

Miskolci Egyetem
Műszaki Földtudományi Kar
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Tanszék



EPR-es kommunális hulladékanalízis módszertan validálása

TDK Dolgozat

A dolgozatot készítette:

Soós Noémi
Környezetmérnök Bsc hallgató
K05UBL

Konzulens:

Prof. Dr. Faitli József
egyetemi tanár

Miskolc
2022.10.24.

Tartalom

1. Bevezetés, célkitűzés	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A hulladékgazdálkodás általános célja	4
2.2. Az EPR (kiterjesztett gyártói felelősség) és DRS (visszaváltási) rendszerek.....	5
2.3. A kommunális hulladékok vizsgálatára szolgáló hazai módszerek	9
2.3.1. A jelenleg hatályos TSZH vizsgálati szabványok.....	9
2.3.2. A 2017/18 országos kampány során alkalmazott részletes vizsgálati metodika	10
3. Anyagok és módszerek	12
3.1. A Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet által kidolgozott EPR-es vizsgálati metodika.....	12
3.2. A vizsgálati helyszín és a vizsgálatra kiválasztott TSZH átlagminták főbb jellemzői ...	16
5. Konklúzió	37
6. Hivatkozások	38
7. Ábrajegyzék	39
8. Melléklet.....	40

1.Bevezetés, célkitűzés

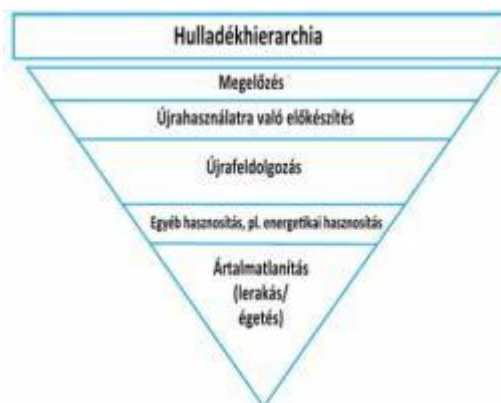
A Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet a MOL NyRt. megbízására hulladékanalízis módszertant fejlesztett a települési szilárdhulladékok (TSZH) vizsgálatára, amely alkalmas a hulladékok összetételét mérni a kiterjesztett gyártói felelősségi rendszer (EPR rendszer) alá kötelezően tartozó termékekből képződött és a jövőben bevezetésre kerülő visszaváltási rendszerek (DRS) hatálya alá tartozó hulladékok szempontjából egyaránt. Az új EPR-es módszertan a hazai kommunális hulladékvizsgálati szabványokon alapul. A módszertan validálására 2022. szeptember 26-30. között Miskolcon került sor, amikor összesen 22 db – különböző típusú települési szilárdhulladék (TSZH) áramból származó – átlagminta elemzését végeztük el. Ezen a mérés sorozaton részt vettem, ahol fényképes dokumentációt készítettem a hulladékanalízisanyag alkategóriákról és listát írtam a fellelt szemcsékről. Ennek a munkának az volt a célja, hogy segédlet legyen a jövőben, amely segíti az EPR-es mintavételezést végzőket abban, hogy adott fellelt hulladék szemcséket milyen anyagkategóriába kell válogatni.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A hulladékgazdálkodás általános célja

A 2012. évi CLXXXV. Hulladéktörvény szerint: „Hulladéknak nevezhető bármilyen anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválnik, megválni szándékozik vagy megválni köteles.” valamint „Települési hulladéknak nevezzük a háztartási és a háztartási hulladékhoz hasonló hulladékokat, 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 elhasználadott járműveket, és az építési-bontási hulladékot”. (Hulladéktörvény 2012. évi CLXXXV. törvény)

Ezek összetétele az eltérő életmódtól és fogyasztói szokásoktól függően változik. Az Európai Unió irányelvei szerint a gyártástól a végfelhasználásig felelősek vagyunk a termék környezeti életútjáért. Általában a hulladékgazdálkodási politika a hulladékhierarchiára épül:



1. ábra Hulladékhierarchia [Forrás: <https://humusz.hu/hirek/nulla-hulladek-hierarchia-hulladekgazdalkodastol-az-eroforras-gazdalkodasig/25587>]

Az 1. ábra mutatja a hulladékhierarchia lépcsőit, melyet a hulladék kezelés során követnünk kell:

1. Megelőzés

Történhet technológia és termék szinten is. Minden esetben az a cél, hogy a keletkező hulladék mennyiségét csökkentsük. Ez elképzelhető új eljárások bevezetésével, csomagoló anyagok csökkentésével, alapanyagok használatánál. Termék szinten pedig a termék életciklus elemzése során figyelembe kell vennünk a termék környezetre gyakorolt hatását, valamint hogy önmagában tudja-e követni a hulladék hierarchia következő lépcsőit vagy egyből esetleg lerakásra/ártalmatlanításra kerül.

2. Újra használat

Újra használat során feldolgozás nélkül használjuk újra az adott hulladékot. Ez történhet úgy, hogy azonos vagy hasonló funkciót lát el: például a kiürült tejfölös vödör ételtároló lehet a fagyasztó szekrényben ételdoboz, befőttes üveg újra használható a következő évi befőzésnél.

Valamint lehet funkciójában teljesen eltérő: Kiürült tojástartó palánta nevelő edényként hasznosítható vagy a konyhai szerves melléktermékek komposztálhatóak.

3. Újrafeldolgozás

Ebben a folyamatban kezelés után anyagában hasznosítják újra az anyagot. Például az alumínium italos dobozok 100 %-ban anyagukban újrahasznosíthatók. Ezt a lépcsőt a szelektív hulladékgyűjtéssel tudjuk elősegíteni.

4. Egyéb hasznosítás (pl.: energetikai)

Ha a hulladék kezelése már nem megelőzhető és sem újra használni sem pedig újra hasznosítani nem tudjuk, ekkor az egyéb hasznosítási formát választjuk. Ilyenkor a nem veszélyes hulladékokból a hulladékégetőkben vagy a biogáz üzemekben energiát állíthatunk elő.

5. Ártalmatlanítás, lerakás

A hulladék, ha semmilyen felhasználásra nem volt alkalmas akkor legvégső esetben ártalmatlanítjuk és szemétklerakó telepeken lerakjuk. Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/50 irányelve módosította az a hulladéklerakókról szóló 1999/31/EK irányelvet. Az eredeti irányelv a környezetminőségének védelmében és az Európai Unió energia importőrforrásoktól függésének csökkentése érdekében szabályozta a hulladékok kezelésének módját. Célértékeket határoztak meg a tagállamoknak a hulladéklerakóban való elhelyezés maximális mértékére a körforgásos gazdaság megvalósítása érdekében. Első lépésként előírja a tagállamoknak a hulladék elkülönített gyűjtését az alábbi lebontásban:

- műanyag
- fém
- üveg
- papír
- biohulladék

2008/98/EK irányelv szerint pedig a biológiailag lebomló hulladék hulladéklerakóban való lerakását már nem engedélyezi. 2018/50 irányelv módosításai szerint a tagállamoknak törekedniük kell arra, hogy 2030-tól ne kerüljön lerakásra olyan hulladék, amely újrafeldolgozásra vagy egyéb hasznosításra alkalmas kivéve ha az biztosítja a legjobb környezeti eredményt. A tagállamok vállalják a szükséges intézkedéseket ahhoz, hogy a hulladéklerakóban lerakott települési hulladék mennyisége 2035-re a képződő települési hulladék összmenyiségének 10 százalékára vagy kevesebbre csökkenjen.

2.2. Az EPR (kiterjesztett gyártói felelősség) és DRS (visszaváltási) rendszerek

EPR-nek nevezzük a kiterjesztett gyártói felelősséget, mely szerint a termék előállítója felelősséggel tartozik a gyártás során általa használt anyagok megválasztásáért. Valamint felelős azért, hogy az általa gyártott termékből keletkező hulladék hasznosítása megtörténjen és annak viseli költségei egy részét is (pl.: termékdíj). Ezenkívül magában foglalja az általa gyártott termék visszavételét, visszaváltását és a belőle keletkező hulladék visszavételét is. Ennek köszönhetjük anyagi vonzat tekintetében, hogy az állam plusz

bevételi forráshoz jut termékdíj formájában, vagy a hétköznapi életünkben azt, hogy a háztartási elektronikai hulladékaikat leadhatjuk ingyen a Media Markt gyűjtőpontokon.

DRS (Deposit Return System) rendszernek nevezzük a betét-visszatérítési rendszert. Valószínűsíthető, hogy ez a legjobb módja az európai körforgásos gazdasági célkitűzés eléréséhez. A módszer a kiterjesztett gyártói felelősség részeként értelmezhető.

1980-as évek óta alkalmazza Magyarország az üveg visszaváltás rendszerét. Az akkori rendszer kicsit másképpen működött mint a mostani elképzelés, de az alapja ugyanaz volt. A fogyasztó a vásárlás során kifizette az általa választott termék csomagolásának a díját. Ezt nevezzük betét díjnak. Majd ha kiürült az arra kijelölt helyen, általában abban az üzletben ahol vásárolta visszaváltották. Egy fülkében ült egy dolgozó, aki egyesével visszavette az elhasznált üvegeket és cserébe kiállított egy számlát, amely alapján az összeget a vásárlás végösszegéből levonták vagy készpénzre váltották. Ekkor a csomagolások nagy része még üveg volt, nem pedig műanyag így viszonylag sok minden visszaváltható volt : sörös üveg, boros üveg, tejes üveg, szörpös üveg stb.



2. ábra Betétdíjas palackok [Forrás: <https://tudaton.hu/betetdijas-rendszerek/>]



3. ábra Coca-Cola palack kronológiája [Forrás: <https://trademagazin.hu/hu/coca-cola-iden-125-eves/>]

A 2. ábrán az 1900-as években jellemzően visszaváltható betétdíjas üvegek láthatóak. Míg érdekességképpen a 3. ábrán a Coca-Cola palack kronológiája látható az évek során 1899 – 2007 között. Jól látható, hogy 1993-ig, a műanyag palack csomagolás megjelenéséig 94 éven keresztül betétdíjas rendszerrel volt vásárolható.

Tehát a DRS rendszer nem új találmány, viszont annál hatékonyabb. A DRS rendszer a múlttal ellentétben ma már nem csak üvegek esetén alkalmazható, hanem fém italdobozok és PET palackok esetén is. Hiszen rengeteg PET palack, Fém doboz és üveg csomagolás végzi a vegyes kommunális hulladék között. Sok ember aki esetleg aluliskolázott, nem feltétlenül érti a szelektív hulladékgyűjtés menetét és eredményeit. Nincs súlya annak, ha nem szelektíven gyűjtik a szemetet. A betét díjas rendszer azonban őket is ösztönözheti a visszaváltásra, így csökkentve a vegyes kommunális hulladék termelésüket.

Hazánkban a visszaváltás rendszere még gyermekcipőben jár. A szabályozás szerint minden legalább 200 m² alapterületű forgalmazó köteles a forgalmazás helyén visszaváltási pontot létrehozni. Azonban minden üzlet, csak azokat az üvegeket köteles visszaváltani, amelyeket forgalmaz. Ezért a vásárlónak fokozott figyelemmel kell eljárnia, ha esetleg egy másik üzlet által forgalmazott betétdíjas üveget szeretne visszaváltani. Más európai országokban már kiterjesztették a rendszert egységessé és nem csak üveg csomagoló anyagokra, pl.: Hollandiában visszaválthatóak a PET palackok, Szlovákiában az Al ital dobozok. Ausztráliában egységes kék visszaváltó konténereket helyeztek ki, melyekben minden visszaváltható amelyet elláttak a betétdíjas vonalkóddal. Az automata

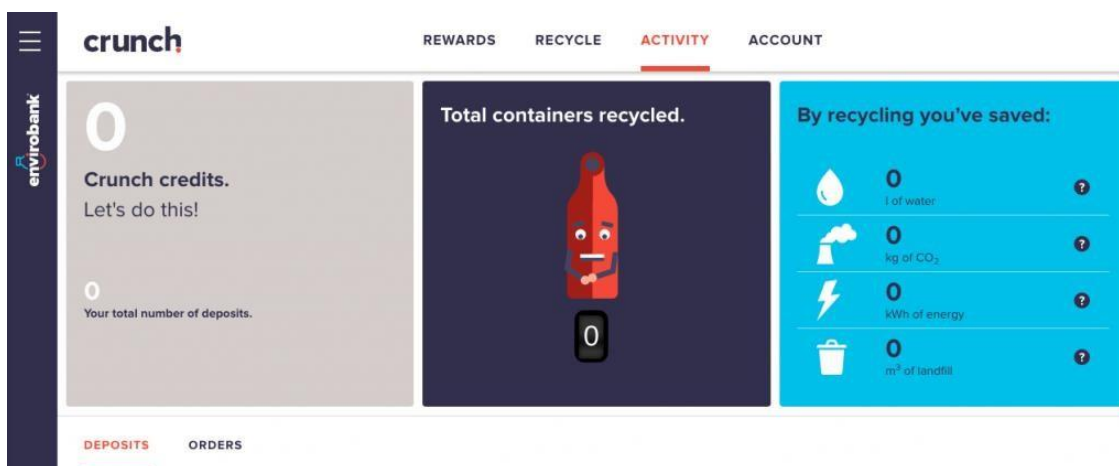
képes üveg, PET, tetra – és Al doboz visszaváltására. Náluk a visszaváltást nem az áruházak végzik, hanem független vállalatok. Az egyik ilyen független vállalat az Envirobank. Így máris kiküszöbölték a különböző forgalmazókból eredő hibát. Mindent visszaváltanak a konténerek amit a gyártó ellátott a 10 ausztrál centes jelzéssel, ott ugyanis ennyi a betét díj összege. Ez az MNB 2022. 10. 21. napi középárfolyamnak megfelelően 26 forintnak megfelelő összeg. Azonban más országokkal ellentétben az ausztrál kormány nem fizettet betétdíjat csak visszaváltási díjat fizet. A visszaváltáshoz online regisztráció szükséges, amely megjegyzi az összes visszaváltást és online felületen követhetjük mennyi energiát, vizet takarítottunk meg, vagy mennyi károsanyagkibocsátás és hulladékmennyiséget csökkentettünk.

A 4. ábrán látható egy ausztrál visszaváltó konténer, amely a nap 24 órájában bármikor használható. Az 5. ábrán pedig az Envirobank környezetvédelmi megtakarítást összesítő felülete.



4. ábra Visszaváltó automata Ausztráliában [Forrás:

<https://gardenista.hu/2018/12/04/nalunk-megbukott-mashol-uj-szenzacionak-szomit-az-uvegviszavalto/>]

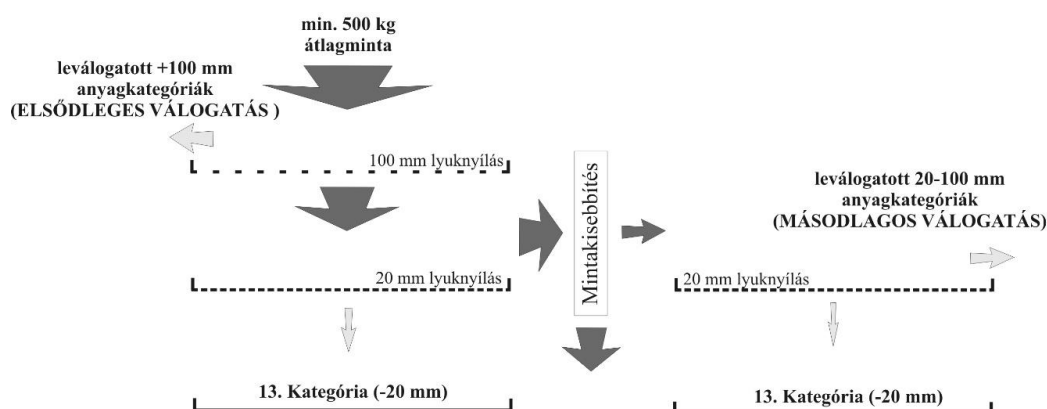


5. ábra Envirobank felülete [Forrás: <https://gardenista.hu/2018/12/04/nalunk-megbukott-mashol-uj-szenzacionak-szomit-az-uvegvisszavalto/>]

2.3. A kommunális hulladékok vizsgálatára szolgáló hazai módszerek

2.3.1. A jelenleg hatályos TSZH vizsgálati szabványok

Az MSZ 21420-28 és MSZ 21420-29 szerinti, a települési szilárd hulladékok mintavételére és a hulladék összetételének meghatározására vonatkozó szabványos módszer alkalmas mind a vegyesen- és az elkülönítetten gyűjtött hulladékok jellemzésére. A szabványos vizsgálat legkisebb egysége az egy „vizsgálat”, amely egy adott időpontban „felmérendő területen” (alapsokaság) keletkező hulladék mintavételezés útján történő jellemzését jelenti. A hatályos magyar hulladékvizsgálati szabványok Pierre Gy (1979) mintavételezési elméletén alapulnak. A Pierre Gy (1979) által kiszámított minimális átlagminta tömegek kerültek be a magyar szabványokba a vegyesen és a különféle elkülönítetten gyűjtött hulladékokra (MSZ 21420-28 szabvány 1. táblázat) vonatkozóan. A vegyesen gyűjtött kommunális szilárd hulladékok esetében 10 db 50 kg-os egyesmintát kell összekeverni, így képezve a min. 500 kg tömegű átlagmintát. Az átlagminta szabványos feldolgozása (mintaelőkészítése) a 6. ábra szerint történik:

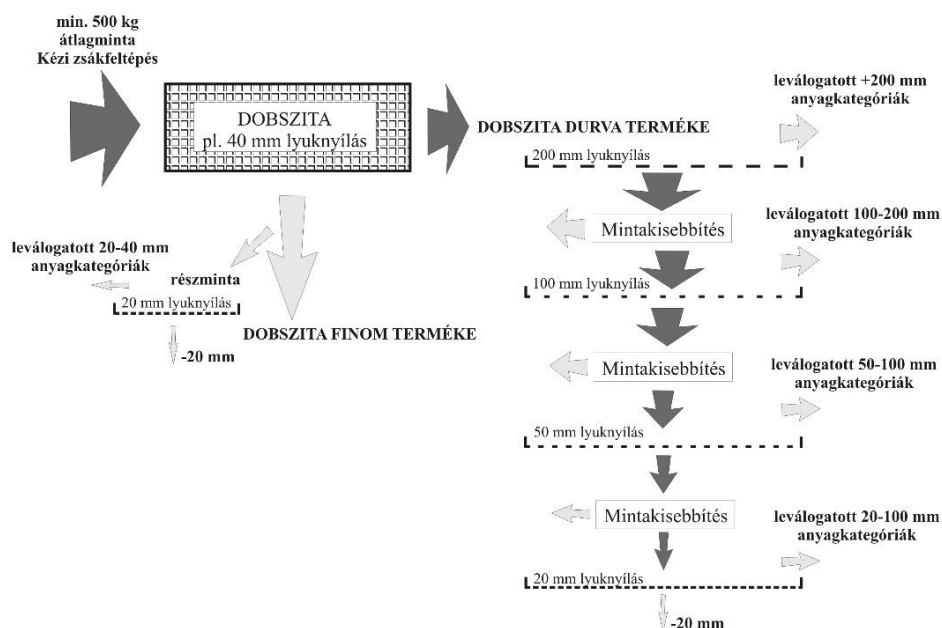


6. ábra Az átlagminta előkészítésének szabványos protokollja

Az elsődleges válogatás során egy 100 mm-es négyzetes lyuknyílású szita helyezkedik el felül, alatta egy 20 mm-es, míg az alatt egy tálca található. A 100 mm-es szitán egyidejű szitálás mellett történik a 100 mm-nél nagyobb szemcsék 12 anyagkategóriára (MSZ21420-29 szabvány 4. fejezet) történő szétválogatása. Az elsődleges válogatást követően a 20 mm-es szitán fennmaradt köztes méretfrakciót (20-100 mm) átlós negyedeléssel mintakisebbiteni kell, kb. a nyolcadára, jellemzően, minimum 40 kg-ra. A másodlagos válogatás során, a 20 mm-es szitán kell - egyidejű szitálás mellett-, az anyagot ismételt 12 anyagkategóriára válogatni. A szabványos 13 anyagkategória: 1. Biológiailag lebomló, 2. Papírok, 3. Kartonok, 4: Kompozitok, 5. Textíliák, 6. Higiéniai hulladékok, 7. Műanyagok, 8. Nem osztályozott éghető hulladékok, 9. Üvegek, 10. Fémek, 11. Nem osztályozott éghetetlen hulladékok (INERT), 12. Veszélyes hulladékok, 13. Kis szemcseméretű hulladék.

2.3.2. A 2017/18 országos kampány során alkalmazott részletes vizsgálati metodika

A Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete 2017/18-ban országos települési szilárdhulladék összetétel vizsgálatot végzett (Faitli-Romenda, 2019; Vojtonovszki-Soltész – Faitli, 2019). Pierre Gy (1979) számításai szerint a vegyesen begyűjtött TSZH esetében kb. 100 mm szemcsenagysághoz tartozik a 500 kg minimális átlagminta. Faitli és Romenda (2019) ez alapján meghatározta a TSZH mintavételezés nomogramját, ami szerint az 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 7. ábrán sematikusán bemutatott ún. részletes mintaelőkészítési 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.



7. ábra Az átlagminta előkészítése az un. részletes TSZH protokoll szerint

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 dobszita, azért, hogy a kellemetlen finom anyagoktól megszabaduljunk. A dobszita durva termékét feladjuk a 200 mm-es lyuknyílású szitára. A szitán fenn maradó terméket a anyagkategóriánként válogatjuk, majd alkategóriákra válogatjuk. A szitán áthullott mintát kisebbítjük és 100 mm-es lyuknyílású szitára feladjuk. A szitán maradó 100-200 mm terméket szintén anyagkategóriánként majd alkategóriánként válogatjuk. Az áthullott mintát szintén kisebbítjük. Ezeket a lépéseket megismételjük 50 és 20 mm-es lyuknyílású szitával is. A folyamat azonos a nagyobb részméretű szitalás lépéseivel. A 20 mm alatti finom frakciót már nem válogatjuk tovább.

A 2017/18-as TSZH vizsgálati kampányok során a válogatás elsőként a szabványos anyagkategóriákra történt. A speciális célok miatt az 1. Biológiailag lebomló kategóriát válogatták tovább élelmiszer hulladék altípusokra, a 7. Műanyagok kategóriát 2D, PET és 3D altípusokra, ill. a 10. Fémek kategóriát több altípusra. Ezen kívül minden anyagkategória esetében következett egy másodlagos válogatás, amikor a csomagoló – nem csomagoló aláválogatást végezték el. Minden hulladék szemcséről meg kellett állapítani, hogy - függetlenül a szemcse elemzés kori állapotától – annak az eredeti rendeltetése csomagolás volt vagy nem. A 2017/18-as TSZH vizsgálati kampányok során kapott adatok részletes adatok voltak, mert négy diszkrét szemcseméret frakció anyagi összetételét is meghatározták, így az eredmények felhasználhatók hulladék-feldolgozó technológiák tervezéséhez.

3. Anyagok és módszerek

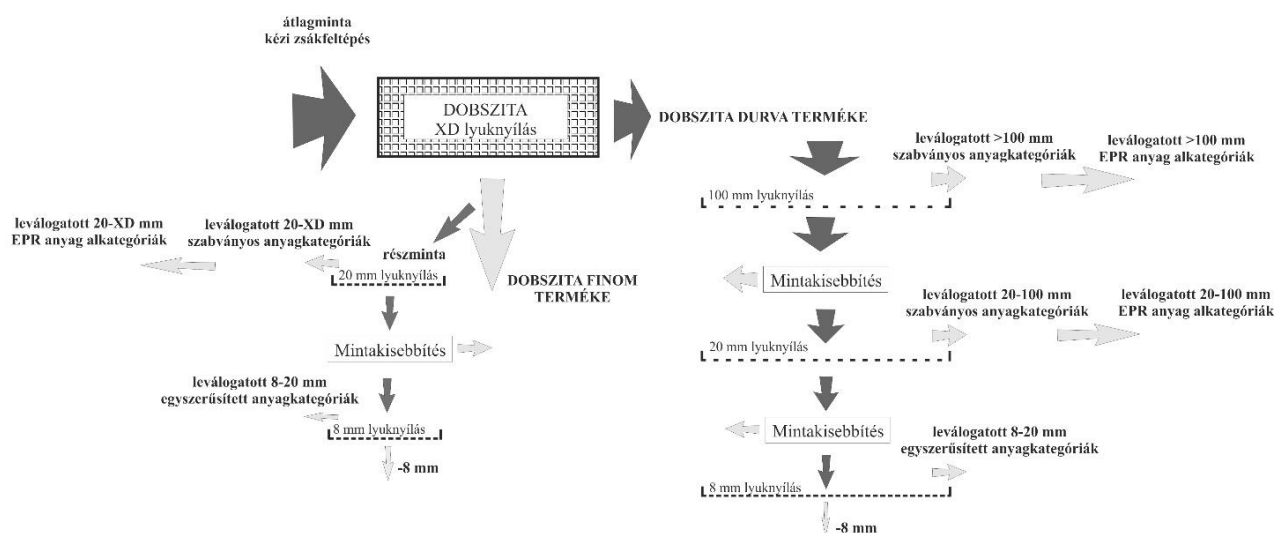
3.1. A Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet által kidolgozott EPR-es vizsgálati metodika

A Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete a MOL NyRt. megbízására un. EPR-es TSZH elemzési metodikát dolgozott ki, a következő elvek figyelembevételével:

- A vizsgálat megtervezése, a szektorokra való bontás, a szezonális kezelése, az átlagminták képzése, stb. a szabványos útmutatás alapján történjen.
- Az átlagminta minimális tömege a validáló mérések eredményei alapján felülvizsgálandó.
- A szennyezett anyagáramok esetén a teljes átlagminta dobszitalása, a finom termék rész mintavételezése a Faitli – Romenda (2019) protokoll szerint. Tisztább anyagáramok esetén nincs szükség előzetes dobszitalásra.
- Hagyjuk meg a szabványos 13 TSZH anyagkategóriát, azért hogy az eredmények más adatbázisokkal és országos hulladékösszetételi adatokkal összevethetők legyenek.
- Alkalmazzuk a Faitli - Romenda (2019) protokoll szerinti 14. Egyéb anyagkategóriát azokra az anyagokra (pl. elektronikai hulladék), amelyek nem férnek bele a szabványos 13-ba.
- Optimális esetben egy elemzéshez 6 válogató munkás, 1 lapátoló és 3 irányító kell.
- Az elsődleges és a másodlagos válogatás esetén is elsőként a 14 anyagkategóriára történjen a válogatás.
- A kategóriák leválogatása után kettő, ill. három csapatot kell képezni, akik külön-külön aláválogatják az EPR-es anyagkategóriákat. Így mindig mindenkinek van dolga és nem kell sok embernek várakoznia.
- Most is alkalmazzuk azt az elvet a 100 mm alatti szemcsékre, hogy egy adott szemcse esetén a fellelt állapothoz képest nem aprítjuk és nem „szereljük szét” azt, mert az veszélyes és ránézésre megállapítjuk, hogy melyik a legnagyobb tömegben lévő anyagkomponens és abba válogatjuk. Ha pl. egy PET palackban üdítő van, ha kevés az üdítő, akkor a PET műanyagba kerül, ha az üdítő tömege a nagyobb, akkor pedig az ételhulladékba az adott szemcse. Amikor sok szemcsével így járunk el a hiba szórása a nullához közelít. A 100 mm feletti szemcsék esetén az összenőtt szemcséket egyedileg mérlegeljük és a két vagy több anyagkomponens tömegét méréssel vagy becsléssel egyedileg meghatározzuk.
- Az átlagminta feldolgozásához szükséges eszközigény: kb. 40 m² fedett placc sima beton borítással, hogy a finom kategória felseperhető legyen, dobszita, rakodógép, 2 db 1000 l-es edény, mérleg az 1000 l-es edény tömegének a mérésére, kb. 12 db 120 l-es edény, 100 mm, 20 mm és 8 mm lyuknyílású szitakeretek, mérlegek (kb. 100 kg/5 g érzékenység, kb. 3 kg/1 g érzékenység), egyéb eszközök (110 l-es zsákok, kampók, seprűk, lapátok, stb.).

- Nem kell szárítani, a cél a nedves anyagmérleg meghatározása.
- A 13. Finom anyagkategóriát elemezzük tovább. Ilyen kis méretnél nem lehet részletes válogatást végezni csak egyszerűsítettet (pl. műanyag, papír, fém, SUP filter, bio, egyéb). Ezért szitaljunk 8 mm-nél is, a 8 mm alattit már nem lehet válogatni.

Mindezek alapján az egyes hulladékáramokból vett átlagminták javasolt elemzési metodikáját a 8. ábra mutatja.



8. ábra Az EPR-es mintaelőkészítés törzsfája.

A szennyezett hulladékáramokból (pl. VTSZH) képzett átlagminták feldolgozása esetén célszerű a teljes átlagminta átszitálása egy mobil dobszita segítségével. Ilyenkor a dobszita finom termékét kihordó szállítószalag alá egy 120 literes edénybe egy kukányi részmintát kell venni. Ilyen esetben a teljes dobszita finom termékének a tömegét le kell mérlegelni. Célszerű a dobszita finom termékét egy 1100 literes edénybe járatni. 20 és 60 mm lyuknyílás között tetszőleges lyuknyílás méretű (XD) dobszita alkalmazható. Tisztább hulladékáramok esetén nincs szükség előzetes dobszitalásra, az elemzés ilyenkor a 100 mm-es szitalapon kezdődik. 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 szitalás és kézi válogatás történik. Elsőként a 12 szabványos anyagkategóriára történik a válogatás. A 6 válogató munkás 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 válogató szitára nejlon fóliát kell tenni és az adott szabványos anyagkategóriát az EPR-es alkategóriákra kell aláválogatni. Ez duplikált válogatást jelent, de így jelentősen megnövekszik a válogatás pontossága. Ezt követően következik a szita alatt összegyűlt anyag mintakisebbitése. A forgási kúp alakú anyagot kör szimmetrikusan 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, de épp 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.

A válogatás a következő szabványos anyagkategóriákra és EPR-es alkategóriákra történjen:

1. BIOLÓGIAILAG lebomló HULLADÉK

1.1. *Ételhulladék* (a csontok kivételével)

1.2. *Zöld hulladék* (udvari és kerti hulladékok, virágok, falevelek, sövény-nyesedék, állati tetem, szerves anyagból készült lebomló csomagolóanyagok, stb.)

1.3. *Egyéb bio* (az előzőkbe nem besorolható, pl. állati tetem)

2. PAPÍROK

2.1. *Csomagolópapír* (papír csomagolóanyagok)

2.2. *Irodai papír* (irodai papír, pl. nyomtatóba való papír)

2.3. *Reklámpapír* (reklámhordozó papírok, azok az újságok, amelyek célja egyértelműen a termékek reklámozása)

2.4. *Nem EPR-es papír* (egyéb papírfélék, színes és fekete-fehér újságok, borítékok, stb.)

3. KARTONOK

3.1. *Csomagolókarton* (csomagolási célú kartonpapírok, téstás és tojásos dobozok, joghurtos kartonok, hullámos csomagolókartonok, stb.)

3.2. *Nem EPR-es kartonok* (nem csomagolási célú kartonok, pl. festéshez használt kartonpapír, stb.)

4. Kompozitok

4.1. *3D kompozit csomagolások* (társított rétegzett italkarton, pl. TetraBrik, tejes, gyümölcsleves kompozit csomagolások)

4.2. *2D kompozit csomagolások* (egyéb fóliaszerű többrétegű csomagoló anyagok, pl. Mogyi, chips, stb.)

5. Textíliák

5.1. *Textil csomagolóanyag* (hálók gyümölcsök és zöldségek számára, stb.)

5.2. *Ruházat* (ruhák és rongyok – természetes szálak pl. gyapjú, pamut, vászon, stb. és műszálak pl. harisnya, stb.)

5.3. *Lakástextil* (szőnyeg, takaró, függöny, stb.)

5.4. *Nem EPR-es textil* (autótextil, gurt, stb.)

6. HIGIÉNIAI HULLADÉKOK

6.1. *SUP kendő* (nedves SUP törölkendő)

6.2. *Nem EPR-es higiéniai* (egyéb higiéniai textíliák, pelenkák, havikötők, pamut tamponok, papír-zsebkendők, háztartási papír, stb.)

7. Műanyagok

- 7.1. *2D csomagoló* (műanyag reklám táska, 2D műanyag csomagoló anyagok, fóliák)
- 7.2. *2D nem-csomagoló* (2D alakú műanyag fóliák, pl. mezőgazdasági célú –talajtakaró fóliák, sátorfóliák, stb.)
- 7.3. *PET italos palack*
- 7.4. *3D csomagoló* (HD-PE flakonok, mosószeres és egyéb flakonok, stb.)
- 7.5. *3D nem csomagoló* (fülpisztázó, műanyag poharak-tányérok-szívószál-keverőpálca, lufi és lufipálcika, műanyag ételtartók, cigaretta csikk, műanyag nedves törölközők)

8. NEM OSZTÁLYOZOTT ÉGHETŐ hulladék

- 8.1. *Fa csomagoló* (fa és természetes alapú csomagolóanyagok, parafa dugók, fa kupakok)
- 8.2. *Fából készült bútorok*
- 8.3. *Gumiabroncs*
- 8.4. *Öv és cipő* (ruházati kiegészítők)
- 8.5. *Nem EPR-es éghető* (előzőkbe nem besorolt deszkák, bőr, gumi (nem abroncs), csont, szivacs, stb.)

9. ÜVEGEK

- 9.1. *DRS üveg* (DRS üveg italos palackok)
- 9.2. *Csomagoló üveg* (egyéb üveg csomagolóanyagok, pl. befőttes, lekváros, stb.)
- 9.3. *Nem EPR-es üveg* (síküveg és nem csomagolási célú egyéb üvegek)

10. FÉMEK

- 10.1. *DRS fém Fe* (DRS vasfém italos palackok)
- 10.2. *DRS fém Alu* (DRS Alu italos palackok)
- 10.3. *Fe csomagoló- és spray fém* (egyéb Fe csomagoló anyagok és Fe spray flakonok, üveg csomagolások Fe kupakja külön, Fe spray, stb.)
- 10.4. *Alu csomagoló- és spray fém* (egyéb Alu csomagoló anyagok és Alu spray flakonok, pl. alufólia, joghurt sapka külön, üveg csomagolások Alu kupakja külön, Alu spray, stb.)
- 10.5. *Nem EPR-es fém* (egyéb fém hulladékok, pl. öntött tárgyak, csapok, lábasok, stb.)

11. NEM osztályozott éghetetlen hulladékok (INERT)

(egyéb osztályozatlan éghetetlen hulladék, pl. más kategóriába nem sorolt inert anyagok (törmelék, kő, kerámia, stb.)

12. VESZÉLYES hulladékok

- 12.1. *Elem akkumulátor* (száraz és nedves elemek és akkumulátorok)
- 12.2. *Nem EPR-es veszélyes csomagoló* (növényvédő szerekkel, festékekkel, lakkokkal vagy oldószerekkel szennyezett csomagolás, gyógyszeripari csomagolás gyógyszermaradékkal vagy anélkül (a külső papírdoboz nélkül), stb.)
- 12.3. *Nem EPR-es veszélyes nem csomagoló* (egészségügyi tevékenységből származó speciális hulladékok, fecskendők, perfúziós zacskók, stb.)

13. kis szemcseméretű HULLADÉK (Finom hulladék) (< 20 mm)

- 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* (cigaretta füstszűrője külön)
- 13.5. *8-20 mm bio* (biológiailag bomló finom szemcsék)

13.6. 8-20 mm egyéb

13.7. 0-8 mm hulladék

14. EGYÉB (nem a TSZH-ba kellett volna tenni)

14.1. WEEE (elektromos és elektronikai berendezések hulladéka)

14.2. Egyéb (pl. *kenőolaj, szappan és mosószer, testápoló*)

3.2. A vizsgálati helyszín és a vizsgálatra kiválasztott TSZH átlagminták főbb jellemzői

Miskolc első polgármestere, Farkas Károly 1876-ban elrendelte Miskolc város háztartásaiban keletkező hulladék elszállítását. Az ebben egyértelműen meghatározott szabályok alapozták meg a mai koordinált lakossági házhoz menő hulladékgyűjtést. Ezt a szolgáltatást napjainkban a Miskolci Regionális Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. - továbbiakban MiReHu Kft.- végzi. A cég főként nem veszélyes hulladékok gyűjtésével, elszállításával és kezelésével foglalkozik. Borsod-Abaúj-Zemplén Megye 58 településén végzi el a hulladékgazdálkodási közszolgáltatást. Ezen kívül a környék lakosainak szemléletformálásban is rész vesz és különböző szolgáltatásokat is biztosít.

A társaság szolgáltatásai közé tartozik:

- hulladékgyűjtő edények kiosztása, cseréje, mosása,
- konténeres hulladék elszállítása, kezelése,
- bizalmas iratok hivatalos megsemmisítése,
- iskolai papírgyűjtés,
- nikecell hulladék átvétele és kezelése,
- fémkereskedelmi tevékenység,
- VTSZH, lomhulladék és zöldhulladék átvétele és kezelése,
- szelektív hulladékok átvétele és kezelése,
- hulladékudvar üzemeltetése gazdálkodó szervezetek részére,
- veszélyes hulladékok átvétele és kezelése,
- biogyűjtés.

Szemléletformálási céllal jött létre a miskolci József Attila úton található Miskolci Újrahasználati Központ (MÚK). A lakosságnak lehetősége van a használatra alkalmas tárgyait, berendezéseit elhelyezze, hogy lehetőség szerint másoknál felhasználásra kerülhessenek. A tárgyak a lakosság számára ingyenesen leadhatóak, nyitva tartási időben pedig az eredeti ár töredékéért megvásárolhatóak mások számára. A leadott tárgyak között találhatóak bútorok, sportfelszerelés, gyermekjátékok, könyvek, konyhai eszközök és egyéb háztartásbeli használati tárgyak. Emellett rengeteg szemléletformáló programot szerveznek és más programsorozathoz is szívesen csatlakoznak. 2020-ban az Európai Hulladékcsökkenési héthez csatlakozva elindították a Select Smile programot. A program célja a szelektív hulladék gyűjtés népszerűsítése az iskolások körében. Az intézmények belső szelektív hulladékgyűjtési rendszer kidolgozásával tudnak csatlakozni és díjazásképpen gyűjtőedényeket kapnak ajándékba. Szintén a nevelő intézményeknek

hirdetik az iskola táská programot. 2021-ben indult hagyományteremtő céllal. A tanév végén felhívást intéznek a jó állapotú, kidobásra szánt iskola táskák, tornazsákok és egyéb tanszerek gyűjtésére. A táskákat takarítás után feltöltik írószerrel és a következő tanév megkezdése előtt hátrányos helyzetű gyermekeknek adják. A József Attila úti telephely lehetőséget nyújt a fiatalok számára, hogy megismerjék a társaság működését és kövessék a hulladék útját a begyűjtéstől. A telephelyre látogató óvodás és iskolás csoportok számára fejlesztettek egy Hulladékfelfedező nevű applikációt, mely csapatverseny keretében vezeti körbe őket. A játék során az applikáció különböző állomásokhoz vezeti a gyermekeket a MiReHu területén. Minden állomáson megismerkedhetnek egy rövid ismeretterjesztő tananyaggal. A kapott információk segítségével tudják kinyitni az állomásokon elhelyezett ládákat, melyek puzzle darabokat tartalmaznak. A darabokból a társaság kabala figurája rakható ki. A kaland során kipróbálható a cég által épített elektromos kukásautó is, mely játékosan a helyes gyűjtési ismereteket is megtanítja.



9. ábra MiReHu Kabala :[Forrás: <https://mirehu.hu/szemleletformalas/hulladekfelfedezo/>]

A mérés a MiReHu József Attila utcai telephelyén történt. A telephelyen biztosított beton placcon az alábbi hulladékok analízisét végeztük el:

- Gyűjtőszigetes szelektív hulladék
- Kommunális VTSZH
- Gazdálkodó szervezet SZTSZ
- Gazdálkodó szervezet üveg hulladék
- Elem, akkumulátor
- Lakossági zöldhulladék
- Hulladékudvari zöldhulladék
- Aprítatlan RDF
- Papír gyűjtősziget
- Lom hulladékudvarból
- Fólia gazdálkodó szervezettől



10. ábra Mintaanyag feladása



11.

ábra Minta feladása

A mérés során a válogató munkások 100 mm lyukosztású szitán vizsgálták először a fennmaradó hulladékot a szita oldalára rögzített 110 literes gyűjtőzsákokba válogatva, a 13 anyagkategóriát külön gyűjtőzsákra bontva, mely a 10. ábrán látható.



12. ábra Hulladék válogatása 100 mm lyukméretű szitán

Ezután 3 fős csoportokban alkategóriákra bontották és felülvizsgálták a hulladékot. Az alkategóriákra válogatott hulladékot a mérésvezető mérlegelte és dokumentálta én pedig fényképes dokumentációt készítettem és feljegyeztem az egyes alkategóriákba kerülő anyagokat a módszer egyértelműsítése érdekében.



13. ábra Alkategóriákra válogatás

Ezután az áthullott frakciót mintakisebbítettük, 20 mm lyukosztású szitán osztályoztuk, válogattuk a fennmaradó szemcséket és dokumentáltuk.



14. ábra Minta kisebbítés

A 20 mm-en áthullott és kisebbített finom terméket a 8 mm lyukosztású szitán egy ember átszitálta és az egyszerűsített kategóriák szerint válogatta. A mérést minden beérkező hulladékfajta kategóriára elvégeztük.

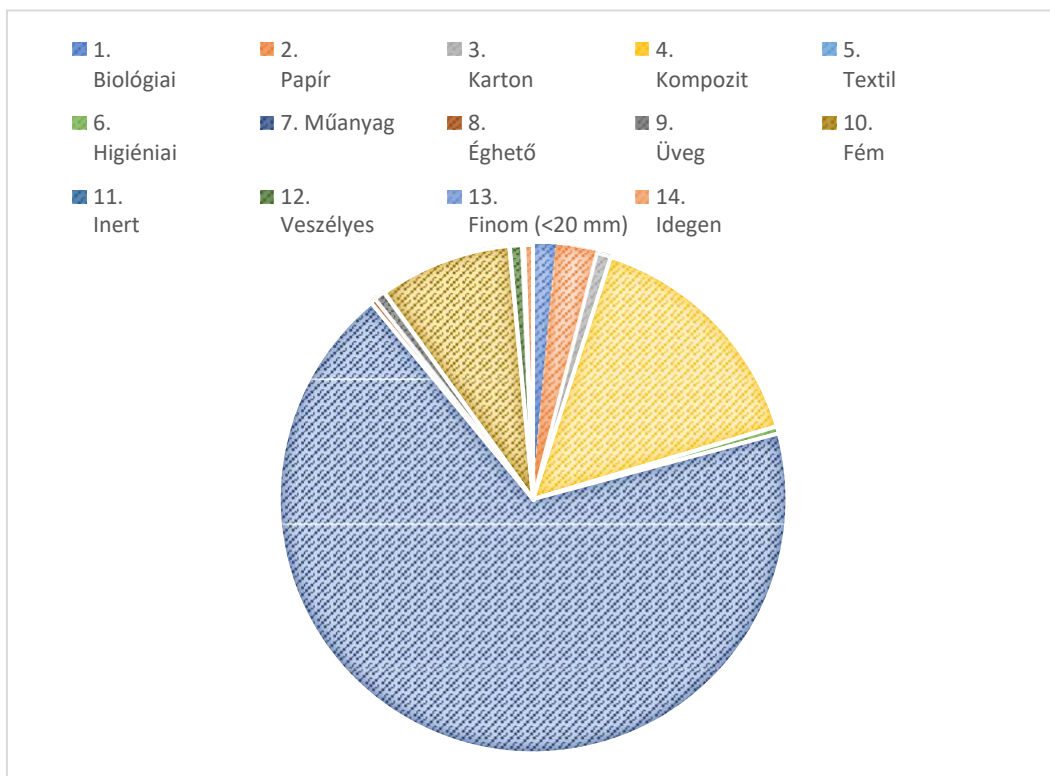
No.	Az átlagminta megnevezése és forrása	Mért tömeg [kg]	Becsült térfogat [liter]	Becsült halmazsűrűség [kg/dm ³]
1.	SZTSZH udvar	18,022	500	0,036
2.	SZTSZH gazdálkodó szervezet	58,343	1100	0,053
3.	Üveg gazdálkodó szervezet	18,653	60	0,311
4.	Fólia hulladékudvar	7,488	900	0,008
5.	Elem-akkumulátor	57,66	50	1,153
6.	Zöld házhozmenő gyűjtés	85,855	800	0,107
7.	Zöld hulladékudvar	35,22	400	0,088
8.	SZTSZH gyűjtősziget	38,349	1100	0,035
9.	SZTSZH válogatási maradék	88,877	1000	0,089
10.	Üveg gyűjtősziget	51,472	70	0,735
11.	Üveg hulladékudvar	46,5	70	0,664
12.	VTSZH közterület	91,957	600	0,153
13.	Aprítatlan RDF 1.	153,239	1000	0,153
14.	Papír gyűjtősziget	19,071	-	-
15.	Lom hulladékudvar	131,349	500	0,263
16.	VTSZH 1.	192,67	1200	0,161
17.	Fólia gazdálkodó szervezet	10,65	900	0,012
18.	Aprítatlan RDF 2.	110,065	600	0,183
19.	Lom házhoz menő	106,44	800	0,133
20.	VTSZH 2.	243,125	1500	0,162
21.	Papír gazdálkodó szervezet	110,934	900	0,123
22.	Papír hulladékudvar	51,392	700	0,073

1. táblázat Vizsgált minták mennyiségi jellemzői

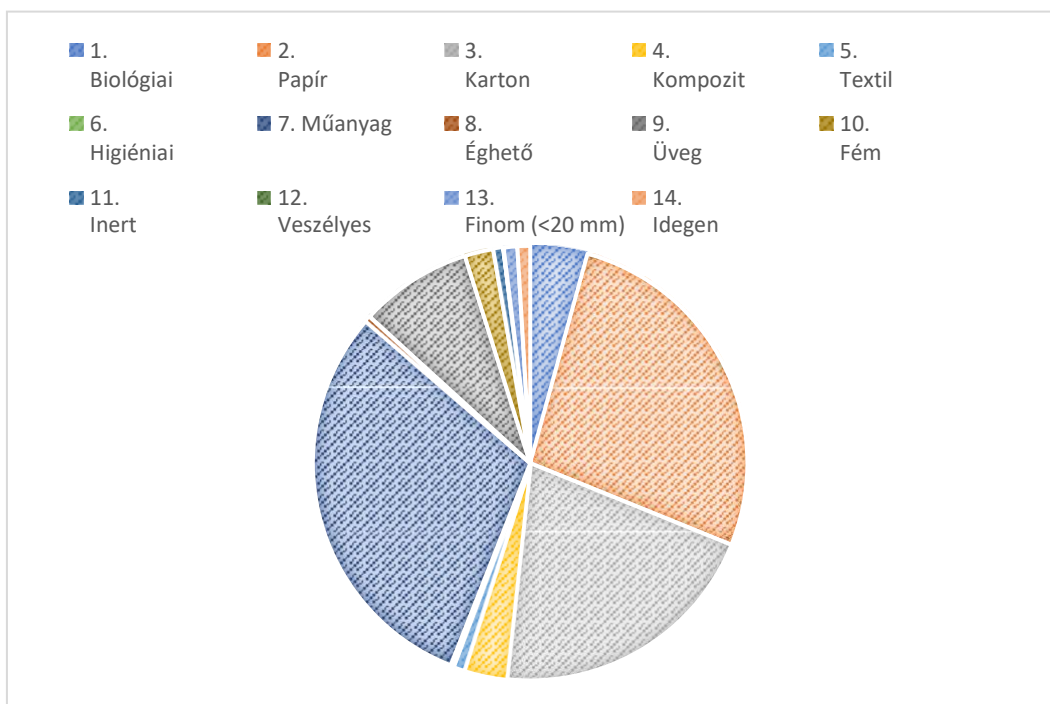
Anyagka tegóriák	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Minta No.	Bio	Papír	Karton	Komp.	Textil	Hig.	Műa.	Éghető	Üveg	Fém	Inert	Veszély.	Finom	Idegen
1.	1,448	2,597	0,904	15,431	0,000	0,455	68,194	0,361	0,682	8,456	0,000	0,827	0,089	0,555
2.	4,254	26,886	20,585	3,173	0,823	0,253	30,369	0,440	8,369	2,135	0,746	0,013	1,013	0,943
3.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,340	0,000	98,644	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000
4.	0,000	0,134	0,000	0,000	0,000	0,000	99,826	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
5.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	85,813	14,166	0,021
6.	76,261	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,287	0,000	0,000	0,000	0,282	0,000	22,170	0,000
7.	90,432	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,173	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,396	0,000
8.	2,725	1,828	0,756	9,677	0,980	0,636	68,263	7,056	2,034	5,450	0,000	0,308	0,287	0,000
9.	0,395	14,515	2,863	5,847	0,075	1,254	52,047	6,213	1,480	8,193	2,098	1,950	0,477	2,594
10.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12.	20,755	10,829	2,556	0,966	5,150	1,861	18,202	5,421	19,306	5,041	0,000	0,005	9,907	0,000
13.	12,266	9,827	1,044	2,669	14,813	14,722	26,395	2,971	0,000	3,282	0,077	0,257	11,164	0,513
14.	0,372	34,691	63,185	0,225	0,000	0,000	1,526	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15.	0,000	0,300	0,000	0,000	0,226	0,000	44,776	25,846	0,000	0,514	0,000	26,739	0,533	1,066
16.	29,445	7,454	1,272	1,180	2,855	6,980	15,603	3,856	3,437	3,617	0,559	1,445	21,147	1,151
17.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18.	1,699	11,191	3,785	2,277	22,266	7,873	34,851	3,811	0,068	5,368	0,423	0,345	5,354	0,688
19.	0,038	12,588	10,334	0,000	1,841	0,000	8,780	38,842	2,443	4,616	3,382	0,160	0,846	16,131
20.	25,145	8,060	0,925	0,803	3,825	9,157	9,485	2,252	4,197	2,605	2,565	0,832	29,932	0,216
21.	0,000	64,348	35,652	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22.	0,000	1,952	97,243	0,000	0,000	0,000	0,806	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

2. táblázat Anyagkategóriák tömegszázalék szerinti megoszlása a mintákban

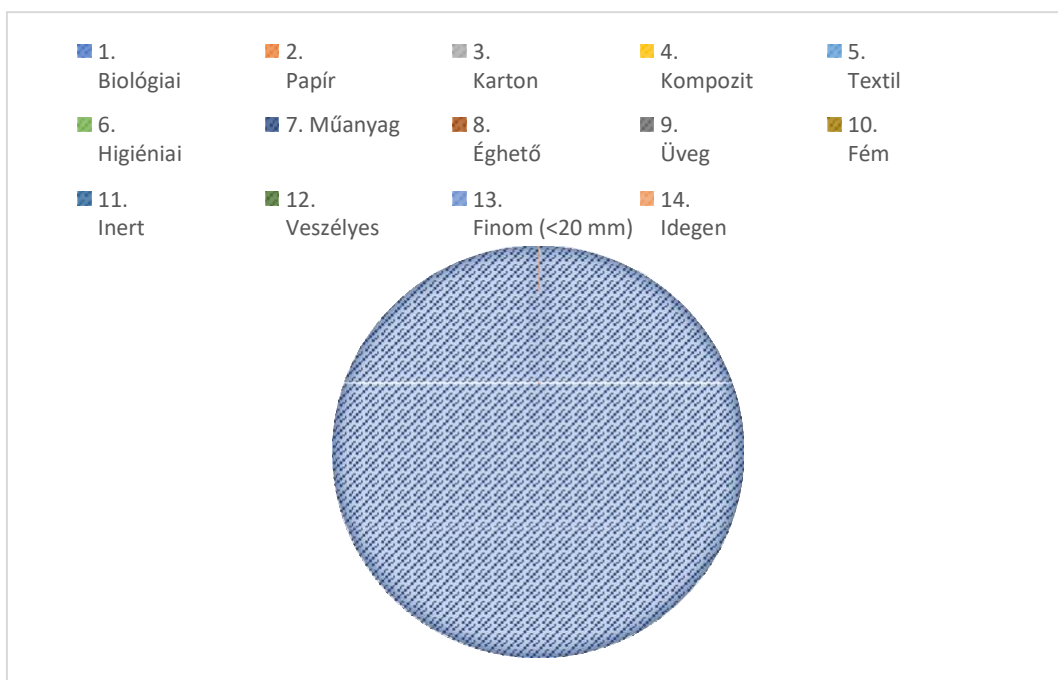
4. Eredmények



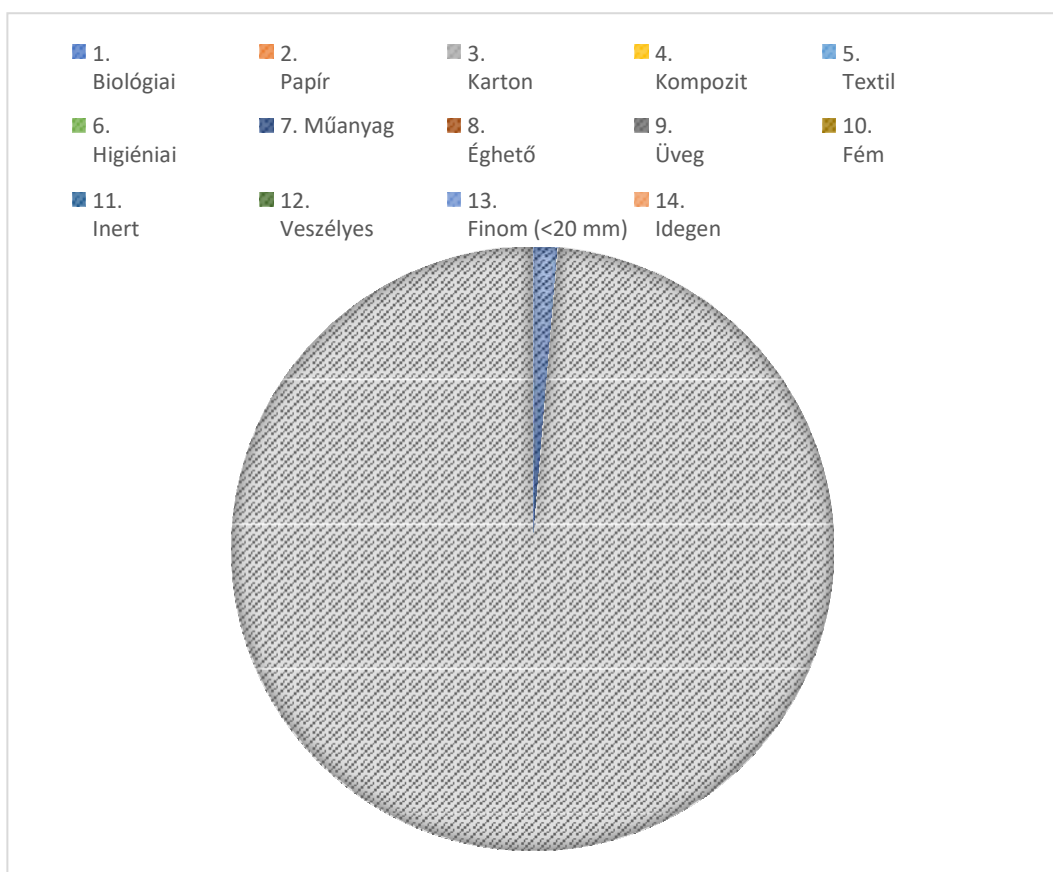
15. ábra SZTSZ udvar megoszlása tömegszázalék szerint



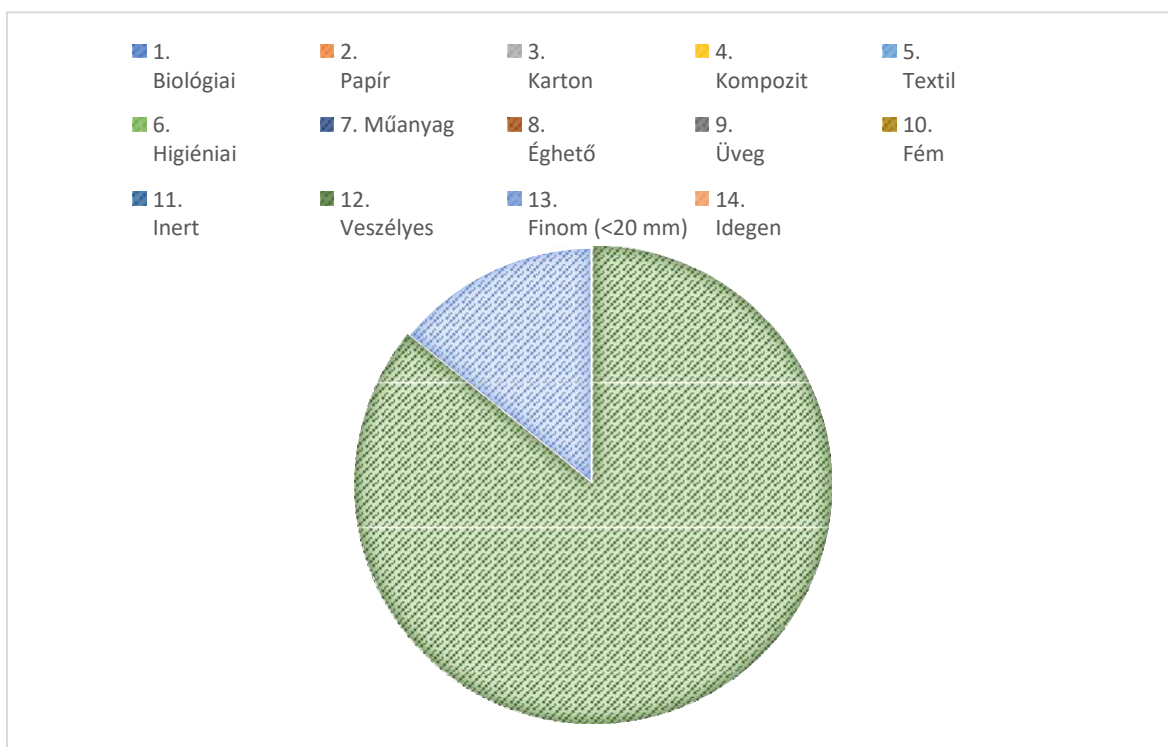
16. ábra SZTSZH gazdálkodó szervezet megoszlása tömegszázalék szerint



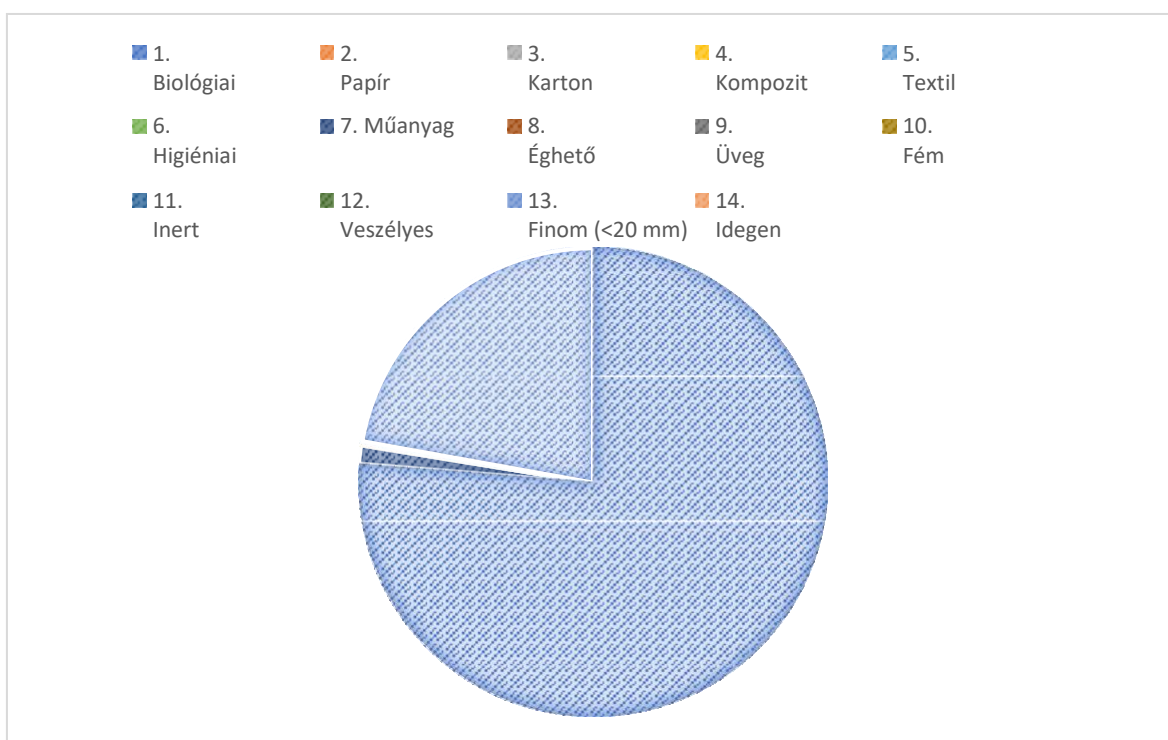
17. ábra Fólia udvar megoszlása tömegszázalék szerint



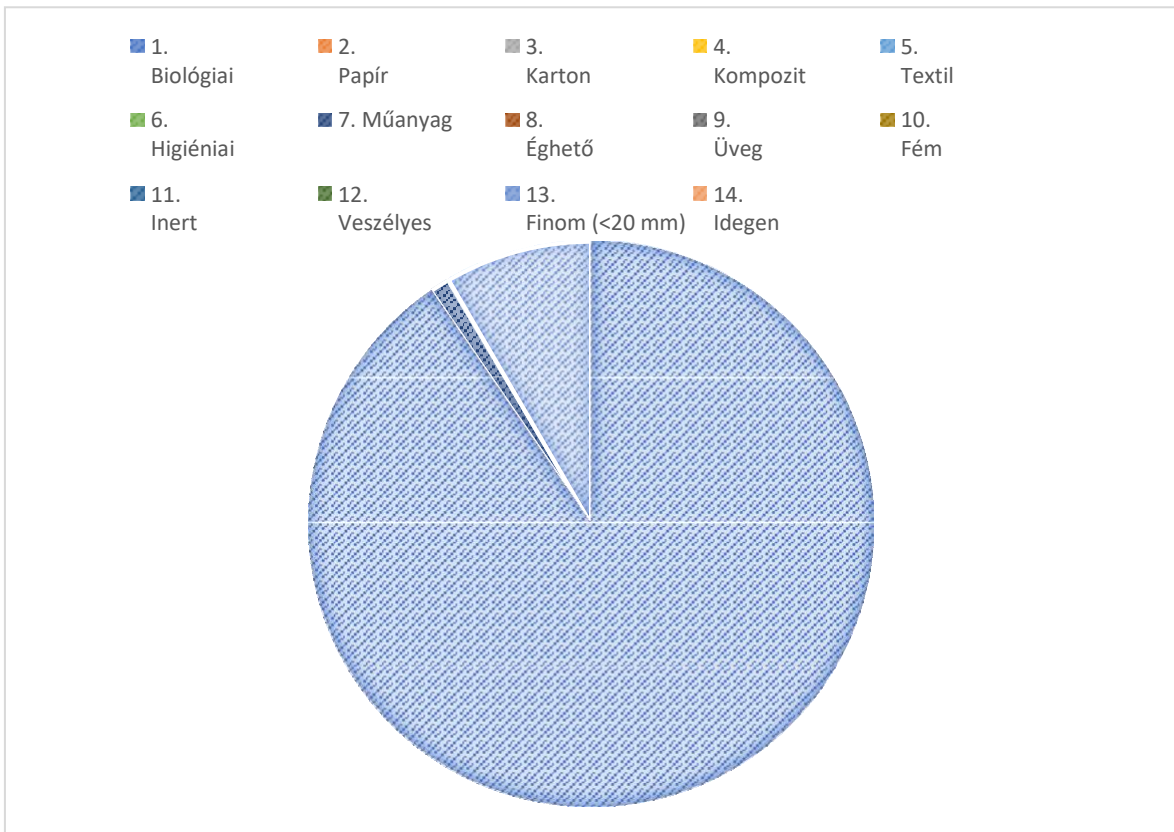
18. ábra Üveg gazdálkodó szervezet tömegszázalék szerinti megoszlása



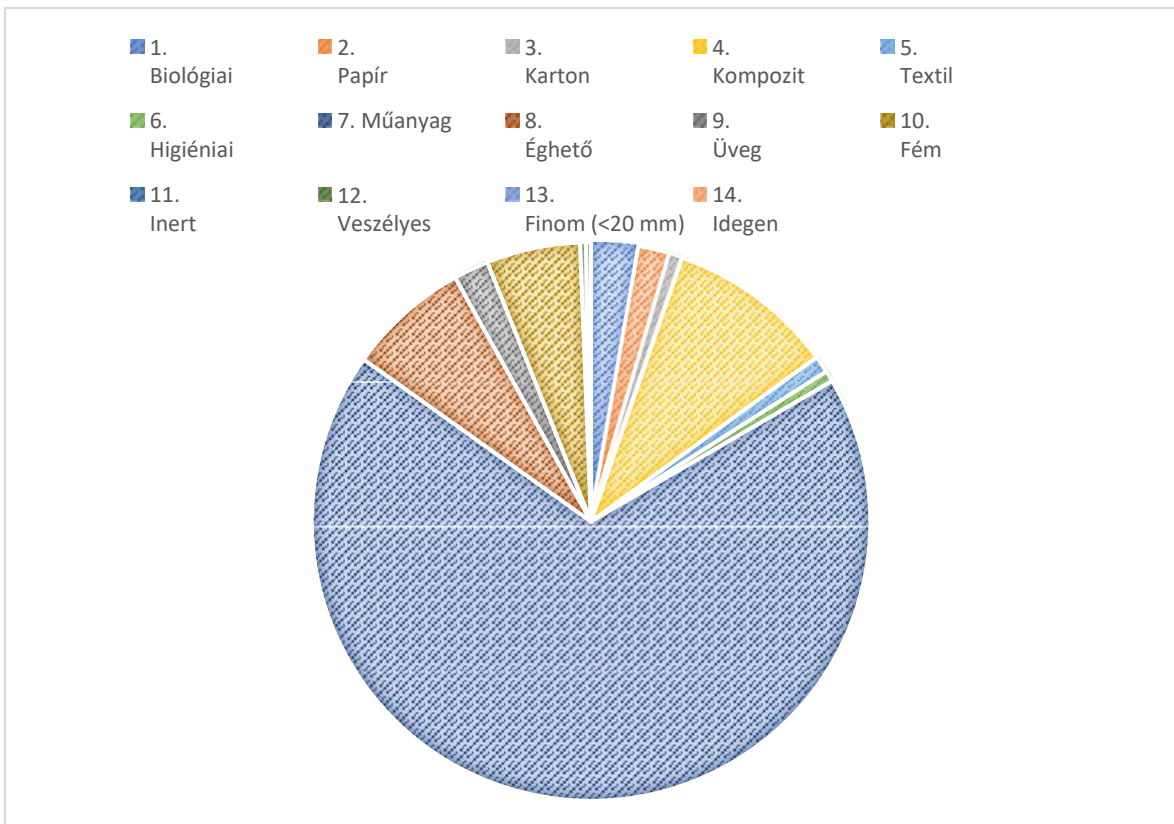
19. ábra Elem, akkumulátor tömegszázalék szerinti megoszlása



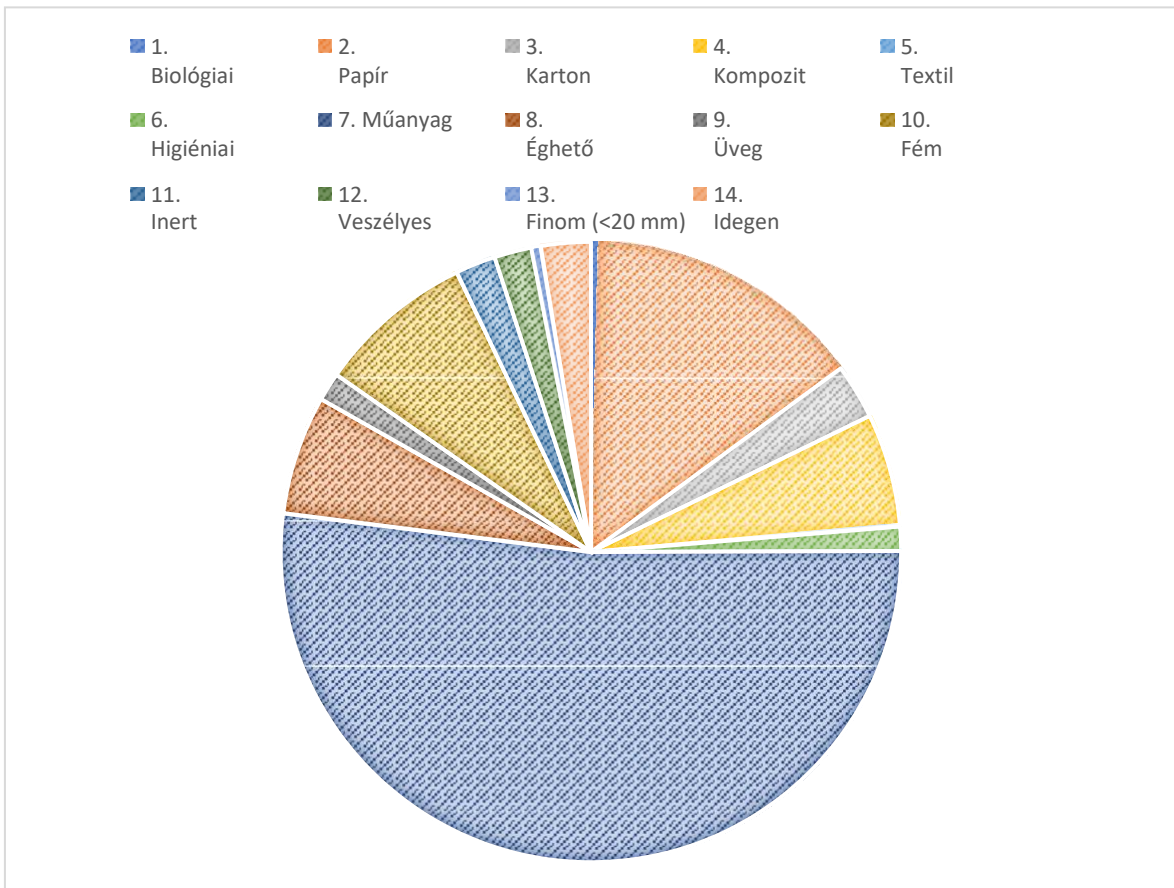
20. ábra Zöld házhozmenő gyűjtés tömegszázalék szerinti megoszlása



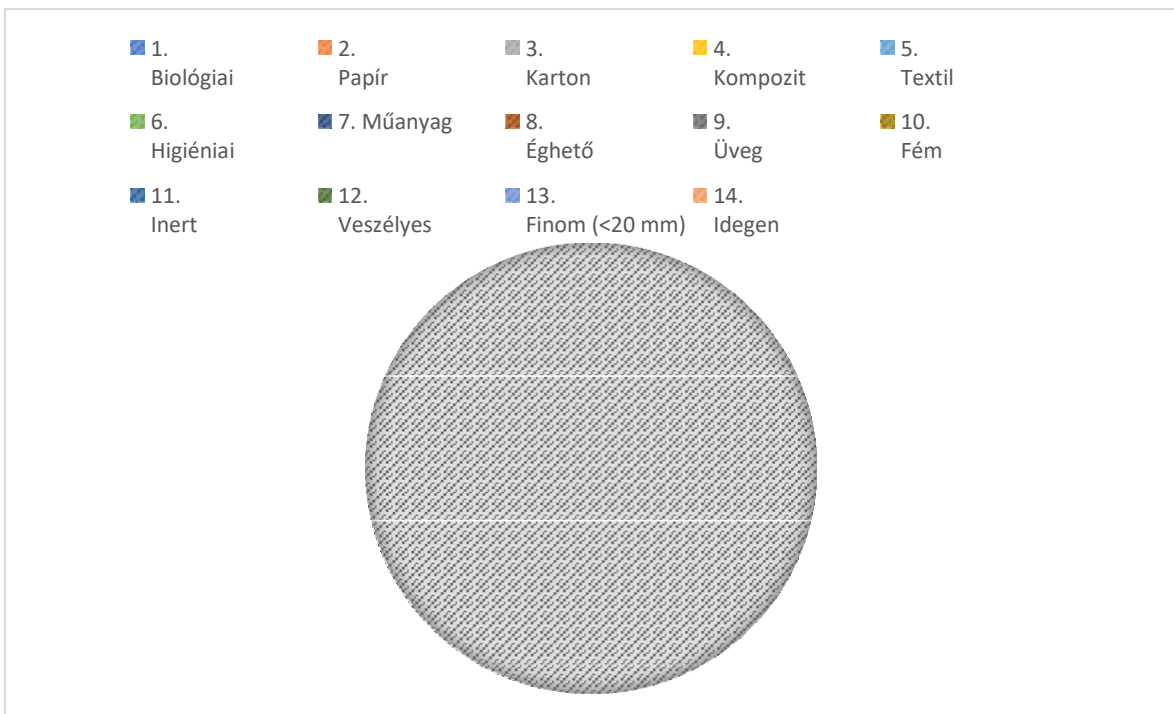
21. ábra Zöld hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása



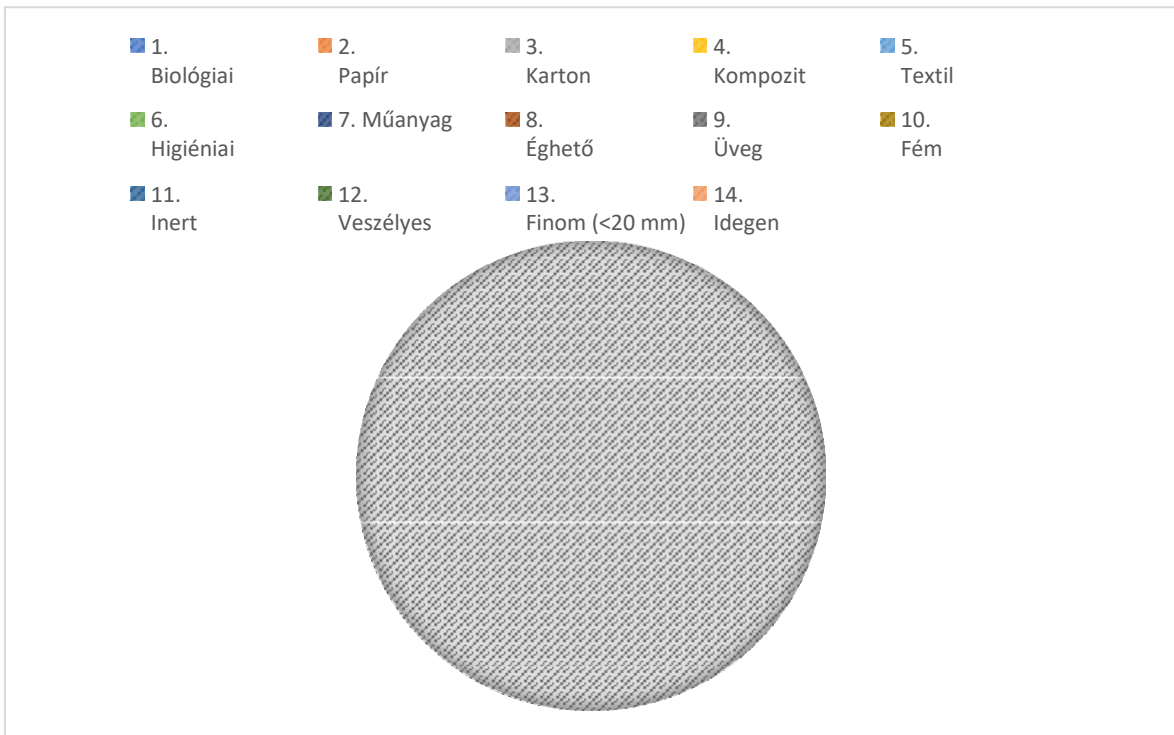
22. ábra SZTSZH gyűjtősziget tömegszázalék szerinti megoszlása



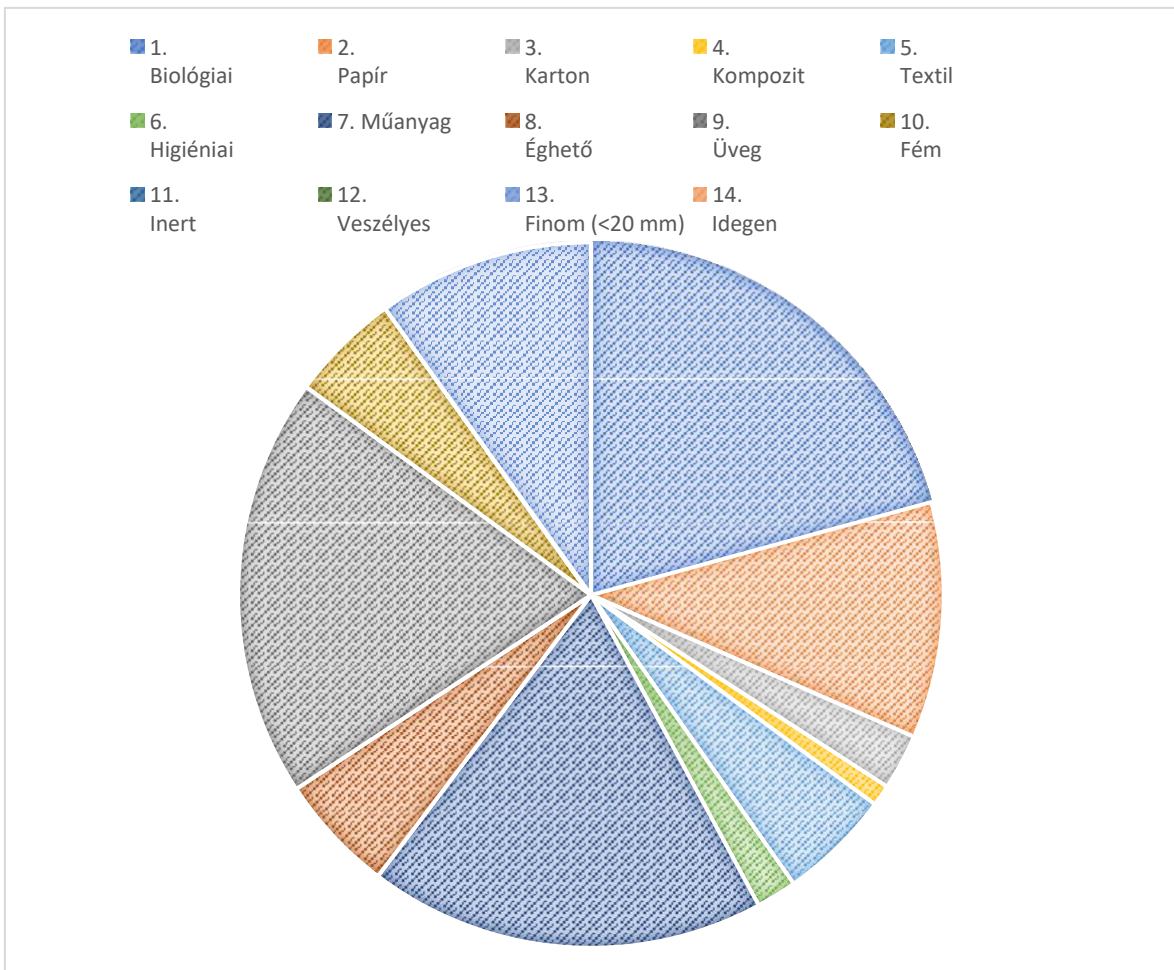
23. ábraSZTSZH válogatási maradék tömegszázalék szerinti megoszlása



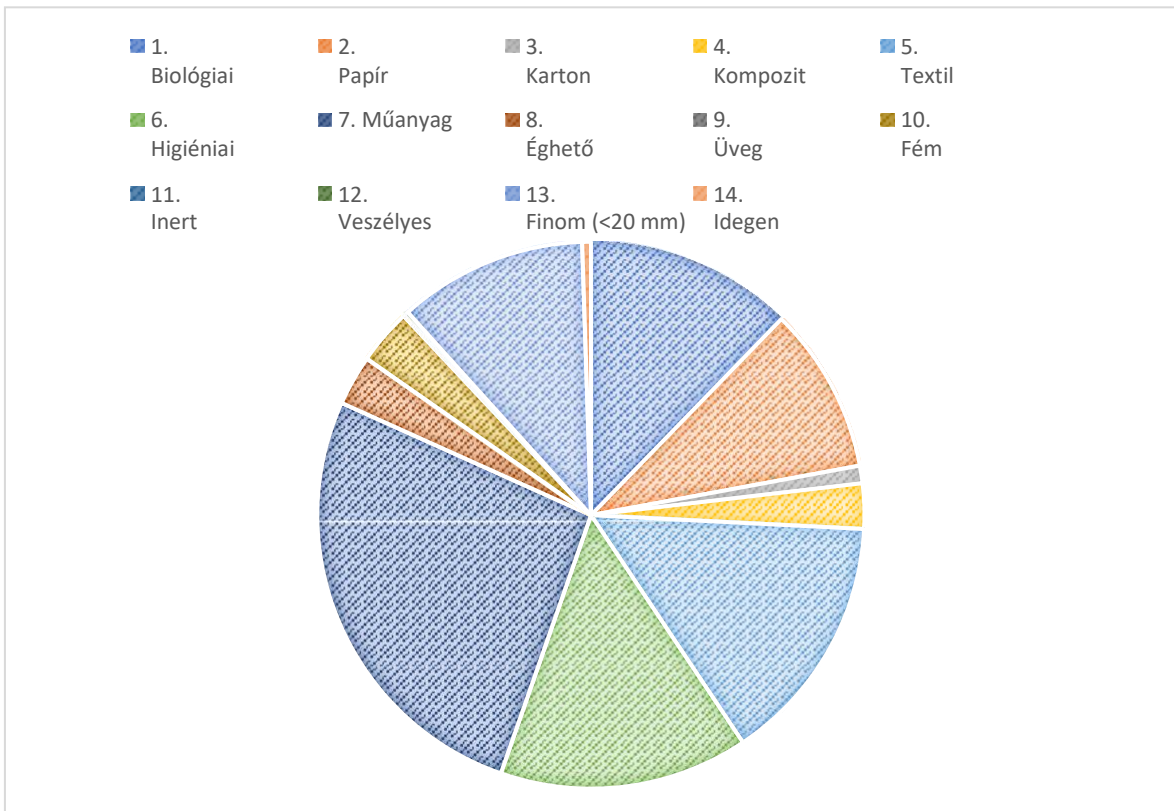
24. ábra Üveg gyűjtősziget tömeg százalék szerinti megoszlása



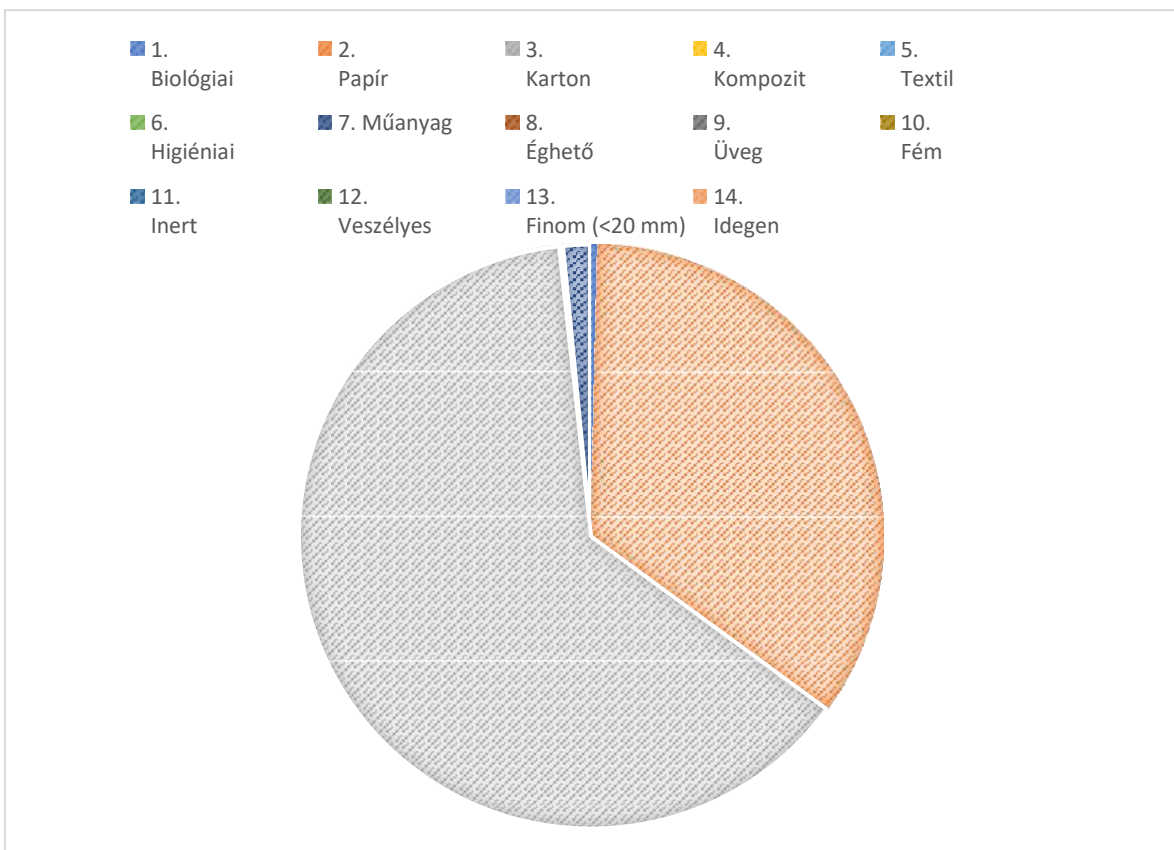
25. ábra Üveg hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása



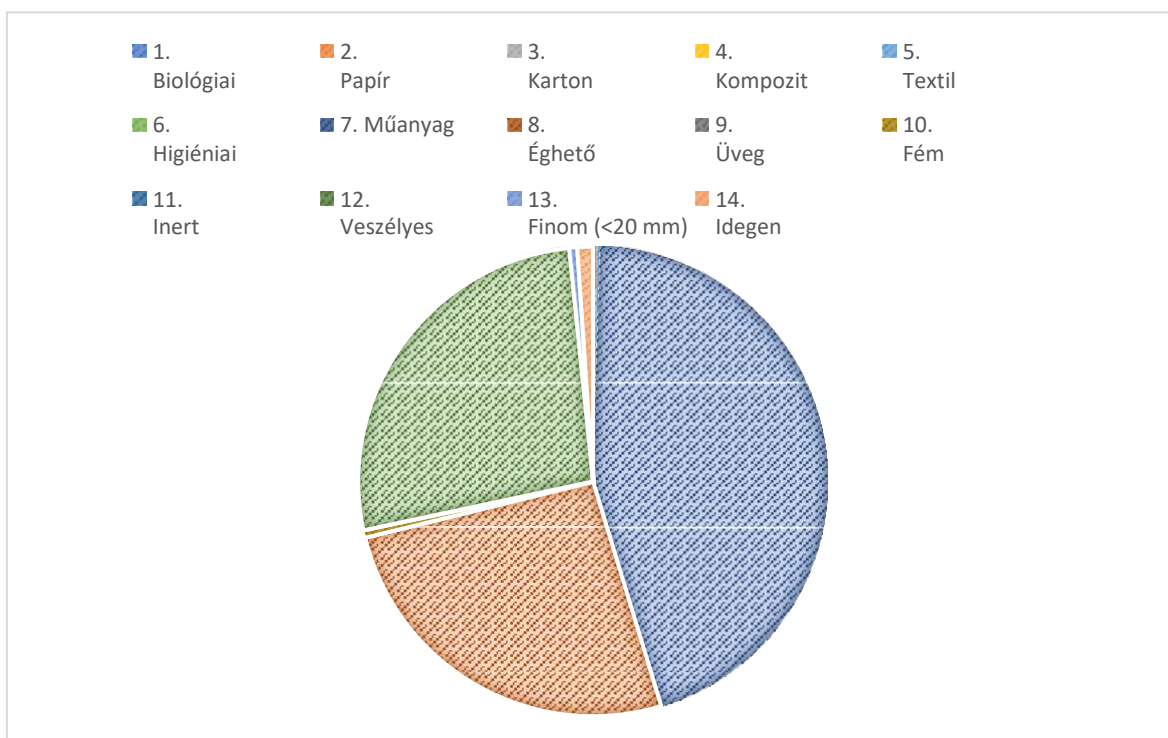
26. ábra VTSZH közterület tömegszázalék szerinti megoszlása



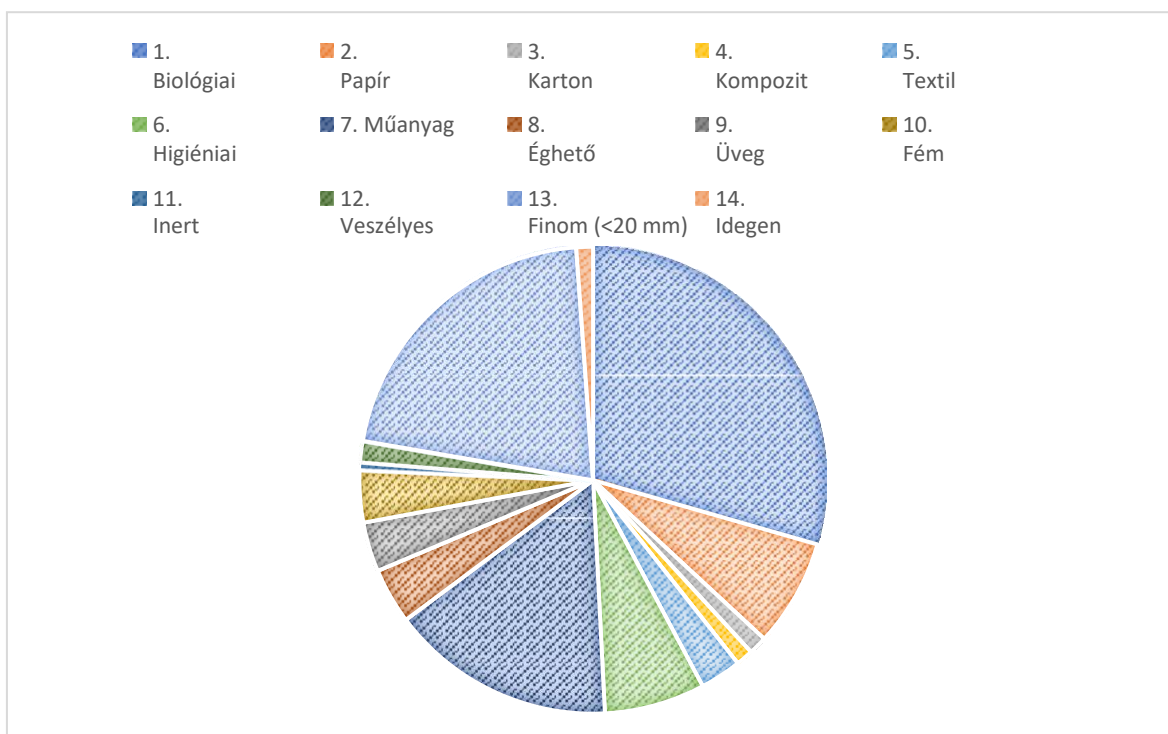
27. ábra Aprítatlan RDF 1. tömegszázalék szerinti megoszlása



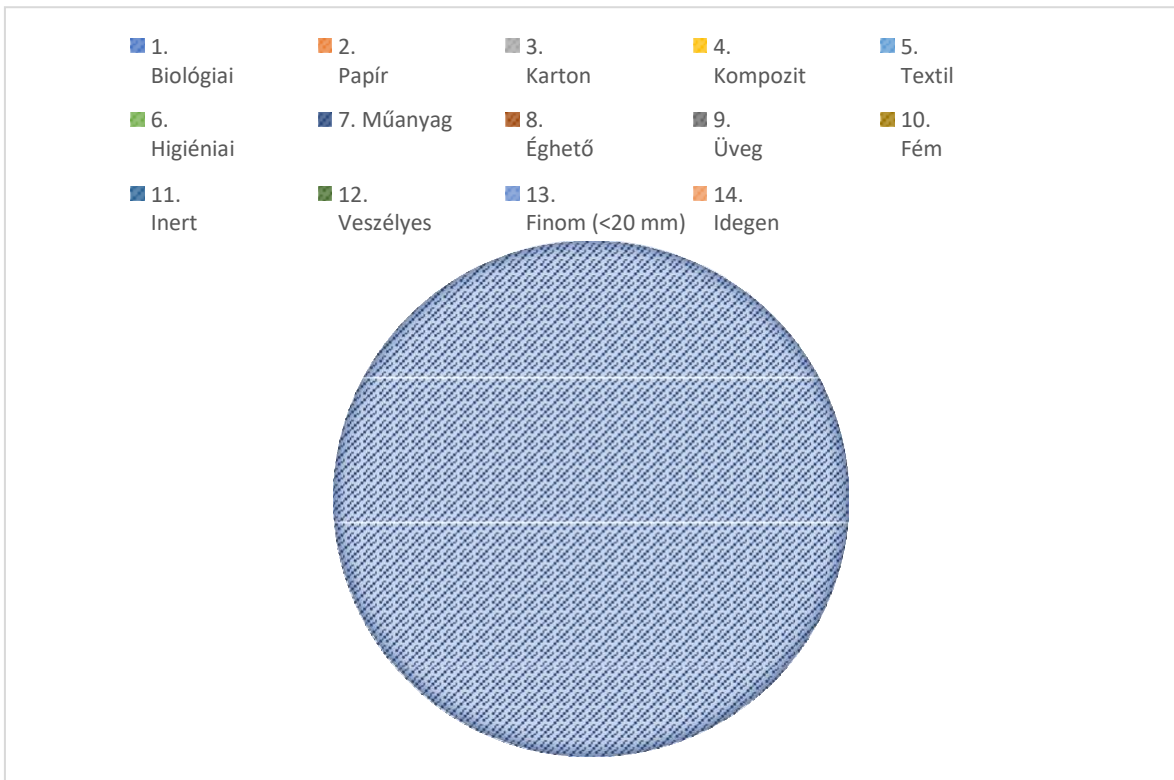
28. ábra Papír gyűjtősziget tömegszázalék szerinti megoszlása



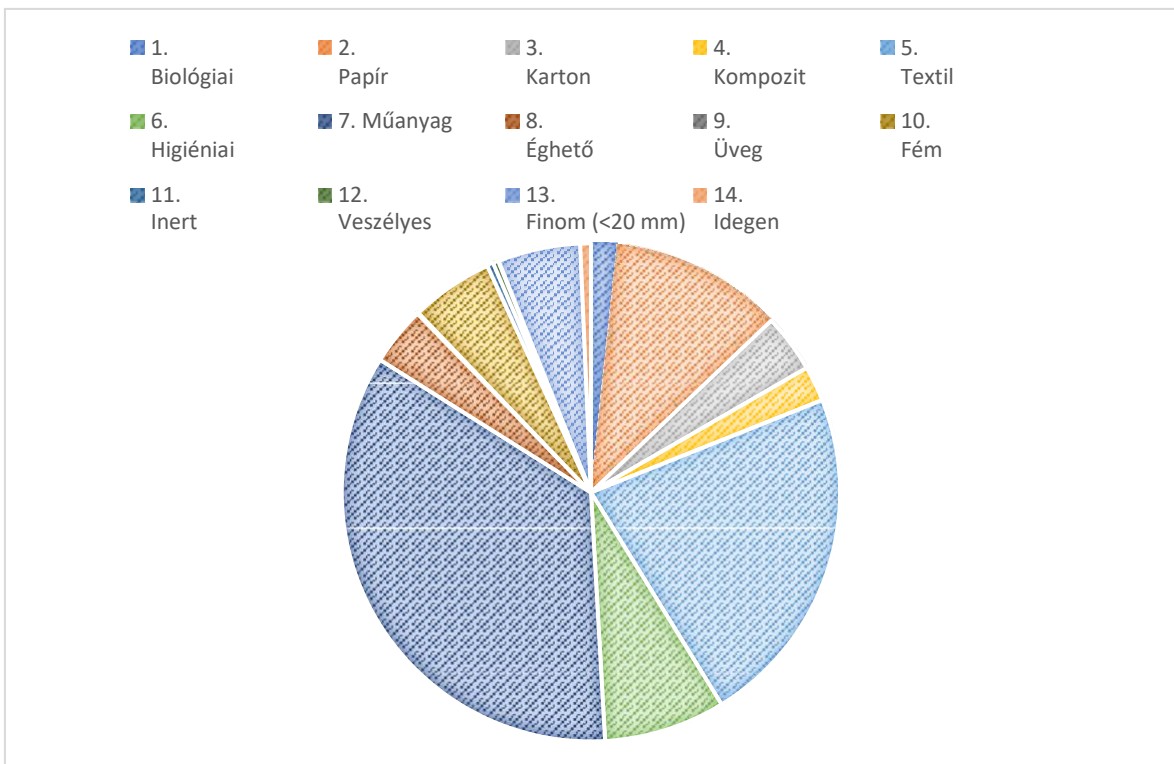
29. ábra Lom hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása



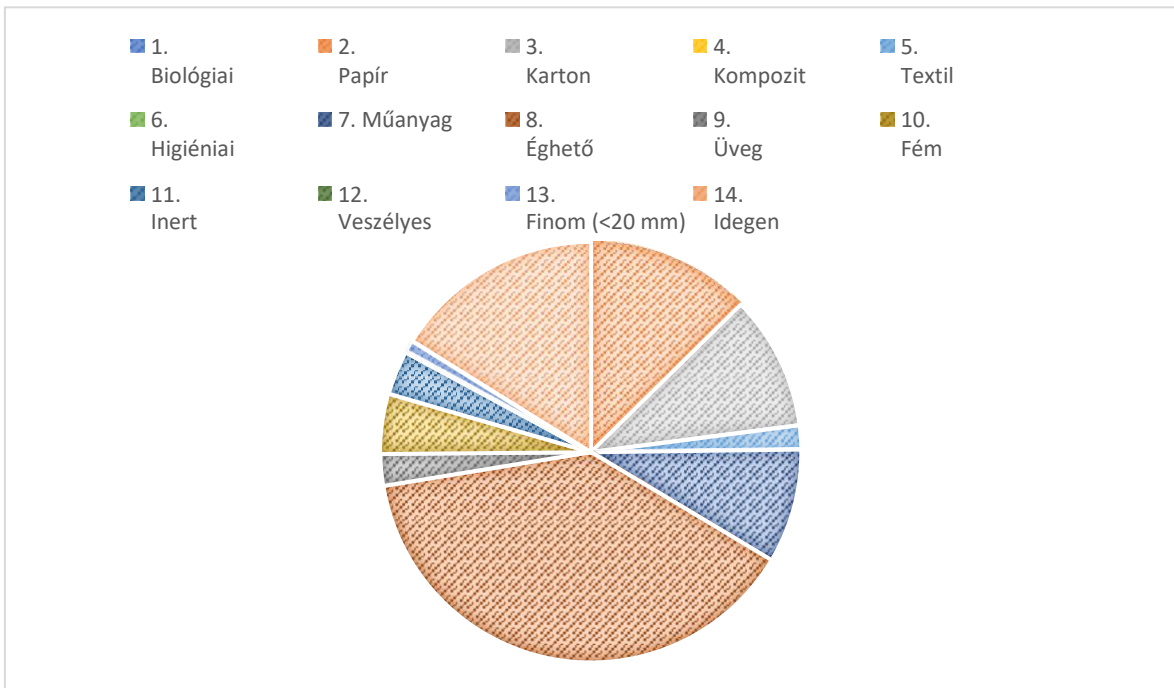
30. ábra VTSZH 1. tömegszázalék szerinti megoszlása



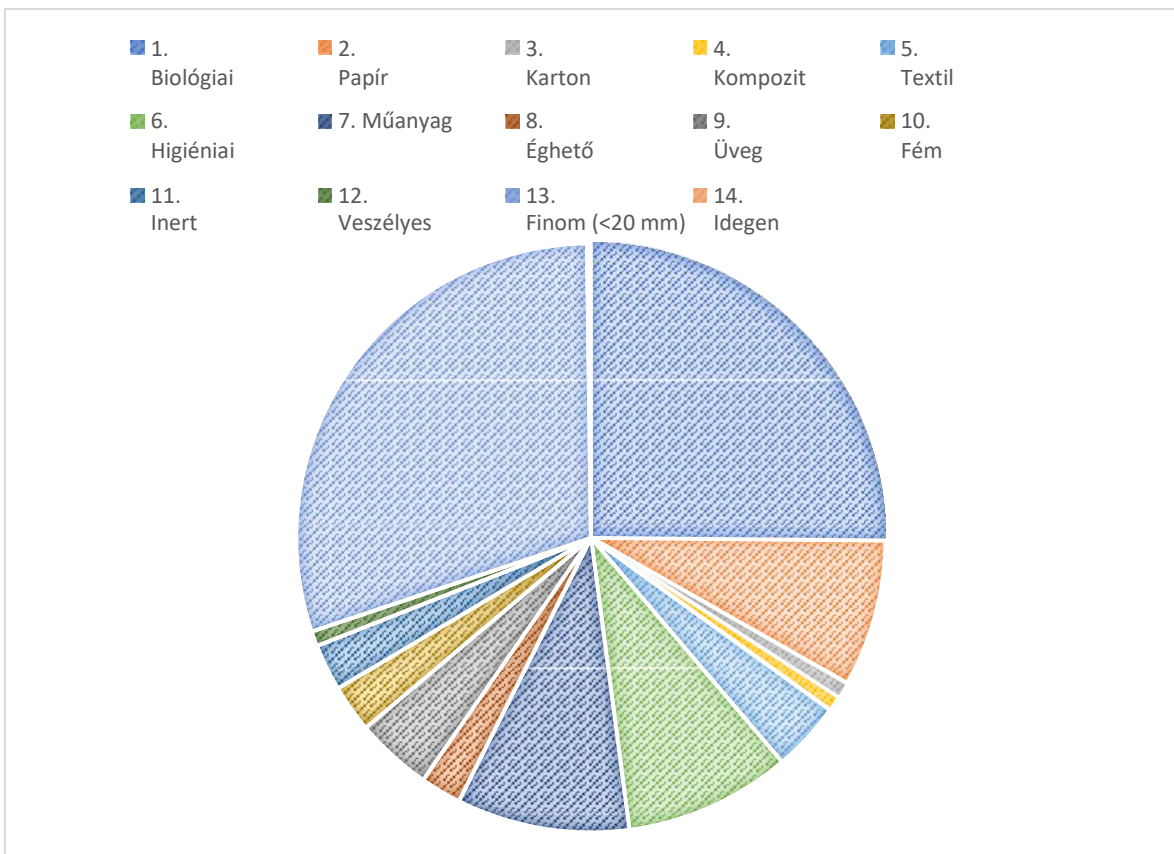
31. ábra Fólia gazdálkodó szervezettől tömegszázalék szerinti megoszlása



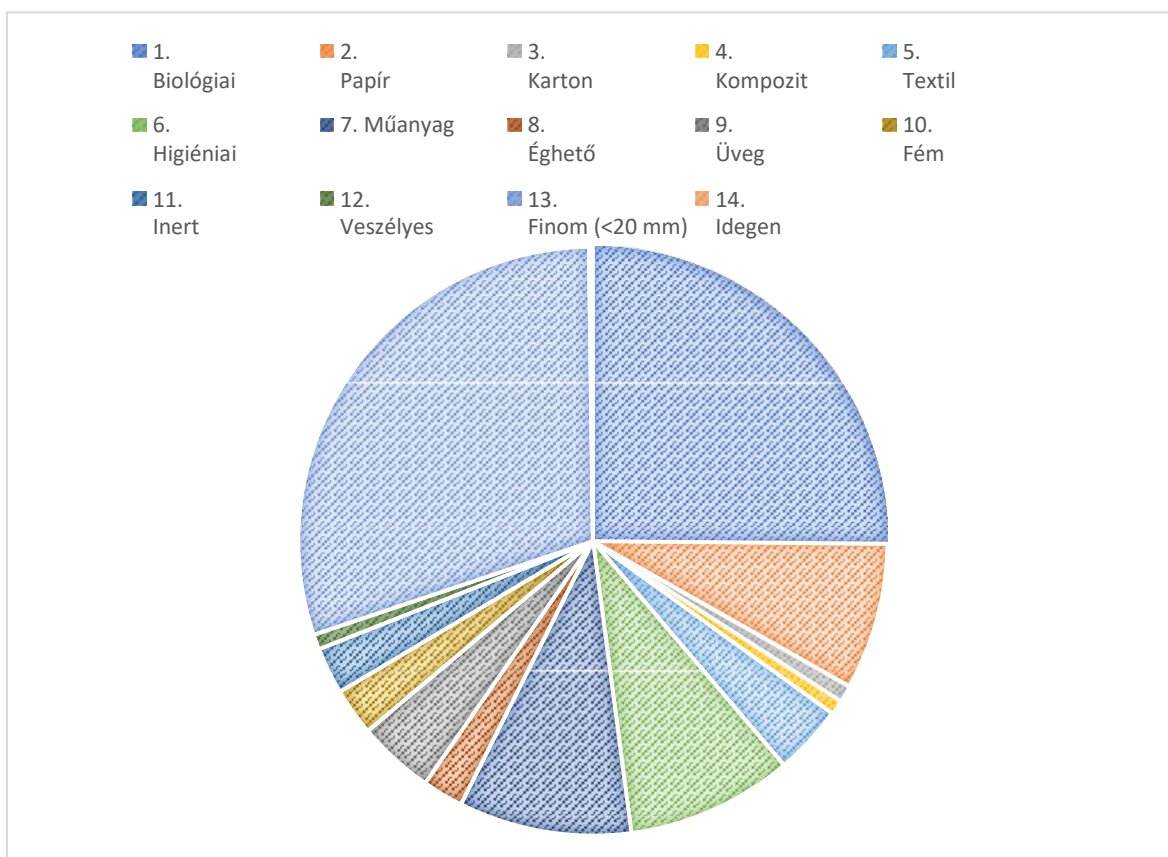
32. ábra Aprítatlan RDF 2. tömegszázalék szerinti megoszlása



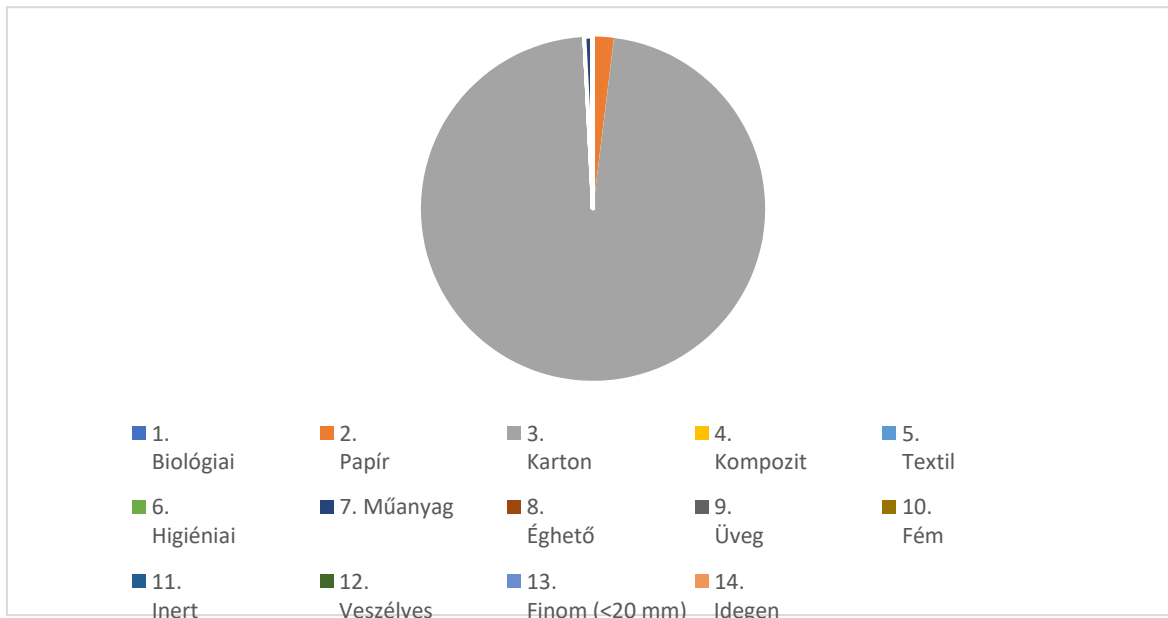
33. ábra Lom házhozmenő tömegszázalék szerinti megoszlása



34. ábra VTSZH 2. tömegszázalék szerinti megoszlása



35. ábra Papír gazdálkodó szervezet tömegszázalék szerinti megoszlása



36. ábra Papír hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása

A hulladékanalízis során a 22 átlagminta mérése közben az egyes anyag alkategóriákról készített fényképeket és a fellelt szemcsék listáját a Mellékletben összegeztem. Ezen kívül készítettem egy összesítést mind a 22 átlagmintára vonatkozóan, amely a következőkben látható.

A >100 mm-es frakció válogatása során fellelt szemcsék megnevezése összesítve:

- 1.1. *Ételhulladék* (zöldség héj, ételmaradék, tojáshéj, keksz, nyers tészta, pita, felvágott, kenyér, kukorica pehely, banánéj, édesség)
- 1.2. *Zöld hulladék* (virágföld, állatürülék, faág, haj, levél, futónövények, zöldség szár, muskátli szár virággal)
- 2.1. *Csomagolópapír* (boríték, takarító eszköz csomagolás, zsebkendő doboz, dohánytasak, elem csomagolás, tisztító tabletta doboz, ruha címke tájékoztató, Toffifee doboz, játék doboz, mirelit pizza doboz, Raffaello doboz, sütőzacskó papír,)
- 2.2. *Irodai papír* (A/4 számla, térkép, megsemmisített irat)
- 2.3. *Reklámpapír* (szórólap, reklám újság, Voucher)
- 2.4. *Nem EPR-es papír* (kaparós sorsjegy, fali naptár, újság, bolti nyugta, vízfestékes rajzlap, újság, sárga csekk, papírzsebkendő)
- 3.1. *Csomagolókarton* (tojástartó, karton doboz, köröm reszelő csomagolás, papírtörő guriga, kartondoboz, pizza doboz, csoki doboz, ajándék táska, vitamin doboz, kávédoboz, zsebkendő doboz)
- 4.1. *3D kompozit csomagolások* (tejes doboz, ivóleves doboz¹, zabtejes / tejes doboz)
- 4.2. *2D kompozit csomagolások* (chips zacskó, szemeskávé zacskó, pirított napraforgó mag tasak, dohány zacskó, fűszer tasak, puffasztott rizs tasak,)
- 5.2. *Ruházat* (póló, fehérnemű, nadrág, fürdő nadrág, blúz, sál, zokni, rövidnadrág)
- 5.3. *Lakástextil* (asztalterítő, törülköző, lábtörő, párnahuzat)
- 5.4. *Nem EPR-es textil* (tornazsák, törő kendő, mikroszálas kendő, szűrő szövet)
- 6.1. *SUP kendő* (nedves törőkendő)
- 6.2. *Nem EPR-es higiéniai* (pelenka, intim betét, papír zsebkendő, nedves törőkendő)
- 7.1. *2D csomagoló* (gyűjtőzsák, csokoládé papír, olivabogyó tasak, csomagoló fólia, ülészuhát csomagolás, nejlon zacskó, ásványvizes zsugorfólia, mirelit húsgolyó zacskó, nejlonzatyor, WC papír átlátszó csomagolás, sörös zsugorfólia, ropi zacskó, burgonyaszírom zacskó, dohány zacskó, hot-dog kifli zacskó)
- 7.3. *PET italos palack* (2 L barna sörös flakon, 0,5 L / 1 L / 1,5 L átlátszó üdítő flakon, 1 L zöld ecetes flakon, 1 L átlátszó olajos flakon)
- 7.4. *3D csomagoló* (jégkrém doboz, vajás doboz, szórófejes tisztítóflakon, zöldség háló, ketchup flakon, tisztítószer flakon, tejfölös pohár, CD tok, felvágott tasak, sajt doboz, kötöző, gyerekjáték csomagolás, keksz doboz, folyékony szappan utántöltő zacskó, ebéd doboz, 1,5 L mosószeres flakon, hungarocell, 1 L öblítő / tisztítószeres flakon, vajás doboz, tejfölös doboz, habdoboz, 3L joghurtos vödör, polisztírol, CD tok)
- 7.5. *3D nem csomagoló* (hungarocell, műanyag darab)
- 7.6. *3D SUP nem csomagoló* (ételdoboz, műanyagtányér, habtálca)
- 8.4. *Öv és cipő* (papucs, gumicsizma, cipő)
- 8.5. *Nem EPR-es éghető* (csillámos dekor filc, porszűrő, vállfa, szivacs)
- 9.1. *DRS üveg* (UNICUM zöldüveg 0,7 L , boros üveg zöld / fehér , 0,7 L röviditalos átlátszó üveg, 1 L barna whisky üveg, 0,2 L röviditalos üveg átlátszó,)

- 9.2. *Csomagoló üveg* (konzerv üveg, 3+1 kávé üveg)
 - 10.1. *DRS Fe* (üdítő doboz, sörös doboz)
 - 10.2. *DRS Al* (üdítő doboz, sörös doboz)
 - 10.3. *Fe csomagoló- és spray fém* (készétel konzervdoboz)
 - 10.4. *Al csomagoló és spray fém* (dezodor flakon, konzerv doboz)
 - 10.5. *Nem EPR-es fém* (serpenyő)
 - 12.1. *Elem akkumulátor* (akkumulátor)
 - 12.2. *Nem EPR-es veszélyes csomagoló* (gyógyszerlevél)
 - 12.3. *Nem EPR-es veszélyes nem csomagoló* (nyomtató toner)
 - 14.1. *WEEE* (mixer, LED szalag, USB kábel, rádió, kábel)

A 20-100 mm-es frakció válogatása során fellelt szemcsék megnevezése összesítve:

- 1.1. *Ételhulladék* (kolbász, tojáshéj, zöldség, zöldség héj, sajt, kenyér héj, használt teafilter, ásványvíz, alma, szilva)
- 1.2. *Zöld hulladék* (levél, ágak, biolebomló csomagoló anyag)
- 1.3. *Egyéb bio* (kis madár)
- 2.1. *Csomagolópapír* (WC papír guriga, égő doboz, Fornetti tasak, cigaretta doboz, gyufa doboz, lisztes zacskó, egészségügyi kötszer doboz, elem csomagolás, ruha címke, felvágott papír, cigaretta doboz, cukorpapír)
- 2.2. *Irodai papír* (iratok, számla)
- 2.3. *Reklámpapír* (reklám újság, szórólap)
- 2.4. *Nem EPR-es papír* (zsebkendő, papírtörölő, cetli, tájékoztató)
- 3.1. *Csomagolókarton* (karton darab)
- 4.1. *3D kompozit csomagolások* (tej doboz, gyümölcsle doboz, zabital doboz, kakaó doboz)
- 4.2. *2D kompozit csomagolások* (élesztő csomagolás, túró csomagolás, chips zacskó, croissant csomagolás, fűszer zacskó, bake rolls zacskó, rizschips zacskó, Rama csomagolás, 3+1 kávétasak, teafilter tasak)
- 5.1. *Textil csomagoló anyag* (zöldséggháló)
- 5.2. *Ruházat* (zokni, fehérnemű)
- 5.4. *Nem EPR-es textil* (kendő,kötöző, törülörongy)
- 6.1. *SUP kendő* (nedves törölkendő, egyszer használatos szájmaszk)
- 6.2. *Nem EPR-es higiéniai* (intim betét)
- 7.1. *2D csomagoló* (nejlon zacskó, fűszer tasak, szalonna tasak, zsebkendő zacskó, óvszer csomagolás, bagett zacskó, nejlon szatyor, keksz zacskó, tea zacskó, kolbász zacskó, jégkrém zacskó, ásványvíz címke)
- 7.3. *PET italos palack* (0,5 L fehér kakaós palack, 1,5 L / 0,5 L átlátszó palack, 1,5 L zöld üdítő palack, 1 L barna / zöld / sárga palack, 1 dl kávé pohár)
- 7.4. *3D csomagoló* (kollagén doboz, öblítő kupak, mustár flakon, joghurt pohár, felvágott tasak, Tic-tac doboz, sampon flakon, kupak, műanyag zöldséggháló, folyékony szappan adagoló, szórófejes tisztítószer flakon, tejfölös pohár , tisztítószer flakon, fogkefe csomagolás, térkitöltő szivacs, vajkrémes doboz, méz flakon, krémtúró doboz,)

- 7.5. *3D nem csomagoló* (borotva nyél, öngyújtó, buborék fújó, szemüveg, filctoll, ceruzavég, gyerekjáték, gégecső, vállfa, napszemüveg, légfrissítő,)
- 7.6. *3D SUP nem csomagoló* (kávékapszula, ételdoboz, pizza távtartó, műanyag tányér, szívószál)
- 8.2. *Fából készült bútorok* (funérlemez darab)
- 8.5. *Nem EPR-es éghető* (gyertyaviasz, szivacs, gumikesztyű, torta dísz, lufi, befőtt gumi, funérlemez darab)
- 9.1. *DRS üveg* (Topjoy átlátszó üveg)
- 9.2. *Csomagoló üveg* (konzerv üveg, fűszertartó, tápszeres üveg)
- 9.3. *Nem EPR-es üveg* (...)
- 10.1. *DRS Fe* (sörös doboz)
- 10.2. *DRS Alu* (sörös doboz, üdítő doboz)
- 10.3. *Fe csomagoló- és spray fém* (konzerv doboz, dezodor palack, kampó)
- 10.4. *Alu csomagoló- és spray fém* (alufólia, májkrém puhadoboz, dezodor palack, alu kupak)
- 10.5. *Nem EPR-es fém* (kézerősítő, lemezvágó, fólia, kábel, hullám csat)
- 11. INERT (kő)**
- 12.1. *Elem akkumulátor* (elem)
- 12.2. *Nem EPR-es veszélyes csomagoló* (gyógyszerlevél, köptető flakon, gyógyszeres üveg, purhab flakon)
- 12.3. *Nem EPR-es veszélyes nem csomagoló* (azbeszt pala)
- 14.1. *WEEE* (távirányító, mobiltöltő, villanykörte, rézkábel)

A 8-20 mm-es frakció válogatása során fellelt szemcsék megnevezése összesítve:

- 13.1. *8-20 mm műanyag* (gyerekjáték, hungarocell, csipesz, kupak, csoki csomagolás, fűszeres zacskó, cukorka papír, nikecell)
- 13.2. *8-20 mm papír* (nyugta. blokk, cetli, címke, zsebkendő)
- 13.3. *8-20 mm fém* (alufólia, GEM kapocs, ruhacsipesz rugó)
- 13.4. *8-20 mm SUP filter* (fültisztító pálcika, cigaretta csikk, szívószál, kávékeverő pálcika, jégkrém pálcika)
- 13.5. *8-20 mm bio* (zöldség héj, banán héj, virág hagyma, tészta, zöld lebomló csomagolás, teafilter, viráglevél, tojáshéj, hagymahéj, falevél, száraz kenyér, vágott fű)
- 13.6. *8-20 mm egyéb* (ceruza, üvegtörmelék, jégkrém pálcika, kő, gyógyszeradagoló csomagolás)

5. Konklúzió

A diagrammokról megállapítható, hogy a szelektív gyűjtés jól működik. A lakosság meg tudja különböztetni és hajlandó külön gyűjteni a különböző anyagkategóriákat. A VTSZH összetételéből látszik, hogy magas a biológiailag lebomló hulladékok aránya a többihez képest. Komposztálási céllal érdemes lenne külön gyűjteni, így csökkentve a lerakás arányát. Ez igazolja a Miskolcon jelenleg már kísérleti jelleggel működő szelektív élelmiszerhulladék bevezetésének a létjogosultságát.

A mérés során megfigyelhető, hogy a keletkező hulladékok legnagyobb része csomagoló anyag, ill. egyszer használatos csomagoló anyag műanyag, papír, üveg és fémek esetében is. Az üvegnél működő DRS rendszer bevezetése tehát alkalmas lehet a műanyag és fém hulladék esetében is. A műanyag kategóriákban 3D műanyag, 2D műanyag és PET Palack a minták nagy részének esetében túlnyomó részben van. Ezen kívül gyűjtőszigetes rendszerben külön gyűjthető lenne minden fém italdoboz anyagától függetlenül és begyűjtés után mágneses szeparátorral jól szétválogatható Al és Fe tartalmúakra. Az ausztrál mintára bevezethető egy egységes hazai visszaváltó rendszer. Az automata visszaváltana jelöléssel ellátott műanyag és fém csomagolóanyagokat, mely a vásárláskor betétdíjat tartalmazott.

Megállapítható az is, hogy a szabványokra alapozott EPR-es hulladékanalízis módszertan hatékony volt és alkalmas a különféle TSZH anyagáramok mindegyikére az EPR-es és DRS-es hulladékösszetétel mérésére. Ehhez segítséget nyújthat az általam elkészített „fellelt szemcsék” összesített listája.

6. Hivatkozások

MSZ 21420-28: Hulladékok jellemzése. Települési szilárd hulladékok vizsgálata. Mintavétel. (2005)

Magyar szabvány: MSZ 21420-29: Hulladékok jellemzése. Települési szilárd hulladékok vizsgálata. A minta előkészítése, az anyagi összetétel meghatározása anyagfajtákra történő válogatás útján. (2005)

Faitli J., Romenda R.: Detailed Sampling Protocol for the Analysis of Residual Municipal Solid Wastes. In: K. Moustakas; M. Loizidou (szerk.) Proceedings of the 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Herakleion, Görögország 2019.06.26-29. Hellenic Mediterranean University, pp 1-10 Session XXIII. Paper 10.(2019)

P. M. Gy: Sampling of Particulate Materials – Theory and Practice. Elsevier Scientific Publishing Company, New York. (1979)

Vojtonovszki-Soltész V., Faitli J.: A hazánkban keletkező kommunális hulladékok település és régió szintű, ill. a hulladékforrás típusa szerinti jellemző összetétele. In: Rákhely G., Hodúr C. (szerk.) II. Sustainable Raw Materials Conference Book - International Project Week and Scientific Conference, Szeged, Magyarország: University of Szeged, pp. 272-280. (2019)

www.mirehu.hu

www.humus.hu

7. Ábrajegyzék

1. ábra Hulladékhierarchia [Forrás: https://humusz.hu/hirek/nulla-hulladek-hierarchia-hulladekgazdalkodastol-az-eroforras-gazdalkodasig/25587]	4
2. ábra Betétdíjas palackok [Forrás: https://tudaton.hu/betetdijas-rendszerek/]	6
3. ábra Coca-Cola palack kronológiája [Forrás: https://trademagazin.hu/hu/coca-cola-iden-125-eves/]	7
4. ábra Visszaváltó automata Ausztráliában [Forrás: https://gardenista.hu/2018/12/04/nalunk-megbukott-mashol-uj-szenzacionak-szomit-az-uvegviisszavalto/]	8
5. ábra Envirobank felülete [Forrás: https://gardenista.hu/2018/12/04/nalunk-megbukott-mashol-uj-szenzacionak-szomit-az-uvegviisszavalto/]	9
6. ábra Az átlagminta előkészítésének szabványos protokollja	9
7. ábra Az átlagminta előkészítése az un. részletes TSZH protokoll szerint.....	11
8. ábra Az EPR-es mintaelőkészítés törzsfája.	13
9. ábra MiReHu Kabala :[Forrás: https://mirehu.hu/szemleletformalas/hulladekfelfedezo]	17
10. ábra Mintaanyag feladása	18
11. ábra Minta feladása.....	19
12. ábra Hulladék válogatása 100 mm lyukméretű szitán	19
13. ábra Alkategóriákra válogatás	20
14. ábra Minta kisebbítés	20
15. ábra SZTSZ udvar megoszlása tömegszázalék szerint.....	23
16. ábra SZTSZH gazdálkodó szervezet megoszlása tömegszázalék szerint.....	23
17. ábra Fólia udvar megoszlása tömegszázalék szerint	24
18. ábra Üveg gazdálkodó szervezet tömegszázalék szerinti megoszlása.....	24
19. ábra Elem, akkumulátor tömegszázalék szerinti megoszlása	25
20. ábra Zöld házhozmenő gyűjtés tömegszázalék szerinti megoszlása	25
21. ábra Zöld hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása	26
22. ábra SZTSZH gyűjtősziget tömegszázalék szerinti megoszlása.....	26
23. ábraSZTSZH válogatási maradék tömegszázalék szerinti megoszlása	27
24. ábra Üveg gyűjtősziget tömeg százalék szerinti megoszlása	27
25. ábra Üveg hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása	28
26. ábra VTSZH közterület tömegszázalék szerinti megoszlása.....	28
27. ábra Aprítatlan RDF 1. tömegszázalék szerinti megoszlása.....	29
28. ábra Papír gyűjtősziget tömegszázalék szerinti megoszlása.....	29
29. ábra Lom hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása	30
30. ábra VTSZH 1. tömegszázalék szerinti megoszlása.....	30
31. ábra Fólia gazdálkodó szervezettől tömegszázalék szerinti megoszlása.....	31
32. ábra Aprítatlan RDF 2. tömegszázalék szerinti megoszlása.....	31
33. ábra Lom házhozmenő tömegszázalék szerinti megoszlása.....	32
34. ábra VTSZH 2. tömegszázalék szerinti megoszlása.....	32
35. ábra Papír gazdálkodó szervezet tömegszázalék szerinti megoszlása	33
36. ábra Papír hulladékudvar tömegszázalék szerinti megoszlása	33