

## HULLADÉKOK MINTAVÉTELEZÉSE ÉS MINTAVÉTELEZÉSI MÓDSZEREK BEMUTATÁSA

**Romenda Roland**

tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [ejtrom@uni-miskolc.hu](mailto:ejtrom@uni-miskolc.hu)

**Nagy Sándor**

egyetemi docens, Miskolci Egyetem  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [sandor.nagy@uni-miskolc.hu](mailto:sandor.nagy@uni-miskolc.hu)

**Faitli József**

egyetemi docens, Miskolci Egyetem  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [jozsef.faitli@uni-miskolc.hu](mailto:jozsef.faitli@uni-miskolc.hu)

### **Absztrakt**

*A hulladékkezelők egyik adatszolgáltatási kötelezettsége – a hivatali szervek felé – a telephelyre beke-  
rülő hulladékok mennyiségének és összetételének közlése. Utóbbi feladatot mintavételezéssel és az  
összetételre irányuló analízissel lehet kielégíteni, amelyet többnyire erre a célra specializálódott cégek  
végeznek. A mintavételezésből és analízisből származó adatok felhasználhatóak a különféle feldolgozó  
rendszerek technológiai tervezésére, a meglévő rendszerek hatékonyságának ellenőrzésére, módosítá-  
sára vagy egyéb, a hulladékok energetikai vagy anyagában történő hasznosításával, feldolgozásával  
kapcsolatos kutatásokra. Mivel mindezen területeket nem lehet egyfajta hulladékelemzési szabvánnyal  
megoldani, ezért különböző módszerek alkalmazására van szükség. A tanulmány a szerzők és korábbi  
szerzőtársainak eredményeit és megállapításait mutatja be néhány projekten keresztül.*

**Kulcsszavak:** hulladékgazdálkodás, mintavételezés, hulladékanalízis, hulladékok összetétele

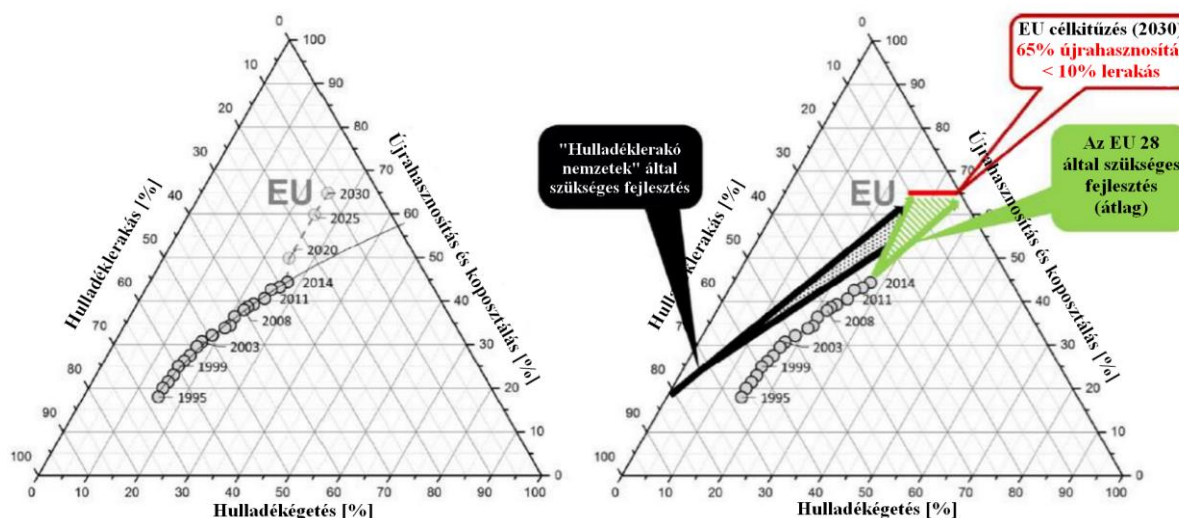
### **Abstract**

*One of the obligation of a waste management company is to report the inspector offices about the  
amount and composition of waste entering the company site. The latter task can be solved by sampling  
and compositional analysis, which is mostly performed by companies specializing in this purpose.  
However, data from sampling and analysis can be used for the technological design of various pro-  
cessing systems, the control and modification of the efficiency, or other research related to the pro-  
cessing or recovery of waste in energy or material. As not all of these areas can be solved by a single  
waste analysis standard, different methods need to be used. The study presents the results and conclu-  
sions of the authors and their former co-authors through some projects.*

**Keywords:** waste management, sampling, waste analyse, composition of waste

## 1. Bevezetés

Magyarország hulladékgazdálkodási rendszere a 2000-es évektől kezdett el igazán fejlődni, mikor is az Unió csatlakozása előtt az ISPA program keretében átfogó környezetvédelmi beruházások és felmérések segítettek hazánk felzárkózását hulladékkezelés és ártalmatlanítás terén [3]. Az azóta hozott intézkedéseknek köszönhetően, bár folyamatosan csökkent a hulladékok lerakással történő ártalmatlanításának aránya a többi kezelési módhoz képest, mégis az egyre növekvő környezettudatos gondolkodás, valamint az Európai Unió új, 2018/851 irányelvének hatására ezen arány további csökkentésére van szükség. E szerint 2030-ra a hulladéklerakás fokozatos csökkentése mellett a 10% alatti deponálási hányadot és a keletkezett hulladékmennyiség legalább 65%-ának újrahasznosítását-komposztálását tűzte ki célul [4][5]. Ez még a korábban nevesített „fejlett” országok, - nem beszélve a „lerakó” és „fejlődő” országokról – számára is igen komoly kihívás. Az 1. ábra az európai hulladékgazdálkodás fejlődését mutatja [13]. Az 1. ábra két úgynevezett háromszög diagramot mutat. A háromszög egy-egy szarán a három alapvető hulladékkezelési opció (lerakás, égetés, komposztálás - újrahasznosítás) százalékos aránya van ábrázolva. Természetesen ezek összege egy adott pontban 100 %. Az országok nagy része 1995-ben még főleg lerakással kezelte a kommunális hulladékokat, néhány ország pedig kb. 30 – 30 % égetést és komposztálás – újrahasznosítást alkalmazott.



1. ábra. Az EU hulladékkezelési módjainak alakulása és a kitűzött célok [13]

## 2. Hulladékok jellemzése

Magyarországon a hulladékok jellemzését az MSZ 21420-as szabványcsoport foglalja össze, mely 32 részből áll és kiter a hulladékok fizikai, kémiai és biológia analízisének valamennyi részterületére. Ezen szabványok közül az MSZ 21420-28, „Települési szilárd hulladékok vizsgálata. Mintavétel” és az MSZ 21420-29, „Települési szilárd hulladékok vizsgálata. A minta előkészítése, az anyagi összetétel meghatározása anyagfajtákra történő válogatás útján” című részek tartalmazzák a TSZH általános fizikai összetételére vonatkozó vizsgálati módszereket. A 309/2014. (XII. 11.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről 5. melléklete alapján a hulla-

dékkezelők kötelesek a tárgyévben a telephelyen (a hulladéklerakóban) lerakott települési hulladék összetételét megadni (mennyiségi arány %) a szabványban említett 13 anyagkategória szerint. Ezen anyagkategóriák a következők [11][12]: biológiailag lebomló, papír, karton, kompozit, textil, higiéniai hulladék, műanyag, nem osztályozott éghető hulladék, üveg, fém, nem osztályozott éghetetlen hulladék, veszélyes hulladék, kis szemcseméretű hulladék (finom hulladék, < 20 mm).

A szabvány a hulladékok analíziséhez egy 100 mm-es és egy 20 mm-es négyzetes nyílású szitát ír elő, amelyek legalább 1,2×1,2 méteres szitafelülettel rendelkeznek. A válogatás során továbbá egy legalább 10 gramm pontosságú mérleget kell használni az egyes anyagkategóriák tömegének meghatározására. A kiindulási tömeg, mely a 100 mm-es szitára feladásra kerül, a települési szilárd hulladékok mintázása esetén el kell hogy érje az 500 kg-ot. Emellett a szabvány több fogalmat is definiál, például a gyűjtőszektorokat, a felméri területet, valamint a nyers-, átlag-, kontroll és ellenminták közti különbségeket [12].

### 3. Hulladékanalízisek

A következőkben néhány korábbi hulladékanalízis kerül bemutatásra, melyeknél más-más szempontból történtek a vizsgálatok. Ezen vizsgálatok során látható lesz, hogy a fentebb említett szabvány szerinti elemzés nem lett volna kielégítő, hiszen a mintavételezésnek igazodnia kell a kitűzött célokhoz.

#### 3.1. Deponált hulladékok analízise

A 21. században egyre inkább előtérbe kerülnek a másodnyersanyagok hasznosítása és azok felkutatása, hogy minél inkább a körforgásos gazdaság kerüljön előtérbe és a korábban kibányászott anyagok a lehető legtöbb alkalommal hasznosuljanak. Mivel a rekultivált lerakók nagy mennyiségben tartalmaznak nem bomló és már lebontott anyagokat, ezért ezek potenciális másodnyersanyag-forrásnak tekinthetők. Ezen nyersanyagok kinyerésével csökken a hulladékok általi környezetterhelés, arányaiban véve kevesebb bányászatra van szükség, hiszen a már egyszer kibányászott anyagok kerülnek majd vissza a körforgásba, vagy akár energetikailag is hasznosítható nyersanyagra teszünk szert. 2017-ben a „Smart Ground” H2020-as projekt keretében a debreceni hulladéklerakónál történtek mintavételek, azzal a céllal, hogy a lerakóban található másodnyersanyag mennyiségét, illetve összetételének időbeli változásait megállapítsuk [7][8].

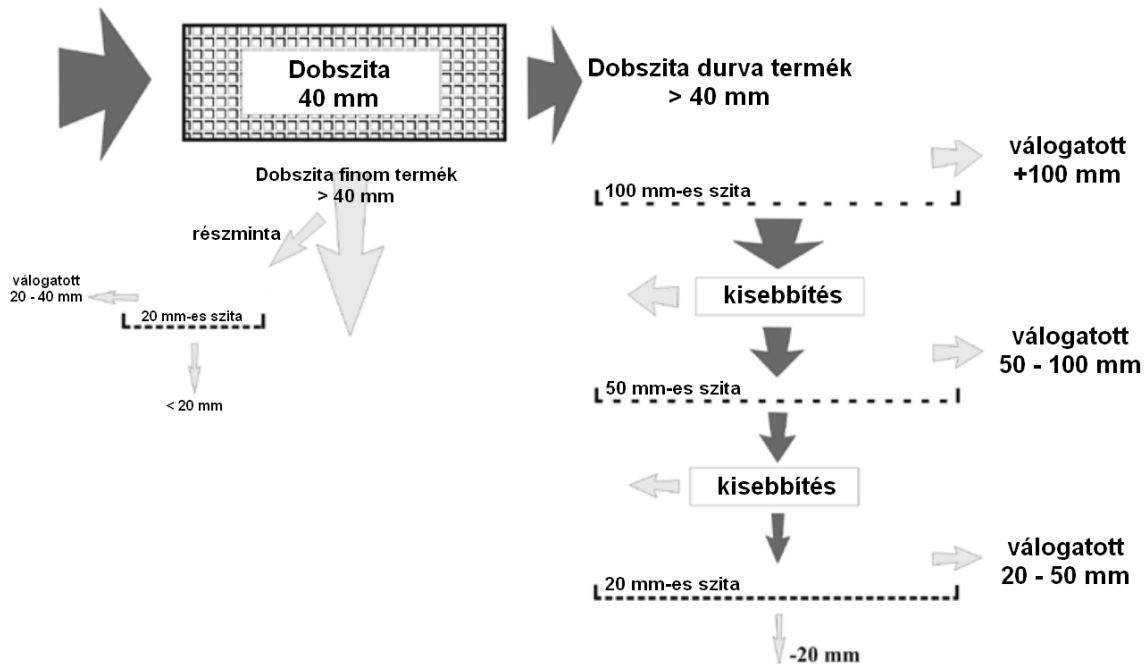
A mintavételezés a hulladéktest három különböző ütemének fűrésével történt. Erre azért volt szükség, mert a hulladéklerakás pillanatától számolva a hulladéktestben elkezdődtek a bomlási és konszolidációs folyamatok, melyek az idő múlásával változnak, így nem csak egy adott időpontban történt hulladék jellemzése történt. Az egyes fűrésokból egyenként 3-3 mintát különítettünk el, a 10 m mély és 0,8 m átmérőjű fűrésok felső, középső és alsó szintjét, így összesen 9 minta állt rendelkezésre. A hulladékkezelő adatai alapján, megállapítható volt, hogy az egyes lerakási ütemek milyen időszakban voltak használatban, illetve az adott időszakokban milyen mennyiségben történt deponálás. Ezen adatok ismeretében az egyes mintákat kor szerint is összehasonlíthattuk [8]. A mintavételt és a rendelkezésre álló mintát a 2. ábra mutatja be.

Az elemzés során a szabvány szerinti 13 anyagkategória helyett csak 8 kategóriát (papír, textil, műanyag éghető, fém, inert, biológiai, 20 mm alatti) különböztettünk meg. A „papír” anyagkategória tartalmazta a karton és tetrapack elemeket is, hiszen a hulladékból kinyert papír tartalmú anyagok anyagában történő hasznosítása már nem volt lehetséges, ezeket energetikai szempontból együtt kezeltük.



2. ábra. A „Smart Ground” projekt keretében történő mintavétel fúrással és a kivett minta

Ezen felül a hulladéktestben több éven keresztül, bomlásnak kitétt papíryanagok már nagyrészt megkülönböztethetetlenek voltak egymástól. Ezen felül a szabvány szerinti kategóriák közül hiányzott a higiéniai, üveg és veszélyes anyagkategória, amelyek mind valamely más kategóriába kerültek így besorolásra, annak függvényében, hogy eljárástechnikai szempontból a szétválasztás hogyan oldható meg. A szemcsméretfrakciókat és az alkalmazott módszertant a 3. ábra mutatja be.



3. ábra. A „Smart Ground” projekt keretében alkalmazott elemzési metodika [8]

### 3.2. Analízis hulladékhasznosító üzem tervezésére

Jelenleg Magyarország a hulladékok csak közel 30%-át hasznosítja anyagában [10]. Ahhoz, hogy hazánk az EU által megfogalmazott célkitűzéseket elérje, a vegyesen gyűjtött kommunális hulladékok minél nagyobb arányú feldolgozása, valamint a már meglévő technológiák folyamatos fejlesztése és új hulladékhasznosító üzemek létesítése szükséges. A zalaegerszegi 3B Hungária Kft. egy GINOP projekt keretében új típusú hulladék feldolgozó berendezést tervezett a Miskolci Egyetem Nyersanyag-előkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetével karöltve, melynek eredményeképpen egy olyan berendezés született, amely egy eszközben egyesíti három különböző eljárástechnikai alapberendezést, a mágneses és örvényáramú szeparátorokat, valamint a légáramkészüléket [6].

A berendezés tesztjeihez modellanyagot kellett előállítani, illetve ismerni kellett a térségben begyűjtött hulladék anyagáramát. Mivel a berendezés örvényáramú szeparátort is tartalmazott, ezért a szabvány ismét nem volt elegendő, hiszen a 13 anyagkategória egyikét, a fémek, további két különböző kategóriára kellett osztani, a mágnesezhető (vas) fémekre, valamint a nem mágnesezhető (alumínium) fémekre. Napjainkban már a mágneses és örvényáramú szeparátorok szerves részét képezik a hulladékfeldolgozásnak, így e tekintetben a szabvány elavulttá vált. Ezen felül, az említett új típusú berendezés légáramkészüléket is tartalmazott, ami alapján a műanyagok további 3 kategóriára lettek osztva, fóliákra (2D-s műanyagok), alakos műanyagokra (3D-s műanyagok), és PET-re, mert az új üzem optikai szeparátort is tartalmazott.

A mára már elkészült hulladékhasznosító mű technológiai sorának elején egy darab, két különböző lyuknyílással rendelkező dobszita van, ezért a 100 mm-es szitanyíláson túl egy 200 mm-es szitát is alkalmaztunk. A végső szitasor végül 200, 150, 100, 75, 40 és 20 mm lett, amelynek köszönhetően egy részletes képet kaptunk a térség hulladékának összetételéről [6].

### 3.3. Országos hulladék-mintavételezési kampány

A Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet 2017-18 folyamán egy téli és egy tavaszi országos hulladék-mintavételezési kampány elvégzésére kapott megbízást, amely kiemelt figyelmet fordított az élelmiszerhulladékokra, a hasznosítható másodnyersanyagokra és a csomagolóanyagokra. A kampányok során 7 régióban összesen 224 gyűjtőjármű került kiválasztásra és mintavételezésre. Az összetételi adatok megállapításán kívül az elemzés célja egy olyan analízis elvégzése, amelyben definiálunk néhány nevezetes paramétert és megvizsgáljuk, hogy ezek a paraméterek hogyan változtak település, régió, ill. a településeken belül a hulladékforrás típusa szerint [9][14].

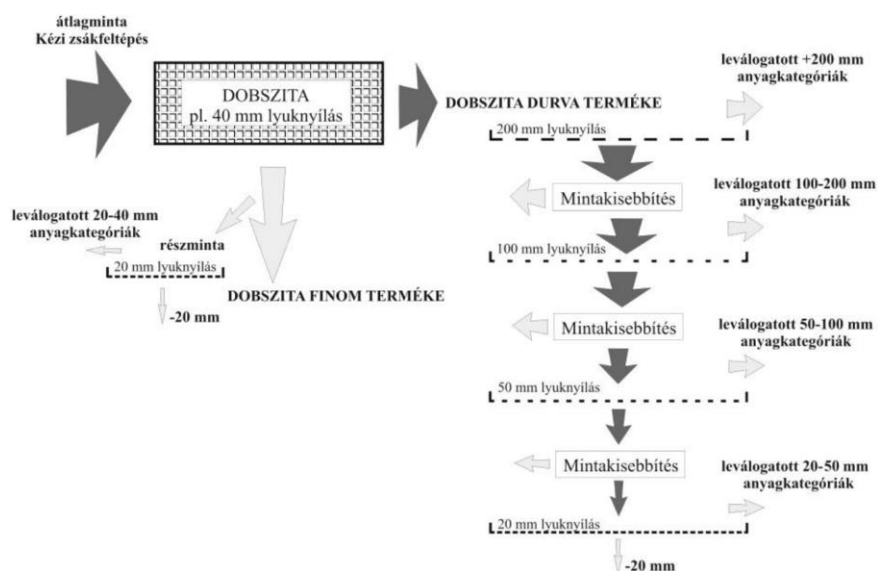
Ez a mintavételezés a cikkben felsorolt három analízis közül a legrészletesebb volt. A szabványtól való eltérés, részletességében nagy, hiszen a 13 anyagkategória helyett összesen 2×20 kategória lett megkülönböztetve, amelyet az alábbi 1. táblázat mutat be.

Látható az 1. táblázatból, hogy az analízis részletessége messzemenően túlmutat a magyar szabványban foglaltakkal, amelynek több oka is van. Először is a biológiai anyagok felosztása a korábbi 2015/0275/COD EU direktíva (később 2018/851/EK irányelv) miatt vált szükségessé. Az Európai Unió az élelmiszerhulladékok csökkentését szorgalmazza, amely az élelmiszer pazarlásának visszaszorításától is függ, illetve a biológia úton lebontható anyag komposztálással történő hulladékhasznosítását is vizsgálja. A műanyagok és fémek alcsoportokra történő bontása a már korábban ismertetett indokok miatt történt, a válogató berendezések terén tapasztalható fejlődés következménye. Végül, de nem utolsósorban, a hulladékképződés egyik legnagyobb oka a túlzott csomagolóanyag használat.

Ezért az 1. táblázatban bemutatott összes fő és alkategóriát csomagolóanyag tartalom szempontjából is vizsgáltunk. A hulladékkampány metodikáját a 4. ábra mutatja be.

**1. táblázat.** A magyar szabvány és az országos kampány anyagkategóriáinak összehasonlítása

Kategória sorszáma	Magyar szabvány	Országos kampány
1 (a)	Biológiai	Élelmiszer
(b)		Nem ehető élelmiszer
(c)		Nem bontható élelmiszer
(d)		Egyéb biológiai
2		Papír
3		Karton
4		Kompozit
5		Textil
6		Higiéniai
7 (a)	Műanyag	Fólia (2D)
(b)		Alakos műanyag (3D)
(c)		PET
8		Éghető
9		Üveg
10 (a)	Fémek	Vasfém
(b)		Alumínium
(c)		Réz
11		Inert
12		Veszélyes
13		Finom (< 20 mm)
14	–	Idegen



**4. ábra.** A hulladék-mintavételezési kampány során alkalmazott elemzési módszertan [14]

## 5. Összefoglalás

Megállapítható, hogy a Magyarországon érvényben lévő MSZ 21420-28 és MSZ 21420-29 szabványok bár sok esetben elégségesek, mégis az elmúlt 15 évben helyenként korrigálásra szorul. A technológia fejlődésének köszönhetően új válogató berendezések jelennek meg a hulladékgazdálkodásban, amelyek tervezéséhez szükséges az adott régió hulladékának átfogó analízise.

Minden felsorolt esetben tapasztalható volt, hogy szabvány adja a mintavételezés gerincét, azonban fontos átgondolni, hogy az elemzésnek mi a valódi célja. Amennyiben szükséges a szabvány részletezhető, azonban az ebben foglaltaktól kisebb részletességet nem szabad alkalmazni. Ennek tükrében a szabvány a minimum követelménynek tekinthető.

## 6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatallódó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## Irodalom

- [1] 2012. évi CLXXXV. törvény „a hulladékról”
- [2] 309/2014. (XII. 11.) Korm. rendelet „a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről”
- [3] Állami Számvevőszék: Az ISPA támogatásból megvalósított környezetvédelmi programok ellenőrzéséről, Jelentés 0469 (2005)
- [4] EU, 2008, Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, OJ L 312, 22.11.2008, p. 3–30.
- [5] EU: Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste pp. 109–140. (2018)
- [6] Faitli, J., Csőke, B., Romenda, R., Nagy, Z., Németh, Sz.: Developing the combined magnetic, electric and air flow (KLME) separator for RMSW processing, *Waste Management & Research* 36 : 9 pp. 779-787. , 9 p. (2018), <https://doi.org/10.1177/0734242X18770251>
- [7] Faitli, J., Nagy, S., Bokányi, L., Gombkötő, I., Romenda, R., Csőke, B., Vér, Cs., Kiss, T., Dolgosné, K. A., Barna, L.: Települési szilárd hulladéklerakók vizsgálata a későbbi hasznosítás érdekében, *Biohulladék* 11 : 1 pp. 21-26. , 6 p. (2017), ISSN 2062-8811
- [8] Faitli, J., Nagy, S., Romenda, R., Gombkötő, I., Bokányi, L., Barna, L.: Assessment of a residual municipal solid waste landfill for prospective ‘landfill mining’, *Waste Management & Research* 29 Oct. 2019 p. <https://doi.org/10.1177/0734242X19881197>
- [9] 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: Hellenic Mediterranean University, (2019) pp. 1-10. Paper: Session XXIII. paper 10. , 10 p.
- [10] KSH Központi Statisztikai Hivatal: A települések infrastrukturális ellátottsága (2019)
- [11] Magyar szabvány: MSZ 21420-28, 2005, Hulladékok jellemzése. 28. rész: Települési szilárd hulladékok vizsgálata. Mintavétel.

- [12] Magyar szabvány: MSZ 21420-29, 2005, Hulladékok jellemzése. 29. rész: Települési szilárd hulladékok vizsgálata. A minta előkészítése, az anyagi összetétel meghatározása anyagfajtákra történő válogatás útján.
- [13] Pomberger, R., Sarc, R., Lorber, K. E.: Dynamic visualisation of municipal waste management performance in the EU using Ternary Diagram method. Waste Management 61. pp. 558–571. (2017) <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.018>
- [14] Vojtonovszki-Soltész, V., Fajtli, J.: A hazánkban keletkező kommunális hulladékok település és régió szintű, ill. a hulladékforrás típusa szerinti jellemző összetétele, In: Gábor, Rákhely; Cecilia, Hodúr (szerk.) II. Sustainable Raw Materials Conference Book - International Project Week and Scientific Conference, Szeged, Magyarország: University of Szeged, (2019) pp. 272-280.