogszabály szerint koncessziós társaság határozza meg, bár ez a korábban kiadott **13/2017. (VI. 12.) EMMI rendeletnek** *(a hulladékgazdálkodási közszolgáltatás körébe tartozó hulladékkal kapcsolatos közegészségügyi követelményekről)* ellentmond.

Elsősorban a **házhoz menő gyűjtés** a célirány, ha az nem jár aránytalan gazdasági költséggel. Ahol a házhoz menő gyűjtés nem biztosított, ott - az ellátott lakosság számát figyelembe vevő méretű - **hulladékgyűjtő pontok** kerülnek kialakításra. Hulladékgyűjtő pontként kijelölhető üzemeltetett hulladékgyűjtő udvar is. *A gyűjtés sikere jelentős mértékben függ a lakosság hajlandóságától.*

A biológiai kezelésre, valamint stabilizálásra felhasználható hulladéktípusokat és segédanyagokat, valamint segédanyagként felhasználható hulladékfajtákat a Kormányrendelet 1. sz. melléklete tartalmazza, a komposztokra vonatkozó fizikai, kémiai és biológiai követelményeket nem mezőgazdasági felhasználás esetén a 2. sz. melléklet, míg a telepi komposztálás, a stabilizálás és a biogáz-előállításra vonatkozó műszaki szabályokat a 3. sz. melléklet.

### **3.2.1. Országos Hulladékgazdálkodási Terv III. (2021-2027) biológiailag lebomló hulladékok szempontjából**

Magyarország számára kiemelt cél a környezet védelme és a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás. Ehhez a Kormány 2020-ban elfogadta a **Klíma- és Természetvédelmi Akciótervet**. Ez a fenntarthatóság, a megújuló energia szélesebb körű felhasználása és a klímavédelem területén vállalt feladatok mellett tartalmazza a hulladékcsökkentésre, az országban található jogellenesen elhagyott, elhelyezett hulladékok felszámolására vonatkozó intézkedéseket is.

A Kormány célja, hogy hazánk – az akciótervben foglaltaknak megfelelően – fokozatosan áttérjen a körforgásos gazdaságra és a magyar hulladékgazdálkodási ágazat mintaértékű modell legyen Európában. Ennek érdekében megújítja a hazai hulladékgazdálkodási ágazatot és olyan rendszert vezet be, amely **nyersanyagként kezeli a hulladékot**.

*A körforgásos gazdaságra való átállást, az illegális hulladéklerakók felszámolását, a hulladékot illegálisan elhelyezők szigorúbb büntetését, a visszaváltási rendszer és kiterjesztett gyártói felelősségi rendszer kialakítását, valamint a hulladékgazdasági tevékenység racionalizálását szolgáló jogszabályi módosítások hozzájárulnak ahhoz, hogy megóvjuk a természeti környezetünket, azok értékeit, valamint kincseinket és megtisztuljon az ország.*

Az **Országos Hulladékgazdálkodási Terv** (továbbiakban *OHT*) elkészítését a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről szóló, 2008. november 19-i 2008/98/EK európai parlament és tanácsi irányelv, valamint a hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény írja elő. Az Országos Hulladékgazdálkodási Terv 7 évre készül, az Európai Unió programozási időszakához igazodva.

Az OHT I. dokumentuma 2003–2008 közötti időszakra készült, a II. dokumentum a 2014–2020 közötti időszakra.

**A III. dokumentum részletezi** - a biológiailag lebomló hulladékra vonatkozóan - a 2021-2027 időszakra vonatkozó helyzetet, az OHT II. alatt elért eredményeket, azonosítja a hiányosságokat és felvázolja a nevezett hulladékáramra vonatkozó általános és specifikus cselekvési irányokat.

Biológiai kezelésre felhasználható hulladéktípusok többek között:

- a 02-es főcsoportba tartozó *mezőgazdasági, kertészeti, akvakultúrás termelésből, erdőgazdálkodásból, vadászatból, halászatból élelmiszer-előállításból és feldolgozásból származó hulladékok*, valamint
- a 20-as települési hulladékok főcsoportján belül az elkülönítetten gyűjtött biohulladékok, amelyek elsősorban a 20 02 01 (*kertekből és parkokból származó biológiailag lebomló hulladék*), és 20 01 08 (*elkülönítetten gyűjtött biológiailag lebomló konyhai és étkezdei hulladék*) hulladékazonosító kódok alá tartoznak.

A biológiailag lebomló hulladék mennyisége jellemzően egyrészt a zöldhulladék, másrészt az élelmiszerhulladék mennyiségéből áll.



*1. kép: Egy bio szelektív kuka belseje – Fotó: Thüringer Barbara / Forrás: Telex*

Magyarországon a **teljes élelmiszerhulladék** mennyisége átlagosan mintegy 12%, ez azt jelenti, hogy a 2018-ban keletkezett 2,6 millió tonna vegyes hulladékból mintegy 320 000 tonna élelmiszerhulladék keletkezett, ami fejenként évente 32,7 kg élelmiszer-hulladékot jelent (ebben nincs benne a közcsatornába juttatott élelmiszerhulladék mennyisége, ami további mintegy 15 kg/fő/év mennyiség lehet víz nélkül).

Jellemzően a téli időszakban – különösen az ünnepek idején – jelentősebb az élelmiszerhulladék mennyiség, míg a tavaszi kert munkák megkezdésével a zöldhulladék mennyisége növekszik.

A **települési hulladék** főcsoportba tartozó zöldhulladék és konyhai, étkezési hulladék a közszolgáltatói gyűjtési rendszerbe kerül. Az OKIR EHIR adatai alapján - a 20 02 01 Hulladék Azonosító Kódú (HAK), a biohulladékon belül - a gyakorlatban **zöldhulladéknak** nevezett hulladékból 360 ezer tonna került 2018-ban a hulladékkezelés folyamatába. A kezelt 20 02 01 hulladékazonosító kódú hulladék legnagyobb része - R3 kezelési kód alatt - elsősorban komposztálásra került (286 ezer tonna).

A közszolgáltatók által begyűjtött biohulladék mennyisége 2018-ban 217 ezer tonna volt, amely mellett 275 ezer tonna volt a komposztált mennyiség, ami azt jelzi, hogy a begyűjtött biohulladékok komposztálása elsősorban erre a hulladékáramra épül. Kedvező statisztikai adat, hogy a komposztált biohulladék mennyisége évről évre növekszik.

A 20 01 08 hulladékazonosító kódú, a biohulladékon belül a gyakorlatban **konyhai hulladéknak nevezett hulladékból a 2018-as évben mindösszesen 4 ezer tonna elkülönített gyűjtése történt meg. Ezen anyagáram elsősorban a vegyesen gyűjtött települési hulladékba kerül, amely csak nagyon kis mértékben hasznosított.**

A jelenlegi elkülönített biohulladék-gyűjtés elsősorban a lakosságtól a kertekben, valamint a közterületeken, a parkokban keletkező biológiailag lebomló szerves hulladékokra, az úgynevezett zöldhulladékokra korlátozódik. A településeken ezek a kertekben és parkokban képződő hulladékok azok, amelyek gyűjtése a keletkezésük jellege miatt is elkülönítetten történik (közterületek gondozása), illetve viszonylag egyszerű a lakossági elkülönített gyűjtés bevezetése és működtetése.

A cél világos: a biológiailag lebomló hulladékok hasznosítása.

### **Cselekvési irányok**

A komposztálásra kerülő mennyiség hazánkban jelenleg mindössze 200-300 ezer tonna/év, amely hozzávetőleg 700-800 ezer tonna lehetne. A fenntartható fejlődés szempontjából alapvető környezetvédelmi, gazdasági és társadalmi érdek is, hogy a termőföldről elszállított nagymennyiségű biológiailag lebomló szervesanyag minél nagyobb hányada megfelelő minőségben és módon visszakerüljön a termőföldre.

Ehhez szükséges:

- a biohulladék kötelező elkülönített gyűjtése,
- a jelenleg meglévő országos biohulladék hasznosító kapacitás karbantartása, felújítása, az amortizálódott gépek, berendezések cseréje, igény szerinti technológiai fejlesztése,
- a zárt rendszerű komposztálási technológia megfelelő kapacitásának elérése Magyarországon, tekintettel arra, hogy a hulladékgazdálkodásból származó metánkibocsátás jelenleg 8%-áért a nem megfelelő komposztálás felel,
- elő kell segíteni gazdasági és jogi eszközökkel a komposztok mezőgazdasági hasznosítását, komposzt minőségbiztosítási rendszer kialakításával,
- a hulladékgazdálkodás és a mezőgazdaság kapcsolatának erősítése,
- az élelmiszerhulladék szintjének egységes mérésére vonatkozó módszertan kidolgozása,
- házi és közösségi komposztálás elősegítése, országos szemléletformálási tevékenység.

### **3.3. Nemzetközi és hazai begyűjtési rendszerek**

#### **3.3.1. Olaszország**

**Milánó** a biohulladék megfelelő begyűjtésének területén **utat mutat** számos város és ország számára (Fruitweb.hu 2022). Az olasz városvezetésnek kezdetben nem volt egyszerű feladata, mára azonban az élelmiszerhulladékok helyi begyűjtési rendszere nagyszerűen teljesít. A projekt tanulsága, hogy az emberek hamar megszokják az ésszerű megoldást, melynek eredménye jó minőségű humusz és biogáz.

A milánói városvezetésének kezdetben nem volt egyszerű feladata. Az olasz nagyváros lakosságának (1,4 millió fő) 80 százaléka ugyanis tömbházakban él. Ennek ellenére hatékony hulladékgazdálkodási rendszert hoztak létre. Az első lépését 2012 novemberében tették meg, majd a szisztémát szakaszosan vezették be, odafigyelve a megfelelő kommunikációra, tájékoztatásra és oktatásra.

A rendszert három nagyobb egységre bontották: kereskedelem-vendéglátás, háztartások, nyitott piacok.

A *kereskedelmi tevékenységek*, azaz az étkezdék, bárók és éttermek az összes élelmiszer-hulladék mintegy 25 százalékát teszik ki. Ezen a területen a legfontosabb szempontok a **háztól házig történő begyűjtés**, a 120 literes kukák biztosítása és a napi szintű begyűjtés megszervezése volt, hétfőtől vasárnap estig.

A *háztartásokból* származó élelmiszerhulladékok az élelmiszerhulladékok legnagyobb részét teszik ki. Itt három fő tényező dominál:

- házhoz menő begyűjtés, hetente kétszer kora reggel;
- 10, 35 vagy 120 literes kukák biztosítása, ill. komposztálható zsákok a kukába való elhelyezéshez;
- kisebb szemetesek/zsákok biztosítása a kisebb háztartások számára.

A rendszer harmadik lába a legfiatalabb, hiszen „csak” 2017-ben kezdődött meg, a *nyitott piacokon történő begyűjtés*, de 2019-re már 2000 tonna élelmiszerhulladékot gyűjtöttek össze és komposztáltak. A piacok esetében speciális komposztálható zacskókat biztosítanak zacskótartóval, illetve a gyűjtést minden alkalommal végzik, amikor a piac bezár.

10 évnyi működést követően a milánói élelmiszerhulladék-begyűjtési rendszer nagyszerű eredményeket mutat. 2011 és 2015 között az **egy főre jutó összegyűjtött élelmiszerhulladék** éves mennyisége 28 kilogrammról 95 kilogrammra nőtt, 2019-ben pedig elérte a 110 kilogrammot, ami **majdnem hatszorosa az uniós átlagnak**. A legutóbbi évek adatai szerint évente átlagosan 130 000 tonna élelmiszerhulladékból keletkezik biogáz, illetve komposzt. A szelektív gyűjtéshez is megjött az emberek kedve. Az élelmiszerhulladék külön gyűjtését megvalósító rendszer bevezetése után a szelektív hulladék-gyűjtés is fellendült. 2019-ben elérte a 62,6%-ot, ami az EU 2020-ra kitűzött 50%-os újrahasznosítási célértékéhez viszonyítva kiváló eredmény.

### 3.3.2. Norvégia

Norvégiában egy logisztikai szempontból hatékony megoldást vezettek [8]. Az innovatív megoldás: a vegyes települési hulladékgyűjtéssel együtt kerül begyűjtésre az élelmiszerhulladék. A megoldás a többféle, egységes színű fóliazsákokban rejlik. A norvégok egységes **zöldzsákok** használnak az élelmiszerhulladéokra, **lila** színűt a műanyag palackokra,



a **szürkezsák** (vagy egyéb kereskedelmi szatyor) pedig a maradék vegyes hulladéknak. A zsákokat minden élelmiszerboltban ingyen kaphatják meg a lakosok, így segítve őket a hatékony gyűjtés érdekében.



*2. kép: Egységes fóliazsákok – Oslo; Forrás: <https://www.oslo.kommune.no/>*

A kültéri tárolóban egy helyre kerül a lila, a zöld és a szürke zsák, majd gyűjtőjárművel történő elszállítást követően egy telephelyen optikai válogató segítségével automatikusan elkülönítésre kerülnek a hulladékfrakciók. Oslo városában a keletkező ételhulladék 50%-a kerül elkülönítve gyűjtésre.

### 3.3.3. Szlovénia

Szlovénia az egyik legkörnyezetbarátabb ország, ahol a települési hulladékok külön gyűjtése 69,5%-ban megoldott [1]. Természetesen már évek óta bevezették az élelmiszerhulladékok gyűjtését is. Érdekes módon az élelmiszerhulladékot közösen gyűjtik a kerti hulladékkal, **barna** színű gyűjtőedényben. A biohulladékot papír, biológiailag lebomló polietilén, vagy biológiailag lebomló kukoricakeményítő zsákokban gyűjtik a lakosok. A leveleket, gazokat és egyéb kerti hulladékot zsákok használata nélkül helyezhetik el a barna kukákban.

A legkorszerűbb technológiát alkalmazva a kezelés során kiváló minőségű komposzt keletkezik, amellyel a kertek és a szántók trágyázhatók.

Szlovéniában 2022-ben összesen kb. 150.800 tonna élelmiszerhulladék keletkezett (a teljes hulladékmennyiség kb. 19%-a), ebből kb. 70.200 tonna a háztartásokban. Az élelmiszerhulladék közel 80%-át kezelik: 117.600 tonnát, amelyből kb. fele-fele arányban történik komposztálás, ill. biogáz kezelés.

### 3.3.4. Nagy-Britannia

Nagy-Britanniában már kötelező a háztartásokban keletkező élelmiszerek külön gyűjtése a 2021-ben hatályba lépett környezetvédelmi törvény miatt (WRAP (2024)).

Egy civil szervezet, a WRAP (Waste and Resources Action Programme) ajánlását több brit önkormányzat is bevezetett.

A tanulmány alapján a **heti** elkülönített gyűjtési módszer adta a legnagyobb hatékonyságot, a tároló mérete, praktikussága, szagzárósága és a konyhában való elhelyezhetősége mellett.

Nagyvárosi tapasztalatok azt mutatták Nagy-Britanniában, hogy társasházi gyűjtések hatékonysága elmaradt a kertvárosi háztartásokhoz képest. Ennek elsődleges oka az volt, hogy ezen lakások kisebbek és természetesen az itt lakók kevésbé mutattak hajlandóságot a konyhai ételmaradékok külön gyűjtésére. Félelmeik elsősorban a hely szűke miatt és az ételhulladék erjedéséből származó kellemetlen szag miatt volt.

Három fő gyűjtési rendszer alakult ki az élelmiszerhulladék esetén:

- önálló élelmiszerhulladék gyűjtőkör, kizárólag társasházakra;
- önálló élelmiszerhulladék gyűjtőkör társasházakra és családi házakra;
- más anyagokkal való együttes gyűjtés (pl. csomagolási hulladék).

Nagy-Britanniában elterjedt a kisméretű – tipikusan csak élelmiszerhulladékok begyűjtésére alkalmazott - járművek használata. Ezen járművek nem rendelkeznek tömörítőrésszel, az utcai gyűjtőedények tartalmát a jármű oldalán elhelyezett nyílásokon keresztül ürítik ki. Egyes szolgáltató több frakció együttes gyűjtését képes megvalósítani speciális járműveivel (más hulladékokkal kombinálható céljármű).

### 3.3.5. Magyarország

Az EU előírása a biohulladék kötelező elkülönített gyűjtése (vagy keletkezés helyén történő gyűjtése és hasznosítása) 2024. január 1-től.

Az 559/2023. (XII. 14.) Korm. rendelet szerint elsősorban a házhoz menő gyűjtés a célirány, ha az nem jár aránytalan gazdasági költséggel.

Ahol a házhoz menő gyűjtés nem biztosított, ott - az ellátott lakosság számát figyelembe vevő méretű - hulladékgyűjtő pontok kerülnek kialakításra. Hulladékgyűjtő pontként kijelölhető üzemeltetett hulladékgyűjtő udvar is.

A begyűjtött és előállított szeparált, nagy tisztaságú szerves hulladék feldolgozásának két iránya lehet:

- a biológiailag nem lebontható szervesanyagok feldolgozása nyersanyaggá és energiahordozóvá (fűtőolaj, szintézisgáz),
- a biológiailag lebontható szervesanyagok feldolgozása komposztta, amely alkalmas a növénytermesztés számára biológiailag tiszta, szennyezőanyagoktól (patogénektől, csírázásra képes gyommagvaktól, mikotoxinoktól, stb.) mentes, talajmelioráló, terméshozam növelő, tápanyagpótló készítmények előállításához, magas beltartalmú szerves alapanyagként.

2024 januárjától - első körben - a MOHU országsszerte 14 településen, Budapest XI. és XXI. kerületében, Miskolc, Debrecen, Székesfehérvár, Szolnok, Kecskemét, Cegléd, Zalaegerszeg, Békéscsaba, Nagykanizsa, Tatabánya, Kaposvár, Gyula, valamint Békés társasházi övezeteiben indította el a szolgáltatást, így 2024-ben 460 000 embert érint az új begyűjtési rendszer.

A bevont háztartások kaptak egy 5 literes (188 000 db), a társasházak pedig egy nagyobb, 120 literes (12 524 db), barna fedelű kukát a biohulladék gyűjtésére. Tehát a kommunális, a papír-, a műanyag- és fémhulladék gyűjtésére való kuka mellé érkezett meg az új szemetes.

A második ütem 2025-ben indul majd 1,5-2 millió lakos bevonásával, és ez főként a többi vármegyeszékhelyet, valamint a nagyobb városokat érinti majd.



3. kép: Ötféle, köztük bio szelektív szemetes egy ljubljanoi utcán – Fotó: Thüringer Barbara; Forrás: Telex



4. kép: Magyarországi 120 l-es gyűjtő edényzet – Fotó: MOHU

A szakdolgozat időpontjában nem állnak rendelkezésre számszerű adatok a begyűjtött hulladékmennyiségeket illetően.

### 3.4. Dúsítási eljárások

#### 3.4.1. Nedves - sűrűség szerinti - dúsítási eljárás

A nedves eljárások alkalmazásával lehet a legjobb minőségű végterméket előállítani (Csöke B. 2008, 289-301. o.). Az eljárás során azonban a **keletkezett szennyvíz tisztításáról és az iszap elhelyezéséről külön gondoskodni kell**. A nedves eljárásokat elsősorban az értékes fémeket tartalmazó elhasznált eszközök (autóroncs, elektronikai hulladék) és az építési hulladékok előkészítésénél alkalmazzák.

Az ülepitésben, a szérelésben és a nehézközege dúsításban egyaránt az anyagdarabokra ható súlyerő, a közeg felhajtóereje és a közegáramlás következtében fellépő erőhatás határozza meg az egyes szemek elhelyezkedését, ill. mozgását a dúsító készülékekben, ezért az egyes eljárások alkalmazási területét a szemcseméret alapvetően meghatározza.

A sűrűségkülönbségen alapuló nedves eljárás előnyei:

- Olcsó berendezés, olcsó üzemeltetés,
- elterjedt, egyszerű, megbízható,
- nagy kihozatal, automatizálható.

Hátrányai:

- Általában csak egy szétválasztási határ,
- több alkotó esetén több lépés szükséges a tiszta anyagfrakciókhoz,
- nedves közeg esetén a szétválasztott frakciók szárítása szükséges,
- szétválasztó közeg szennyeződik, regenerálni kell.

### **3.4.2. Dúsítás ülepitő géppel**

Az ülepitőgép lényege a gép szitáján levő anyagréteg szakaszos fel-fellazítása és a szitára való visszaülepitése, így az anyagréteg sűrűség szerint rendeződik. A sűrűség szerinti szétrétegződés annak köszönhető, hogy az ülepitőgép ágyának fellazított állapotában is nagy a szilárd részek térfogataránya, amely a rétegek összezáródásakor még nagyobbra növekszik. Minél nagyobb a szemcsék térfogataránya az ágyban, annál nagyobb az ágyat alkotó szilárd szemcsék és a köztük lévő víz keverékének a sűrűsége, és ezzel együtt az ágy szemcséire gyakorolt felhajtóerő. Az ágy (víz-szilárd keverék) sűrűségénél nagyobb sűrűségű szemek leülepednek az ágy aljára, a kisebb pedig felúsznak az ágy tetejére.

Az anyagalmaz fellazítása álló szitán át való vízáramoltatással, vagy álló vízben a szitának fel-le mozgatásával történhet, e szerint lehetnek állósztítás, vagy mozgósztítás ülepitőgépek. Leggyakrabban állósztítás ülepitőgépeket alkalmaznak, ahol a vízszintes, vagy közel vízszintes szita egyik végén folyamatosan történik az anyagfeladás, a szita túlsó végén lévő résen át - ha van ilyen - ugyancsak folyamatosan távozik az alsó, nagysűrűségű réteg, és túlömlő élen át a felső, kissűrűségű réteg.

Az ülepítésnél a közeg mozgatására dugattyút, vagy membránt, vagy pedig sűrített levegőt használnak. Ezzel az eljárással nagy kapacitás és éles szétválasztás érhető el. Az üzemeltetési és beruházási költség is alacsony.

### **3.4.3. Szétválasztás nedves áramkészülékkel**

A nedves áramkészülékekben történő szétválasztás elvi alapja, ugyanúgy, mint a száraz áramkészülékek esetében – a különböző sűrűségű szemcsék eltérő süllyedési sebessége, ill. közegben való eltérő mozgása. Elsősorban vegyes hulladék szétválasztására alkalmazott eljárás. Alkalmazásuk elsősorban az építési hulladékok előkészítésére (mechanikai eljárásokkal történő feldolgozásra) terjedtek el, de találkozunk velük kábel-, akkumulátor és műanyag hulladékok hasznosítására való előkészítésekor is.

## **4. HAZAI HULLADÉK MINTAVÉTELEZÉSI MÓDSZEREK**

### **4.1. Az MSZ 21420-28 és -29:2005 szabványok**

A települési hulladékok mintavételét és a hulladék összetételének meghatározását az *MSZ 21420-28:2005*, valamint az *MSZ 21420-29:2005* szabványok írják le, melyek **alkalmasak** mind a **vegyesen és az elkülönítetten gyűjtött hulladékok jellemzésére is.**

A szabványos vizsgálat legkisebb egysége az **egy „vizsgálat”**, amely egy adott időpontban a „felmérendő területen” (alapsokaság) keletkező hulladék mintavételezés útján történő jellemzését jelenti. Amennyiben a felmérendő területen 200 000 főnél kevesebben élnek, akkor 5, ha ennél többen élnek, akkor pedig minimum 10 gyűjtőjárművet kell kiválasztani és az azokban begyűjtött nyersminták mintavételezését elvégezni. Mivel a közszolgáltató cégek a hulladékok begyűjtését tervezett rendszerben végzik, amelyek csak hosszabb időtávon változnak, ezért az **alapsokaság részsokaságokra való felosztását** célszerű a kialakult gyűjtőjármű-útvonalak szerint elvégezni.

A részsokaság szabványos elnevezése a „**szektor**”. A szektor az adott kiválasztott gyűjtőjármű által bejárt terület, amelyen meghatározható a kiszolgált lakosok száma, a terület nagysága és a terület típusa a kommunális hulladék forrása szerint.

A forrás típusa alapvetően háromféle lehet:

- családi házas,
- bérházás,
- ill. gazdálkodó szervezet hulladéka.

Egy adott gyűjtőjárműben ezek a hulladékok összekeverednek, a *lakossági eredetű* hulladék mennyiségét a szerződött lakosok száma alapján, míg a *gazdasági szervezetek* hulladékát annak a százalékos aránya alapján lehet jellemezni minden egyes szektorra külön-külön.

**Egy adott kiválasztott gyűjtőjárműben lévő hulladék jellemzi azt a szektort, amelyből érkezett és a hasonló típusú szektorokat is, így a szektorok adatai alapján a felmérendő területen keletkező összes hulladék a szektorok mérési eredményei alapján, a lakosok száma és a gazdasági szervezetek hulladékának százalékos aránya alapján történő súlyozott átlagok kiszámításával becsülhető.**

Amennyiben a szezonális hatás jellemzése a cél, akkor az eltérő időpontokban kell szabványos vizsgálatot végezni (min. 5 vagy 10 gyűjtőjármű).

A hatályos magyar kommunális hulladékvizsgálati szabványok Pierre Gy. (1979) mintavételezési elméletén alapulnak. A Gy. által kiszámított **minimális átlagmintatömegek** kerültek be a magyar szabványokba a vegyesen és a különféle elkülönítetten gyűjtött hulladékáramokra (MSZ 21420-28 szabvány, 1. táblázat) vonatkozóan.

*A vegyesen gyűjtött kommunális szilárd hulladékok* esetében **10 db 50 kg-os** egyes mintát kell összekeverni, így képezve a min. **500 kg tömegű átlagmintát**.

A legalább 500 kg tömegű **átlagminta** a mintavételezésre kiválasztott gyűjtőjármű által a hulladékkezelő telepre beszállított nyersmintából kétféle módon **képezhető**:

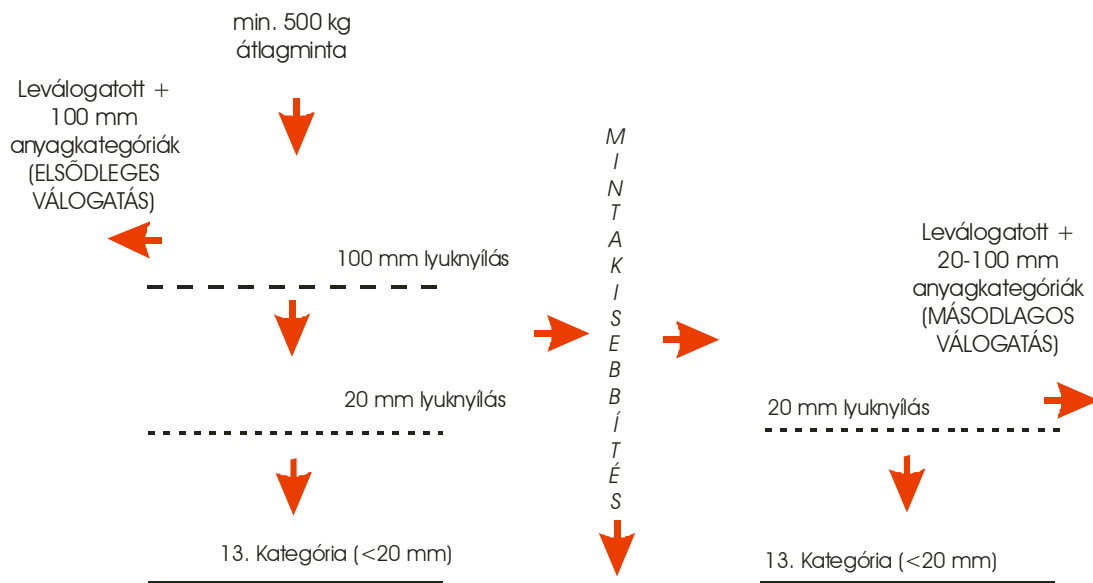
*1. kanalas rakodógéppel történő átrakással*

A mintavételezés műszaki gyakorlata szerint teljesen korrekt; amikor a teljes nyersmintát egy kb. 250 literes kanalú rakodógéppel átrakjuk, és ebből *véletlenszerűen kiválasztunk tízet*, majd a megmaradó port is kisebbitjük és abból is tízet kiválasztunk.

2. a gyűjtőjárműből történő elnyújtott lerakással és az átlagminta véletlenszerű elkülönítésével.

A módszer két ún. mintavételezési arany szabályon alapul: egyrészt a teljes nyersmintát átrakjuk akkor, amikor a jármű hosszanti csíkban leönti azt.

Ezt követően a kb. 3 m<sup>3</sup>-es átlagmintát egy kanalas munkagép teljes keresztmetszetben és keresztirányban kitolja, ami biztosítja, hogy a begyűjtés során és a járműben összekeveredő anyagból jellemző mintát tudjunk venni. Az átlagminta szabványos feldolgozása (minta előkészítése) az 1. ábra szerint történik.



1. ábra: Az átlagminta előkészítésének szabványos protokollja (Forrás: ME [6])

A minta-előkészítés szabványos protokollja során mindig a **válogató szitákra** történő **100 mm-es** négyzetes lyuknyílású szita helyezkedik el felül, alatta egy **20 mm-es**, míg az alatt egy tálca található. Az átlagmintát kb. 20-30 kg-os adagokban kell a szitára helyezni, a tömegét minden egyes adagnak mérni kell. A szabványos mintaelőkészítés anyagszármazását csak úgy lehet kiszámítani, ha a teljes átlagminta tömegét a feladáskor részletekben megmérjük. A 100 mm-es szitán egyidejű szitálás mellett történik a 100 mm-nél nagyobb szemcsék **12 anyagkategóriára** (MSZ 21420-29 szabvány 4. fejezet) **történő szétválogatása**. Az elsődleges válogatást követően a 20 mm-es szitán fennmaradt köztes méretfrakciót (20–100 mm) átlós negyedeléssel mintakisebbíteni kell, kb. a nyolcadára, jellemzően, minimum 40 kg-ra. A másodlagos válogatás során, a 20 mm-es szitán kell – egyidejű szitálás mellett –, az anyagot ismételtelen 12 anyagkategóriára válogatni.



Az elsődleges és a másodlagos válogatás során az alsó tálcában összegyűlt és a földről felsepert lehullott anyag együttesen képezi az **ún. 13. Finom <20 mm anyagkategóriát** (frakciót). Az így nyert adatokból az **átlagminta nedves összetétele** (anyagmérlege) kiszámítható.

A válogatás során – a szabvány szerint – minden anyagkategóriából elemzési mintát kell képezni a **szárazanyag-tartalom meghatározásához**. A szárításhoz vett vizsgálati minta tömegét az adott kategória esetén kb. 2/3 részben a durva frakcióból (>100 mm) és 1/3 részben a közepes frakcióból (20-100 mm) kell összeállítani. A szárazanyag- tartalom meghatározható a szétválogatott kategóriákra és alkategóriákra is.

Adott kategóriákra vonatkozó vizsgálat esetén a biológiailag lebomló hulladékból **(1)** 20 kg-ot, a finom <20 mm frakcióból **(13)** 4,5 kg-ot, míg az összes többi anyagkategóriából **(2–12)** 2 kg-ot kell képezni és a szárítószekrénybe helyezni. A szárítást 105 °C-on, kb. 24 óra időtartam alatt kell elvégezni.

Amennyiben a kommunális hulladék tetszőleges fizikai, kémiai vagy biológiai jellemzőjét szeretnénk megmérni és ehhez elemzési mintát kell előállítani, akkor minden esetben szükséges a szabványos összetételi vizsgálatot elvégezni. Az elemzési mintákat a szárításhoz vett elemzési mintákhoz hasonlóan kell képezni, majd ezt követően minden anyagkategória esetén külön kell a mintákat előkészíteni (aprítás-kisebbités elvű minta-előkészítés).

Ezt követően lehetséges az elemzést külön anyagkategóriánként, vagy a száraz összetétel szerinti arányban újra összekevert poron egyben elvégezni.

#### **4.1.1. A mintavételezési módszer rövid összefoglalása**

*1. A felméréndő területet meghatározása, mely azt a behatárolt földrajzi terület jelenti, ahol a hulladék összetételének megismerése szükséges (Weprot Kft. [16]).*

*2. Gyűjtőkörzet (szektor) kijelölése, mely a felméréndő terület azon része, melyet a vizsgálatok szempontjából egységként kezelünk. Az egyes gyűjtőkörzeteket úgy célszerű kijelölni, hogy az ott keletkező hulladék közelítőleg azonos makroszkopikus összetételű legyen (pl.: azonos típusú lakónegyedek szerint).*

3. *A felméréndő terület felosztása kerületek vagy lakónegyedek típusa szerint.* A választott módszertől függetlenül mindegyik szektorra részletesen meg kell határozni:

- a földrajzi határokat,
- a lakosság létszámát,
- a hulladékgyűjtés szervezési módját és
- a keletkező hulladék mennyiségét.

A hulladékgyűjtő járművek gyűjtési útvonala nem haladhat át a kijelölt gyűjtőkörzetek határain, egy gyűjtési útvonalnak egyetlen szektoron belül kell lennie.

#### 4. *A minták számának meghatározása*

A vizsgálati eredmények szórásának nagysága az elemzett minták számától és a hulladék heterogenitásától függ, ezért vizsgálatonként és gyűjtőkörzetenként legalább 5 átlagmintát kell képezni és feldolgozni. A nagyobb gyűjtőkörzetekben a hulladék összetétele a területen belül is jelentős eltéréseket mutathat, ezért ha egy felméréndő területen a lakosság létszáma meghaladja a 200 000-et, akkor a területet célszerű egynél több gyűjtőkörzetre osztani. Ha erre nincs lehetőség, akkor vizsgálatonként ilyen esetben legalább 10 átlagmintát kell képezni.

5. *A szükséges tömegű átlagminta képzése és tömegének meghatározása.* A mintavételre kiválasztott gyűjtőjármű által a hulladékkezelő telepre beszállított nyersmintából több módon képezhető átlagminta:

- kanalas rakodógéppel végzett átrakással;
- a gyűjtőjárműből való nyújtott lerakással és átlagminta véletlenszerű elkülönítésével.

Az átlagminta képzése során feljegyzendő adatok:

- a gyűjtési útvonal azonosítója,
- a gyűjtőjármű kódja,
- a begyűjtött hulladék tömege,
- időjárási adatok (különösen, ha a mintavétel napján esett az eső),
- a begyűjtött hulladék jellegének becslése szemrevételezéssel,
- a mintavétel során bekövetkezett bármilyen rendkívüli esemény.

6. *Az átlagminta válogatása.* Lehetőség szerint beszállítást követően azonnal (válogatószitán), de lehetőleg 24 órán belül. Addig az átlagmintákat szakadásálló zsákokban vagy kartondobozokban kell tárolni

#### 4.2. A részletes TSZH mintavételezési módszertan

A fentiekben részletezett szabványos átlagminta minta-előkészítési módszer nem ad eredményt a hulladék méret szerinti megoszlására és méret szerinti anyagösszetételére. Méret szerinti összetétel ismerete nélkül viszont mechanikai-fizikai hulladékfeldolgozó művek nem tervezhetők.

2017-re jelentős átalakulások történtek a hulladékgazdálkodásban. Nagyobb és korszerűbb lerakók és hulladékkezelő művek jöttek létre, fedett csarnokok és korszerű gépek, legfőképp **mobil dobszíták** álltak mindenhol rendelkezésre, amik által a teljes átlagminta átszítálására kerülhetett sor, így az anyag fellazult és a finom szemcsék áthullhattak a szitanyíláson. A finom anyagoktól megszabadított átlagminta válogatása ezt követően biztonságosabbá, könnyebbé és pontosabbá vált. Továbbá 2017–2018-ban **további speciális anyag alkategóriák** – mint élelmiszerhulladékok, csomagolóanyagok, a műanyagok és fémek anyagában való hasznosítását megalapozó alkategóriák –, **mérésére is igény, szükség mutatkozott**, amelyekre csak részben adnak iránymutatást a szabványok.

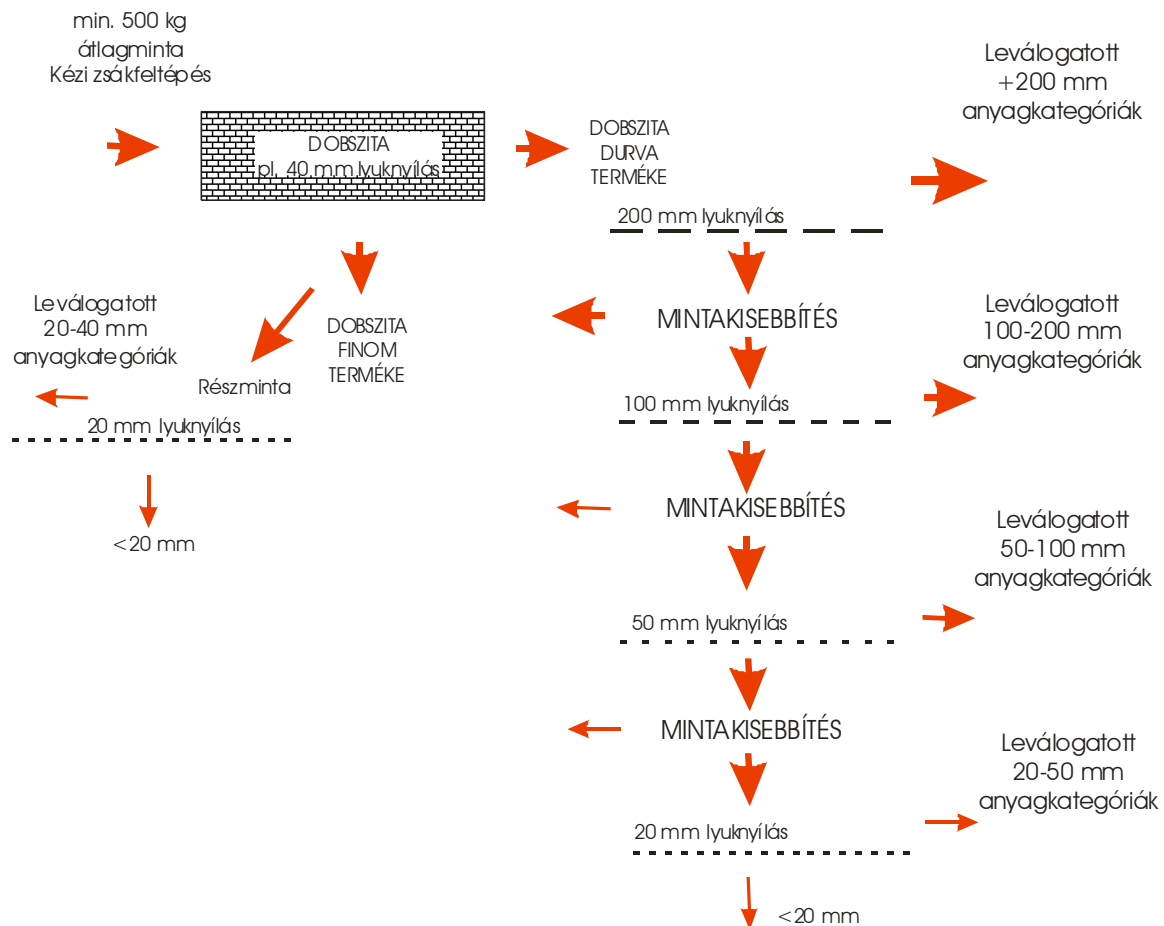
Mindezek miatt egy **új mintavételezési protokollt** dolgozott ki a *Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezettechnológiai Intézete*, az **ún. részletes TSZH mintavételezési módszertant**.

A részletes protokoll alapja az ún. **mintavételezési nomogram**. Amennyiben Gy. (1979) számításait elfogadjuk, akkor a kb. 100 mm-es jellemző TSZH-szemcseméretre (X95) 500 kg **minimális átlagminta tömeg** tartozik. Ebből visszaszámítható a minimális átlagmintatömeg számítására szolgáló ismert összefüggésben szereplő konstans,  $C = 500$  tonna/m<sup>3</sup>.

$$m_{AM} = C \cdot X_{95}^3$$

Az összefüggésből az is következik, hogy egy 50 mm-es lyuknyílású szitalapon 63 kg, míg egy 20 mm-es szitalapon 4 kg a statisztikailag még elfogadható minimális TSZH-mintatömeg.

Mindezek figyelembevételével tervezték meg a 2. ábrán sematikus bemutatott részletes protokollt. A részletes protokoll nagy előnye az, hogy az egymást követő szitálások után mindig **mintakisebbités** következik, így mindig csak a statisztikailag szükséges anyagmennyiségeket kell feldolgozni! Másrészt az alkalmazott szitasor ún. 2-es szitasor, azaz kb. mindig duplázódik egy-egy méretfrakció osztályszélessége, így **kevés szitával is jól lehet a méret szerinti összetételt jellemezni.**



2. ábra: Az átlagminta előkészítésének ún. részletes protokollja (Forrás: ME [6])

A dobszitalás előtt a zsákokat, amelyekben a hulladék van, kézzel, késsel fel kell vágni. Ezt követően egy kanalas munkagéppel feladva a teljes átlagmintát át kell szitálni a dobszítán, azért, hogy a kellemetlen finom anyagoktól megszabaduljunk. Az elemzés metodikája rugalmas, ezért 20 és 50 mm között bármilyen dobszitalyuk nyílás alkalmas, ill. dobszitalás nélkül is el lehet végezni a mérést.

Jelöljük a dobszita lyuknyílásának méretét XD-vel, amelynek a két terméke a +XD (dobszita durva) és a -XD (dobszita finom). A dobszitalás során a -XD (kisebb, mint XD) termékből kb. 20 kilónyi mintát kell venni a szalagvégről. A -XD terméket célszerű 1100 literes edénybe, vagy munkagép kanalába járatni, amelynek a nettó tömegét a hídmérlegen le kell mérni.

A dobszita durva termékének (+XD) az elemzése a 2. ábrán bemutatott protokoll szerint a következő. A +XD frakció a dobszitalás után a földön helyezkedik el, ahonnan kis adagokban a 200 mm-es válogató szitára kell lapátolni a teljes mennyiségét.

A válogatószita egy egyszerű, 1,2×1,2 m-es szitakeret, amelynek négy 0,8 m magas lába van. A négyzetes lyuknyílás keresztben egymásra helyezett 6 mm-es kör keresztmetszetű betonacél rudakból kialakítható. (Ez az egyszerű kialakítású szitakeret lényegesen kedvezőbb, mint a szabványok kidolgozásakor alkalmazott lézervágással, rozsdamentes lemezből készített „professzionális” szita, mivel nagyobb a szabad szitafelülete. Továbbá előnyös az is, hogy könnyű és így könnyen lehet rázni a szitalás elősegítése érdekében.)

**Fontos**, hogy a szitára terített anyag szita lyuknyílásánál kisebb méreteinek „át kell esniük” és csak a fennmaradt anyagot kell válogatni.

A mérési protokoll további folytatása a 2. ábra szerint, innentől már egyértelmű. A 20 mm-es szitán már csak kis mennyiséget kell válogatni, azonban az itt kapott arányokkal a több lépésben mintakisebbített és kidobott nagy tömegű részmintákban lévő alkotók is ki lesznek számítva az anyagmérleg meghatározása során, ezért a 20 mm-es szitán különösen gondosan kell szitalni és válogatni. A szabvány rögzíti a szárításra kivett elemzési minták minimális tömegét. A mérések során úgy jártak el, hogy a szárításra a 20–200 mm-es leválogatott méretfrakciók mindegyikéből vettek részmintát, a mérlegelést követően. A +200 mm-es frakcióból nem, mert akkor jóval nagyobb tömeget kellett volna kivenni. Ezen kívül a szabvány ajánlása szerint csak a 13. anyagkategória szárazanyag-tartalmát mérték meg 2017–2018-ban. A száraz összetétel kiszámítása során az anyag-alkategóriák szárazanyag-tartalmát egyenlőnek feltételezték az anyagkategóriákéval.

### 4.3. Az ún. EPR-es TSZH mintavételezési módszertan

Néhány évvel ezelőtt az Európai Unió bevezette az **ún. EPR (kiterjesztett gyártói felelősség)** direktívát, amelyet követően a tagállamok elkezdtek kidolgozni a saját nemzeti rendszereiket.

A hazai EPR rendelet (**80/2023. Korm. rendelet**) 2023. március 14-én jelent meg. Az üveg-, a műanyag- és fémcsomagolások visszaváltási rendszerei (**DRS**) 2024.01.01-től kerültek bevezetésre (**450/2023. (X. 4.) Korm. rendelet a visszaváltási díj megállapításának és alkalmazásának, valamint a visszaváltási díjas termék forgalmazásának részletes szabályairól**).

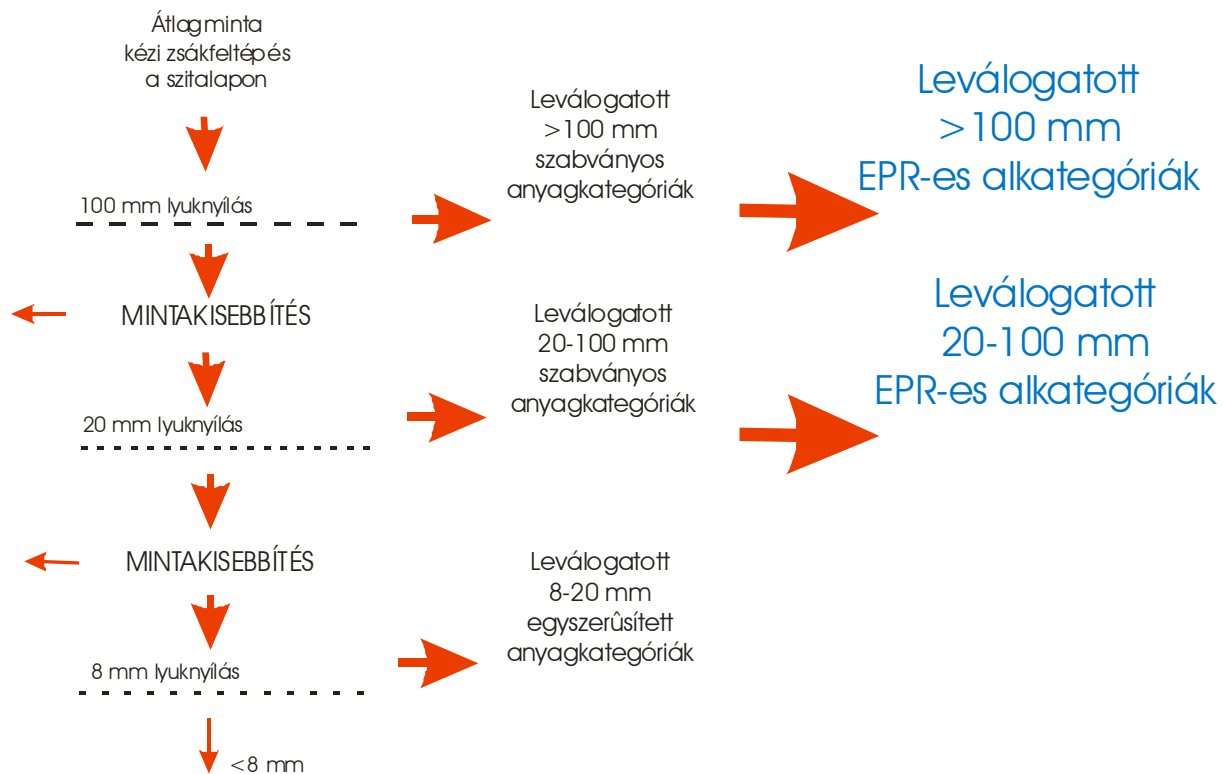
További ok, amely országos hulladék-összetételi adatokat igényel, az pedig a **fel nem dolgozott műanyag-csomagolások**, amely miatt *jelentős járulékot fizet az ország az EU felé*. Az ún. EPR-es módszertan fejlesztésének az első lépése a hulladékelemzés vizsgált **anyagkategóriáinak és anyag alkategóriáinak a meghatározása** volt. A kidolgozott lista a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezettechnológiai Intézet, az Energiaügyi Minisztérium, Hulladékgazdálkodási Főosztály és a MOL Nyrt. szakértőivel együtt született meg (*lásd: 2. táblázat*). A koncepció első része az volt, hogy a 13 szabványos alkategóriát tartsák meg, mert így az új eredmények összevethetők a korábbiakkal.

*2. táblázat: Az EPR-es módszertan szabványos anyagkategóriái és az EPR és DRS szerinti alkategóriái*

ANYAGKATEGÓRIÁK	ANYAG ALKATEGÓRIÁK
<b>1. BIOLÓGIAILAG LEBOMLÓ HULLADÉK</b>	1.1. Élelmiszerhulladék
	1.2. Zöldhulladék
	1.3. Sütőolaj és -zsír
<b>2. PAPÍROK</b>	2.1. Csomagolópapír
	2.2. Irodai papír
	2.3. Reklámpapír
	2.4. Nem EPR-es papír
<b>3. KARTONOK</b>	3.1. Csomagolókarton
	3.2. Nem EPR-es kartonok
<b>4. KOMPOZITOK</b>	4.1. 3D kompozit csomagolások
	4.2. 2D kompozit csomagolások
<b>5. TEXTÍLIÁK</b>	5.1. Textil csomagolóanyag
	5.2. Ruházat
	5.3. Lakástextil
	5.4. Nem EPR-es textil
<b>6. HIGIÉNIAI HULLADÉKOK</b>	6.1. SUP-kendő
	6.2. Nem EPR-es higiéniai

<b>ANYAGKATEGÓRIÁK</b>	<b>ANYAG ALKATEGÓRIÁK</b>
<b>7. MŰANYAGOK</b>	7.1. 2D csomagoló
	7.2. 2D nem csomagoló
	7.3. Műanyag DRS italos palack
	7.4. Műanyag, nem DRS italos palack
	7.5. 3D csomagoló
	7.6. 3D nem csomagoló
<b>8. NEM OSZTÁLYOZOTT ÉGHETŐ HULLADÉK</b>	8.1. Fa csomagoló
	8.2. Fából készült bútorok
	8.3. Gumiabroncs
	8.4. Öv és cipő
	8.5. Nem EPR-es éghető
<b>9. ÜVEGEK</b>	9.1. DRS-üveg
	9.2. Csomagolóüveg
	9.3. Nem EPR-es üveg
<b>10. FÉMEK</b>	10.1. DRS fém Fe
	10.2. DRS fém Alu
	10.3. Fe csomagoló- és spray fém
	10.4. Alu csomagoló- és spray fém
	10.5. Nem EPR-es fém
<b>11. NEM OSZTÁLYOZOTT ÉGHETETLEN HULLADÉKOK (INERT)</b>	-
<b>12. VESZÉLYES HULLADÉKOK</b>	12.1. Elem, akkumulátor
	12.2. Veszélyes csomagoló
	12.3. Veszélyes nem csomagoló
<b>13. KIS SZEMCSEMÉRETŰ HULLADÉK (FINOM HULLADÉK) (&lt; 20 MM)</b>	13.1. 8–20 mm műanyag
	13.2. 8–20 mm papír
	13.3. 8–20 mm fém
	13.4. 8–20 mm SUP filter
	13.5. 8–20 mm bio
	13.6. 8–20 mm egyéb
	13.7. 0–8 mm hulladék
<b>14. EGYÉB</b>	14.1. WEEE
	14.2. Egyéb

Első lépésben a számos szemcseméret-frakció külön történő elemzése lecsökkent, viszont elsőként bevezetésre került a 8–20 mm-es szemcsefrakció egyszerűsített válogatása. A 3. ábra mutatja a kidolgozott EPR-es átlagminta-előkészítési törzsfát.



3. ábra: Az EPR-es minta-előkészítés normal törzsfája (Forrás: ME [6])

Az EPR-es módszertan legfontosabb újítása az, hogy az EPR-es alkategorizálás egy **ismételt válogatás során** valósul meg, ami jelentősen növeli a módszertan pontosságát.

A teljes durva méretfrakció - vagy dobszitalás nélkül a teljes átlagminta – elemzésének a kezdetén a hulladékot – egy időben – lapátnyi mennyiségben a 100 mm-es lyuknyílású szitalapra kell helyezni. Ekkor a szabványokban megadott módon egyidejű szitálás és kézi válogatás történik.

Elsőként a 12 szabványos anyagkategóriára történik a válogatás. A 6 válogatómunkás a szita 3 oldalán helyezkedik el és mindenki 2 zsákba (kukába) válogat, miközben a szita negyedik éle felől történik a lapátolás. A kisebb, mint 100 mm-es szemcsék áthullnak a szitán és forgási kúp alakú halomba rendeződnek.

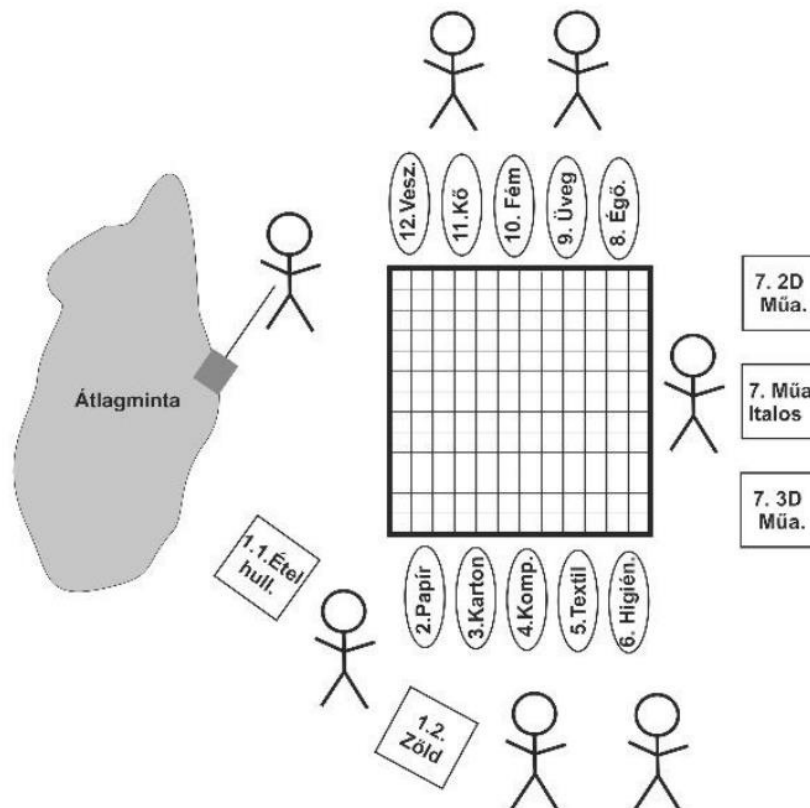
**A szabványos válogatás után következik az EPR-es válogatás két csoportban.** Ilyenkor a válogatószitára nejlonfóliát kell tenni és az adott szabványos anyagkategóriát az EPR-es alkategorizálásra kell aláválogatni. Ez duplikált válogatást jelent, de így jelentősen



megnövekszik a válogatás pontossága, mert az ismételt, azaz az EPR-es válogatás során fellelt hibásan válogatott szemcsék a megfelelő kategóriákba kerülnek.

Ezt követően következik a szita alatt összegyűlt anyag **mintakisebbitése**. A forgási kúp alakú anyagot körszimmetrikusan ki kell teríteni (palacsinta) és 2, 4 vagy 8 körcikkre kell bontani. Ebből egy körcikk válogatása kezdődik meg a következő, ez esetben a 20 mm-es lyuknyílású szitán. Ez a módszertan rugalmas és bármelyik TSZH-anyagáramhoz alkalmas, éppen ezért nem lehet rögzíteni, hogy a mintakisebbités hányad részre történjen. Ezért úgy kell eljárni, hogy a kisebbitett minta válogatása min. 30 percig tartson, de legalább addig, míg minden olyan anyagkategória esetén, amelybe kerül anyag, ezek tömege már jól mérhető legyen.

A le nem válogatott körcikk nyolcadokat mérlegelni kell, majd ki lehet őket dobni. Így kell eljárni a harmadik, a 8 mm-es szitán történő válogatás előtt is. A 8–20 mm-es méretfrakció válogatása már egy lépésben történik az egyszerűsített anyagkategóriákra. Az EPR-es módszertan első lépése, azaz a szabványos anyagkategóriákra történő válogatás célszerű elrendezését mutatja a 4. ábra.



4. ábra: A szabványos anyagkategóriákra történő válogatás célszerű elrendezése (Forrás: ME [6])

#### **4.4. Mintavételezési módszerek rövid összehasonlítása**

Az MSZ 21420-28 és -29-es **szabványok** a minta előkészítését, az anyag összetétel meghatározásának módszerét foglalják össze, anyagfajtákra történő válogatás útján. Így egy adott kiválasztott gyűjtőjárműben lévő hulladék által jellemezni lehet azt a szektort, amelyből érkezett a hulladék, továbbá a hasonló típusú szektorokat is, így a szektorok adatai alapján a felmérendő területen keletkező összes hulladék a szektorok mérési eredményei alapján, a lakosok száma és a gazdasági szervezetek hulladékának százalékos aránya alapján történő súlyozott átlagok kiszámításával becsülhető.

A szabványos átlagminta mintaelőkészítési módszer nem adott eredményt a hulladék méret szerinti megoszlására és méret szerinti anyagösszetételére, ezért dolgozták ki az új mintavételezési protokollt, a **részletes TSZH mintavételi módszertant**, amely további speciális anyag kategóriák – mint élelmiszerhulladékok, csomagolóanyagok, a műanyagok és fémek anyagában való hasznosítását megalapozó kategóriák –, mérésére is alkalmassá vált.

Az **EPR-es módszertan** legfontosabb különbsége az anyagkategóriák alkategorizálása. A szabványos válogatás után következik az EPR-es válogatás két csoportban, folyamatos mintakisebbitéssel, így a válogatás ismételt válogatás során valósul meg, ami jelentősen növeli a módszertan pontosságát.

## **5. EREDMÉNYEK AZ ÉLELMISZERHULLADÉKOK TERÜLETÉN**

### **5.1. Európai Unió / FUSIONS projekt**

Az EU által finanszírozott **FUSIONS projekt** (2012.08.01. - 2016.07.31.) célja az volt, hogy lehetővé tegye, ösztönözze, bevonja és támogassa Európát az élelmiszer-pazarlás csökkentésében, az élelmiszer-ellátási lánc minden szintjén (European Commission 2017).

Az élelmiszerhulladékkal kapcsolatos adatok hiányosságainak pótlása és megbízhatóbbá tétele érdekében a FUSIONS csapata az egyes tagállamok adatait egyeztetette, az e célra kidolgozott harmonizált keretek között 2012-2016 között.

A keretrendszer tartalmaz egy meghatározást, amely lehetővé teszi az élelmiszerhulladék – ideértve az ehető összetevőket is – nyomon követését a teljes értékláncban.

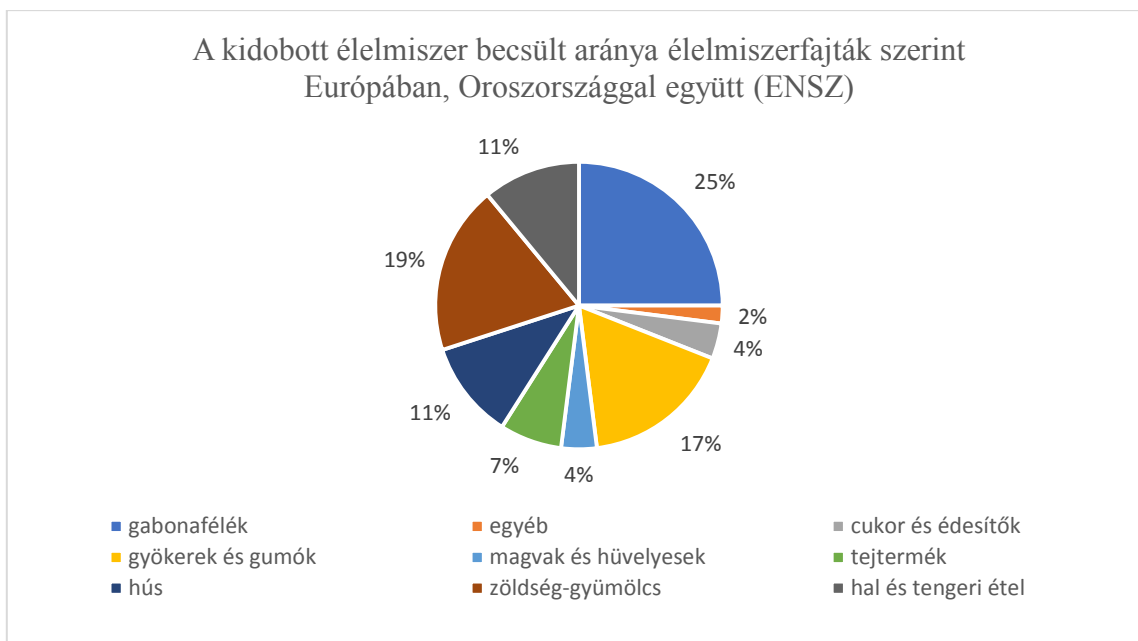
A kereteredményeket egy kézikönyvbe foglalták, hogy támogassák a tagállamokat a nemzeti élelmiszerhulladék-adatok megbízhatóbb nyomon követésében és jelentésében, az ellátási lánc minden szakaszában. Referenciaként használhatják a kutatók és a hatóságok, hogy koherens módszereket dolgozzanak ki az élelmiszerhulladékkal kapcsolatos adatok beszerzésére, az adathiányok hatékonyabb kezelése érdekében.

Hét megvalósíthatósági tanulmány mutatta be, hogy az élelmiszer-pazarlás csökkentését célzó sikeres kezdeményezéseket hogyan lehet tovább fejleszteni és megismételni a 28 tagállam különböző helyszínein. Ez segít csökkenteni az élelmiszer-pazarlás környezeti és társadalmi hatását.

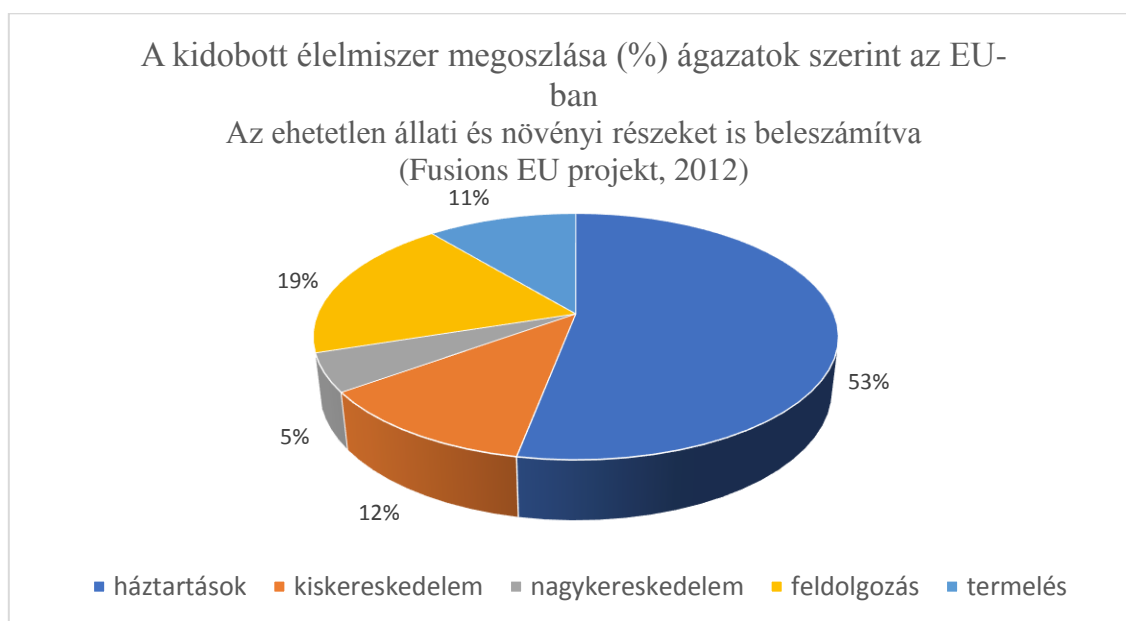
Javaslatok és iránymutatások születtek egy közös európai élelmiszer-pazarlás-politikai keretre vonatkozóan, amely az uniós és nemzeti döntéshozókat célozza meg. A projektpartnerek becsléseket adtak az élelmiszer-pazarlás szintjéről a 28 tagállamban.

Megállapították, hogy **évente körülbelül 88 millió tonna emberi fogyasztásra szánt élelmiszer vész el az EU ellátási láncában. Ez évente 173 kg/fő, ami az EU-ban előállított összes élelmiszer 20%-ának felel meg.** Ennek körülbelül 50%-a háztartási élelmiszerhulladék.

A kidobott élelmiszerek becsült arányát (élelmiszerfajtánként) és az ágazatok szerinti megoszlását szemléltetik az *5-6. sz. ábrák*.



5. ábra: A kidobott élelmiszer becsült aránya élelmiszerfajták szerint Európában, Oroszországgal együtt (Forrás: ENSZ)



6. ábra: A kidobott élelmiszer megoszlása ágazatok szerint az EU-ban (2012) (Az ehetetlen állati és növényi részeket is beleszámítva) (Forrás: FUSIONS EU projekt)

Létrehoztak egy több érdekelt felet tömörítő **európai platformot**, amely vezető európai szervezetek több, mint 185 tagját foglalja magában. A platformot 19 találkozó támogatta, amelyek több, mint 1200 szereplőt vonzottak a különböző régiókból, és az ötletcserét és az élelmiszer-pazarlás csökkentésére vonatkozó ajánlások megfogalmazását célozták. A FUSIONS az erőforrás-hatékonyabb Európa felé tervezett lépések felvázolásával válaszolt az élelmiszer-pazarlás okozta fő erőforrás-hatékonyági kihívásokra.

## 5.2. Magyarország

### 5.2.1. 2017-2018. évi kampányok eredményei bio- és élelmiszerhulladék tekintetében

A 2017 végén kezdődött, 2018 téli- és 2018 tavaszi kampányok során összesített országos száraz, szabványos anyagkategóriák szerinti VTSZH-összetételek (vegyes települési szilárd hulladék) közül a **biohulladék** téli százalékos megoszlása 16,2% volt, a *tavaszi* 18,1%, a teljes vizsgált anyagmennyiséghez képest (Faitli J., Romenda R., Nagy S. 2023).

A kampányok eredményeinek kiértékelése során nevezetes mutatók kerültek definiálásra, amelyek mért értékeit a 3. és 4. táblázatok mutatják be.

3. táblázat: 2017-2018. évi téli kampány nevezetes mutatói kivonatosan régióként és országosan (Forrás: ME)

Mutatók	Közép-Mo.	Észak-Mo.	Észak-Alföld	Dél-Dunántúl	Közép-Dunántúl	Dél-Alföld	Nyugat-Dunántúl	∑ országosan
Összes élelmiszerhulladék tartalom (%)	14,1	15,5	10,9	13,9	10,5	7,7	7,2	<b>11,9</b>
Ehető élelmiszerhulladék tartalom (%)	9,1	3,8	4,0	4,1	5,4	2,2	4,6	<b>5,5</b>
Biológiailag bomló anyagtartalom (%)	21,1	26,2	21,1	26,8	23,4	16,3	20,3	<b>20,8</b>

4. táblázat: 2018. évi tavaszi kampány nevezetes mutatói kivonatosan régióként és országosan (Forrás: ME)

Mutatók	Közép-Mo.	Észak-Mo.	Észak-Alföld	Dél-Dunántúl	Közép-Dunántúl	Dél-Alföld	Nyugat-Dunántúl	∑ országosan
Összes élelmiszerhulladék tartalom (%)	11,2	5,6	14,9	14,2	8,1	5,7	15,5	<b>10,8</b>
Ehető élelmiszerhulladék tartalom (%)	7,8	3,7	3,3	5,9	4,7	2,4	5,7	<b>5,2</b>
Biológiailag bomló anyagtartalom (%)	19,9	21,1	25,2	26,9	33,0	28,0	23,6	<b>23,4</b>

**Az elvégzett kétéveses gyűjtött települési hulladék analízis eredményei alapján megállapítható volt, hogy a hulladéklerakók által jelentett összetételi adatok a vegyesen gyűjtött települési hulladék országos összetételi adataival korrelálnak.**

## 5.2.2. A 2022–23. évi EPR és DRS szemléletű kampányok eredményei élelmiszerhulladék tekintetében

A 2022. őszi, téli és 2023. tavaszi, nyári kampányok mindegyike esetében 120 átlagminta került vételezésre és elemzésre, így összesen több mint 200 tonna kommunális hulladék kézi válogatását végezte el a ME MFK Nyersanyagelőkészítés és Környezettechnológia Intézete (Faitli J., Romenda R., Nagy S. 2023).

Az éves átlagos hulladékösszetétel élelmiszerhulladék szempontjából az alábbiak szerint alakult (méret szerint):

5. táblázat: ME MFK NyKE Int. 2022/2023. négy évszakos kampányok során mért és átlagosított száraz összetétel (Tömegszázalék %)

Vizsgált TSZH hulladékáram	Élelmiszerhulladék mért és átlagosított száraz összetétel méret szerinti megoszlása	
	>100 mm	20-100 mm
Vegyes Települési Szilárd hulladék (VTSZH), normál begyűjtés	8,321 %	6,288 %
SZTSZH, többkomponensű szelektív TSZH, normál begyűjtés	0,541 %	0,338 %
Illegálisan lerakott VTSZH	1,008 %	0,812 %
Közterület tisztításból származó VTSZH	4,474 %	5,332 %
LOM	1,321 %	0,020 %

## 6. ÉLELMISZERHULLADÉKOK SZENNYEZHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

### 6.1. Tervezett berendezés

A 3.4. pontban részletezett dúsítási, szétválasztási eljárások tanulmányozását követően igyekeztem az EPR-es válogatású vegyes települési szilárd hulladék erősen szennyezett élelmiszerhulladék maradványainak „szennyezőanyag” tartalom meghatározására (pl. műanyag, fém, papír, kő, stb.) elvi módszertant és gépi berendezést „tervezni”.

Az elgondolás kiindulópontja az volt, hogy a háztartási élelmiszerek gyűjtőedényben történő elhelyezése általában csomagolóanyaggal történik, és az EPR-es válogatásnál a csomagolás eltávolítása nem történt meg (rothadó banán nejlon zacskóban).

Pierre Gy. elmélete és a MODECOM módszertan, valamint a hazai szabványok szerint a vegyes települési szilárdhulladékok esetén 500 kg a minimális átlagminta tömege. A TSZH analízisek során nyert tapasztalatok szerint a hulladék  $X_{95} = 100 \text{ mm}$  mérettel jól jellemezhető, amelyből meghatározható az ismert mintavételezési nomogramban szereplő C konstans,  $C=500 \text{ t/m}^3$ . A minimális átlagminta tömeg (a 4.2. pontban részletezettek szerint):

$$m_{AM} = C \cdot X_{95}^3$$
$$m_{AM} = 500 \text{ t/m}^3 \cdot (0,1 \text{ m})^3 = 0,5 \text{ t} = 500 \text{ kg}$$

Az MSZ 21420-28 és -29 szabvány szerinti, a települési szilárd hulladékok mintavételére és a hulladék összetételének meghatározására vonatkozó szabványos módszer alkalmas nemcsak a gyűjtőjárművekben felhalmozott nyersminta jellemzésére, hanem a szelektíven gyűjtött, „előválogatott” háztartási hulladék jellemzésére is. Az MSZ 21420-28:2005 szabvány 1. sz. táblázata alapján az átlagminták szükséges legkisebb tömege települési szilárd hulladék (szelektív gyűjtés előtt, vagy után) esetén 500 kg, biológiailag lebomló hulladék esetén 80 kg.

Az élelmiszerhulladék minta az EPR-es elemzési módszertan szerinti, mintakisebbitéseket követő, 100 mm-es és 20 mm-es lyuknyílású válogató szitákról leválogatott minta (~80 kg).

**Első lépésben** célszerűnek tűnik egy előaprító berendezés alkalmazása, meghatározott paraméterekkel, a kívánt méretre történő aprítás céljából (<60 mm-re). A berendezés típusa a 6.1.1. pontban részletezve.

**Második lépésben** történhet meg a három termékre való szétválasztás, szükséges vízzel való bekeverés, esetleges utóaprítás és kézi fellazítás mellett.

Így a könnyű szennyezők, mint pl. műanyag, textil, papír felúsznak és lefölközhetnek, a ténylegesen élelmiszer maradékok a szuszpenzióba kerülnek, míg a nehéz komponensek, mint pl. kő, kerámia, fémek stb. lesüllyednek a tartály aljára. Utóbbiak szita, vagy rács alkalmazásával a tartályból kiönthetők.

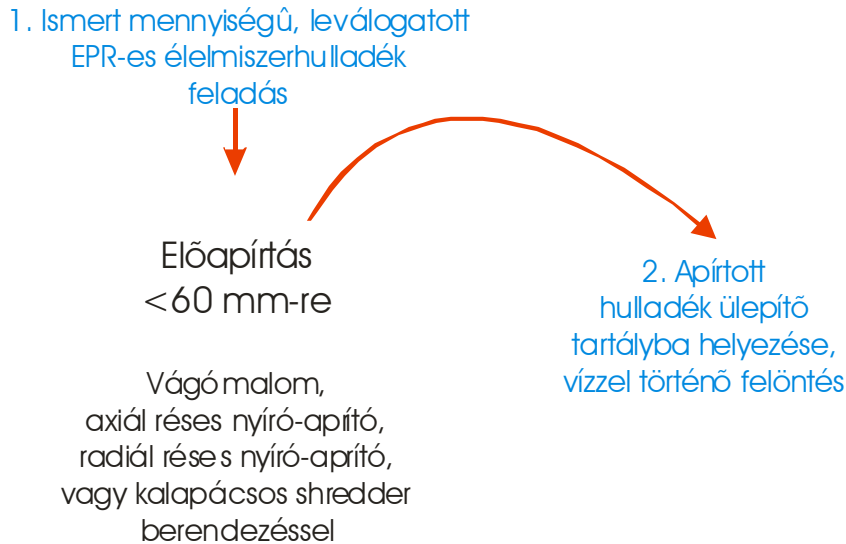
A lefölezött *könnyű frakció*, valamint a lesüllyedt *nehéz alkotó elemek* anyagösszetétele szárítást és kézi válogatást követően, szárazanyag-tartalmuk 105 °C-on határozható meg.

A szuszpenzióba kerülő *bio-anyagok* két szemcseméret frakcióra történő bontása (finom és durva) után biológiai elemzéseket lehet végezni, szervesanyag tartalom becslésére.

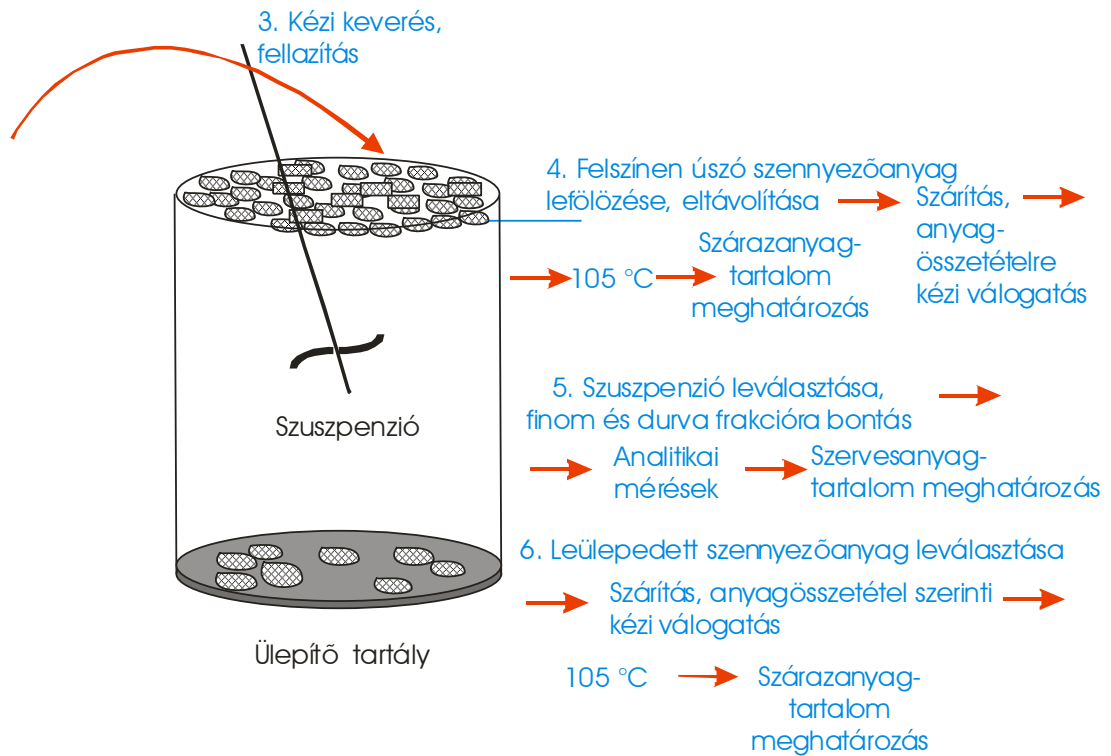
A részletezett módszertan megoldást jelenthet az élelmiszerhulladék átlagminta teljes anyagmértékének felállítására, EPR-es alkategorizálás szerint.

**Az élelmiszerhulladékok szennyezettségének meghatározása nem csak az EPR járulékfizetés csökkentése céljából fontos, hanem a minőségi komposzt előállítása céljából is. A lakossági edukáció elengedhetetlen ezen anyagáram szennyeződésének minimalizálására, vagy megszüntetésére.**

A szennyezettség meghatározására tervezett berendezés sematikus ábráját az alábbi, 7. ábra szemlélteti.







7. ábra: Élelmiszerhulladék maradványainak „szennyezőanyag” tartalom meghatározására tervezett berendezés elvi vázlata

### 6.1.1. A berendezések műszaki paramétere

Vizsgálandó, EPR-es válogatású élelmiszer-hulladék mennyiség: ~80 kg

Aprítógép: egy kisméretű, egyedi berendezés tervezése tűnhet a legcélravezetőbbnek előkísérlettel, mivel kis mennyiség aprításáról van szó, valamint az élelmiszerhulladék szennyezőanyag összetétele még nem ismert, amely nagyban befolyásolja a berendezés típusának kiválasztását. Szóba jöhet kalapácsos shredder, amely jó feltártságot biztosít, ha a mintában csont, ill. kőszennyeződés van. A vágómalom nagyon érzékeny az előbb említett szennyezőkre, de a műanyag aprítására ideális. Az axiális irányú réses nyíró-aprítógép gyengébb feltártságot biztosíthat, de hatékonyan tudja aprítani a műanyag, csont, ill. puha élelmiszer részeket is, valamint a kőszennyeződés sem kritikus. A radiális irányú réses nyíró-aprítógép - mivel nagyobb sebességű berendezés -, várhatóan a feltártság tekintetében jó eredményt produkálhat, miközben a várható csont, műanyag, puha élelmiszerek sem okoznak neki gondot (Csőke et al.<sup>3</sup> 2023).

Ülepítő tartály javasolt mérete:  $r = 0,25 \text{ m}$ ;  $H = 1 \text{ m}$ ;  $V = 0,2 \text{ m}^3$ -es műanyag, vagy acéltartály.

## 7. JAVASLATOK AZ ÉLELMISZERHULLADÉKOK LERAKÓKBA JUTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSÉRE

Európában a kommunális hulladék 49,6%-át **komposztálták vagy hasznosították újra** 2021-ben, ez 3,6 százalékpontos növekedés 2017-hez képest (Európai Parlament 2018). Az EU 2030-ra 60%-os célt tűzött ki a települési hulladék újrafelhasználására és újrahasznosítására.

Németország, Bulgária, Ausztria és Szlovénia már elérte vagy túllépte ezt a 60%-os célt.

*A hulladéklerakás gyakorlata mára már szinte teljesen eltűnt az olyan országokban, mint Belgium, Hollandia, Svédország, Dánia, Finnország, Németország és Ausztria. Itt az **újrahasznosítás mellett hulladékégetést** alkalmaznak.*

Litvánia, Lettország, Írország, Olaszország, Franciaország, a Cseh Köztársaság, Szlovákia és Lengyelország szintén égetést alkalmaz, és hulladékuik egyharmadát vagy kevesebbet hulladéklerakókba szállítják.

*A cél Magyarország előtt is ott van. Az élelmiszerhulladék és annak hulladéklerakókba kerülés csökkentésének alapja a minőségi élelmiszerek előállítása, a túlvásárlás-túlfogyasztás csökkentése, valamint az élelmiszerhulladék szelektív gyűjtése.*

### 7.1. Élelmiszerbankok

Sipos Z. (2017) szerint Magyarországon évente átlagosan 1,8 millió tonna élelmiszert dobunk ki. Ha tehát csak ezt az abszolút veszteséget nézzük, Magyarországra is igaz a FUSIONS-jelentés átlaga, hiszen egy főre ~180 kg pocsékba ment élelmiszer jut. A Magyar Élelmiszerbank szerint a fogyasztók, vagyis a háztartások évente összesen körülbelül 400 ezer tonna élelmiszert dobnak ki, ezzel számolva fejenként 40 kg étel vész kárba. Ugyanakkor arról nincs adat, hogy ehhez még mennyi járul hozzá a túlfogyasztás miatt.

A legtöbb olyan élelmiszert, amely egyébként pocsékba menne, a kereskedelem területén tudják megmenteni, és eljuttatni a rászorulókhhoz. Kisebb részben a feldolgozás, gyártás során keletkező fölösleg is menthető.

Európai élelmiszerbankok:

- 23 európai országban működik élelmiszerbank,

- 256 tagszervezet van,
- 33 200 karitatív szervezettel működnek együtt,
- 400 ezer tonna élelmiszert mentenek meg évente átlagosan, vagyis körülbelül annyit, amennyit Magyarországon a háztartások kidobnak.
- 42 millió olyan ember él Európában is, aki nem jut megfelelő minőségű élelmiszerhez,
- tavaly a Magyar Élelmiszerbank Egyesület 5000 tonna élelmiszert gyűjtött össze, és juttatott el ingyen több mint 300 karitatív partnerszervezete segítségével a nélkülözőkhöz.
- Összesen körülbelül 300-350 ezer rászorulón tudnak segíteni egy évben: van, akin csak egyszer, van, akit napi, heti vagy havi rendszerességgel elérnek.
- 50-100 ezer tonna az, ami menthető lenne Magyarországon, de különböző okok miatt nem jut be a rendszerbe.

A Magyar Élelmiszerbank Egyesület terve, hogy a mezőgazdasági termelés területén is jóval több selejtet tudjon megmenteni, olyan terményeket, amelyek valamilyen probléma (pl. szín- vagy méretbeli hiba) miatt nem kerülhetnének piacra, de emberi fogyasztásra azért alkalmasak.

Cél lehet továbbá a piacokon gyűjtőpontok felállítása, illetve akár önkéntesekkel betakarítani azt a termést, amely bár fogyasztásra alkalmas, de a termelőnek nem éri meg leszedni.

## **7.2. Háztartási komposztálás, komposztpontok**

Komposztálással akár egyharmadára is csökkenthetjük a háztartási hulladék lerakóba juttatott mennyiségét, valamint visszajuttathatjuk a természetbe a kerti és a konyhai hulladékot, így segítve ezen hulladékáram kikerülését a vegyes települési hulladékból. A talaj és a növények termékenyebbé válhatnak a keletkező humusznak köszönhetően, míg ha nem égetjük el a kerti hulladékot, hozzájárulhatunk a légszennyezés csökkentéséhez.

Az élelmiszerhulladékok legkézenfekvőbb opciója a kerti komposztálás. Egyre több bér- és társasház telepít komposztládákat az udvarára, amelyeket minden lakó használhat, miután otthon összegyűjtötte a komposztálható hulladékot.

Ezen kívül számos közösségi kert és komposztpont található Budapesten (39 db) (2024. február), ahová szintén elvihető az élelmiszer- és zöldhulladék.

### 7.3. Bioalapú termékek

A bioalapú termékekből származó nyersanyagok egyrészt kiválthatják az ásványi (fosszilis) alapú termékeket, másrészt megújulnak, biológiailag lebonthatók és komposztálhatók is (MATE 2024). Másfelől viszont a biológiai erőforrások felhasználása során tekintettel kell lenni életciklusukra, a környezetre gyakorolt hatásaikra és fenntartható beszerzésükre. A körforgásos gazdaságban ösztönözni kell a megújuló erőforrások lépcsőzetes felhasználását, csakúgy, mint az új alapanyagok, vegyi anyagok és folyamatok kidolgozását eredményező innovációs potenciáljukat.

Az alábbi táblázatban (6. sz. táblázat) a biomassza és bioalapú hulladékokból és melléktermékekből előállítható termékek technológiai lehetőségei szerepelnek, a kihívások feltüntetésével.

6. táblázat: Biomassza és bioalapú hulladékokból és melléktermékekből előállítható termékek (Forrás: MATE)

Technológia	Lehetőség	Kihívás
<i>Bioetanol gyártás</i>	Biohulladékok és melléktermékek (lignocellulóz alapanyagok) alkalmasak bioetanol alapanyagok (másodgenerációs megoldások).	Nagy előállítási költség és a biohulladékok heterogén összetétele kihívást jelent.
<i>Illékony zsírsavak (volatile fatty acids (VFAs) előállítása a biohulladékok anaerob kezelése során</i>	A biohulladékokból történő előállítás fenntarthatóbb a fosszilis alapanyagból történő kémiai szintézishez képest.	A működési paraméterek optimalizálására van szükség, illetve kihívás az illékony zsírsavak erjesztési maradékból történő költséghatékony szeparációja.
<i>Biohidrogén előállítása</i>	Hidrogénigény növekszik és szükség van a fenntartható előállítására.	Jelenleg nem megfelelő az előállítás hatékonysága.
<i>Foszfor visszanyerés</i>	A foszfor kritikus makrotápanyag a mezőgazdaságban.	Költséghatékonyság növelése, és a visszanyert foszforból készült trágyák tisztasága.
<i>Pirolízis</i>	Kis energiasűrűségű hulladékok nagy energiasűrűségű energiaforrásokká alakíthatók.	Gazdaságosság, költségek csökkentése.

<b>Technológia</b>	<b>Lehetőség</b>	<b>Kihívás</b>
<i>Gázosítás</i>	Rugalmas technológia, a végterméke vegyipari alapanyag.	A heterogén alapanyag, a szintézisgáz mennyiségének növelése, hatékonyság és költségcsökkentés.
<i>Hidrotermikus karbonizáció (HTC)</i>	Biohulladékból szilárd végtermék, bioszén előállítása, ami energiaforrás, talajjavító, vagy aktivált szén állítható elő belőle.	További fejlesztések kellene az ipari méretű alkalmazáshoz.
<i>Állati takarmány előállítása</i>	Közvetlen, vagy rovarfehérjévé alakítva.	Jogi akadályok, állategészségügyi aggályok.

#### **7.4. Közszolgáltatási rendszerben történő begyűjtés és feldolgozás**

A 3.3. pontban részletezett nemzetközi begyűjtési rendszerek tapasztalatait egybevetve elmondható, hogy ott, ahol elindították az élelmiszerhulladékok külön gyűjtését, mindenütt sikeresen vezették be.

Természetesen minden bevezetett rendszer alapos előkészítést igényelt, ahol a tervezés során kiemelt figyelmet fordítottak a lakosság megfelelő tájékoztatására és a környezeti tudatosságuk ösztönzésére. A lakosság számára ingyenesen biztosították a lakásban használható kisgyűjtőt, illetve az edény tisztasága miatt a belerakható műanyag zsákot is. A legtöbb helyen a zsákhoz ingyenesen juthatnak hozzá a lakosok.

Bár az alkalmazott rendszerek többsége hasonló volt, ennek ellenére külön figyelmet érdemel a norvég (különböző hulladékok eltérő, színes zsákban történő gyűjtése egy konténerben) és a szlovén példa (kerti zöldhulladék együtt gyűjtése a konyhai hulladékkal), amely logisztikai és gazdasági szempontból is előnyösebb megoldást ad a többi rendszerhez képest.

A Magyarországon 2024. január 1-én elindított részleges hazai begyűjtési rendszer sikeressége még nem bizonyított, és a begyűjtött hulladékmennyiségek sem állnak rendelkezésre a szakdolgozat készítésének időszakában, azonban a kutatásom és egyetemi szakmérnöki képzésem során megismert kiváló egyetemi szakértő-szakember gárda - véleményem szerint - megnyugtató háttérrel biztosít, a rendszer szakmai megalapozottságát illetően.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A hulladék mennyiségének és a környezetre gyakorolt hatásának csökkentése érdekében mind az EU, mind hazánk ambiciózus célokat tűzött ki és fogadott el az elmúlt időszakban. Az élelmiszerhulladékok begyűjtésével és feldolgozásával újabb jelentős lépést teszünk a jövő hulladékgazdálkodása és így a körforgásos gazdaság megvalósítása felé. Ennek köszönhetően ugyanis nem csupán a kommunális, azaz a vegyes hulladékok kezelése és ártalmatlanítása válik könnyebbé, hanem még ennél is lényegesebb, hogy az élelmiszer-maradékokból jó minőségű humuszt nyerhetünk, valamint a biogázüzemek a bomlásuk során keletkező metángázt számos területen hasznosítható biometánná alakíthatják át.

A Miskolci Egyetem Műszaki Föld- és Környezettudományi Karának 2022-2023-ban végzett országos, négy évszakos TSZH vizsgálati kampánya során kapott eredményekből az látszott, hogy hazánkban az összetételi adatok több évtizedes távlatban is konzisztens képet mutatnak a hulladék tekintetében, mindamelllett, hogy a hazai hulladékgazdálkodás jelentős fejlődése is tetten érhető volt a számokban. A fejlődéshez hosszútávon hozzájárul a hazánkban 2024. január 1-én bevezetett, a biológiailag lebomló hulladék képződésének csökkentésére és kötelező elkülönített gyűjtésére irányuló törekvés. Eredményessége a szakdolgozat készítésének időszakában még nem meghatározható, de a rendszer fejlesztése előtt számos sikeres nemzetközi példa áll.

Az ME 2022-2023-as vizsgálati kampánya során nyilvánvalóvá vált, hogy a vegyes TSZH tipikusan erősen szennyezett élelmiszerhulladék maradványai hulladékedényekbe kerültek, további vizsgálat nélkül. A szakdolgozatban, a „szennyezőanyag” tartalom meghatározására bemutatásra került egy berendezés elvi vázlata. Egy, a jövőben megépítésre tervezett berendezés által meghatározott **pontos szennyezettségi adat** nem csak az EPR járulékfizetés csökkentése céljából lesz fontos - a fel nem dolgozott műanyag csomagolások tekintetében - , hanem technológiák tervezéséhez is, amennyiben a gyűjtőközpontokban a hulladékáram „megtisztítására” lesz szükség. Ez a lakossági begyűjtési edukációval remélhetőleg elhagyhatóvá válik.

Összefoglalva elmondható, hogy a jogszabályoknak, az irányelveknek való megfelelés és a vállalt kötelezettségek teljesíthetősége céljából az élelmiszerhulladékok csökkentése, illetve hasznosítása az elsődleges cél, hogy ez a hulladékáram ne a lerakókra és ne a csatornába kerüljön, hanem szennyezetlenül feldolgozásra, felhasználásra, mivel

**„minden hulladék nyersanyag is egyben.”**

## 9. IRODALOMJEGYZÉK

1. Biohulladék Szlovéniában: Letöltés dátuma: 2024.03.16. Forrás: URL: <https://www.vokasnaga.si/en/separating-and-collecting-waste/biodegradable-bio-organic-waste>
2. Csőke Barnabás (2008): Hulladékgazdálkodás. 12. kötet. Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet, Veszprém.
3. Csőke B., Faitli J., Nagy S., Rácz Á., Fehérné Szirmai Zs. (2023): A hulladék-előkészítés fizikai-mechanikai eljárás technikai alapjai. Miskolci Egyetemi Kiadó
4. Európai Parlament (2018): Hírek. Hulladékkezelés az EU-ban: trendek és statisztikák (infografika). Letöltés dátuma: 2023.12.01. Forrás: URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180328STO00751/hulladekkezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika>
5. European Commission (2017): CORDIS EU-s kutatási eredmények: Élelmiszerfelhasználás társadalmi innováció érdekében a hulladékmegelőzési stratégiák optimalizálásával. Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/150979-shared-vision-and-strategy-to-prevent-food-loss-and-waste-in-europe>
6. Faitli J. – Romenda R. – Nagy S. (2023): Települési szilárd hulladékok vizsgálata és elemzési módszertanának fejlesztése, *100 éves a Nyersanyagelőkészítés és Környezettechnológia Intézet (pp. 213–232.)*; Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc
7. Fruitveb.hu (2022): Milánó: pozitív példa a biohulladékok szelektív gyűjtésében. Letöltés dátuma: 2023.11.10. Forrás: URL: <https://fruitveb.hu/milano-pozitiv-pelda-a-biohulladekok-szelektiv-gyujteseben/>
8. How to recycle in Oslo: Letöltés dátuma: 2024.03.16. Forrás: URL: <https://www.oslo.kommune.no/english/waste-and-recycling/recycling-in-oslo/#gref>
9. Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018): Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027. Budapest.
10. Magyar Szabvány (2005): MSZ 21420-28: Hulladékok jellemzése. Települési szilárd hulladékok vizsgálata. Mintavétel.
11. Magyar szabvány (2005): MSZ 21420-29: Hulladékok jellemzése. Települési szilárd hulladékok vizsgálata. A minta előkészítése, az anyagi összetétel meghatározása anyagfajtákra történő válogatás útján.
12. MATE (2024): Új hulladékgazdálkodási rendszer a MATE Szent István Campusán. Letöltés dátuma: 2024.02.22. Forrás: URL: <https://korforgas.uni-mate.hu/kehop-3.2.1-15-2021-000371>
13. OHT (2018): Országos Hulladékgazdálkodási Terv III. (2021-2027). Innovációs és Technológiai Minisztérium. Budapest
14. Sipos Zoltán (2017): Az étel ötödét fölöslegesen vesszük meg. Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://www.origo.hu/gazdasag/20170302-a-tulfogyasztas-legalabb-akkora-pazarlas-mint-az-etel-kidobasa.html>
15. Telex (2023): Komposztország leszünk, ha akarjuk, ha nem. Letöltés dátuma: 2024.02.22. Forrás: URL: <https://telex.hu/belfold/2023/08/07/komposzt-biohulladek-eu-haztartasi-gyujtes-energiaugyi-miniszterium-mol-mohu-humusz>
16. Weprot Kft.: Hulladékból mintavétel, minta-előkészítés, laboratóriumi vizsgálatok. Letöltés dátuma: 2023.11.30. Forrás: URL: [https://enfo.hu/sites/default/files/Hullad%C3%A9kb%C3%B3l%20mintav%C3%A9tel\\_mintael%C5%91k%C3%A9sz%C3%ADt%C3%A9s.pdf](https://enfo.hu/sites/default/files/Hullad%C3%A9kb%C3%B3l%20mintav%C3%A9tel_mintael%C5%91k%C3%A9sz%C3%ADt%C3%A9s.pdf)



17. WRAP (2024): Háztartási élelmiszer-hulladék begyűjtési útmutató. Letöltés dátuma: 2024.03.16. Forrás: URL: <https://wrap.org.uk/resources/guide/household-food-waste-collections-guide>
18. 1999/31/EK (1999): A Tanács 1999/31/EK irányelve a hulladéklerakókról. Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A31999L0031>
19. 2008/98/EK irányelv (2008): Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK irányelve a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről. Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://jogkodex.hu/doc/5567574>
20. 2012. évi CLXXXV. törvény (2012): A hulladékról. Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv>
21. 13/2017. (VI. 12.) EMMI rendelet (2017): A hulladékgazdálkodási közszolgáltatás körébe tartozó hulladékkal kapcsolatos közegészségügyi követelményekről. Letöltés dátuma: 2024.02.26. Forrás: URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1700013.EMM&txtreferer=00000001.TXT>
22. 2018/850 irányelv (2018): Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/850 irányelve a hulladéklerakókról szóló 1999/31/EK irányelv módosításáról Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex:32018L0850>
23. 2018/851 irányelv (2018): Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/851 irányelve a hulladékokról szóló 2008/98/EK irányelv módosításáról. Letöltés dátuma: 2023.11.13. Forrás: URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32018L0851>
24. 559/2023. (XII. 14.) Korm. rendelet (2023): A biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól. Letöltés dátuma: 2023.12.30. Forrás: URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2300559.kor>

## 10.TÁBLÁZAT-, ÁBRA- ÉS KÉPJEGYZÉK

### 10.1. Táblázat jegyzék

<b>1. táblázat:</b> Hulladéklerakóban lerakott, biológiailag lebontható .....	7
<b>2. táblázat:</b> Az EPR-es módszertan szabványos anyagkategóriái és az EPR és DRS szerinti alkategóriái .....	29
<b>3. táblázat:</b> 2017-2018. évi <b>téli</b> kampány nevezetes mutatói kivonatosan régióként és országosan (Forrás: ME) .....	36
<b>4. táblázat:</b> 2018. évi <b>tavaszi</b> kampány nevezetes mutatói kivonatosan régióként és országosan (Forrás: ME) .....	36
<b>5. táblázat:</b> ME MFK NyKE Int. 2022/2023. négy évszakos kampányok során mért .....	37
<b>6. táblázat:</b> Biomassza és bioalapú hulladékokból és melléktermékekből .....	43

### 10.2. Ábrajegyzék

<b>1. ábra:</b> Az átlagminta előkészítésének szabványos protokollja (Forrás: ME).....	23
<b>2. ábra:</b> Az átlagminta előkészítésének ún. részletes protokollja (Forrás: ME) .....	27
<b>3. ábra:</b> Az EPR-es minta-előkészítés normál törzsfája (Forrás: ME) .....	31
<b>4. ábra:</b> A szabványos anyagkategóriákra történő válogatás célszerű elrendezése (Forrás: ME) .....	32
<b>5. ábra:</b> A kidobott élelmiszer becsült aránya élelmiszerfajták szerint Európában, Oroszországgal együtt (Forrás: ENSZ) .....	35
<b>6. ábra:</b> A kidobott élelmiszer megoszlása ágazatok szerint az EU-ban (2012) (Az ehetetlen állati és növényi részeket is beleszámítva) (Forrás: FUSIONS EU projekt) .....	35
<b>7. ábra:</b> Élelmiszerhulladék maradványainak „szennyezőanyag” tartalom meghatározására tervezett berendezés elvi vázlata .....	40

### 10.3. Képjegyzék

<b>1. kép:</b> Egy bio szelektív kuka belseje – Fotó: Thüringer Barbara / Forrás: Telex.....	12
<b>2. kép:</b> Egységes fóliazsákok – Oslo; Forrás: <a href="https://www.oslo.kommune.no/">https://www.oslo.kommune.no/</a> .....	16
<b>3. kép:</b> Ötféle, köztük bio szelektív szemetes egy ljubljanai utcán – Fotó: Thüringer Barbara; Forrás: Telex .....	19
<b>4. kép:</b> Magyarországi 120 l-es gyűjtő edényzet – Fotó: MOHU.....	19

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki konzulensemnek, Prof. Dr. Faitli Józsefnek a témaválasztásért, a szakirodalom rendelkezéseimre bocsátásáért, segítő együttműködéséért és a témavezetésért.

Köszönet István Zsolt címzetes egyetemi Docens Úrnak, a hulladék begyűjtési rendszerekkel kapcsolatos háttéranyagért és Dr. Rácz Ádám egyetemi Docens Úrnak az elvi berendezéshez nyújtott információkért.

Köszönet továbbá a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézet és a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar közös képzéséért, az azon hallgatott tartalmas szakmai oktatásért és a fejlődés lehetőségéért, valamint a GREEN SIDE Kft. Ügyvezetőjének, tanulásom támogatásáért.

Végül külön köszönöm Férjemnek és Gyermekeimnek - az egy éves oktatás során - irántam mutatott türelmüket és támogatásukat.

# 11.HALLGATÓI NYILATKOZAT

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: SPISÁKNÉ ORTÓ ZSUZSANNA  
A Hallgató Neptun kódja: VFT2BB  
A dolgozat címe: Az EPR-es TSZH mintavételezés során leválogatott élelmiszerhulladék anyag alkategória szennyezőanyag tartalma mérhetőségének a vizsgálata  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: Miskolci Egyetem  
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar  
A konzulens tanszékének a neve: Nyersanyagelőkészítési és Környezettechnológiai Intézet

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

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

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

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

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

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

Kelt: Miskolc, 2024. év április hó 15. nap



Hallgató aláírása

## 12. KONZULENSI NYILATKOZAT

### NYILATKOZAT

**Prof. Dr. Faitli József** (Spisákné Ortó Zsuzsanna hallgató Neptun azonosítója: **VFT2BB**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>1</sup>

Kelt: Miskolc, 2024. év április hó 16. nap



---

belső konzulens