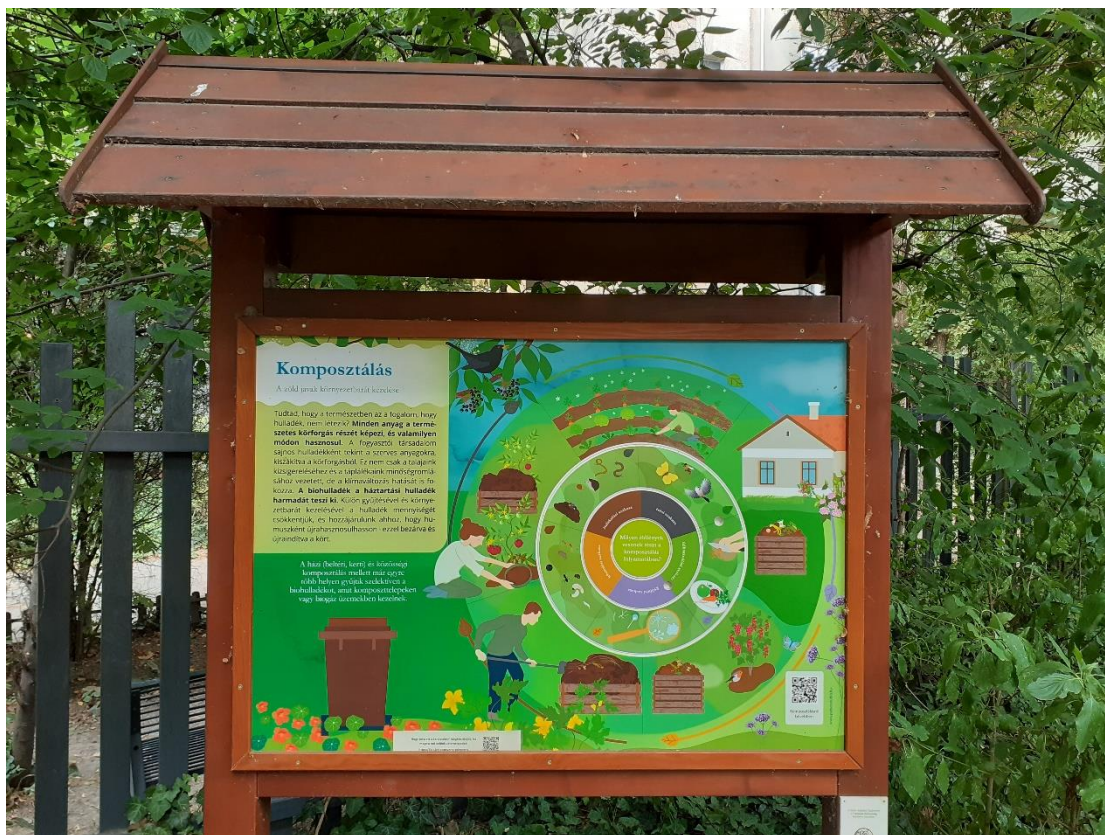


A hulladékszektorhoz kapcsolódó metánkibocsátás-csökkentés lehetőségei Magyarországon

Írta: Szabó György



Budapest, 2025

Tartalom

Vezetői összefoglaló.....	3
1 Bevezető.....	5
2 A hulladékszektorhoz kötődő metánkibocsátás jellemzői.....	6
2.1 Hulladéklerakáshoz kötődő metánkibocsátás.....	6
2.2 Egyéb hulladékképződéssel és -kezeléssel kapcsolatos kibocsátások.....	6
2.3 Uniós és hazai trendek	7
3 A hulladékszektorhoz kötődő hazai statisztikák részletes bemutatása	12
4 Megoldások a metánkibocsátás csökkentésére	15
4.1 Hulladéklerakónál keletkező metán befogása	15
4.2 Egyéb, a keletkező és lerakásra kerülő, így potenciálisan metánkibocsátással járó hulladék mennyiségét csökkentő megoldások.....	17
4.2.1 Élelmiszerhulladék-hierarchia	17
4.2.2 Hulladék megelőzés és ételmentés.....	21
4.2.3 Biohulladék különgyűjtése	25
4.2.4 Komposztálás	30
4.2.5 Biogáz előállítása.....	33
4.2.6 Energetikai hasznosítás (és hátulütői)	35
4.3 A megelőzésen alapuló és a reaktív kezelési megoldások összehasonlítása	38
5 A hazai metánkibocsátás-csökkentési potenciál elemzése.....	40
5.1 Előrejelzések és prognózisok	42
5.1.1 Reális forgatókönyv.....	45
5.1.2 Optimista forgatókönyv	46
6 Költségek.....	48
7 Következtések	50
Hivatkozásjegyzék	51

Vezetői összefoglaló

A metán az üvegházhatás erősödéséhez, ezáltal a globális éghajlatváltozásból adódó negatív társadalmi-környezeti-gazdasági hatásokhoz rendkívül hatékonyan hozzájáruló gáz, amely a széndioxidnál kevesebb ideig marad a légkörben, ám e rövidebb időszak alatt sokkal nagyobb hatást fejt ki. Éppen ezért nagyon fontos megvizsgálni, milyen módon csökkenthető az egyes országokban az ember okozta metánkibocsátás. Jelen tanulmány a magyarországi metánkibocsátás-csökkentési lehetőségeket elemzi a hulladékszektorra, azon belül is elsősorban a hulladéklerakókra és a bio-, illetve élelmiszer-hulladékokra fókuszálva.

Míg az Európai Unióban a teljes metánkibocsátás kevesebb mint negyede kapcsolódik a hulladékszektorhoz, a mezőgazdaság viszont a kibocsátás több mint feléért felel, Magyarországon a hulladékszektor a legnagyobb kibocsátó: az összkibocsátás 42%-a köthető ide, míg a második helyen végző mezőgazdasági szektorhoz csupán 34,3%. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy Magyarországon továbbra is a hulladék lerakása a legjellemzőbb hulladékkezelési módszer (2022-ben a települési szilárd hulladék 55%-át ártalmatlanították így), a hulladékszektorhoz kötődő metánkibocsátás pedig elsősorban a lerakókba kerülő és ott gyorsan bomlásnak induló szerves anyagokból felszabaduló metánhoz kapcsolódik. És ugyan a hulladéklerakáshoz kapcsolódó metánkibocsátás országos szinten a 2000-es évek közepe óta csökkenő tendenciát mutat (2005 óta a lerakott kommunális hulladék mennyisége 50%-kal csökkent, amivel párhuzamosan 18,8%-os – 768 kt CO₂e-nyi – metánkibocsátás-csökkenést regisztráltak), e téren még nagy az előrelépési potenciál: a keletkező metán befogásával és – ami még fontosabb – a biohulladékok lerakótól való eltérítésével komoly eredményeket lehetne elérni.

Ami a metángáz hulladéklerakóknál történő befogását illeti, ez egy működőképes, hagyományos kibocsátáscsökkentési módszernek is nevezhető megoldás, ám több érv is szól ennek előnyben részesítése ellen: költséges, nem hatékony, légszennyezést okoz, és ugyan energiatermelésre alkalmas, ehhez biohulladékokra van szükség, amit azonban környezetvédelmi szempontból célszerű minél inkább eltéríteni a lerakóktól – megelőzni a képződését, vagy egyéb módon hasznosítani (komposztálás, anaerob lebontás).

A hulladékhierarchia elvét követve tehát javasolt az ilyen típusú hulladékok esetében is a keletkezés megelőzését priorizálni, ezt követően az újraelosztást, az újrafeldolgozást, a komposztálást vagy anaerob lebontást, illetve a mechanikai-biológiai hulladékkezelést. Ami Magyarországot illeti, számos civil, illetve intézményi kezdeményezés (Maradék nélkül program, Magyar Élelmiszerbank, Budapest Bike Maffia, Food not Bombs, Munch) mellett fontos kiemelni, hogy 2024-ben megindult a biohulladék (a kerti zöldhulladék mellett az élelmiszer-hulladék) elkülönített gyűjtése is a Mohu koordinálásával – igaz, egyelőre csupán pilot projekt jelleggel, a lakosság töredékének a bevonásával, és visszafogott kommunikációs tevékenységgel, ezáltal visszafogott társadalmi támogatottsággal.

Ami az említett lépésekkel elérhető kibocsátáscsökkentési potenciált illeti, különféle előrejelzéseket és feltételezéseket alapul véve eltérő becslésekkel élhetünk. Az EEA előrejelzése alapján, évi 2,4%-os évi csökkenéssel számolva 2030-ra a 2022-es bázisévhez viszonyítva mintegy 653 ezer tonna CO₂e, azaz hozzávetőleg 18%-os csökkenés érhető el. A ReFED, egy élelmiszerhulladék-csökkentésért tevékenykedő amerikai nonprofit szervezet kalkulátorát igénybe véve az élelmiszer-hulladékhoz kapcsolódó ÜHG-lábnymom 2,9 millió tonna CO₂e-ről egy reálisnak tekintett jövőbeni scenárióban 628 ezer tonnával csökkenhet, a 32,5 ezer tonna metánkibocsátás pedig durván 30%-kal, ami CO₂e-re átszámítva 20 és 100 éves időtávra előretekintve 761 ezer tonna, ill. 258 ezer tonna megtakarítás.

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

	jelenlegi szcenárió	jövőbeni szcenárió (reális)	nettó megtakarítás
Teljes ÜHG-lábnyom (ezer tonna CO ₂ e)	2 937,863	2 310,255	628,607
metánlábnyom (ezer tonna CH ₄)	32,536	22,996	9,540
metánlábnyom 100 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	880,090	622,038	258,052
metánlábnyom 20 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	2 594,721	1 833,920	760,802

1. táblázat: Kibocsátáscsökkentési potenciál élelmiszerhulladékok tekintetében reális forgatókönyv esetén

Optimista forgatókönyv esetén értelemszerűen ennél is kedvezőbb kibocsátáscsökkentési potenciál mutatkozik: a kalkulátor szerint ekkor a teljes ÜHG-megtakarítás 973 ezer tonnával, míg a metánlábnyom több mint 14 ezer tonnával kevesebb, ami 100 éves időtávra 387 ezer, 20 éves időtávra számítva 1,14 millió tonna CO₂e megtakarítást jelent.

	jelenlegi szcenárió	jövőbeni szcenárió (reális)	nettó megtakarítás
Teljes ÜHG-lábnyom (ezer tonna CO ₂ e)	2 938,863	1 965,610	973,253
metánlábnyom (ezer tonna CH ₄)	32,536	18,211	14,325
metánlábnyom 100 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	880,090	492,620	387,470
metánlábnyom 20 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	2 594,721	1 452,366	1 142,355

2. táblázat: Kibocsátáscsökkentési potenciál élelmiszerhulladékok tekintetében optimista forgatókönyv esetén

Megállapíthatjuk tehát, hogy Magyarországon a hulladékszektorhoz kötődő üvegházgáz-kibocsátás, ezen belül is kiemelkedően a települési szilárdhulladék lerakásához kapcsolódó metánkibocsátás egy olyan terület, ahol megfelelő beavatkozással az ország globális éghajlatváltozáshoz való hozzájárulása hatékonyan és gyorsan csökkenthető. Mindehhez elengedhetetlen a szelektív szerves hulladék-gyűjtés kiterjesztése; a (helyi és centralizált) komposztálás és anaerob lebontás (biogázelőállítás) elterjesztése; a hulladéklerakás visszaszorítása, illetve a lerakóknál a depóniagáz kinyerése; valamint közösségi szintű hulladékcsökkentési programok támogatása. Amennyiben országos szinten megvalósul a szerves hulladék elkülönített begyűjtése és minél hatékonyabb feldolgozása, a nulla hulladék elvén alapuló szabályozások és intézkedések bevezetése, valamint egy támogató jogszabályi környezet kialakítása, a keletkező biohulladék akár 75-90%-a eltéríthető a lerakóktól, ekkor pedig a metánkibocsátás visszaszorítása garantált.

1 Bevezető

A hulladékszektor globálisan és Magyarországon is jelentős mértékben hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásához, a hulladéklerakás által különösen a metánkibocsátáshoz (a hulladékégetés tekintetében pedig a szén-dioxid és egyéb szennyezőanyagok kibocsátásához). Jelen tanulmány Magyarország hulladékszektorának metánkibocsátására, valamint az annak csökkentésére vonatkozó lehetőségekre fókuszál, rávilágítva a legfontosabb forrásokra, trendekre és az elérhető megoldásokra. A hulladékkezelés terén különösen fontos kérdés a szerves anyagok bomlásából származó metánkibocsátás visszafogása, mivel ez az üvegházhatású gáz rövid távon sokkal erőteljesebben járul hozzá a globális felmelegedéshez, mint a szén-dioxid.

A tanulmány ismerteti a hazai hulladékkezelési statisztikákat, bemutatva, hogy az elmúlt évtizedekben – csökkenő részarányal ugyan, de – a hulladéklerakás maradt a legdominánsabb hulladékkezelési módszer Magyarországon. Ez pedig a szektorhoz kötődő igen magas metánkibocsátást indukál, hiszen a hulladéklerakók, különösen nagy szervesanyag-tartalom esetén, a metán fő forrásai közé tartoznak.

A tanulmány különféle megoldási lehetőségeket tárgyal a hulladékszektor kibocsátásainak mérséklésére. Ilyen például a hulladéklerakók gázbegyűjtő rendszereinek fejlesztése, amely a már keletkezett metán befogását és energiatermelési célú hasznosítását célozza. Emellett azonban még fontosabb az egyéb hulladékkezelési módszerek előtérbe helyezése, mint a biohulladék hatékony különgyűjtésén alapuló komposztálás és a biogáztermelés. A dokumentum különbséget tesz megelőző és reaktív módszerek között, rámutatva, hogy a megelőző megoldások, például az ételmaradékpazarlás csökkentése, a leghatékonyabb stratégiát jelenthetik.

A magyar hulladékgazdálkodási szektor további kihívásokkal néz szembe az Európai Unió célkitűzéseinek való megfelelés érdekében, különös tekintettel a 2030-ig elérendő metánkibocsátási célokra. A tanulmány reális és optimista kibocsátás-csökkentési forgatókönyveket vázol fel, amelyek a képződő biohulladék lerakóktól történő 70-80, vagy akár 90%-os arányú eltérítését is lehetővé tennék.

A tanulmány hangsúlyozza, a megfelelő jogszabályi környezet megteremtése és a hulladékgazdálkodás átalakítása, nagyobb hangsúlyt helyezve a megelőzésre, az újrafeldolgozásra és a biológiai kezelésre, hosszú távon gazdaságilag és környezetileg is előnyös lehet.

2 A hulladékszektorhoz kötődő metánkibocsátás jellemzői

2.1 Hulladéklerakáshoz kötődő metánkibocsátás

A különböző hulladékkezelési metódusok (hulladéklerakás, -égetés és újrahasznosítás) közül a lerakáshoz kapcsolódik a legnagyobb metánkibocsátás. A lerakóban elhelyezett hulladékot tömörítik és lefedik, ami anaerob lebomlási folyamatot idéz elő, ezáltal pedig elsősorban szén-dioxid és metán szabadul fel. A lerakókból felszabaduló metán a szerves hulladék, elsősorban az élelmiszer-hulladék oxigénhiányos környezetben történő lebomlásának az eredménye. A metán ugyan más üvegházhatású gázokhoz képest (pl. CO₂) kevesebb ideig fejt ki hatását, ugyanakkor rendkívül hatékony (a CO₂-nél ~20-szor erősebb 10 éves időtávon), ezért éghajlatvédelmi szempontból indokolt a metánkibocsátási lehetőségek vizsgálata, ennek egyik leghatékonyabb módja a hulladéklerakáshoz kapcsolódó kibocsátás csökkentése.

Magyarországon a keletkező települési szilárd hulladék 2022-ben 3,911 millió tonnát, azaz 1 főre vetítve mintegy 406 kg-ot tett ki. Ennek túlnyomó többségét, mintegy 55 százalékát hulladéklerakóban ártalmatlanították (emellett 33 százalékot anyagában hasznosítottak, 12 százalék pedig energetikai hasznosításra került).¹

Ez a két tény (a lerakás mint hulladékkezelési metódus dominanciája Magyarországon, valamint az ehhez kapcsolódó magas üvegházhatású metánkibocsátás) világosan rámutat, hogy nagy potenciál rejlik a hulladékgazdálkodás átalakításában (ide értve a megelőzésre való nagyobb fókusz is), ezáltal ugyanis az éghajlatváltozás negatív következményeinek csökkentéséhez is relatíve hatékonyan és már rövidtávon hozzá lehet járulni.

2.2 Egyéb hulladékképződéssel és -kezeléssel kapcsolatos kibocsátások

A hulladékgazdálkodás szempontjából jelentős ÜHG-kibocsátás kötődik a hulladékszállításához, az égetéshez, a szennyvízkezeléshez, sőt valamikora kibocsátással a komposztálás is jár. Hogy mindezekkel részletekre menően foglalkozunk, ahhoz e tanulmány keretei szűkek, azonban a hulladékégetést, mint az egyik legnagyobb kibocsátót, mindenképpen érdemes megvizsgálni.

Ami az égetést illeti, az üvegházhatáshoz való hozzájárulását leginkább a CO₂-kibocsátása révén fejt ki. A szén-dioxid tekintetében is meg lehet különböztetni azonban fosszilis (pl. műanyag) és nem fosszilis (pl. szerves hulladék égetésénél keletkező) eredetűt. Ami az európai beszámolási kötelezettségeket illeti, az Unió tagállamainak különbséget kell továbbá tenni a szerint is, hogy az adott hulladékégető termel-e hő- vagy villamos energiát vagy sem – utóbbi esetben ugyanis a kibocsátás a hulladékszekturnál, előbbi esetében azonban az energiaszektorhoz kötődően kerül elszámolásra. Ami Magyarországot illeti, a Hungaromet által készített részletes, angol nyelvű, 2024-ben publikált nemzeti leltárjelentés (National Inventory Report – NIR) szerint a fosszilis szénfrakció a települési szilárd hulladékban az 1990-es évi 5%-ról a 2010-es évek környékére 17-18%-ra emelkedett, jelenleg pedig mintegy 12%-ot tesz ki. A NIR-ben közölt adatok alapján az energiatermeléssel járó hulladékégetés 2021-ben 218 ezer tonna CO₂e-vel járult hozzá az összes ÜHG-kibocsátáshoz.²

Unió szinten az égetés elterjedtebb hulladékkezelési módszernek számít, egyes tagállamokban a lerakás arányát a hulladékégetési kapacitás rendkívüli megnövelése árán sikerült leszorítani. Mindez azzal járt, hogy 2017-ben több mint 40 millió tonna fosszilis CO₂-kibocsátás kapcsolódott a lakossági vegyes hulladék elégetéséhez (ebben az értékben nincs benne az egyéb ÜHG-ok, mint a metán és a

¹ https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0029.html

² Hungaromet (2024) National Inventory Report for 1985-2022, Hungary.
<https://legszenyvezettseg.met.hu/kibocsatas/hivatalos-jelentesek>

nitrogén-oxidok hatása, illetve a kereskedelmi és ipari hulladék elégetése, ami az összes elégetett hulladék mintegy felét tette ki).³

Egy friss, az IPEN és több más szervezet által összeállított, az égetők környezetre gyakorolt hatását vizsgáló tanulmány szintén kiemeli, hogy a hulladékégetők jelentős mennyiségű üvegházhatású gázt, főként szén-dioxidot bocsátanak ki, amelynek mértéke a hulladék összetételétől függően változik. Átlagosan egy tonna hulladék elégetése 0,7–1,7 tonna CO₂-t juttat a légkörbe. Ez a magas szén-dioxid-kibocsátás az égetési folyamat során elsősorban a hulladékban található fosszilis eredetű anyagok – például műanyagok – égéséből származik. Az előrejelzések szerint ráadásul a műanyag hulladék globális növekedésével párhuzamosan az ilyen jellegű hulladék elégetéssel való kezelésére is megnövekszik a kereslet, mindez pedig nagyobb CO₂-kibocsátásért felelhet 2050-re, mint a hagyományos fosszilis tüzelőanyagok elégetése.⁴

A tanulmány hangsúlyozza, hogy az égetés energiaintenzív folyamat, és ennek során egységnyi energia előállítására vetítve több üvegházhatású gáz keletkezik, mint más, hagyományos energiaforrások esetében. Mindemellett nem szabad figyelmen kívül hagyni az egyéb kibocsátásokat sem: a hulladékégetőkből az elérhető legjobb technikák alkalmazása esetén is jelentős mennyiségű szennyező anyag kerül ki. A dioxinok például olyan tartósan megmaradó környezetszennyező anyagok, amelyeket a hulladékégetők nem tudnak teljesen eltávolítani. A legmodernebb létesítményeknél a dioxinok kibocsátása alacsonyabb lehet – akár a jogszabályi határértékeken is maradhat –, ám a tényleges szennyezési szint nagysága jellemzően bizonytalan, ugyanis az ellenőrző mérések általában rövid mintavételi időszakokon alapulnak, és figyelmen kívül hagyják a hulladékégetők indítási és leállítási fázisaiban jelentkező csúcserőteléseket, amikor a kibocsátások általában magasabbak, valamint a nehézfémek, köztük a higany, a kadmium és az ólom kibocsátását. Különösen az ingadozásra hajlamos higanykibocsátást nehéz folyamatosan ellenőrizni. Bár a fejlett szűrési és tisztítási technológiák képesek e fémek egy részét felfogni, így is jelentős mennyiségek kerülhetnek a légkörbe. E fémek és vegyi anyagok felhalmozódása a környező környezetben kockázatot jelent az ökoszisztémákra és az emberi egészségre nézve. A jelentés kiemeli továbbá, hogy még a modern szűrőrendszerek sem képesek teljes mértékben felfogni a finom részecskéket (szálló port), ami egyéb veszélyes anyagokat is szállíthat, súlyosbítva az egészségügyi kockázatokat.⁵

2.3 Uniós és hazai trendek

Az Európai Bizottságot az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) támogatja az EU üvegházhatásúgáz-kibocsátási leltárának elkészítésében, valamint a tagállamok által az EU-nak jelentett leltárak minőségellenőrzésének, illetve -biztosításának megvalósításában. Honlapjukon részletes adatok szerepelnek az uniós és tagállami metánkibocsátásra vonatkozóan. A legfrissebb, 2022-es adatok alapján a 27 EU-tagállamban, valamennyi szektort tekintve 410 millió tonna szén-dioxid-egyenértéknyi (CO₂e) metánkibocsátást rögzítettek, amelynek nagyrésze a mezőgazdasági szektorhoz kötődik (56,1%), második legnagyobb arányban, 23,7%-ban azonban a hulladékágazat felel érte. (A 2.3-as alfejezetben található adatok az EEA oldaláról származnak.)⁶

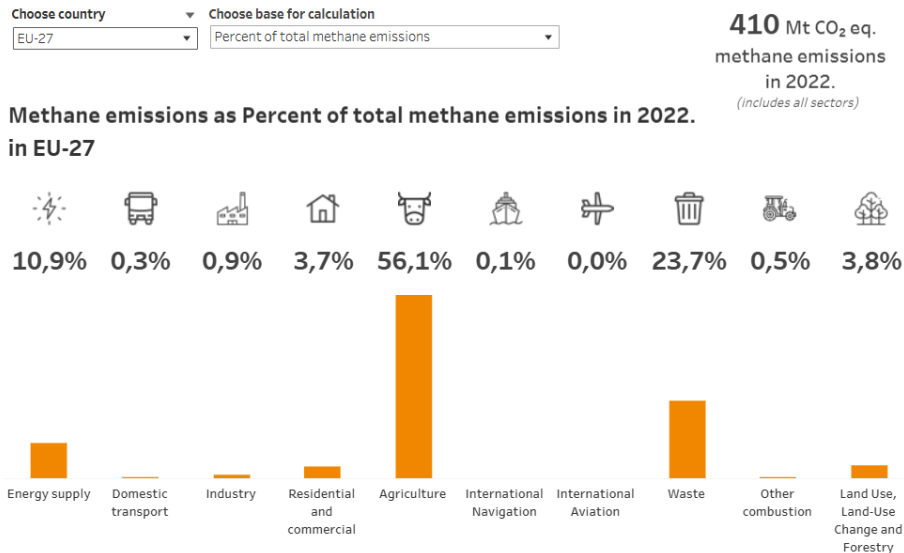
³ ZWE (2019) The impact of Waste-to-Energy incineration on climate. (sz. Janek Vähk) https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/edd/2019/09/ZWE_Policy-briefing_The-impact-of-Waste-to-Energy-incineration-on-Climates.pdf

⁴ Arnika / IPEN / TFA / CREPD / CEJAD (2024) Waste incineration and the environment (sz.: Jelínek et. al.) https://ipen.org/sites/default/files/documents/waste_incineration_and_the_environment.pdf

⁵ Ibid.

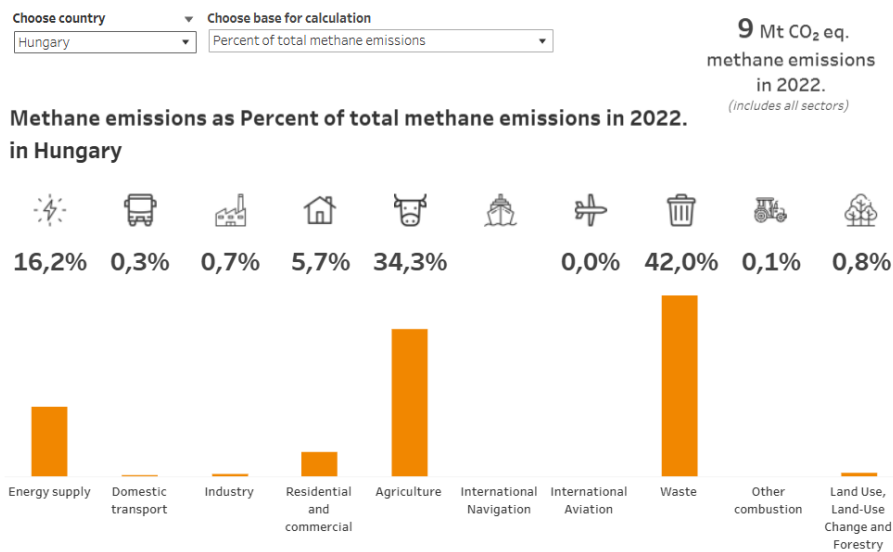
⁶ <https://climate-energy.eea.europa.eu/topics/climate-change-mitigation/greenhouse-gas-emissions-inventory/data>

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése



1. ábra: Metánkibocsátás szektorra lebontva az EU 27 tagállamában, 2022. Forrás: [EEA](#)⁷

Ami Magyarországot illeti, a 2022-es évi, 9 Mt CO₂e-nyi metánkibocsátás messze legnagyobb hányadáért, 42%-áért felelt a hulladékszektor – ezt 34,3%-kal követte a mezőgazdaság, illetve 16,2%-kal az energiaszektor.⁸



2. ábra: Metánkibocsátás szektorra lebontva Magyarországon, 2022. Forrás: [EEA](#)⁹

Szintén az EEA honlapján elérhető adatokból látszik, hogy 1990-es években az Európai Unióban mintegy 173 ezer kilotonna CO₂e-nyi metántermelés kapcsolódott a hulladékszektorhoz, ez a szám pedig 2022-re hozzávetőleg 41%-kal, 97 ezer kt-ra csökkent.¹⁰

Magyarországon ugyanezen időszakban ennél jelentősen kisebb, csupán 7%-os csökkenést regisztráltak (1990: ~4000 kt CO₂e, 2022: ~3700 kt CO₂e). Fontos azonban megjegyezni, hogy míg uniós szinten 1992 óta tapasztalható csökkenő tendencia, addig Magyarországon 2003-ig növekedett a

⁷ Ibid.

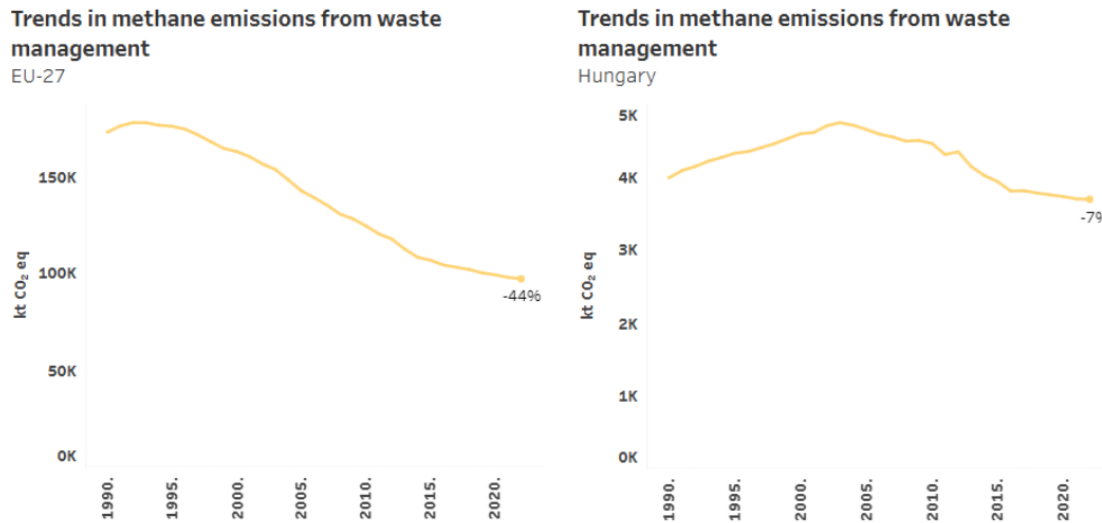
⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

¹⁰ Ibid.

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

hulladékszektorhoz kötődő metánkibocsátás. Azóta azonban csökkenő tendencia tapasztalható (abszolút értéken nézve 2005 óta mintegy 1000 kt, ami 21%-os csökkenéssel egyenértékű).¹¹



3. ábra: Metánkibocsátás a hulladékszektorban az Európai Unióban és Magyarországon, 1990–2022.

Forrás: [EEA](#)¹²

A hulladékszektorhoz kötődő metánkibocsátást mélyebben megvizsgálva azt lehet látni, hogy az Unióban az ágazatban a legnagyobb metánforrás a hulladéklerakás (~80%), ezt követi a lakossági és ipari szennyvíz kezelése (~15%), illetve a szilárd hulladék biológiai kezelése (~4%).¹³ Az 1990-es bázisévhez viszonyítva abszolút értéken a szilárdhulladék lerakásából származó kibocsátáshoz kapcsolódó csökkenés volt a legnagyobb 2022-ig (~60 ezer kt CO₂e, ami 44,4%-os csökkenésnek felel meg), a szennyvízkezeléshez kapcsolódóan harmadekkora kibocsátáscsökkenés volt megfigyelhető (20e kt CO₂e, 55,4%). A hulladék ipari szintű, illetve a nyílt téri égetéshez kapcsolódóan már minimális növekedés tapasztalható 1990 óta (131 kt CO₂e, 30,6%), illetve hasonló a helyzet a szilárd hulladék biológiai kezelését illetően is (4434 kt CO₂e, 85%).¹⁴

¹¹ Ibid.

¹² Ibid.

¹³ Vö.: <https://www.eea.europa.eu/publications/methane-emissions-in-the-eu>

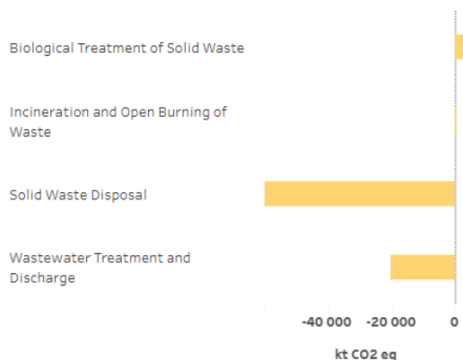
¹⁴ <https://climate-energy.eea.europa.eu/topics/climate-change-mitigation/greenhouse-gas-emissions-inventory/data>

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

Changes in methane emissions from waste management by subcategory

1990-2022,

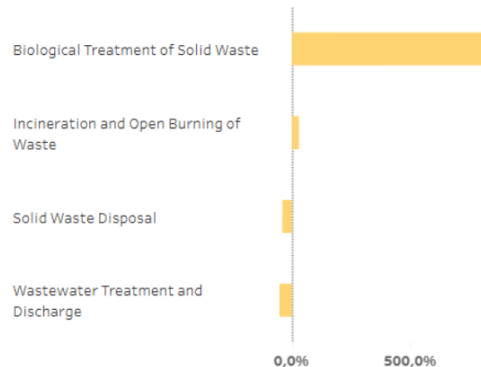
Comparison year: 1990
Absolute/relative change: Absolute change



Changes in methane emissions from waste management by subcategory

1990-2022,

Comparison year: 1990
Absolute/relative change: Relative change



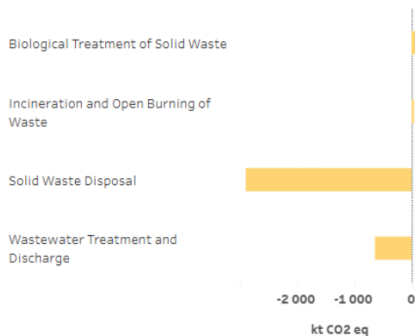
4. ábra: Metánkibocsátás változása a hulladékszektorban, az Európai Unióban a különböző hulladékkezelési technológiák szerint, abszolút és százalékos értékben, 1990–2022. Forrás: [EEA](#)¹⁵

Kisebb időtávot tekintve, a 2019–2022 közötti időszakot összevetve értelemszerűen kisebb eltérések tapasztalhatók. A szilárd hulladék biológiai kezeléséhez és az égetéshez kapcsolódóan egyaránt 9-9%-os emissziónövekedés párosult EU-s szinten, ami 409, illetve 46 kt CO₂e-t takart. A szilárd hulladék lerakása és a szennyvízkezelés esetében azonban nagyobb kibocsátáscsökkenés volt megfigyelhető: 2903 kt CO₂e, illetve 641 kt CO₂e (-3,7 és -3,8%).¹⁶

Changes in methane emissions from waste management by subcategory

2019-2022,

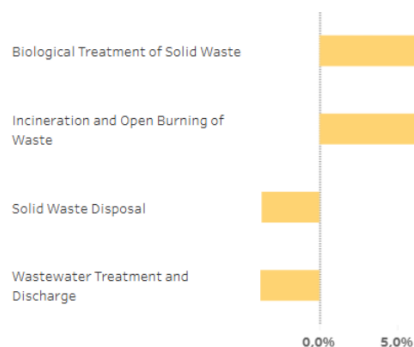
Comparison year: 2019
Absolute/relative change: Absolute change



Changes in methane emissions from waste management by subcategory

2019-2022,

Comparison year: 2019
Absolute/relative change: Relative change



5. ábra: A metánkibocsátás változása a hulladékszektorban az Európai Unióban a különböző hulladékkezelési technológiák szerint, abszolút és százalékos értékben, 2019–2022. Forrás: [EEA](#)¹⁷

Magyarországon másképpen alakultak a tendenciák. 1990 és 2022 között az égetéshez kapcsolódó metánkibocsátásban nem történt jelentős változás, a szilárd hulladék biológiai kezeléséhez és

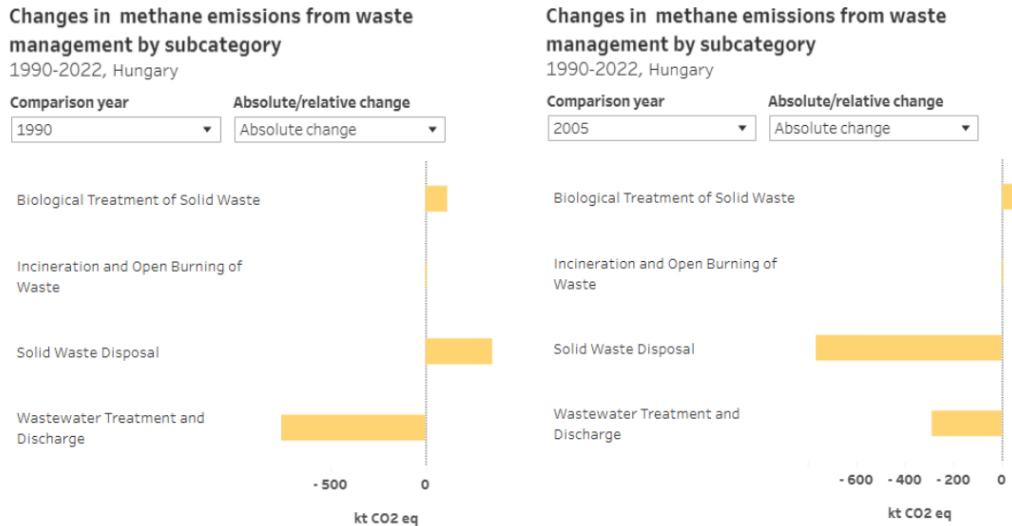
¹⁵ Ibid.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid.

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

lerakásához kapcsolódó kibocsátás azonban emelkedett összességében: előbbi 112 kt-val, utóbbi 345 kt-val. Az, hogy a hulladékszektor összes metánkibocsátásában a korábban említetteknek megfelelően mégis csökkenés történt, a szennyvízkezelésnek köszönhető, ahol 74,4%-os, 752 kt CO₂e-nyi csökkenés történt. Fontos megjegyezni azonban, hogy 2005-tel összevetve a szilárd hulladék lerakásához kapcsolódó metánkibocsátás is 768 kt CO₂e-kel (18,8%) csökkent.¹⁸



6. ábra: Metánkibocsátás a hulladékszektorban Magyarországon a különböző hulladékkezelési technológiák szerint, abszolútértéken, 1990–2022, illetve 2005–2022. Forrás: [EEA](#)¹⁹

A hulladéklerakásból származó metánkibocsátás csökkenése Uniós szinten annak is köszönhető, hogy a jogszabályi keretek²⁰ egyre inkább abba az irányba terelik a tagállamokat, hogy leszorítsák a lerakókba kerülő, kezeletlen szerves hulladékok mennyiségét, valamint hasznosítsák a lerakókból felszabaduló gázokat az újonnan nyitott lerakókban. Jelenleg számos tagállamban (így Magyarországon is) a keletkező települési szilárd hulladék túlnyomó többsége lerakóba kerül, így ahhoz, hogy 2035-re az EU-s irányelvben meghatározott 10% alá csökkenjen a lerakásra kerülő hulladék mennyisége, más hulladékkezelési módszerek előtérbe kerülésére van szükség (újrahasználat, szelektív begyűjtés és újrafeldolgozás, biológiai kezelés, energetikai hasznosítás).²¹

A rendelkezésre álló adatok alapján, a tendenciákat figyelembe véve további metánkibocsátás-csökkenés prognosztizálható a szakértők szerint. Ahogy az EEA honlapján olvasható a hulladékszektorral kapcsolatban: „A tagállamok által közölt ÜHG-előrejelzések szerint a CH₄-összkibocsátás továbbra is csökkenni fog, méghozzá gyorsabb ütemben (2030-ig évi 2,4%-kal), mint az 1990 óta eltelt 30 évben.”²²

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

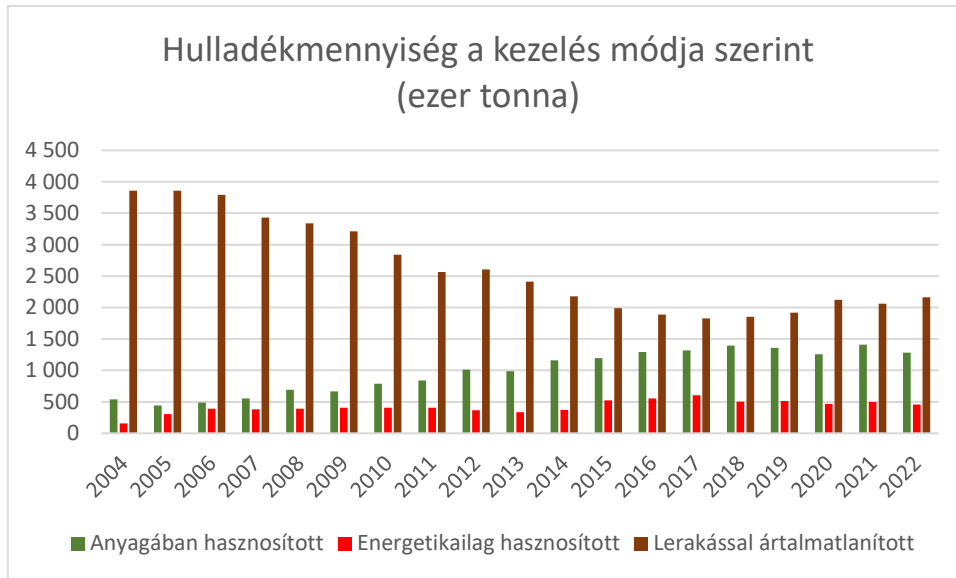
²⁰ v.ö.: hulladéklerakókról szóló EU irányelv, ld.: <https://circular-cities-and-regions.ec.europa.eu/support-materials/eu-regulations-legislation/landfill-directive-directive-eu-2018850>

²¹ <https://climate-energy.eea.europa.eu/topics/climate-change-mitigation/greenhouse-gas-emissions-inventory/data>

²² <https://www.eea.europa.eu/publications/methane-emissions-in-the-eu>

3 A hulladékszektorhoz kötődő hazai statisztikák részletes bemutatása

Magyarországon a kommunális hulladék több mint 80%-át a 2000-es évek közepén még lerakókban helyezték el, ez az arány a 2010-es évek közepére 50% környékére csökkent, majd 2022-ig (amely évről a legfrissebb adat elérhető) 50-55% környékén mozgott. A hulladék össz mennyisége ~4,6 millió tonna értékről csökkenő-stagnáló tendenciát mutatva 2022-re ~3,9 millió tonnára csökkent. (A 2013–2019-es hét éves periódusban 3,7 és 3,8 millió tonna közötti értékekről adott számot a Központi Statisztikai Hivatal, ezt követően azonban ismét 3,9-4,1 millió tonna közötti mennyiség képződött.)



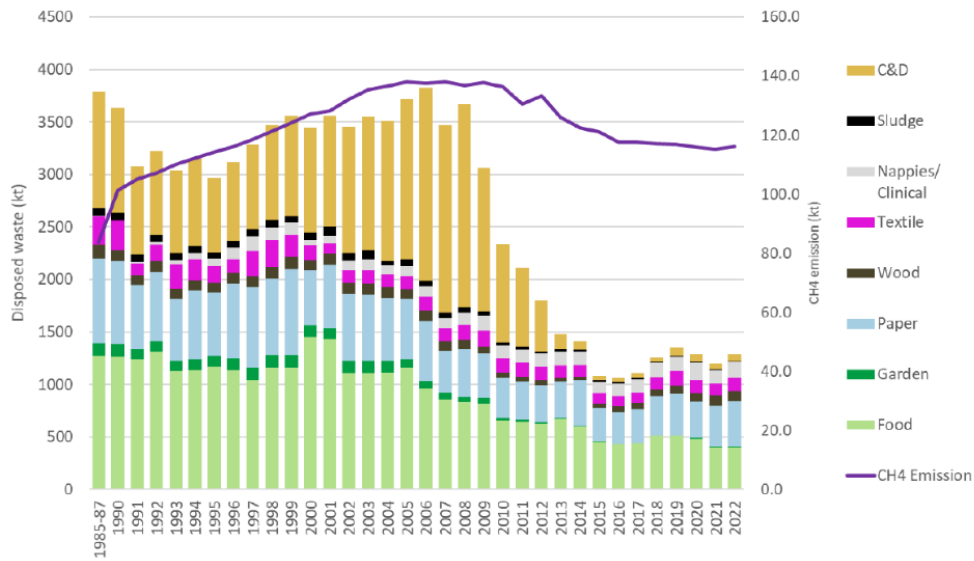
7. ábra: Hulladékmennyiség a kezelés módja szerint Magyarországon 2004–2022. Adatok forrása: [KSH](#)²³, Saját szerkesztés

Ahogy a HungaroMet honlapján kiemelik, a „hulladéklerakókon végbemenő lebomlási folyamatok meglehetősen lassúak, ami azt eredményezi, hogy a sok évvel ezelőtt lerakott hulladék mennyisége a jelenlegi emisszió szintjére jelentős befolyással van. 2005 óta a lerakott hulladék mennyisége jelentősen csökken (a lerakott kommunális hulladék mennyisége 50%-kal csökkent), így a metánkibocsátások is csökkenni kezdtek”²⁴

²³ https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0029.html

²⁴ <https://legszenyezettseg.met.hu/kibocsatas/agazati-kibocsatasok/hulladek>

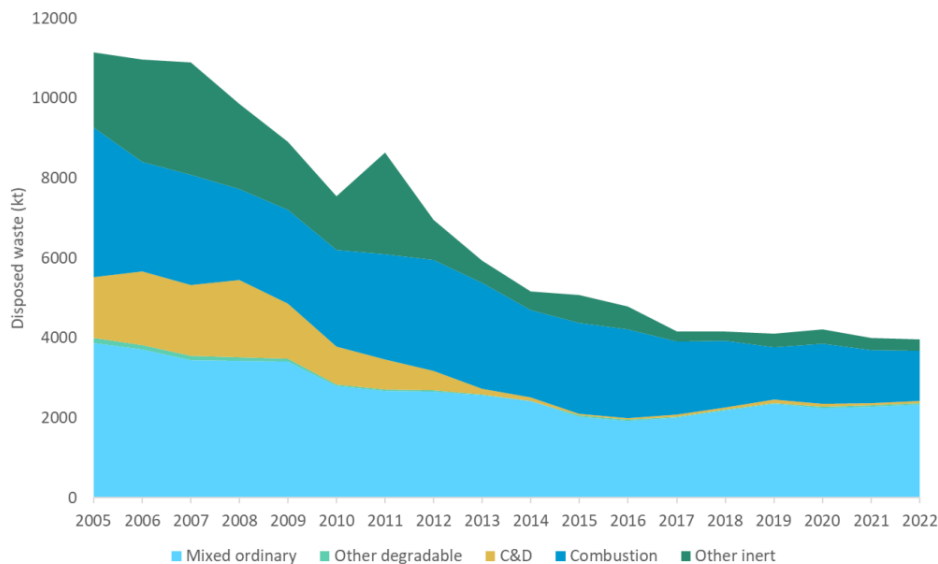
A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése



8. ábra: A lerakott hulladékok mennyisége és a keletkezett metánkibocsátás Magyarországon, 1990–2021. Forrás: HungaroMet²⁵

Ahogy a fenti ábrán is látható, és ahogy a NIR-ben is olvasható, a települési hulladék mellett az ipari hulladék ártalmatlanítását is figyelembe veszik a lerakáshoz kapcsolódó metánkibocsátás becslésekor.²⁶

Az éves szinten lerakásra kerülő hulladék mennyiségének 2005 óta végbement csökkenését mutatja a következő ábra is, amelyen látható, hogy a lerakott hulladék 2022-ben legnagyobb részt vegyes (elsősorban települési) szilárd, másodsorban inert (égetésből származó) hulladék volt.²⁷



9. ábra: A lerakásra kerülő hulladék mennyiségének alakulása Magyarországon a hulladék típusa szerinti bontásban, 2005–2022. Forrás: HungaroMet²⁸

²⁵ HungaroMet (2024)

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid.

²⁸ HungaroMet (2024)

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

Az Európai Unió előírásoknak való megfelelés érdekében a hulladéklerakók száma 2000 óta meredeken csökkent. A modernizációs törekvések hatására a mintegy 2700 lerakóból előbb 701, majd 2005-re 340 maradt, ami 2008-ra 213-ra, majd 2011-re 69-re csökkent. 2022-ben 68 működő lerakót tartottak számon az országban. Amellett pedig, hogy az elavult lerakókat bezárták, a még működő lerakók korszerűbb működtetésére is sor került, így a D1-es kategóriába tartozó, nem megfelelően menedzselt lerakók – „Lerakás a talaj felszínére vagy a talajba (például hulladéklerakás)”²⁹ – aránya a 2000-es évek közepétől 10 év alatt 50%-ról 1%-ra csökkent, 2017 óta pedig 0%. Ezzel párhuzamosan pedig a megfelelően menedzselt, D5-ös kategóriába tartozó lerakók – „Lerakás műszaki védelemmel (például elhelyezés fedett, szigetelt, a környezettől és egymástól is elkülönített cellákban)”³⁰ – aránya 50%-ról 100%-ra emelkedett.³¹

	D1	D5
2004	50%	50%
2005	48%	52%
2006	34%	66%
2007	36%	64%
2008	44%	56%
2009	29%	71%
2010	17%	83%
2011	35%	65%
2012	12%	88%
2013	2%	98%
2014	1%	99%
2015	1%	99%
2016	1%	99%
2017	0%	100%
2018	0%	100%
2019	0%	100%

10. ábra: A D1 és D5 kategóriába sorolt, kezelt és megfelelően kezelt lerakók megoszlása Magyarországon, 2004–2019. Forrás: HungaroMet³²

A hulladékszektorhoz kötődő teljes üvegházgáz-kibocsátás 2022-ben 3,8 millió tonna CO₂e volt, ezzel az ágazat a magyarországi ÜHG-kibocsátás 6%-áért felelt. Ennek legnagyobb része, 87%-a a szilárdhulladék-lerakáshoz kötődött, 9%-a a szennyvízkezeléshez, 4%-a a szilárd hulladék biológiai kezeléséhez, és 1%-a az energetikai hasznosítás nélküli égetéshez (az energiatermeléssel járó ÜHG-kibocsátás az energiaszektorhoz kapcsolódóan kerül beszámításra a leltárjelentésben). 2004 és 2019 között a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint átlagosan 1250 kt hulladékot kezeltek energetikai hasznosítással vagy égettek el energetikai hasznosítás nélkül Magyarországon, és ennek mindössze 8%-a volt energetikai hasznosítás nélküli égetés.³³

²⁹ v.ö. a hulladékgazdálkodással kapcsolatos ártalmatlanítási és hasznosítási műveletek felsorolásáról szóló 43/2016. (VI. 28.) FM rendelettel, ld. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600043.fm>

³⁰ Ibid.

³¹ HungaroMet (2024)

³² Ibid.

³³ Ibid.

4 Megoldások a metánkibocsátás csökkentésére

4.1 Hulladéklerakónál keletkező metán befogása

A hulladékgazdálkodásban a metánkibocsátás csökkentésére bevett módszernek nevezhető a lerakókban keletkező metángáz befogása, azonban ez a módszer gyakran nem túl hatékony, különösen a hulladék bomlásának kezdeti szakaszában. Érdemes azt is megjegyezni, hogy a lerakókból nem csupán metán, hanem szén-dioxid és egyéb gázok is felszabadulnak.

A magyar jogban „a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről” szóló 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet³⁴ határozza meg a kapcsolódó definíciókat. E szerint a hulladéklerakó-gáz „a lerakott hulladék biológiai, kémiai bomlása során a hulladéklerakóban képződő gázkeverék”.

A gázmennyiséget tekintve változó arányokkal lehet találkozni, de a metán mennyisége az összes gázéhoz viszonyítva 55% körül szokott alakulni, míg a szén-dioxidé 45% körül (továbbá kisebb mértékben egyéb nyomgázok is jelen lehetnek).³⁵

A lerakókba kerülő hulladékoknál típusuktól függően eltérő sebességgel indul be és történik meg a lebomlás. A rothadásra hajlamosabb (pl. élelmiszer-) hulladékok esetében például szinte azonnal megindul a lebomlás, míg számos egyéb szerveszennyező-típusnál (például a kerti zöldhulladéknál) lassabb a folyamat, más esetben kifejezetten lassú (fahulladék).

Amikor egy hulladéklerakó eléri maximális befogató kapacitását (vagy egyéb okból, például új, szigorúbb jogszabályi előírásoknak kell megfelelni, mint az egyes tagállamoknak, így Magyarországnak is az EU-s csatlakozáskor), az adott hulladéklerakót le kell zárni. A felső szigetelő záróréteg csak ideiglenes lehet, amennyiben a gázképződési folyamatok még tartanak, és a képződő gáz mennyisége a kezelést indokolttá teszi. Ahogy a fent említett jogszabály fogalmaz, a „végleges felső záróréteg rendszer akkor építhető ki, ha a stabilizálódási folyamat a hulladéktestben gyakorlatilag befejeződött.” Azaz amíg a biológiai és kémiai folyamatok hatására depóniagáz képződik, valamint a depónia süllyedésének a veszélye is fennáll, csak átmeneti rétegrenddel oldható meg a lerakó lezárása.

A felső záróréteg lehetővé teszi a hulladéklerakóban keletkező gáz részleges befogását egy kút- és csőhálózat segítségével, ez a gáz pedig felhasználható energiatermelésre. A gáz elégetése során a metán szén-dioxiddá (kevésbé hatékony, de hosszabb élettartamú üvegházhatású gázzá) oxidálódik. Ehhez hasonlóan a metán egy része, amely a fedőrétegen keresztül kiszabadul a hulladéklerakóból, szintén szén-dioxiddá oxidálódhat, ahogy áthalad a fedőrétegen. A keletkező metángáz azon része pedig, amelyik nem oxidálódott, metánként kerül a légkörbe.³⁶

Érdemes kihangsúlyozni, hogy a lerakó lezárása, befedése előtt is nagy mennyiségben kerülhet metán az atmoszférába. Egy 2023-as Egyesült Államokban készült tanulmány szerint a lerakóba kerülő, települési szilárd hulladékból származó diffúz (azaz közvetlenül az atmoszférába kerülő) metánkibocsátás 58%-a az élelmiszer-hulladékokból származik. A tanulmány szerzői úgy becsülik, hogy a lerakásra kerülő élelmiszer-hulladékból származó metánkibocsátás 61%-át nem képesek felfogni a befogásukra szolgáló rendszerek, berendezések, így ez az atmoszférába kerül. Mindez nagyban köszönhető annak, hogy a gyorsan lebomló élelmiszer-hulladék gyakran már azelőtt lebomlik, hogy a

³⁴ Ld.: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600020.kvv>

³⁵ ZWE (2024) Reducing waste management's contribution to climate change From post-landfilling methane capture to pre-landfill methane prevention. (sz. Dominic Hogg) <https://zerowasteurope.eu/library/reducing-waste-managements-contribution-to-climate-change-from-post-landfilling-methane-capture-to-pre-landfill-methane-prevention/>

³⁶ Ibid.

metán befogására szolgáló hálózatot, rendszert egyáltalán kiépítenék, illetve hogy a kiépítés folyamata befejeződne.³⁷

A hulladéklerakókból származó gázok befogása tehát megbízhatatlan, és nagy mennyiségű diffúz metánkibocsátást tesz lehetővé. Hosszú távon problémaként jelentkezik az e gázok begyűjtésére szolgáló csövek amortizációja mellett, hogy az alacsony metántartalmú gázelegyből nem lehet hatékonyan energiát kinyerni, valamint hogy a gáz elégetéséből légszennyezés is származik. A hulladéklerakókból származó gázokat begyűjtő rendszerek kiépítése ráadásul rendkívül költséges az egyéb metánkibocsátás-csökkentési megoldásokkal összevetve, és bizonyos szempontból rossz üzenetet is közvetít. Ahogy a hulladékégetők esetében minél több hulladék termelődik, annál több energiát képes előállítani az adott égetőmű, úgy itt is elmondható, hogy minél több metán kinyerése az adott lerakóból úgy megvalósítható, ha olyan szerves hulladékot is lerakóba helyeznek, amelyet egyéb módon (pl. komposztálással) is vissza lehetett volna juttatni a talajba.³⁸

Megállapítható, hogy az élelmiszer-hulladék a gyorsnak mondható bomlási sebessége miatt igen nagy hatással van a hulladéklerakók metánkibocsátására. És mivel az élelmiszer-hulladékban lévő szén 50%-a hozzávetőleg 3,5 éven belül depóniagázzá alakul, csupán a metángáz begyűjtésére szolgáló rendszer hatékonyságának javítása nem lehet képes jelentősen csökkenteni ezeket a kibocsátásokat.³⁹

A hagyományos megközelítés arra fókuszál, hogy a lerakókból felszabaduló gázokat minél nagyobb mennyiségben sikerüljön befogni, és a már letakart lerakóból minél kevesebb gáz szivárogjon ki a felszínen keresztül, illetve a nem befogott gáz esetében oxidáció menjen végbe. Azaz el kell érni, hogy minél kevesebb depóniagáz távozzon ellenőrizetlenül a létesítményből. Mindemellett természetesen pozitív és nem mellékes járulékos haszon az is, ha befogott gázból a lehető legtöbb energiát sikerül termelni – ami azonban a lerakó lezárását követően, az idő előrehaladtával egyre kisebb mértékben megvalósítható, egyre kevésbé gazdaságos. Így a takarást követő későbbi években az energiaelőállítás helyett a lerakókban keletkező gáz fátylázással történő elégetésére kerülhet a hangsúly.⁴⁰

A már említett jogszabály a vegyes összetételű, azaz jelentős szerves és szervesetlen anyagtartalommal egyaránt rendelkező, nem veszélyes hulladék lerakására szolgáló (ún. B3 kategóriába sorolt) hulladéklerakók esetében kimondja, hogy aktív hulladéklerakó-gáz gyűjtő rendszert kell kiépíteni, illetve rendelkezik a gáz kezeléséről, mondván:

5.1. Ha a lerakómedencében a lerakott hulladékból gázképződés lehetséges, gondoskodni kell a keletkező hulladéklerakó-gázok rendszeres eltávolításáról, gyűjtéséről és kezeléséről. A B3 kategóriájú hulladéklerakón a biológiailag bomló összetevőkből képződő gázok kezelésére minden esetben ki kell alakítani a gázkezelő rendszert.

5.2. A B3 kategóriájú hulladéklerakón nemcsak az elvezetésről kell gondoskodni, hanem mindaddig, amíg a keletkező gáz gazdaságosan hasznosítható, gondoskodni kell a

³⁷ US EPA (2023) Quantifying Methane Emissions from Landfilled Food Waste, (sz. Krause et. al.). https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-10/food-waste-landfill-methane-10-8-23-final_508-compliant.pdf

³⁸ GAIA (2022) Zero Waste to Zero Emissions, How Reducing Waste is a Climate Gamechanger. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/10/executive-summary-ENG.pdf>. A tanulmány vezetői összefoglalója magyar nyelven a Humusz Szövetség honlapjáról letölthető: https://humusz.hu/sites/default/files/executive_summary_hu.pdf

³⁹ US EPA (2023)

⁴⁰ ZWE (2024)

hulladéklerakó-gáz felhasználásáról. Ha a hasznosítás nem gazdaságos, akkor gondoskodni kell a gáz biztonságos ártalmatlanításáról (pl. fáklyázással történő elégetéséről).

Magyarul az utóbbi esetben a hulladéklerakó-gázban található metán nem hasznosul energetikailag, csupán szén-dioxid lesz belőle. Ám még ha hasznosításra kerül is a gáz, ahogy fentebb bemutattuk, a lebomlás előrehaladtával ez egyre kevésbé valósítható meg hatékonyan. Az Egyesült Királyságban végzett vizsgálatok például azt találták, hogy egy lerakómedence esetében a teljes életciklus során mindössze 52% körül alakul a befogott metán aránya – sőt, ezt a becsült számot később még alacsonyabbra módosították, elismerve, hogy a keletkező gáz mennyisége a kezdeti években magasabb lehet, mint amivel korábban kalkuláltak.⁴¹

A települési szilárd hulladékot fogadó lerakókból származó metánkibocsátás csökkentését tehát az élelmiszer-hulladék odakerülésének megelőzésével lehetne hatékonyan elérni.⁴²

4.2 Egyéb, a keletkező és lerakásra kerülő, így potenciálisan metánkibocsátással járó hulladék mennyiségét csökkentő megoldások

4.2.1 Élelmiszerhulladék-hierarchia

Az Európai Unió hulladékokról szóló irányelve lefektette, hogy „Minden hulladékgazdálkodási politika elsődleges célja a hulladékkeletkezés és -gazdálkodás emberi egészségre és környezetre gyakorolt negatív hatásainak minimalizálása kell, hogy legyen. A hulladékpolitikának az erőforrások felhasználásának csökkentésére kell törekednie, és előnyben kell részesítenie a hulladékhierarchia alkalmazását.”⁴³ A tagállamoknak tehát úgy kellett kidolgozniuk a vonatkozó szabályozásaikat, hogy a hulladékgazdálkodásban elsőbbséget élvezzen a megelőzés, amit sorban a következő szintek követnek: újrahasználatra való előkészítés; újrafeldolgozás; egyéb hasznosítás, például energetikai hasznosítás; valamint ártalmatlanítás.

A Zero Waste Europe (ZWE) a Zero Waste International Alliance-szel (ZWIA) együttműködésben ezt gondolta tovább olyan módon, hogy megpróbálták figyelembe venni „a körforgásos gazdaság felé vezető átmenethez szükséges társadalmi, gazdasági és logisztikai megfontolásokat”.⁴⁴ Így született meg a Nulla Hulladék Hierarchia, amelyben már hét szint található, ezek pedig a következők:

1. Elutasítás, átgondolás, áttervezés
2. Csökkentés és újrafelhasználás
3. Újrafelhasználásra előkészítés
4. Újrafeldolgozás, komposztálás, anaerob lebontás
5. Anyagában történő, illetve kémiai hasznosítás
6. Maradványok kezelése
7. Elfogadhatatlan (ide értve a lerakást és mindenfajta égetést is)⁴⁵

⁴¹ Ibid.

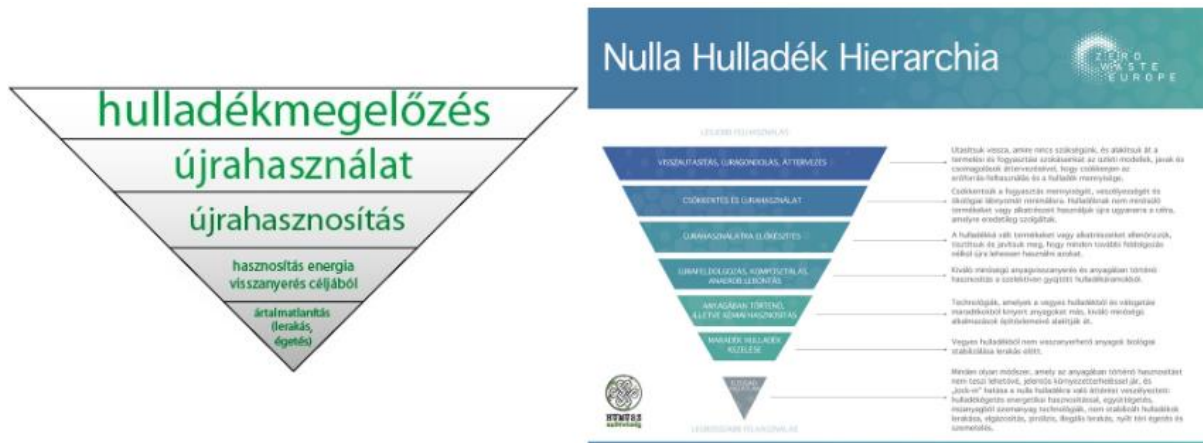
⁴² US EPA (2023)

⁴³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex:32008L0098>

⁴⁴ v.ö.: <https://humusz.hu/hirek/nulla-hulladek-hierarchia-hulladegzaldalkodastol-az-eroforras-gzaldalkodasig/25587>

⁴⁵ Bővebben ld.: <https://humusz.hu/hirek/nulla-hulladek-hierarchia-hulladegzaldalkodastol-az-eroforras-gzaldalkodasig/25587>

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése



11. ábra: A Hulladékhierarchia és a Nulla Hulladék Hierarchia. Forrás: [Humusz Szövetség](#)⁴⁶

Ezt azóta is újra- és újragondolták, így jelenleg a legfrissebb, 8.0-ás verzió található meg a ZWIA honlapján.⁴⁷ Ám nem csak általános, átfogóbb értelemben, hanem szűkebb, az élelmiszer-hulladékokra szabott verzió is készült, ez az úgynevezett élelmiszerhulladék-hierarchia, tekintettel arra, hogy az élelmiszer-hulladék lényegesen különbözik egyéb hulladékfajtáktól.



12. ábra: Élelmiszerhulladék-hierarchia. Forrás: [Humusz Szövetség](#)⁴⁸

⁴⁶ <https://humusz.hu/hirek/nulla-hulladek-hierarchia-hulladegzaldalkodastol-az-eroforras-gazdalkodasig/25587>

⁴⁷ Ld. <https://zwia.org/zwh/>, illetve magyarul: <https://humusz.hu/hirek/nulla-hulladek-hierarchia-80/32183>

⁴⁸ https://humusz.hu/sites/default/files/zwe_food_systems_hun.pdf

Ez a változat abból a célból született, hogy a segítségével megelőzhető legyen az élelmiszer-hulladék keletkezése; hogy az elsődleges célját betölteni nem képes élelmiszer újraelosztásra vagy adományozásra kerüljön; illetve a fogyasztásra alkalmatlanná váló élelmiszert komposztálással vagy anaerob lebontással hasznosítsanak, elkerülve a lerakást és az égetést.⁴⁹

Az élelmiszerhulladék-hierarchia szintjei tehát:

1. A keletkezés megelőzése az élelmiszer-rendszer minden szintjén.
2. Az ehető élelmiszer újraelosztása adományozással elsődlegesen emberi fogyasztásra, majd állati takarmányozás vagy biokémiai újrafeldolgozás céljára.
3. Újrafeldolgozás más terméké.
4. Centralizált komposztálás vagy anaerob lebontás a sűrűn lakott térségekben; decentralizált komposztálás a vidéki térségekben.
5. Mechanikai-biológiai hulladékkezelés (MBH) a stabilizált élelmiszer-hulladék kizárólag nem-mezőgazdasági területeken való szétterítésével, a szennyezési normák betartása mellett (végső megoldásként stabilizálást követő lerakás).
6. Nem elfogadható: közvetlen lerakás és égetés.

A hierarchia logikáját követve az uniós és tagállami jogszabályoknak az élelmiszer-hulladék megelőzését kell prioritálnia. Ebbe beletartozik az élelmiszer-lánc minden egyes szakasza, így az elsődleges termelés és az alaptermék-feldolgozás; a feldolgozás (beleértve a szállítást és a csomagolást is); a nagy- és a kiskereskedelem; a vendéglátás és az étkeztetés (beleértve a menzákat, egészségügyi intézményeket és a HoReCa-szektor); valamint a háztartások szintje is.⁵⁰ A legfrissebb, 2022-es statisztikák (a korábbi adatokkal egybecsengve) azt mutatják, hogy az élelmiszer-pazarlás az Unióban legnagyobb arányban (54%-ban, ami egy főre vetítve éves szinten 72 kg-ot jelent) a háztartásokhoz köthető, a maradék 46% az élelmiszer-lánc egyéb szintjeihez kötődik.⁵¹

Amennyiben a megelőzésre nincs mód, a még fogyasztható élelmiszer esetében az adományozás, illetve az újraelosztás a helyes lépés – természetesen elsősorban emberi fogyasztásra, ám a szerves hulladék állati takarmányként való felhasználása is régóta ismert és alkalmazott módja a hasznosításnak világszerte, elsősorban a vidéki területeken. Az értékes tápanyag így nem vesz el, ráadásul a takarmánynövényeket is bizonyos mértékben helyettesíti. Ahogy azt Condamine et al. 2022-es tanulmányukban kiemelik: *„Az állati takarmány metáncsökkentési potenciálját még nem sikerült megbízhatóan számszerűsíteni, egy életciklus-elemzés azonban megállapította, hogy ez a kezelési módszer megelőzi a komposztálást és az anaerob lebontást az üvegházhatású gázok kibocsátásának összesített csökkentési teljesítménye tekintetében. Ugyanakkor óvintézkedéseket kell tenni a betegségek lehetséges átvitelének elkerülése érdekében, és azt is figyelembe kell venni, hogy az ipari mezőgazdaság természetesen az üvegházhatású gázok kibocsátásának egyik fő forrása.”*⁵²

⁴⁹ Zero Waste Europe (2021) Az élelmiszer-hulladék települési szintű csökkentése – Útmutató településeknek az élelmiszer-hulladék helyi élelmiszerrendszeren belüli csökkentéséhez, (sz. Condamine et al.). Letölthető magyar nyelven:

https://humusz.hu/sites/default/files/hun_guidance_on_food_waste_reduction_in_cities_0.pdf

⁵⁰ ZWE, Slow Food (2019): Élelmiszer-ellátási rendszerek: az élelmiszer-hulladék megelőzésének receptje – Stratégiai útmutató. (sz. Pierre Condamine). Letölthető magyar nyelven:

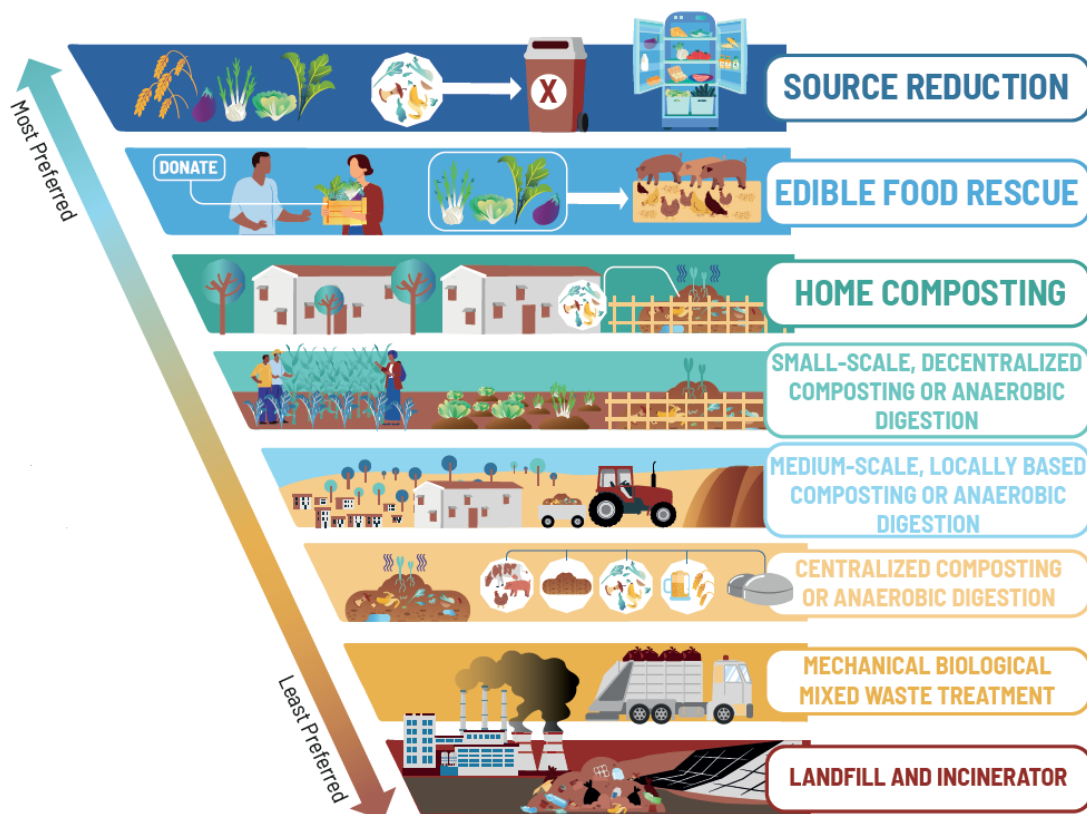
https://humusz.hu/sites/default/files/zwe_food_systems_hun.pdf

⁵¹ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Food_waste_and_food_waste_prevention_-_estimates

⁵² GAIA (2022) Zero Waste to Zero Emissions – How Reducing Waste is a Climate Gamechanger (sz. Tangri et al.) https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/11/zero-waste-to-zero-emissions_full-report.pdf

A fogyasztásra nem alkalmas élelmiszert, ha lehetséges, a hierarchia ajánlása alapján fel kell dolgozni (pl. értéknövelt újrahasznosítással, azaz az „upcycling” elve alapján, pl. sérült gyümölcsből lekvárt készítve). Ha pedig erre nincs lehetőség, akkor más módon javasolt hasznosítani (előnyben részesítve a komposztálást).⁵³ Ezekről a hasznosítási metódusokról a későbbi alfejezetekben ejtünk szót.

Létezik ún. szerves hulladék-hierarchia is, ami az ismertetett élelmiszerhulladék-hierarchiához számos ponton hasonlít. Itt is az ellátási lánc minden szintjére kiterjedő megelőzés szerepel a csúcson, ezt követi az ételmentés (újraelosztás, átalakítás), illetve az állati takarmányként való felhasználás, majd az anyagában történő hasznosítás (komposztálással vagy anaerob lebontással) kis léptékben, decentralizált módon, majd közepes és nagyobb léptékben, centralizált módon. Mivel valamennyi szerves anyag mindig marad a vegyes hulladékban, a következő lépés ennek biológiai stabilizálása, ami jelenthet egyszerűbb keverési és levegőztetési technikákat, vagy összetettebb anyagviszanyerési és biológiai kezelési (MRBT) rendszereket. Végül, a hierarchia alján szereplő, elfogadhatatlan kategóriába tartozó égetés és egyéb termikus kezelések előtt szerepel a szerves hulladékok kármentesítésre való, vagyis lerakóknál történő, biológiailag aktív takaróréteggént való használata, ami nagyban hozzá tud járulni a lerakó metánkibocsátásának csökkenéséhez (átlagosan 63%-kal) a komposztban, illetve szerves hulladékban található, metánt megemésztő mikrobák segítségével. Sőt az ilyen réteg akár az atmoszférában található metán mennyiségét is csökkenteni tudja.⁵⁴



13. ábra: A szerves hulladék-hierarchia, avagy az élelmiszer-hulladék csökkentését és a közösségek fejlődését elősegítő hierarchia. Forrás: GAIA/Institute for Local Self-Resilience⁵⁵

⁵³ ZWE, Slow Food (2019)

⁵⁴ GAIA (2024) Environmental Justice Principles for Fast Action on Waste and Methane. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2024/09/Environmental-Justice-Principles.pdf>

⁵⁵ Ibid.

4.2.2 Hulladékmegelőzés és ételmentés

A hulladékmegelőzéssel kapcsolatosan közhelynek számít, hogy a legjobb hulladék az, ami eleve nem is keletkezik. Ez pontosan azt fejezi ki, amiről az előző fejezetekben szó volt, azaz hogy elődlegesen a hulladékképződés megelőzésére kell fókuszálni – legyen szó szerves vagy szervesetlen hulladékról.

A Zero Waste Europe vonatkozó stratégiai útmutatója hangsúlyozza, hogy a hatékony előrelépéshez tagállami szinten az élelmiszer-hulladék keletkezését megelőző programok kötelező alkalmazására és kötelező érvényű élelmiszerhulladék-csökkentési célok megfogalmazására van szükség, továbbá arra, hogy megszülessen az élelmiszer-hulladék fogalmának átfogó definíciója, amely az élelmiszerlánc valamennyi szintjét magába foglalja.⁵⁶

Az útmutató az élelmiszerlánc különböző szintjeihez kapcsolódóan fogalmaz meg javaslatokat.

Az elsődleges termelés és az alaptermék-feldolgozás kapcsán az útmutató az átfogó agrár- és halászati szabályozások átdolgozását ösztönzi, ami segíthet a piaci feltételek kedvezőbbé tételében, ezáltal a gazdasági okokra visszavezethető élelmiszer-veszteség kiküszöbölésében. Emellett a hosszú eltarthatósághoz hozzájárulhat a mezőgazdasági technikák fejlesztésének támogatása, a kiskereskedők és fogyasztók esetében pedig a szemléletformálás segíthet, hogy a nem megszokott minőségű (pl. forma, kinézet) termékeket is megvásárolják.⁵⁷

A feldolgozás tekintetében többek között az ellátási lánc lerövidítését, ezáltal a szállítási idő csökkentését, valamint a kapcsolódó infrastruktúra fejlesztését javasolja az útmutató, míg a nagy- és kiskereskedelemnél többek között a „Minőségét megőrzi” és „Fogyasztható” jelölések újragondolását a jobb érthetőség érdekében, az élelmiszer-adományozás támogatását, illetve a higiéniát és értékesítést érintő jogszabályok újragondolását. Az adagok átméretezése, valamint különböző méretű adagok kialakítása; az alkalmazottak rendszeres oktatása; illetve az ételmaradék kötelező elviteles becsomagolása a vendéglátás és étkeztetés területén segíthet a megelőzésben, míg a háztartások szintjén egyebek mellett az élelmiszeradományozás népszerűsítése, illetve a vásárlással kapcsolatos jó gyakorlatok népszerűsítése javasolt.⁵⁸

Élelmiszerhulladék-megelőzési programok és kezdeményezések Magyarországon

A Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal (Nébih) 2024-ben publikált, 2023-as kutatási adatai alapján Magyarországon évente közel 600 ezer tonna élelmiszer-hulladék keletkezik a háztartásokban (62 kg/fő), ebből pedig 247 ezer tonna (25,8 kg/fő) tiszta pazarlás, vagyis megelőzhető lenne. A korábbi adatok alapján azt lehet látni, hogy 2016 óta 22%-kal csökkent a háztartásokban keletkező élelmiszer-hulladék mennyisége, vagyis fejenként átlagosan mintegy évi 6 kg-mal. Ugyanakkor a hulladékmennyiség csökkentését tekintve a 2021-es és 2022-es, sikeresnek tekinthető évek után, 2023-ban megfordult a trend – igaz, még így is jelentősen a 2016-os szint alatt maradt az élelmiszer-hulladék mennyisége. A Nébih kutatói azokat a nem hasznosult élelmiszereket tekintették elkerülhető hulladéknak, amelyeknek hulladékká válása nagyobb odafigyeléssel (pl. kisebb mennyiségek vásárlása, elkészítése) elkerülhető lett volna. Ez az összes élelmiszer-hulladék 41,64%-át tette ki.⁵⁹

⁵⁶ ZWE, Slow Food (2019)

⁵⁷ Ibid.

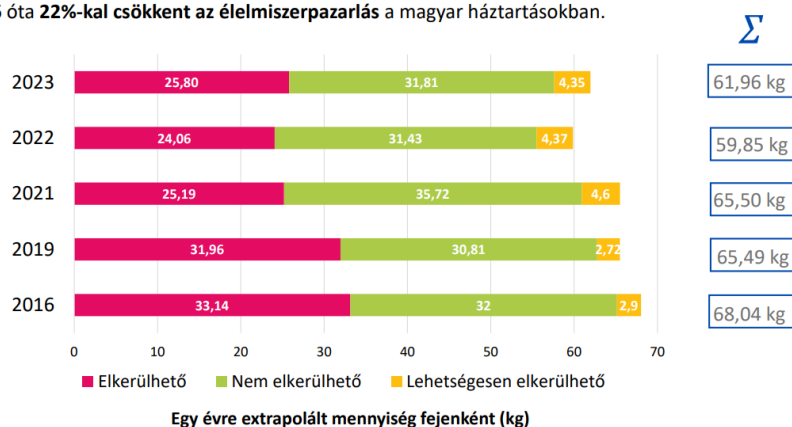
⁵⁸ Ibid.

⁵⁹

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21442/Kutatasi+osszefoglalo+Haztartasi+elelmiszerhulladek+feimeres+2023.pdf>

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

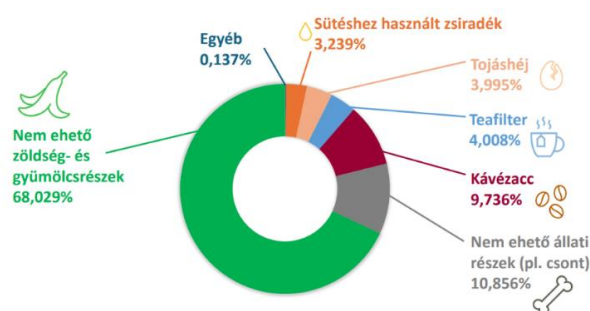
2016 óta **22%-kal csökkent az élelmiszerpazarlás** a magyar háztartásokban.



14. ábra: Az élelmiszer-pazarlás alakulása Magyarországon 2016-2023 között. Forrás: [Nébih](#)⁶⁰

Az ilyen jelentős mennyiségű felesleges élelmiszer termelése és hulladékként történő kezelése során adódó természetierőforrás-felhasználás és környezetterhelés nagy terhet ró a társadalomra mind környezetvédelmi, mind gazdasági szempontból. Az el nem fogyasztott élelmiszerek a Nébih kutatása szerint 47%-ban a szemetesben végezték, 8% a lefolyókba került, 15%-ot pedig háziállatok fogyasztottak el. Az összes élelmiszer-hulladéknak közel 2%-a került hulladékgyűjtő pontokra, és mintegy negyedét komposztálták. A komposztált élelmiszer-hulladék aránya (25,8%) jelentősen nőtt 2016 óta, amikor még nem egészen 19%-ot tett ki. Ezen a téren azonban még jelentős javulást lehetne elérni, mivel a teljes élelmiszerhulladék-mennyiség több mint 41%-a komposztálható lett volna a kutatás adatai szerint.⁶¹

Érdeemes röviden kitérni arra is, hogy mi a különbség az elkerülhető és a nem elkerülhető élelmiszer-hulladékok között. Utóbbiba tartoznak például a nem ehető zöldség- és gyümölcsrészek, a tojáshéj, a teafilter tartalma, a kávézacc, illetve a nem ehető állati részek, valamint a sütéshez használt zsiradék is (ld. az alábbi ábrát), amelyek az étel feldolgozása, elkészítése, elfogyasztása alatt keletkeznek, és étkezési célra nem alkalmasak. Ezek nagyobb része komposztálható (kivévelt képez a zsiradék és az állati eredetű maradék, ami otthoni komposztálásra nem ajánlott). Ezzel szemben az elkerülhető élelmiszer-hulladékok azok, amelyek leggyakrabban akaratlanul, hanyagságból, illetve rossz szokások, szokatlan körülmények miatt keletkeznek. Ezek között a komposztálásra egyébként még alkalmas romlott zöldségek, gyümölcsök mellett nagy arányban jellemző a feldolgozott (akár egyénileg, akár így vásárolt), valamint elkészített (megsütött, megfőzött) és megromlott élelmiszerek halmaza, amelyek otthoni komposztálásra szintén nem ajánlottak.



15. ábra: Nem elkerülhető élelmiszer-hulladékok összetétele Magyarországon 2023-ban. Forrás: [Nébih](#)⁶²

⁶⁰ Ibid.

⁶¹ Ibid.

⁶² Ibid.

Hiába mondja ki azonban a vonatkozó uniós irányelv, hogy a hulladékhierarchiát figyelembe véve a szakpolitikai célok tekintetében a hulladék megelőzés előrébb való a hasznosításnál, a magyar jogszabály mindössze egyetlen bekezdése foglalkozik az élelmiszer-eredetű biohulladék keletkezésének megelőzésével. A jogszabály itt nevesíti, hogy a „*vonatkozó szemléletformálás és edukáció a lakosság körében a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal által működtetett Maradék nélkül – Élelmiszerhulladék-megelőzési Nemzeti Program országos előadássorozat hozzájárulásával valósul meg*”⁶³

A jogszabályi hiányosságok ellenére az élelmiszer-hulladék csökkentésére irányuló programok és kezdeményezések egyre nagyobb figyelmet kaptak Magyarországon az utóbbi évtized során. A programok és kezdeményezések célja a fogyasztói tudatosság növelése, az élelmiszer-pazarlás minimalizálása és a felesleges, már nem értékesíthető élelmiszerek hasznosítása.

A teljesség igénye nélkül a következő bekezdésekben röviden ismertetésre kerül néhány, az élelmiszer-hulladék csökkentését és a rászorulóknak számára még hasznosítható élelmiszerek mentését célzó magyarországi példa.

MARADÉK NÉLKÜL:

Az egyik ilyen program a Nébih nemzetközi szinten is elismert Maradék nélkül elnevezésű programja, amely 2016-ban indult el az Európai Unió LIFE programjának támogatásával. A program a fogyasztói szokások megváltoztatását, az élelmiszer-hulladék minimalizálását és az élelmiszerek hatékonyabb felhasználásának népszerűsítését tűzte ki célul, amihez különböző oktatási anyagok, útmutatók, tippek és trükkök állnak az érdeklődők rendelkezésére. Weboldalukon azt hangsúlyozzák, hogy az élelmiszer-hulladék mennyiségének csökkentéséhez nem az erre a célra felhasználható anyagi erőforrások növelésével járhatunk hozzá a legkönnyebben, hanem tudatos hozzáállással és több odafigyeléssel.⁶⁴

A program az oktatási, tájékoztatáshoz használható anyagokon kívül tartalmaz egy országos háztartási élelmiszerhulladék-felmérést (ld. fentebb), amely az élelmiszer-hulladékkal kapcsolatos adatszolgáltatáson túl a keletkező élelmiszer-hulladék mennyiségi és minőségi összetételének elemzésén keresztül abban segítheti a tudatos fogyasztókat, hogy felismerjék, hogyan tudnának kevesebb élelmiszert kidobni, tudatosabban tervezni és vásárolni.⁶⁵

MAGYAR ÉLELMISZERBANK EGYESÜLET:

A 2005-ös alakulású Magyar Élelmiszerbank Egyesület az egyik legnagyobb Magyarországon működő élelmiszermentéssel foglalkozó nonprofit szervezet. A hipermarketekben, gyárakban, feldolgozóüzemekben és termelőknél keletkező, kereskedelmi forgalomba valamilyen indokból nem hozható, de fogyasztható élelmiszereket az Élelmiszerbank karitatív partnerszervezetei gyűjtik össze, majd rászorulókhoz juttatják el.⁶⁶

Az áruházi élelmiszermentés során elsősorban pékárut, zöldségeket és gyümölcsöket osztanak szét környékbeli nehéz sorsú emberek között. Az Élelmiszerbank weboldalán szereplő lista szerint áruházi

⁶³ <https://njt.hu/jogszabaly/2023-559-20-22>

⁶⁴ <https://maradeknelkul.hu/mit-tehetesz/tudj-meg-tobbet/>

⁶⁵ <https://maradeknelkul.hu/haztartasi-elelmiszerhulladek-felmeres-2024/>

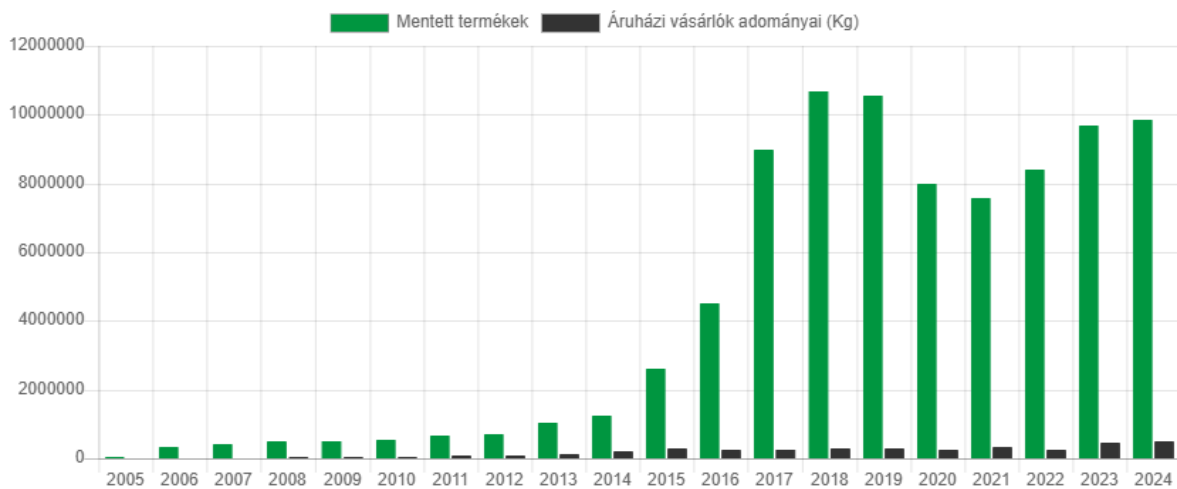
⁶⁶ https://www.elelmiszerbank.hu/hu/tevekenysegunk/az_elelmiszerbank_operativ_mukodese.html

élelmiszermentésükben 2024-ben több mint 700 üzlet vett részt, ezek közül néhány példa: Tesco, Aldi, Auchan, Metro, Lidl, Foodora Market, KFC.⁶⁷

A gyártóktól olyan esztétikai hibás, lejáratközeli szavatosságú vagy kereskedelmi forgalomba nem hozott élelmiszereket vesznek át adományként, amelyek egyébként megsemmisítésre kerülnének.⁶⁸ A vendéglátó szektorból a megmaradt, még fogyasztható készleteket, csomagolt élelmiszereket és fel nem használt alapanyagokat gyűjtik és osztják szét hiteles karitatív szervezeteken keresztül.⁶⁹

A 2023-as évben elindították az oktatási intézményekben megmaradt, ki nem tált ételek mentését is; ehhez kapcsolódóan kidolgozták a Nébihel együtt a biztonságos készétel mentésének és nélkülözőkhöz történő eljuttatásának módszertanát.⁷⁰

Ahogy a honlapjukon is olvasható, indulásuk óta több mint 117 ezer tonna élelmiszert osztottak szét országsszerte – az elmúlt 8 esztendőben évente mintegy 7,5-10 ezer tonnát.⁷¹



16. ábra: Az élelmiszerbank által megmentett élelmiszermennyiség 2005–2024⁷²

BIKE MAFFIA EGYESÜLET:

A Bike Maffia Egyesület 2011-ben alakult, fő tevékenysége a rászoruló személyek és csoportok, illetve az őket segítő intézmények támogatása.⁷³ Sürgősségi ételmentés elnevezésű projektjük révén még fogyasztásra alkalmas, megmaradt, becsomagolt meleg ételeket és egyéb élelmiszereket juttatnak el önkénteseik rászorulókat támogató intézményekbe.⁷⁴

FOOD NOT BOMBS:

A Food Not Bombs elnevezésű szerveződés nemzetközi gyökerekkel rendelkezik, de Magyarországon is tevékenykednek két helyszínen, Budapesten és Debrecenben. Remek példa ez a közösség az alulról szerveződő tevékeny aktivizmusra.

⁶⁷ https://www.elelmiszerbank.hu/hu/tevekenysegunk/aruhazi_mentes.html

⁶⁸ https://www.elelmiszerbank.hu/hu/tevekenysegunk/mentes_a_gyartoktol.html

⁶⁹ https://www.elelmiszerbank.hu/hu/tevekenysegunk/keszetelt_mentunk_vendeglatasbol.html

⁷⁰ https://www.elelmiszerbank.hu/hu/tevekenysegunk/etelt_mentunk_iskolakbol.html

⁷¹ <https://www.elelmiszerbank.hu/hu/eredmenyeink.html>

⁷² Ibid.

⁷³ <https://bikemaffia.com/bemutakozas/kik-vagyunk/>

⁷⁴ <https://bikemaffia.com/projektek/etelmentes/>

A budapesti közösség minden szombaton délután két piacról összegyűjti a már ismerős árusoktól a következő alkalommal már nem értékesíthető gyümölcsöket és zöldségeket, majd másnap időjárástól függően Budapest VIII. kerületében, az Auróra Községi Klímakertben vagy az Auróra Községi Házban vegán vagy vegetáriánus közösségi főzést tartanak.⁷⁵

A zöldségek és gyümölcsök feldolgozása során keletkező zöldhulladék a klímakert komposztálójába kerül, majd a keletkező komposzt a kert talaját gazdagítja.⁷⁶

A fent felsorolt néhány kezdeményezés alapján láthatjuk, hogy az élelmiszer-hulladék csökkentéséért folyó küzdelemnek szervezetség szerint is több módja lehet: a jogszabályi szinten meghatározott programtól kezdve (Maradék nélkül) a nonprofit szervezeteken átívelő, magas fokú szervezettséget igénylő (Magyar Élelmiszerbank Egyesület) és az áldozatos, önként végzett munkán át (Budapest Bike Mafia) a teljesen önkéntes alapon működő, minimális szervezettségű közösségi ételmentő akcióig (Food Not Bombs).

Említést érdemelnek továbbá a közösségimédia-platformokon (pl. Facebook) kifejezetten ételmentés vagy hulladékcsökkentés céljából létrejött csoportok, illetve a **Munch** nevű kezdeményezés is. Utóbbi egy mobilapplikáció segítségével köti össze a lakossági felhasználókat a partnereivel (pékségek, éttermek, kávézók, az ismert élelmiszerláncok üzletei és kisvállalkozások), akik alacsony áron (legalább 50%-os kezdeménnyel) értékesítik az el nem adott, de jó minőségű ételeket. 2020-as indulása óta a cég már 4000 partnerrel szerződött, 2 millióan töltötték le az applikációt, és négy országban működik. Állításuk szerint kétfélmillió megmentett ételcsomagot számláltak csak Magyarországon.⁷⁷

Belátható tehát, hogy a hazai jó gyakorlatok elterjesztésével és a nemzetközi jó gyakorlatok⁷⁸ átvételével lényeges pazarlás- és ezáltal kibocsátáscsökkentés érhető el.

4.2.3 Biohulladék különgyűjtése

A biohulladék települési szintű különgyűjtése az élelmiszer-hulladék lerakóktól és égetéstől való eltérítésének egyik legjobb módja. Ahogy a korábban hivatkozott GAIA-tanulmány összefoglalója írja: „A szerves hulladékok forrásnál történő elkülönített gyűjtése és kezelése 62%-kal csökkentheti a hulladéklerakókból származó metánkibocsátást, még mérsékelt ambíciók mellett is. A maradék hulladékok mechanikai előkezelése és stabilizálása, valamint a hulladéklerakók biológiailag aktív réteggel való borítása jó kiegészítő intézkedések lehetnek a szelektív szerves hulladék-gyűjtéshez; párhuzamosan ezek a stratégiák átlagosan 95%-kal csökkenthetik a metánkibocsátást.”⁷⁹

Mindezt az Európai Unió is felismerte, így 2024. január 1-jétől tagállami szinten kötelező a biológiailag lebomló hulladék elkülönített gyűjtése, valamint az újrahasznosítás (komposztálás, erjesztés) ösztönzése.

A biohulladék tágabb fogalom, amely magába foglalja a háztartásokban és egyéb helyszíneken (pl. étterem, iroda stb.) keletkező élelmiszer- és konyhai hulladék mellett a kertekben és parkokban

⁷⁵ <https://www.facebook.com/foodnotbombsbudapest/>

⁷⁶ <https://auroraonline.hu/klimakert/>

⁷⁷ <https://munch.eco/hu/blog/2024/06/19/dupla-annyi-etelt-mentettek-meg-a-magyar-emberek-ketmillio-pazarlastol-megmentett-csomag-a-munch-on-keresztul/>

⁷⁸ v.ö.: <https://humusz.hu/hirek/peldamutato-intezkedesek-europaban-az-elelmiszer-hulladek-mertekenek-csokkentese-erdekeben>

⁷⁹ GAIA (2022b): Nulla Hulladék a Nulla Kibocsátásért – Hogyan írja át a klímaváltozás játékszabályait a hulladékcsökkentés? Összefoglaló. Letölthető magyar nyelven: https://humusz.hu/sites/default/files/executive_summary_hu.pdf

keletkező zöldhulladékot is. Lényegében olyan (feldolgozatlan vagy feldolgozott) szerves anyag, amely természetes módon keletkezik, és visszajuttatható a talajba. És mivel élelmiszer-maradékok (pl. zöldség- és gyümölcshéj) keletkezése lényegében elkerülhetetlen, ám a helyben történő kezelése nem mindenki számára megoldható, az élelmiszer-hulladék begyűjtése gyakran kiemelt fontosságú a biohulladék-begyűjtő rendszerekben.⁸⁰

Habár az egyes országokban különböző utakat választanak az irányelvben megfogalmazottak teljesítésére, és nem mindenhol törekednek az előírások maximális átültetésére a nemzeti jogszabályokba, rendkívül fontos az ilyen rendszerek széles körben történő mihamarabbi elterjedése, hiszen ezáltal csökken az üvegházhatású gázok (elsősorban a metán) kibocsátása, ráadásul a komposztálással történő hasznosítás esetén a talajegészség javításához is hozzájárulhatunk. További előny, hogy nem csak az élelmiszer-hulladékot képes eltéríteni egy jól működő rendszer a lerakóktól és égetőktől, hanem az egyéb szerves, hasznosítható hulladékot is, ami adott esetben az élelmiszer-hulladék általi szennyezettség miatt nem kerülne hasznosításra.⁸¹

Wanderley et al. (2022) a Zero Waste Europe gondozásában megjelent tanulmánya számos szempontot tekintetbe véve határozza meg a biohulladék begyűjtésének legjobb módjait. Kiemelik, hogy egy új rendszer bevezetését optimális esetben alapos, kutatásokon, felméréseken alapuló előkészítő munka, valamint jelentős szemléletformáló tevékenység, lakossági kommunikációs kampány előz meg. Hangsúlyozzák továbbá, hogy a kerti és az élelmiszer-hulladék megkülönböztetése, elkülönített gyűjtése kifejezetten javasolt, hiszen eltérő tulajdonságú anyagokról, hulladéktípusról beszélünk (sűrűség, nedvességtartalom, szezonális tekintetében, ami kihat a begyűjtés gyakoriságára, a szaghatásokra, a tömörítés szükségességére is). Megjegyzik továbbá, hogy a rendszer kiépítésénél figyelembe kell venni a település jellegét, a jellemző épülettípusokat, a gazdasági szerkezet, valamint a hulladéktermelés jellemzőit is – ezek alapján pedig akár több, párhuzamosan működő modell alkalmazása is indokolt lehet.⁸²

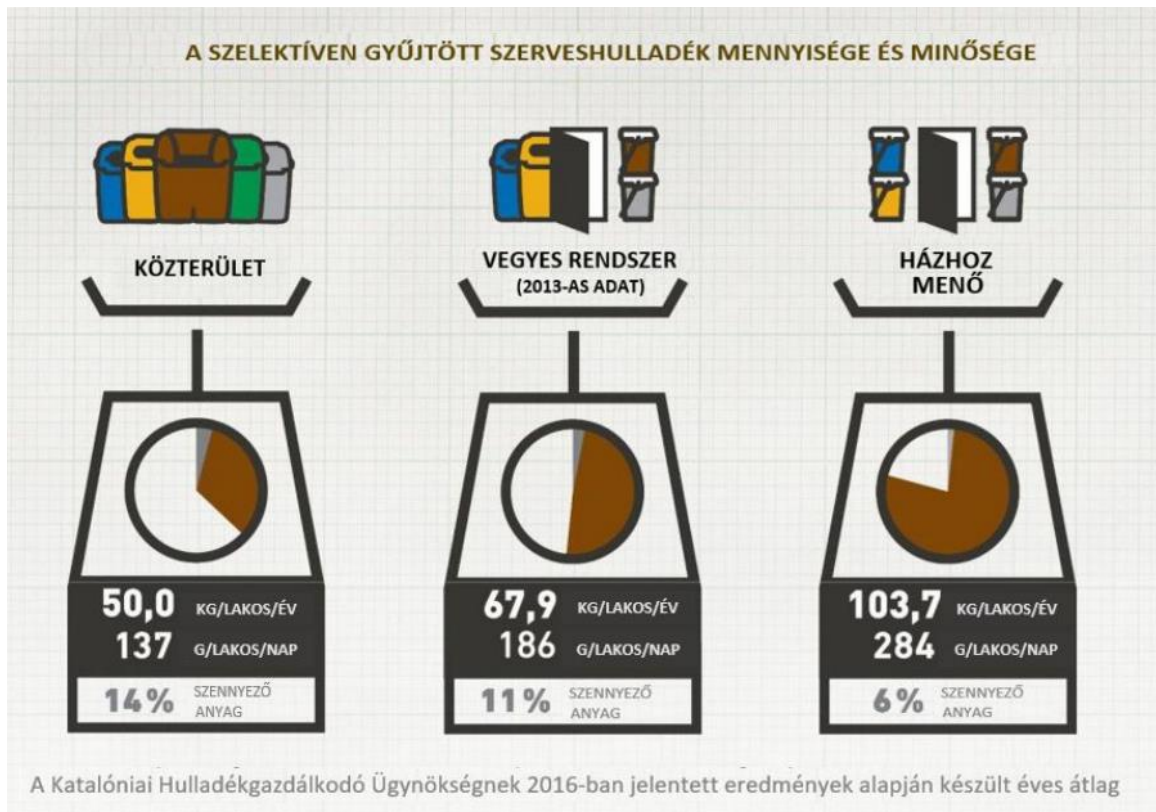
A tanulmány legfontosabb megállapítása azonban minden bizonnyal az, hogy az élelmiszer-hulladék begyűjtése az egyéni felelősségre építő, házhoz menő gyűjtéssel a leghatékonyabb: a nemzetközi példák alapján sokkal eredményesebb, mint az utcai nyílt vagy zárt konténerek alkalmazása. Ehhez egy 5-10 literes, szellőző konyhai gyűjtőedény, valamint a ház méretétől, fajtájától függően egy 20-120 literes másodlagos edényzet használatát javasolják. (A háztartások mellett természetesen a vendéglátóegységek, piacok lefedése is elengedhetetlen, ezek esetében eltérő edényzet, illetve gyűjtési módszer, gyakoriság lehet indokolt.) A jól kialakított rendszer segítségével a szennyezőanyag aránya az élelmiszer-hulladékban rendkívül alacsony, akár 1% alatti is lehet. Emellett a rendszerteljesítményt a begyűjtött hulladék arányának és mennyiségének, valamint annak függvényében érdemes vizsgálni, mennyi a biohulladék százalékos aránya a vegyes hulladékban. A házhoz menő gyűjtéssel tehát alacsonyabb a szennyeződés, nagyobb a begyűjtött biohulladék mennyisége, és alacsonyabb az egy főre jutó vegyes hulladék mennyisége, amiből következően az ilyen rendszerek jellemzően nemcsak hatékonyabbak, hanem olcsóbbak is.⁸³

⁸⁰ ZWE (2022) A biohulladék gyűjtésének legjobb módjai Útmutató települések számára a biohulladék szelektív gyűjtésében alkalmazott leghatékonyabb megoldásokról, (sz. Wanderley et al.) Letölthető magyar nyelven: https://humusz.hu/sites/default/files/hun_zwe_biowaste.pdf

⁸¹ Ibid.

⁸² Ibid.

⁸³ Ibid.



17. ábra: Különböző biohulladék-begyűjtési rendszerek összehasonlítása az összegyűjtött biohulladék mennyisége és minősége tekintetében Katalóniában. Forrás: [ZWE/Humusz](#)⁸⁴

Biohulladék-begyűjtési rendszer Magyarországon

Hazánkban 2023. december 14-én látott napvilágot a biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól szóló 559/2023. (XII. 14.) Kormányrendelet⁸⁵, amely, reagálva az uniós kötelezettségekre, röviden kitér a megelőzésre is, illetve szabályozza a biohulladékok begyűjtéséhez kapcsolódó részleteket.

A jogszabály megjelenésének előzményeként érdemes megemlíteni, hogy – az elkülönített gyűjtésre vonatkozó közelgő, 2023. december 31. határidőre való tekintettel – a komposztálást és a biohulladék megfelelő kezelését szívügyének tartó civil szervezet, a Humusz Szövetség a 2023 februárjában állásfoglalást adott ki a témában. Ebben arra hívták fel a jogszabályalkotók és a közvélemény figyelmét, hogy a szerves anyagokra – avagy zöld javakra – nem hulladékként, hanem értékes tápanyagforrásként lenne célszerű tekinteni, és ezen anyagok minél hatékonyabb visszajuttatása a természet körforgásába környezetvédelmi szempontból kritikus fontosságú. A számos civil szervezet által támogatott állásfoglalás hangsúlyozza, hogy nagy szükség van a házi és közösségi komposztálás népszerűsítésére és kiterjesztésére, mindezekkel összefüggésben pedig a jogszabályi keretek felülvizsgálatára, valamint hogy javasolt a biohulladék elkülönített, házhoz menő begyűjtése.⁸⁶

Ezt követően jelent meg a kapcsolódó jogszabálytervezet társadalmi egyeztetésre bocsátott változata 2024. június 26-án, majd a végleges változat decemberben, amely több pontjában visszaköszöntek az

⁸⁴ https://humusz.hu/sites/default/files/hun_zwe_biowaste.pdf

⁸⁵ Ld.: <https://njt.hu/jogszabaly/2023-559-20-22>

⁸⁶ Az állásfoglalást ld.: https://humusz.hu/biohulladek_allasfoglalas

állásfoglalásban megfogalmazott javaslatok. A közösségi komposztálás az új jogszabály szerint már nem kizárólag a társasházi közösségek számára engedélyezett, amivel egy régóta fennálló, életszerűtlen (a mindennapi gyakorlattal nem összhangban álló) szabályozási anomália került kijavításra. Szintén pozitívként említhető környezetvédelmi szempontból, hogy a biohulladék begyűjtésére elsősorban a házhoz menő gyűjtést jelöli meg a jogszabály a koncessziós társaság kötelességeként. A fentebb hivatkozott ZWE-tanulmányban megfogalmazott javaslatokkal szintén összhangban a lakosok 5 és 120 literes gyűjtőedényeket kapnak.

A biohulladék-begyűjtési rendszer megszervezése koncessziós társaságként a MOHU Mol Hulladékgazdálkodási Zrt. feladata, a kukák kiosztását, a hulladék begyűjtését alvállalkozóként hulladékgazdálkodással foglalkozó szolgáltatók, helyi szemétszállító cégek végzik.

A rendszer hatékonyságát csökkenti, hogy egyrészt nem országos kiterjedésű: az első ütemben a koncessziós társaság tervei szerint mintegy 460 ezer ember számára vált elérhetővé a lehetőség Budapest két kerületében és 13 másik település bizonyos társasházi övezeteiben; másrészt a kijelölt társasházak számára sem kötelező a csatlakozás.⁸⁷ A Mohu a második ütem beindítását 2025-re tervezi, ekkor 1,5-2 millió embertől tervezik elszállítani a biohulladékot. Azaz az országos lefedettség még mindig nem valósul meg, csak a nagyvárosi környezetben lesz teljes a begyűjtés, a kistelepülések, főként a falvak kimaradhatnak, hiába fogalmazza meg a vonatkozó uniós irányelv, hogy a tagállamoknak biztosítani kell, hogy 2023. december 31-ig a biohulladékot vagy a keletkezése helyén különítik el és dolgozzák fel újra, vagy külön gyűjtik össze, és nem keverik össze más típusú hulladékkal.⁸⁸

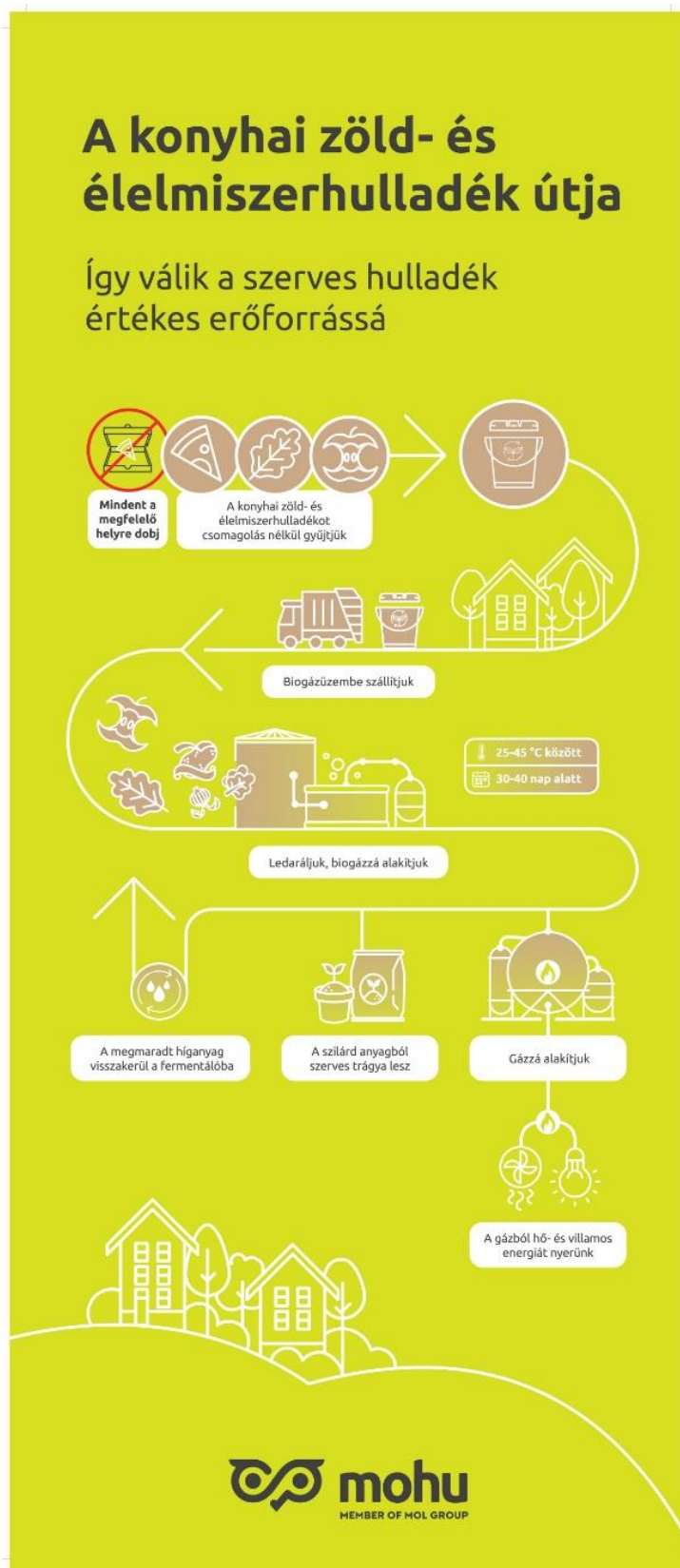
Szintén negatívan befolyásolja az eredményességet az a tény, hogy a jogszabály 2023. év végén jelent meg, így a lakossági kommunikációra és szemléletformálásra rendkívül kevés idő állt rendelkezésre, és a 2024-es évben is csupán mérsékelten valósult meg a lakossági ismeretterjesztés.

A koncessziós társaság 2024. októberi tájékoztatása alapján az első körben bevonni tervezett 460 ezer embernek csak mintegy harmadát sikerült meggyőzni az új rendszerhez való csatlakozásról, és az becsléseik a fejenként termelődő biohulladék mennyisége (heti 50-90 dkg) szintén felülbecslésnek bizonyultak az első tapasztalatok szerint (30 dkg). A szennyezőanyag-mennyiséggel kapcsolatosan azonban pozitívan értékeli, hogy a szennyezett kukák aránya nem éri el a 8%-ot.⁸⁹

⁸⁷ Az új rendszerrel kapcsolatos tájékoztató aloldalt ld.: <https://mohu.hu/biohulladek>

⁸⁸ v.ö.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32018L0851>

⁸⁹ vö.: <https://telex.hu/belfold/2024/10/21/mohu-biohulladek-barna-kuka-tapasztalatok-szelektiv-gyuites>



18. ábra: A biohulladék begyűjtését és feldolgozását bemutató folyamatábra a Mohu honlapjáról.

Forrás: [MOHU](https://mohu.hu)⁹⁰

⁹⁰ <https://mohu.hu/hu/biohulladek>

4.2.4 Komposztálás

Az Európai Unió körforgásos gazdasági modell megteremtéséhez és a klímaváltozás elleni küzdelemhez kapcsolódó egyik legfontosabb hulladékpolitikai célkitűzése a lerakás visszaszorítása, ezen belül a lerakásra kerülő települési hulladékok biológiailag lebontható szervesanyag-tartalmának csökkentése, amellyel együtt a magas szervesanyag-tartalmú hulladékok bomlásakor a lerakókban képződő, metángazdag depóniagáz mennyisége csökken. Az egyik módszer, amellyel a keletkező szerves hulladékokat a hulladéklerakóktól eltéríthetjük, és így a metánkibocsátást csökkenthetjük, a komposztálás.⁹¹

Komposztálással a szerves anyagok körforgásban tartása valósítható meg. Komposztálás során a környezeti gondot okozó szerves hulladékból talajjavító növényi tápanyagforrást állítunk elő. A komposztálódás folyamata során a szerves hulladékok oxigén jelenlétében tevékenykedő mikroorganizmusok által alakulnak át komposztá. A végtermék egy sötét, morzsalékos, a növények számára könnyen hasznosítható tápanyagokban gazdag, földszerű anyag, amely kiválóan használható talajjavításra.⁹²

A komposztálás során a szerves anyagok természetes körforgását utánozzuk: a természetben az elhalt szerves anyagok fokozatosan lebomlanak, majd humusz képződik belőlük. A komposztálás alapvető feltétele a szerves eredetű hulladékok külön gyűjtése. A folyamat irányítása egyszerű, nincs nagy beruházásigénye, és magas szárazanyag-tartalmú anyagokkal is megbirkózik.⁹³

A megfelelő komposztálási folyamat végbemenetele érdekében figyelni kell a komposztálandó anyagkeverék megfelelő levegőellátására, a mikrobiológiai folyamatok beindulásához szükséges megfelelő tápanyag-összetételre (azaz a szén és nitrogén arányára), a komposztálandó anyagtömeg megfelelő víztartalmára, illetve a kedvező pH-tartományra és a megfelelően magas, minimum 65 Celsius fokos hőmérséklet elérésére. Fontos az időtényező is: a komposzt megérése hónapokba telik.⁹⁴

A CORE Interreg Europe program keretében készített, komposztálást népszerűsítő „Komposztálj velünk!” című weboldalon található ismertető szerint egy átlagos háztartás évente körülbelül 150 és 200 kg mennyiségű konyhai és kerti hulladékot termel, amelynek kiskerti vagy közösségi komposztálása javasolt.⁹⁵

Ahogy az 4.2.1-es fejezetben ismertetett szerves hulladék-hierarchiában is láthattuk, a legjobb megoldás az, ha a komposztálható szerves hulladékot a keletkezés helyéhez minél közelebb komposztáljuk decentralizált módon, helyi vagy közösségi komposztálás során. Amennyiben ez nem lehetséges, úgy a nagyüzemi komposztálás merülhet fel, akár anaerob bontási fázis hozzáadásával.

A Zero Waste International Alliance (ZWIA) nevű szervezet által kiadott, a komposztálást és a szerves hulladékok anaerob bontását összehasonlító dokumentum szintén azt hangsúlyozza, hogy a szerves hulladékok anaerob kezelése esetén is az utolsó lépés aerob körülmények között végbemenő komposztálás legyen, ezáltal csökkentve a további fermentáció lehetőségét. Amennyiben ugyanis az anaerob bomlás során keletkező végterméket a talaj gazdagítására közvetlenül használjuk, az

⁹¹ https://humusz.hu/sites/default/files/Dokumentumok/komposztalas/a_komposzt_is_ertek.pdf

⁹² https://komposztaljelunk.hu/wp-content/uploads/2024/07/CORE_Komposztal_Jelunk_A4_reszletes_utmutato.pdf

⁹³ https://humusz.hu/sites/default/files/Dokumentumok/komposztalas/a_komposzt_is_ertek.pdf

⁹⁴ Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztály (2003): Zöld és biohulladékok komposztálása

⁹⁵ https://komposztaljelunk.hu/wp-content/uploads/2024/07/CORE_Komposztal_Jelunk_A4_reszletes_utmutato.pdf

(egyebek mellett) diffúz metánkibocsátással jár. A szerves hulladék minőségét, illetve az infrastrukturális körülményeket figyelembe véve azonban kijelenthető, hogy egyes esetekben az energiatermeléssel egybekötött anaerob bontás lehet a komposztálási folyamat megfelelő első lépése, amelynek során a lebontásra kerülő szerves anyagok széntartalma biogáz vagy biometán formájában megújuló energiahordozóként funkcionálhat.⁹⁶

A szerves hulladékok komposztálása történhet centralizált vagy decentralizált komposztálótelepeken, lokálisan közösségi komposztálási pontokon, kiskertekben házi komposztálás során, vagy beltéri komposztálók alkalmazásával.⁹⁷

A komposztálótelepeken végrehajtott üzemszerű komposztálás során először aprítással, rostálással, a különböző alapanyagok összekeverésével, esetenként az idegen anyagok kiválasztásával készítik elő a nyersanyagokat. A következő fázis az érlelés, amely történhet nyílt rendszerben, energiabevitel nélküli szabadtéri komposztprizmákban és halmokban, zárt rendszerben erjesztőreaktorokban, vagy részben zárt rendszerben, amely során az előérlelést zárt erjesztőreaktorokban, az utóérlelést nyílt téren oldják meg. Az utolsó szakasz a kész komposzt csomagolása, majd értékesítése.⁹⁸

A centralizált komposztáló üzemekben helyhez kötött telepítésű, automatizált berendezések dolgoznak, míg a decentralizáltan telepített létesítmények kiszolgálását mobil berendezések végzik.⁹⁹

A komposztálás helyben kivitelezhető módjai a közösségi és a kerti komposztálás. A közösségi komposztálás során több háztartás szerves hulladékát komposztálják a közösség összefogásával létesített komposztálóknál, és az elkészült komposztot helyben használják fel. A közösségi komposztálás hatására jellemzően csökken a hulladéktárolókba kerülő hulladék mennyisége, hiszen a szerves frakció jelentős része komposztálásra kerül.¹⁰⁰

A komposztálást előmozdító programok tehát hatékony stratégiát jelentenek a lerakásra kerülő szerves hulladék mennyisége, így az ebből fakadó metánkibocsátás csökkentésére. Egyes források szerint a komposztálással akár 99%-ban is csökkenthető az egyébként lerakásból származó metánkibocsátás.¹⁰¹

Hazai jó gyakorlatok

A komposztálás témája a magyar jogi környezetben is előtérbe került az elmúlt években. A biológiailag lebomló hulladékok kezeléséről szóló 559/2023. (XII.14.) kormányrendelet szerint „*Ha műszakilag megvalósítható, környezetvédelmi szempontból előnyös, valamint gazdasági szempontból arányosan kivitelezhető, a növényi eredetű szervesanyag házi vagy közösségi komposztálását kell megvalósítani.*”¹⁰²

⁹⁶ https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2019/11/zero_waste_europe_ZWIA_policy_paper_composting_and_anaerobic_digestion_en.pdf

⁹⁷ Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztály (2003)

⁹⁸ Ibid.

⁹⁹ Ibid.

¹⁰⁰ <https://humusz.hu/komposztalj/kozossegi-komposztalas>

¹⁰¹ Changing Markets Foundation/EIA/GAIA (2022) Methane Matters – A comprehensive approach to methane mitigation. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/03/METHANE-MATTERS.pdf>

¹⁰² <https://njt.hu/jogszabaly/2023-559-20-22>

Egyre több olyan jó példát találhatunk a komposztálás különböző formáira Magyarországon belül, amelyek közösségi és egyéni szinten is ösztönzik a szerves hulladékok helyben történő, környezetbarát kezelését.

A házi, kiskerti komposztálás kertés házas övezetekben a legcélszerűbb megoldás, ezt lakossági szemléletformáló programokkal, tájékoztatással, illetve az önkormányzatok által biztosított komposztkeretekkel és kerti szerszámokkal lehet előmozdítani.

Közösségi komposztpontok esetében a környékbeliek közösen használnak egy nagyobb komposztáló rendszert, amelyet helyi önkormányzatok, civil szervezetek, vagy önkéntes csoportok működtetnek. Ezek a komposztpontok gyakran lakótelepeken vagy közösségi kertekben kapnak helyet, ahol a lakóknak nincs lehetőségük saját kiskerti komposztálót kialakítani. A közösségi kertekben található komposztáló előnye, hogy a tagok a keletkezett komposztot közösen, helyben használhatják fel a közösségi kert talajának gazdagítására.

Budapesten többfelé hoztak létre közösségi komposztálási lehetőségeket közparkokban vagy civil szervezetek által üzemeltetett komposztpontokon. A fővárosi BKM Budapesti Közmuvek Nonprofit Zrt. kertészeti divíziója, más néven FŐKERT több, a közösség által használható komposztpontot létesített Budapest különböző pontjain.¹⁰³

A korábban már említett Humusz Szövetség székhelyén, a Humusz Ház kertjében is található a civil szervezet által üzemeltetett közösségi komposztpont, ahova a környékbeli társasházak lakói vihetik a szerves konyhai hulladékukat. A komposztpont használatához regisztráció szükséges¹⁰⁴, ám sok közösségi komposztpont szabadon, a nap 24 órájában használható. A komposztálás hazai népszerűsítésében a Humusz Szövetség megalapítása, 1995 óta kiemelkedő szerepet tölt be. A komposztpont üzemeltetésén kívül lakossági szemléletformálással, kiadványokkal és oktatási programokkal foglalkoznak; a honlapjukon található ezen felül egy, a szervezet önkéntesei által összeállított részletes adatbázis, amely a magyarországi közösségi komposztálási lehetőségeket tartalmazza.¹⁰⁵

A fővároson kívüli kezdeményezések közül említést érdemel a szegedi Megálló Közösségi Ház és a közösségi házat fenntartó MASZK Egyesület, amely 2022. október 10-én indította el Komposztfutár elnevezésű programját. A program keretében a Megálló Közösségi Ház online csatornáin keresztül a szegedi lakosok felkereshetik a komposztálandó konyhai- és zöldhulladékot elszállító biciklis futárokat, akik előre megbeszélt időpontban felveszik a szállítmányukat. A Megálló Közösségi Ház kertjében egy közösségi kert is található, így nem jelent gondot a beérkező szerves konyhai hulladék fogadása.¹⁰⁶

Azonban nem csak civil szervezetek segíthetik a komposztálás népszerűsítését. Az ausztrál eredetű Sharewaste elnevezésű applikációban magyarországi helyszínek is szerepelnek. Regisztráció után az applikáció összekötötte a komposztot fogadni képes felhasználókat (akár magánszemélyeket) a komposztálni vágyókkal.¹⁰⁷ Ez az applikáció azonban forrás- és kapacitáshiány okán 2024. december 31-én megszűnik.

A kültéri komposztálási lehetőségeken kívül több beltéri komposztálási lehetőség is létezik, így azok is komposztálhatnak, akiknek a lakóhelye közelében nincs közösségi komposztpont. Az egyik opció a beltéri gilisztakomposztáló, amikor vödörökben, kifejezetten komposztálásra specializálódott giliszták

¹⁰³ <https://fokert.budapestikozmuvek.hu/kozossegi-komposztalas>

¹⁰⁴ https://humusz.hu/sites/default/files/komposzt_utmutato_final.pdf

¹⁰⁵ <https://humusz.hu/kozossegi-komposztpontok>

¹⁰⁶ <https://humusz.hu/hirek/komposztfutar-szegeden/30090>

¹⁰⁷ <https://greendex.hu/sharewaste-a-komposztaloapplikacio/>

segítségével, 10 és 27 fok közötti hőmérsékleten, árnyékos, oxigéndús környezetben megy végbe a szerves anyag komposztálása.¹⁰⁸

Egy másik opció a beltéri komposztálásra az agyagból készült, „Com-Pot” elnevezésű komposztáló edény alkalmazása. Az edénybe hetente egyszer kell beletenni a szerves hulladékot és az edényhez járó baktérium-kultúrával kevert szárazanyagokat. Az érett humusz képződése ez esetben hat hónapig tart.¹⁰⁹

Egy harmadik lehetőség az anaerob elő-komposztálást, fermentálást végző Bokashi komposztáló, amelybe apróra darabolt konyhai hulladék – mivel fermentálásról van szó, így magasabb fehérje tartalmú ételmaradék is – kerülhet. Mivel a folyamat során nem történt komposztálódás, csupán fermentáció, ezért a produktumot el kell ásni a földbe.¹¹⁰

4.2.5 Biogáz előállítás

A biogáz szerves anyagok anaerob bomlásakor, metántermelő baktériumok anyagcseréje által keletkező gáz, amely megközelítőleg 70%-ban metánból, 30%-ban szén-dioxidból áll. Képződhet természetes és mesterséges módon is. Természetesen lápokban, mocsarakban – ahol meggyulladva a „lidércfény” nevű jelenséget okozza –, trágyakazlakban és szeméttelpeken keletkezik, mesterséges úton biogáztermelő reaktorokban hozható létre. Alapanyaga lehet bármilyen szilárd vagy folyékony halmazállapotú szerves hulladék.¹¹¹

A biogáz képződése kétlépcsős folyamat: a benne található szerves vegyületek először az ún. savas fázis során egyszerűbb vegyületekké, majd az ún. metanogén fázis során alkotóelemeikre bomlanak. Az eljárás hatásfoka magasabb, ha az előállítás két fázisa külön-külön reaktorban zajlik. A biogáz hatékony előállításához a kiindulásként használt szerves anyagon és az oxigéntől elzárt környezetben kívül megfelelő, kiegyenlített hőmérsékleti viszonyokra, folyamatos keverésre, kellő mértékben aprított szerves anyagra, metanogén és acidogén baktériumok megfelelő arányára van szükség. A biogáztermelés során a patogén szervezetek elpusztulnak, mellékterméke szerves trágyaként használható. A biogáz hasznosítható termikus (gázmelegítők, gázégők), mechanikus (gázmotor, gázturbina) és komplex módon (gázmotor vagy gázturbina generátorral vagy anélkül, hőcserélővel).¹¹²

Az Energia Központ szerzője által írt „A megújuló energiaforrások hasznosítása az önkormányzatok számára” című kiadvány a biogáz hasznosítására olyan lehetőségként tekint, amelynek segítségével a csatornázás, köztisztaság, településtisztaság és helyi energiatermelés problémája egy integrált fejlesztési feladatként, költséghatékonyan és környezetkímélően (a légkörbe kerülő metán mennyiségének csökkentése által) oldható meg.¹¹³

A kiadvány négy fő csoportra osztja a lehetőségeket: szeméttelpei biogáz (depóniagáz), szennyvíziszapból, komposztálható alapanyagokból vagy hígtrágyából keletkező biogáz. A kiadvány adatai szerint „*megfelelően telepített szeméttelakóknál 1 tonna hulladékból 10 év alatt 280 m³ biogáz keletkezhet*”, amelynek 1 m³-éből 1,5 kWh áram és 3 kWh hőenergia nyerhető. A depóniagáz metántartalma 50 százalék körüli. A lerakott hulladék szervesanyag-tartalmának bomlása során, a hulladéklerakó mélyebb rétegeiben passzív módon keletkező depóniagáz hozzáférhető a

¹⁰⁸ <https://humusz.hu/komposztalj/belteri-komposztalas>

¹⁰⁹ <https://greenguide.hu/gilisztaktol-kozossegi-pontok-komposzt-kisokos-varoslakoknak/>

¹¹⁰ Ibid.

¹¹¹ Monoki & Barna (2001): Környezetbarát Energiák. In: Zöldike Könyvsorozat. NIMFEA Természetvédelmi Egyesület. Sarvas.

¹¹² Ibid.

¹¹³ Vass Zoltán (2002): Csináljuk jól! A megújuló energiaforrások hasznosítása az önkormányzatok számára. Energiahatékonysági és Energetikai Környezetvédelmi Ügynökség Kht. Budapest.

hulladéklerakóba vezetett, perforált műanyag csövek, ún. biogázkinyerő kutak segítségével. Új hulladéklerakók tervezési fázisában a biogáz kinyerése céljából célszerű a szemét lerakása előtt becsövezni a területet – javasolja a kiadvány.¹¹⁴

A kommunális szennyvíz kezelése során keletkező biogáz hasznosítása is megoldható, amely a depóniagáznál magasabb arányban, hozzávetőlegesen 70%-ban tartalmaz metánt. A szennyvíziszap biológiai rothasztása nem csak biogáz keletkezése miatt előnyös: a kórokozók elpusztulnak, és csökken a lerakásra kerülő anyag mennyisége is. A Magyarországon széles körben elterjedt állattenyésztés során keletkező hígtrágyából is termelhető biogáz; a gáztermelés után visszamaradt, fertőző mikroorganizmusoktól megtisztított, elrothasztott szerves trágya helyben hasznosulva visszakerülhet a földekre.¹¹⁵

Városi biogázreaktorokban növényi eredetű hulladékokból, élelmiszeripari melléktermékekből és a lakosság által termelt komposztálható szerves hulladékokból előállítható biogáz, amelynek feltétele, hogy a kommunális hulladékgyűjtés során a komposztálható szerves anyagok külön kerüljenek begyűjtésre.¹¹⁶

Láthatjuk a fenti példák alapján, hogy a helyi viszonyokhoz alkalmazkodva számos lehetőség adódhat a biogáz helybeli termelésére és felhasználására.

Ha a biogázban legnagyobb arányban előforduló, erőteljes üvegházhatású metánt üzemanyagként hasznosítjuk, akkor visszatartjuk azokat a kibocsátásokat, amelyek a szerves hulladék bomlása során kerülnének a légkörbe, így csökkentve a globális klímaváltozásra gyakorolt hatását.

A szerves anyagok anaerob bontását végző létesítmény telepítése olyan sűrűn lakott területeken lehet ideális választás, ahol sok szerves hulladék keletkezik, viszont nincs hely nagy volumenű komposztálóüzemek létrehozásához. Az ilyen létesítmények hátrányai között említendő, hogy bekerülési költségük a komposztálókénál magasabb, és több szaktudás kell a működtetésükhöz. Mindazonáltal – ahogy arra a GAIA (2024) tanulmánya felhívja a figyelmet – olcsóbb, kisebb léptékű, anaerob bontást végző egységeket sikerrel alkalmaztak több országban is olyan vidéki, félreeső helyszíneken, ahol az energiahálózatokhoz történő hozzáférés kevésbé biztosított.¹¹⁷

A GAIA (2024) kiadványa további hátrányokat, illetve kockázatokat is felsorol. Ilyen lehet többek között a bontás végeredményeként keletkező fermentátum hulladéklerakóba helyezése, a biogáz felhasználása helyett történő fáklyázás, valamint a biogáztermelő reaktorokban a megfelelő hőmérséklet eléréséhez fosszilis tüzelőanyagok használata, vagy éppen az egyéb megújuló energiaforrások háttérbe szorítása. Szintén problematikus, ha az anaerob bontás akaratlanul is ösztönözi a mezőgazdaságban a folyamatos hulladéktermelést, aláásva az olyan alternatívákat, mint a hulladék keletkezésének csökkentése vagy a komposztálás. Tiszta kiindulási alapanyag és megfelelő kapacitás esetén azonban előnyös hulladékkezelési megoldásként tekinthetünk rá, amelyet a hulladékmegelőzést előtérbe helyező stratégia részeként érdemes megvalósítani.¹¹⁸

A Zero Waste Europe és a Zero Waste International Alliance szervezet által korábban már hivatkozott, a komposztálást és az anaerob lebontást összehasonlító kiadványa szintén hangsúlyozza a hulladékmentes megközelítést, és elsődlegesen szintén a komposztálást javasolja, ha az megvalósítható. A dokumentum az anaerob bontást abban az esetben ajánlja, ha a komposztálást a földterületi korlátok megakadályozzák, illetve az olyan nagy népsűrűségű városi területeken előnyös alkalmazni, ahol az élelmiszer-hulladék nagy mennyiségben keletkezik. Az anaerob bontás ilyenkor a

¹¹⁴ Ibid.

¹¹⁵ Ibid.

¹¹⁶ Ibid.

¹¹⁷ GAIA (2024)

¹¹⁸ Ibid.

komposztálás előtti első lépés lehet a szerves anyagok hatékony kezelése, az energia előállítása és a talajjavítás érdekében.¹¹⁹

A dokumentum hangsúlyozza, hogy anaerob bontás esetén a bemeneti minőség biztosítása kritikus fontosságú a szennyező anyagok fermentátumban való feldúsulásának megakadályozása érdekében. A biztonságos, jó minőségű talajjavító anyagok előállítása során csak tiszta, külön gyűjtött szerves anyagokat szabad feldolgozni. A komposztálás előnyben részesítése az anaerob bontással szemben jellemzően költséghatékonyabb a közösségek számára, ezért érdemes az utóbbit azokra az esetekre fenntartani, amikor a komposztálás nem kivitelezhető.¹²⁰

Összefoglalva, mind a szerves hulladékok anaerob bontása, mind a komposztálás értékes lehet a hulladékok keletkezésének csökkentését és a felelős erőforrás-gazdálkodást célzó rendszerekben.

4.2.6 Energetikai hasznosítás (és hátulütői)

Ahogy az ún. nulla hulladék hierarchia esetében is láttuk, a zero waste (nulla hulladék) mozgalom alpból elutasítja a hulladékok elégetését, akár jár az égetés energiatermeléssel, akár nem. A szerves hulladékok esetében értelemeszerűen hasonló a helyzet, ahogy ezt bemutattuk az élelmiszerhulladék-hierarchia és a szervesanyag-hierarchia esetében.

A hulladékégetés ellen felsorakoztatott leggyakoribb érvek közé tartozik, hogy kimagasló beruházási, valamint fenntartási és működtetési költségekkel jár.¹²¹ Hogy rendkívül szennyező (környezet- és egészségkárosító dioxinok, nehézfémek, PFA- és egyéb vegyületek szabadulnak fel).¹²² Hogy az éghajlatváltozás szempontjából negatív a hatása, mivel magas a szén-dioxid-kibocsátási szintje¹²³ – hiába téríti el a lerakótól a szerves anyagot, így metánkibocsátást előzve meg, gyakorlatilag egységnyi megtermelt energiából több üvegházgáz-kibocsátás származik, mint bármilyen más energiaforrás (pl. szénerőmű) esetén.¹²⁴ Hogy az elégetett hulladék tömegének 25-30%-a hamuként, salakanyagként visszamarad, ezt pedig lerakóban lehet csak ártalmatlanítani, ráadásul gyakran veszélyes hulladéknak minősül (vagy kellene minősíteni), így kezelése még kényesebb feladat.¹²⁵ Hogy a már megépített hulladékégető üzemet táplálni kell, hogy gazdaságosan lehessen üzemeltetni, ezáltal éppen a hulladéktermelésre, a fogyasztás visszafogása ellen motivál. Ráadásul a biohulladék, különösen is az élelmiszer-hulladék nedvességtartalma jellemzően igen magas, ami rontja az égetési hatékonyságot, az alacsonyabb hőmérséklettel pedig magasabb szennyezőanyag-kibocsátás jár, amit magas költségen semlegesíteni, szűrni kell.¹²⁶

A hulladék lerakóban való elhelyezése és elégetése egyértelműen lineáris gazdasági modellnek nevezhető, azaz szembemegy a körforgásos gazdaság uniós szinten is kitűzött céljával. Jelen tanulmány a metán mint ÜHG kibocsátásának visszafogási lehetőségeit vizsgálja, ezért a hulladékégetők elleni érvek közül az éghajlatváltozásra gyakorolt negatív hatását érdemes kiemelni. Vähk (ZWE, 2019) tanulmánya arra a megállapításra jut, hogy a hulladékégetők több üvegházhatású

¹¹⁹ Ibid.

¹²⁰ Ibid.

¹²¹ UNEP (2019) Waste to energy – Considerations for informed decision-making: <https://api.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2019/08/WTEfull-compressed.pdf>

¹²² Arnika / IPEN / TFA / CREPD / CEJAD (2024)

¹²³ Ibid.

¹²⁴ Neil Tangri (2023) Waste incinerators undermine clean energy goals, <https://journals.plos.org/climate/article?id=10.1371/journal.pclm.0000100>

¹²⁵ GAIA (2018) facts about “Waste-to-Energy” incinerators. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/GAIA-Facts-about-WTE-incinerators-Jan2018-1.pdf>

¹²⁶ GAIA (2024)

gázt bocsátanak ki egységnyi előállított villamos energiára vetítve, mint bármely más erőmű. Becslések szerint 1 tonna hulladék elégetése hozzávetőleg 0,7-1,7 tonna CO₂-kibocsátással jár (ahogy erről a 3.2-es fejezetben már említést tettünk).¹²⁷

Kijelenthető tehát, hogy nem nevezhető éghajlatbarát hulladékkezelési megoldásnak az égetés abban az esetben sem, ha energiatermeléssel jár. Felmerülhet azonban a kérdés, hogy hosszú távon a lerakás vagy az égetés ÜHG-kibocsátási potenciálja magasabb.

A nulla hulladék (zero waste) szemlélettel nem összeegyeztethető gyakorlatok, illetve alternatíváik hosszú távú kibocsátási potenciálja

Míg a metán 10-15 évig marad a légkörben, a szén-dioxid körülbelül 50-200 évig, azonban az előbbi több mint 20-szor hatékonyabb üvegházhatású gáz az utóbbinál. Éppen ezért fontos, hogy a hulladéklerakók és a hulladékégetők kibocsátási potenciáljának vizsgálatakor megfelelően nagy időtávot vizsgáljunk (megjegyezve ugyanakkor, hogy a kérdésnél, miszerint melyik alternatívának nagyobb az éghajlatváltozásra gyakorolt negatív hatása, nem szabad megfeledkezni róla, hogy az ún. zero waste megoldásoknak jelentősen kisebb a karbonlábnyoma, azaz előnyösebbek klimatikus szempontból).

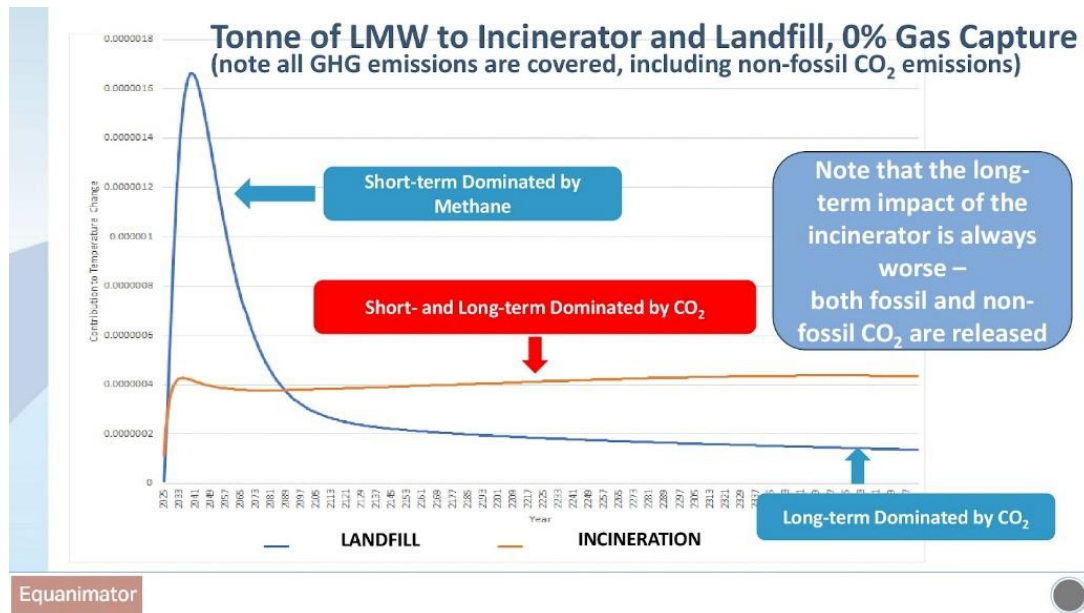
Hogg (ZWE, 2024) elemzésében amellet érvel, hogy a metán és egyéb üvegházgázok szén-dioxid-egyenértékre való átváltása felesleges lépés. Meglátása szerint ezzel szemben az üvegházhatású gázok globális hőmérséklet-változásra gyakorolt hatására célszerű fókuszálni, ez ugyanis jobban értelmezhető alapot biztosít a hosszú távú hatásuk összevetéséhez.

Az említett tanulmány egyik szerkesztője, Enzo Favoino a 2024. okt. 21-i online webináriumon¹²⁸ tartott előadásában szintén összehasonlította, hogy hosszú távon hogyan járul hozzá a két ártalmatlanítási módszer, az égetés és a lerakás a globális hőmérséklet-változáshoz. Az előadás során kivetített dián (ld. alább) jól látszik, hogy míg a (depóniagáz-kinyerés nélküli) lerakás esetében rövidtávon a metánkibocsátás domináns hatása érvényesül, hosszú távon a CO₂-é, addig az égetés esetében rövid- és hosszú távon is a CO₂ hatása a domináns. Favoino felhívja a figyelmet, hogy a hulladékégetés (amelynek során mind fosszilis, mind nem fosszilis CO₂ felszabadul) hosszú távon mindig nagyobb mértékben járul hozzá az éghajlatváltozáshoz, azaz az üvegházhatás felerősödéséhez.

¹²⁷ ZWE (2019)

¹²⁸ Waste Incineration: Challenges & Solutions, 2024. okt. 21.

(<https://www.plasticpollutioncoalition.org/event/waste-incineration-challenges-and-solutions>)



19. ábra: Egy tonna maradék vegyes hulladék hozzájárulása a hőmérséklet-változáshoz hosszú távon hulladéklerakás és -égetés esetén. Forrás: Favoino¹²⁹

Biológiai stabilizálás esetén a metánkibocsátásból adódó, kezdeti évekre jellemző kibocsátási csúcs gyakorlatilag minimálisra (az égetéssel járó kibocsátás mintegy felére) szorítható, valamint természetesen a lerakáshoz kapcsolódó kibocsátás is csökkenthető a depóniagáz hasznosítása által. Ugyanígy az MRBT betűszóval rövidített hulladékkezelési módszer, azaz az anyagviszanyerés és biológiai kezelés alkalmazása is rendkívül alacsony kibocsátási potenciált jelent a hagyományos kezelési módokkal összevetve.

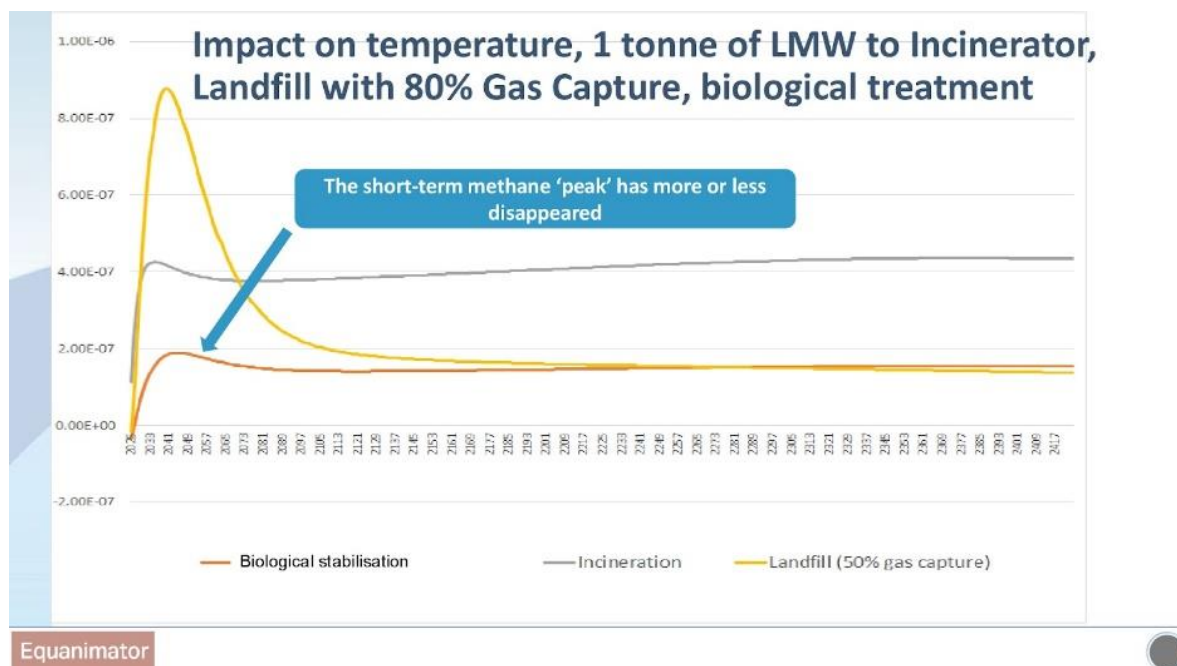
A Zero Waste Europe tanulmánya kiemeli, hogy mintegy 50 éves távlatot tekintve, 50%-os depóniagázviszanyeréssel számolva a hulladéklerakóhoz kapcsolódó hőmérséklet-növelő hatás továbbra is jelentős. Ahhoz, hogy a hulladék előzetes stabilizálása nélkül a lerakóhoz kapcsolódó hőmérsékletre gyakorolt hatás stabilan alacsonyabb maradjon, mint az égetés esetében, minimum 80%-os gázviszanyerés szükséges a lerakó teljes működési idejében.¹³⁰

Hogg (ZWE, 2024) és Favoino szerint tehát a lerakás hosszú távon kisebb mértékben járul hozzá a globális hőmérséklet-emelkedéshez, mint az égetés, mivel az égetés során nem csupán nem fosszilis karbonkibocsátásra kerül sor, hanem fosszilisra is (pl. a műanyagokból) a felszabaduló szén-dioxid által. Ahogy Hogg fogalmaz, ez abban az esetben sem változik, ha számításba vesszük az égetés során megtermelt energiát is. Azáltal, ha a vegyes maradék hulladékot kezelésnek vetik alá a lerakás előtt, a lerakásra a kezdeti években jellemző kibocsátási csúcs elkerülhető, hiszen amennyiben a szerves hulladékot leválasztják, stabilizálják, a lerakóban végbemenő rothadási folyamatból adódó metánkibocsátás minimalizálható. Az éghajlatváltozóra gyakorolt negatív hatást tekintve tehát ez a megoldás előnyösebb, mint akár az égetés, akár a gázviszanyerésre alapozó lerakás.¹³¹

¹²⁹ Favoino, 2024

¹³⁰ ZWE (2024)

¹³¹ Ibid.



20. ábra: Egy tonna maradék vegyes hulladék hozzájárulása a hőmérséklet-változáshoz hosszú távon biológiai stabilizálás, hulladéklerakás és -égetés esetén. Forrás: Favoino¹³²

Favoino szintén hangsúlyozta a fent említett előadásában, hogy a depóniagáz egyre hatékonyabb visszanyerése mindenképpen üdvözlendő, a lerakók kezelése azonban, így a magas visszanyerési arányok elérése a lerakók teljes élettartamában igen nehéz feladat. Mindazonáltal a megoldás nem a szerves hulladékok radikális kivitálása a lerakókból, ez ugyanis az égetés felé való ágazati elmozdulás felé vezethet, hanem a lerakás előtti biológiai előkezelés promotálása/előírása, valamint az aktív fedőréteg alkalmazása, ezáltal minimalizálható ugyanis a metánkibocsátás mértéke.

4.3 A megelőzésen alapuló és a reaktív kezelési megoldások összehasonlítása

Ahogy erre korábban utaltunk, a szakirodalomban többféle becslés található arról, mekkora metán-, ill. CO₂e-ben számított kibocsátás előzhető meg a különböző zero waste, illetve reaktív kezelési megoldásokkal.

A GAIA 2024-es tanulmánya például Leejah J. Dorward 2012-es munkájára hivatkozva azt állítja, hogy egy tonnányi élelmiszerhulladék-megelőzés 0,8–4,4 tonna CO₂e kibocsátás megelőzésével jár, egy átfogó élelmiszerhulladék-megelőzési program pedig a globális ÜHG-kibocsátást akár 2–5%-kal is csökkentheti.¹³³

A GAIA 2022-es tanulmányában a komposztálásra vonatkozó becslés található: Walsh (GAIA, 2022c) szerint egy magas minőségű, jól kivitelezett (azaz megfelelő levegőztetéssel, oxigéndús környezetben véghezvitt) komposztálási program – amely a házi, közösségi és centralizált komposztálást egyaránt magába foglalhatja – átlagosan 78%-kal csökkenti az egyébként hulladéklerakókból kibocsátásra kerülő metán mennyiségét.¹³⁴

¹³² Favoino, 2024

¹³³ Allen & Guajardo (GAIA, 2024b) Cutting Methane Emissions through Zero Food Waste Systems, <https://www.no-burn.org/cutting-methane-emissions-through-zero-food-waste-systems/>

¹³⁴ GAIA (2022c): A Key to Rapid Methane Reductions: Keeping Organic Waste From Landfills. (sz. Bill Walsh) https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/11/GAIA_White_Paper_A_Key_to_Rapid_Methane_Reductions_FINAL.pdf

További lehetőség a korábbi fejezetben bemutatott anaerob lebontás, amelynek során biogáz nyerhető. Ez az energiatermelésre alkalmas gáz a depóniagázzal összevetve sokkal kevésbé szennyezett, így magasabb a fűtőértéke is. Utóbbinál ráadásul a szivárgás mértéke is jellemzően jóval magasabb, illetve lerakónként nagy eltérést mutathat.¹³⁵

Reaktív kezelésnek tekinthető tehát a lerakókból történő gázvisszanyerés, de a lerakók biológiailag aktív réteggel való lefedése is. Walsh (GAIA, 2022c) kiemeli, hogy a legnagyobb metánkibocsátás az aktív, működő lerakókhoz kötődik, míg a lezárt lerakókból származó kibocsátás csak az összmenyiség 9%-át teszi ki.¹³⁶

Az aktív fedőréteg lehet komposztanyag, vagy a korábban említett MRBT-típusú kezeléssel visszamaradt szervesanyag-elegy. Az ilyen jellegű borítás nagymértékben csökkentheti a lerakó környezeti terhelését: ahogy Walsh (GAIA, 2022c) tanulmányában olvasható a biológiailag aktív fedőrétegben kialakuló mikrobaközösségek a lerakóból felszálló metánt megemésztik, ezzel akár átlagosan 63%-kal is csökkentve a hulladéklerakók kibocsátását, ahogy azt a 4.2.1-es fejezetben már említettük. Más források (GAIA, 2022) szerint az MRBT-kezelés 80-90, vagy akár nagyobb metánkibocsátás-csökkenést is eredményezhet a lerakóknál. Sőt a környezeti körülményektől függően ez a megoldás akár „negatív” kibocsátást is generálhat azáltal, hogy metánt von ki a légkörből. Walsh hangsúlyozza továbbá, hogy ez más technológiákhoz – pl. a depóniagáz-kinyerési rendszerekhez – képest olcsónak és egyszerűen alkalmazhatónak nevezhető, valamint a hulladékkezelőt nem a metánkibocsátásra, majd -visszafogásra ösztönözi.¹³⁷

¹³⁵ Ibid.

¹³⁶ Ibid.

¹³⁷ Ibid.

5 A hazai metánkibocsátás-csökkentési potenciál elemzése

Magyarország 2021-2027 közötti időszakra szóló Országos Hulladékgazdálkodási Terve¹³⁸ (OHT) a lakosságnál keletkező biológiailag lebomló hulladék mennyisége kapcsán megelőző intézkedéseket, ennek hatására pedig csökkenést prognosztizál, kiemelve, hogy az ilyen típusú hulladék esetében egyértelmű cél a hasznosítás. Ahogy írják, ezen a téren történtek előrelépések, ám továbbra is komoly hiányosságok tapasztalhatók, ez pedig további „grandiózus intézkedéseket” tesz szükségessé. Ahogy a dokumentum fogalmaz: *„Magyarország a HKI-val¹³⁹ összhangban cselekvési tervet dolgoz ki annak érdekében, hogy csökkentse az elsődleges termelésben, a feldolgozásban és a gyártásban, az élelmiszerek kiskereskedelmében és egyéb forgalmazásában, éttermekben és az élelmiszerellátásban, valamint a háztartásokban képződő élelmiszer-hulladék mennyiségét az ENSZ fenntartható fejlődési céljához való hozzájárulásként annak érdekében, hogy 2030-ig az egy főre jutó globális élelmiszer-hulladék kiskereskedelmi és fogyasztói szinten 50%-kal csökkenjen, valamint az élelmiszervesztések a termelési és ellátási láncok mentén csökkenjenek.”*

Az OHT 4.7.3., cselekvési irányokat felvázoló fejezete, illetve az abban szereplő megállapítások jelen tanulmány szempontjából is rendkívül relevánsak, így érdemes alaposabban foglalkozni velük.

Az OHT stratégiai célként határozza meg, hogy a települési szilárd hulladékból a szerves hulladék esetében ne a lerakás legyen a legjellemzőbb kezelési mód: az **évi 2-300 ezer tonna helyett 7-800 ezer tonna** lebomló hulladék hasznosítását tűzi ki célként. Ehhez a zárt rendszerű komposztálási technológia fejlesztése, kapacitásának növelése, valamint a meglévő biohulladék-hasznosító kapacitás karbantartása, felújítása, továbbfejlesztése szükséges – írják. Mindez segíthet a kapcsolódó metánkibocsátás csökkentésében, ugyanis **„a hulladékgazdálkodásból származó metánkibocsátás jelenleg 8%-áért a nem megfelelő komposztálás felel”** (a szerzők 2018-as adatokkal dolgoztak). Hangsúlyozzák továbbá az elkülönített biohulladék-begyűjtési rendszer kötelező bevezetését, az élelmiszer-hulladék mérésére vonatkozó módszertan kidolgozását, a házi és közösségi komposztálás elősegítését, valamint az országos szemléletformálási tevékenység megvalósítását.¹⁴⁰ Lássuk bővebben, mit fogalmaz meg a dokumentum ezekhez kapcsolódóan!

Elkülönített gyűjtés

Az OHT-ben lefektetett, az elkülönített gyűjtési rendszer kiépítésére vonatkozó tervek (pl. 120 literes vagy nagyobb barna gyűjtőedények osztása, házhoz menő rendszer kialakítása, a logisztikai fejlesztésekhez megteremtéséhez szükséges feltételek meghatározása), ha csak pilot projekt jelleggel is, de az ország bizonyos területein kijelölt társasházi övezetekben már részben megvalósultak, ahogy azt az 4.2.3-as fejezetben bemutattuk. Az OHT a begyűjtési rendszerrel kapcsolatosan is kiemelten felhívja a figyelmet a szemléletformálás, a megfelelő lakossági tájékoztatás fontosságára, hiszen a rendszer sikere nagyban múlik az azt igénybe vevő lakosság elfogadásán, motiváltságán. A dokumentum ezen kívül felhívja a figyelmet az egyébként már sok helyen működő zöldhulladék-begyűjtési rendszer további kiterjesztése, hatékonyságának növelése szükségességére mind a közszolgáltatók, mind a lakosság ösztönzése által. Mindehhez az OHT szerint **több száz**

¹³⁸ Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 (OHT, 2021) Innovációs és Technológiai Minisztérium. <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/9/92/921/921c2f798773d4336ee3f45884a662d3018bb3d7.pdf>

¹³⁹ Értsd: a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről szóló, 2008. november 19-i 2008/98/EK európai parlament és tanácsi irányelv

¹⁴⁰ OHT (2021)

hulladékbegyűjtő jármű beszerzésén, valamint hozzávetőleg 4,2 millió háztartásba a megfelelő edényzet eljuttatásán keresztül vezet az út.¹⁴¹

Egységes mérési módszertan

Az élelmiszer-hulladék szintjének egységes mérésére vonatkozó módszertan kidolgozásával kapcsolatban az OHT kiemeli annak a problémáját, hogy az ilyen típusú hulladékot gyakran más hulladékkal együtt gyűjtik össze. Ezen a téren értelemszerűen előrelépésnek számítana, ha a különgyűjtés elterjedne, illetve – ahogy korábban említettük – a begyűjtött hulladék aránya és mennyisége mellett azt is célszerű vizsgálni, mennyi a biohulladék százalékos aránya a vegyes hulladékon belül, illetve hogyan változik ez az arány.¹⁴²

Komposztálás

A korábban ismertetett szakirodalmakkal összhangban az OHT is a komposztálás különböző szinteken való elterjesztését ambicionálja (legyen szó házi komposztálásról – beleértve az oktatási intézményit is, közösségi vagy telepi komposztálásról), tekintettel a földrajzi viszonyokra.¹⁴³

Szemléletformálás + Minőségbiztosítás

Az OHT több javaslatot is megfogalmaz azzal kapcsolatban, hogy milyen szemléletformálási és marketingtevékenységet érdemes folytatni annak érdekében, hogy az a komposzt, amelyet a közszolgáltatás keretében begyűjtött biohulladékból állítanak elő, valós piaccal rendelkezzen – többek között ide tartozhat a célcsoportok (pl. biogazdálkodók) igényfelmérése, a hirdetések, reklámok, szponzorációk, nyílt napok és forródrótok stb.

Mindehhez minőségbiztosítási rendszer kialakítása is szükséges, ezáltal – illetve gazdasági és jogi eszközökkel – a komposzt mezőgazdasági használatát, illetve a műtrágyahasználat visszaszorítását lehet elősegíteni. A jelenleg még nagyon is valós nehézségeket (pl. magas fajlagos költség, tárolási, beszerzési, kihelyezési nehézségek) pénzügyi ösztönzőkkel és logisztikai támogatással lehet kezelni, ezáltal egy fenntarthatóbb mezőgazdasági gyakorlathoz közelítve.¹⁴⁴

Kapacitások fejlesztése

Az OHT a zöldhulladék-komposztálási kapacitás decentralizált modellű kiépítését, a már működő komposztáló kapacitás kihasználtságának felmérését, valamint az élelmiszer-hulladékok tekintetében az anaerob kezelő kapacitások fejlesztését, illetve az energetikai hasznosítás elősegítését javasolja. Továbbá felhívja figyelmet a biohulladék különgyűjtése okán a meglévő mechanikai-biológiai hulladékkezelő telepek biológiai kezelő kapacitásának várható megnövekedett terhelésére.¹⁴⁵

A dokumentum, ahogy említettük, 2018-as adatokkal számolva ad becslést a szükséges kapacitásbővítés nagyságát illetően. Mint írják, az éves ~2,4 millió tonna vegyes települési hulladékból abban az évben az összetétel-vizsgálatok alapján 411 600 tonna volt a biohulladék, az élelmiszer-hulladék pedig 288 ezer tonna. Összevetésként: ahogy azt a 4. fejezetben bemutattuk, a legfrissebb, 2022-es adatok ~2,6 tonna égetés vagy lerakás által ártalmatlanított települési szilárd hulladékról adnak számot. Illetve ahogy az 4.2.2-es fejezetben olvasható, a Nébih kutatása 2023-ban a teljes lakosságra vetítve évi 594 ezer tonna élelmiszerhulladék-képződést becsül, ennek 47,6%-a

¹⁴¹ Ibid.

¹⁴² Ibid.

¹⁴³ Ibid.

¹⁴⁴ Ibid.

¹⁴⁵ Ibid.

kerül a szemetesbe, azaz a 2023-as évben hozzávetőleg 280 ezer tonna, ami a 2018-as értéknél 8 ezer tonnával kevesebb.

Ahogy az OHT megjegyzi, **élelmiszer-hulladék** tekintetében a képződési mennyiség 50%-os csökkentését kellene elérni 2030-ra.¹⁴⁶ Ez azt jelenti, hogy „**160 000 tonna/év képződött mennyiség kezelésére szükséges további fejlesztéseket megvalósítani, leginkább anaerob kezelést biztosító, energiahatékonyságot elősegítő beruházással.**”¹⁴⁷

Az élelmiszer-hulladékon túl a vegyes hulladékban 2018-ban mintegy 120 ezer tonna zöldhulladék került – tudhatjuk meg az OHT-ből –, illetve a közszolgáltatás körében és egyéb forrásból további 360 ezer tonna képződött, mindebből hozzávetőleg 285 ezer tonnát hasznosítottak komposztálással. Mindebből következik, hogy további évi mintegy 200 ezer tonna zöldhulladék komposztálását kellene megoldani helyi, telepi vagy ipari körülmények között.¹⁴⁸

5.1 Előrejelzések és prognózisok

Ahogy a 3.3-as fejezetben említettük, az EEA előrejelzése szerint a tagállamok által közölt ÜHG-előrejelzések szerint a metán-összkibocsátás továbbra is csökkenni fog, még hozzá gyorsabb ütemben (2030-ig évi -2,4%), mint az 1990 óta eltelt 30 évben. Természetesen ez csupán egy hozzávetőleges becslés, ráadásul nem tagállamspecifikus, de érdemes megvizsgálni, hogy ez Magyarország esetében szám szerint mit jelentene. Amennyiben a legutolsó éves adatot vesszük (3698 ezer tonna CO₂e metánkibocsátás), az elkövetkező években 2,4%-os állandó csökkenéssel számolva 2030-ra 3045 ezer tonna CO₂e kibocsátást kapunk, azaz mintegy 653 ezer tonna CO₂e a csökkenés, ami hozzávetőleg 18%-os csökkenés a 2022-es bázisévhez viszonyítva.

A tanulmány korábbi fejezeteiben néhány becslést már felvillantottunk a különböző kibocsátáscsökkentési intézkedésekhez kapcsolódóan. Nézzünk rá ezekre ismét!

A Changing Markets Foundation, az EIA és a GAIA átfogó tanulmánya (2022) széles körű szakirodalmi áttekintés alapján három fajta beavatkozási lehetőséget vizsgál meg, és ezek esetében igen magas kibocsátáscsökkentési potenciált állapít meg. A tanulmány szerint komposztálás esetén a települési szilárd hulladékból származó metánkibocsátás átlagosan 78%-os csökkenése érhető el; ezt kiegészítve a maradék vegyes hulladék biológiai stabilizációjával 90%-osat; e kettőt pedig a hulladéklerakók biológiailag aktív fedőréteggel való takarásával „betetőzve” átlagosan 95%-osat. (Komposztálás esetén 80%-os kiépítettséget, stabilizálás és fedés esetén 70-70%-osat feltételezve.) Mindezt a teljes hulladékszektorra vetítve (azzal számolva, hogy a hulladékszektor teljes kibocsátásának 61%-a származik a települési szilárd hulladékból) pedig átlagosan 48%, 55% és 59%-os csökkentési potenciált irányoz elő a tanulmány.¹⁴⁹

¹⁴⁶ v.ö.: 12.3. SDG-cél: <https://sdg12hub.org/sdg-12-hub/see-progress-on-sdg-12-by-target/123-food-loss-waste>, illetve <https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html>

¹⁴⁷ OHT (2021)

¹⁴⁸ Ibid.

¹⁴⁹ Changing Markets Foundation/EIA/GAIA (2022)

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

Intervention	Mean reduction in methane emissions from MSW	Mean reduction in methane emissions from entire waste sector (61% of waste sector emissions are from MSW) ¹⁵²
Composting	78%	48%
Composting + bio-stabilisation of residuals	90%	55%
Composting + bio-stabilisation + biologically active cover	95%	58%

21. ábra: Különböző intézkedések átlagos metánkibocsátás-csökkentési potenciálja.

Forrás: Changing Markets Foundation/EIA/GAIA¹⁵⁰

Az elmúlt években az Egyesült Államokban is egyre fontosabb kérdés az ÜHG-kibocsátáscsökkentés. Az amerikai Környezetvédelmi Ügynökség (US EPA) 2023-as tanulmánya a hulladéklerakókba kerülő élelmiszer-hulladék metánkibocsátását számszerűsítve azt találta, hogy minden 907 tonna lerakott élelmiszer-hulladék után mintegy 34 tonna diffúz metánkibocsátás szabadul fel, ami 838 millió tonna CO₂e-nek felel meg. Számításaik szerint, összevetve a szokásos működéssel, az élelmiszer-hulladék mennyiségét 2015-ben 50%-kal csökkentve (azaz ha 2015–2020 között a 2015-ös érték, 46 millió tonna helyett minden évben ennek a fele, 23 millió tonna került volna a lerakókba) 77 millió tonna CO₂e-kel csökkent volna a kumulatív diffúz metánkibocsátás 2020-ra. Összevetésképp: 2020-ban a lerakóba kerülő élelmiszer-hulladék mintegy 55 millió tonna CO₂e kibocsátásért volt felelős.¹⁵¹

Szintén az Egyesült Államokban vizsgálja az élelmiszerek lerakásából származó kibocsátást a ReFED, az élelmiszerhulladék-csökkentésért tevékenykedő amerikai nonprofit szervezet is. Érdekes a korábbi fejezetekben vázolt adatokat és becsléseket¹⁵² alapul véve a szervezet kalkulátorát¹⁵³ segítségül hívva is számításokat végezni. A kalkulátor értelemszerűen az Egyesült Államok viszonyait veszi alapul, így semmiképpen sem szabad egy az egyben a magyarországi viszonyokra alapozni, a becsült ÜHG-kibocsátáscsökkentési értékek azonban feltétlenül megfontolásra érdemesek.

	Jelenlegi helyzet (tonna)	Reális forgatókönyv (tonna)	Optimista forgatókönyv (tonna)
Megelőzés		100000	160000
Adományozás	9600	15000	16000
Állati takarmány	91000	80000	54000
Komposztálás	153000	210000	246000
Anaerob lebontás	11000	24300	35000
Lefolyó/csatorna	50000	25000	15000
Égetés	33400	16700	8000

¹⁵⁰ Ibid.

¹⁵¹ US EPA (2023)

¹⁵² v.ö. a Nébih-tanulmányban közölt adatokkal, ill. az Élelmiszerbank 2024-as adományozási adatával

¹⁵³ A kalkulátort ld.: <https://insights-engine.refed.org/impact-calculator>, a hozzá tartozó módszertani útmutató pedig itt érhető el:

https://docs.refed.org/downloads/2fd7d5b1e5f006b884ce5c5a69a41c43/Impact_Calculator_Methodology_Sep2024.pdf

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

Lerakás	246000	123000	60000
---------	--------	--------	-------

3. táblázat: Élelmiszerhulladék-megelőzési forgatókönyvek

A kalkulátorba betáplált adatok esetében a megelőzésre vonatkozóan kizárólag alternatív forgatókönyv felvázolása esetén lehet értéket megadni. Ahogy a táblázatban is látható, a reális forgatókönyv esetében azzal a feltételezéssel éltünk, hogy 100 ezer tonna élelmiszer-hulladék megelőzhető, az optimista becslésnél már 160 ezret prognosztizálunk. Adományozás tekintetében az Élelmiszerbank legjobb évéhez (2018: 11 ezer tonna) képest is erős évet feltételeztünk, ennél pedig minimálisan magasabb az optimista forgatókönyv (15 és 16 ezer tonna). Ami az állati takarmányt illeti, természetesen ez is része lehet egy „zero waste” irányultságú megelőzési rendszernek, ahol a cél a lerakástól és égetéstől való eltérítés, ám mivel ez az élelmiszerhulladék-hierarchián alacsonyabb szinten található, a prognózisok a bázisévhez képest alacsonyabb értékeket tartalmaznak, feltételezve, hogy a korábban adományozásra kerülő élelmiszer-hulladék egy része magasabb szinten realizálódik. Komposztálás tekintetében az optimista forgatókönyv a Nébih által maximálisan komposztálható mennyiséggel számol, míg a realista ennél valamivel kevesebbel. Anaerob lebontás esetében azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a hasznosító kapacitás hozzávetőleg duplázódik, illetve triplázódik. A lefolyóba kerülő élelmiszer-hulladékok a két forgatókönyvben felére, ill. hozzávetőleg harmadára esnek vissza, az égetés és lerakás esetében pedig hozzávetőleg a hulladékmennyiség megfelelőjével és negyedére való csökkenéssel számoltunk.

Mindezen értékeket betáplálva az ReFED kalkulátora szerint a jelenlegi scenárióban a teljes kapcsolódó ÜHG-lábnyom 2,9 millió tonna CO₂e, míg a reálisnak tekintett jövőbeni scenárióban 2,3 millió tonna, ami 628 ezer tonnával kevesebb kibocsátást jelent. A metánkibocsátásra a kalkulátor a jelenlegi forgatókönyvben 32,5 ezer tonnát ad ki, aminek durván 30%-át lehet megtakarítani (9,5 kt CH₄). A kalkulátor azt is megmutatja, mindez CO₂e-re átszámítva 20 és 100 éves időtávra előretekintve mekkora kibocsátás-megtakarítást (nettó hasznot) jelent. 20 éves időtávon ez a reális scenárióban a 2,6 millió tonna CO₂e durván 30%-a, 761 ezer tonna, 100 éves időtávon a 880 ezer tonnához képest 622 ezer tonna CO₂e a metánkibocsátás, ami 258 ezer tonnás „haszon”.

	jelenlegi scenárió	jövőbeni scenárió (reális)	nettó megtakarítás
Teljes ÜHG-lábnyom (ezer tonna CO ₂ e)	2 937,863	2 310,255	628,607
metánlábnyom (ezer tonna CH ₄)	32,536	22,996	9,540
metánlábnyom 100 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	880,090	622,038	258,052
metánlábnyom 20 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	2 594,721	1 833,920	760,802

4. táblázat: Kibocsátáscsökkentési potenciál élelmiszerhulladékok tekintetében reális forgatókönyv esetén

Optimista forgatókönyv esetén értelemszerűen ennél is kedvezőbb kibocsátáscsökkentési potenciál mutatkozik: a kalkulátor szerint ekkor a teljes ÜHG-megtakarítás 973 ezer tonnával, míg a metánlábnyom több mint 14 ezer tonnával kevesebb, ami 100 éves időtávra 387 ezer, 20 éves időtávra számítva 1,14 millió tonna CO₂e megtakarítást jelent.

	jelenlegi scenárió	jövőbeni scenárió (reális)	nettó megtakarítás
Teljes ÜHG-lábnyom (ezer tonna CO ₂ e)	2 938,863	1 965,610	973,253

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

metánlábnyom (ezer tonna CH ₄)	32,536	18,211	14,325
metánlábnyom 100 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	880,090	492,620	387,470
metánlábnyom 20 éves időtáv (ezer tonna CO ₂ e)	2 594,721	1 452,366	1 142,355

5. táblázat: Kibocsátáscsökkentési potenciál élelmiszerhulladékok tekintetében optimista forgatókönyv esetén

De érdemes szót ejteni egy közelebbi példáról, a szlovákiai Simony (szloválul: Partizánske) 20 ezer lakosú városáról is, ahol a konyhai és kerti hulladékok elkülönített gyűjtése, a házi komposztálás ösztönzése, valamint az egycsaládos háztartások és a többlakásos épületek számára testre szabott gyűjtési stratégiák végrehajtása valósult meg, látványos eredményeket hozva. 8 év elteltével az egycsaládos háztartások 95%-a komposztál otthon, és ez idő alatt 36%-kal (118 kg/fő) csökkent az ezeknél a háztartásoknál termelt vegyes (nem újrahasznosítható) hulladék mennyisége. A társasházak esetében már két évvel a bevezetés után lakosonként több mint 49 kg konyhai hulladék begyűjtése valósult meg, ráadásul a begyűjtött biohulladék szennyezettsége egészen minimális volt: 0,07%. A két intézkedés hatására pedig a teljes lakosságra vetítve 8 év alatt 18%-kal mérséklődött a vegyes hulladék mennyisége.¹⁵⁴

Európa-szerte számos példát látni, ahol sikeresen működik a biohulladék házhoz menő gyűjtése (kiemelhető például az 1,4 millió lakosú Milánó esete, de Párizs, Porto, Pontevedra és Ljubljana biohulladék-kezelése is).¹⁵⁵ Magyarország azonban bizonyos tekintetben egyedülálló helyzetben van, hiszen a hulladékgazdálkodás, pontosabban a települési szilárd hulladék begyűjtésének és az annak kezeléséről történő gondoskodás feladata 2023. július 1. óta egy koncessziós társaság, a MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt. feladata, amely ezt a feladatot jellemzően a korábbi, hulladékgazdálkodással foglalkozó régiós és helyi cégeket alvállalkozóként bevonva végzi el. Az önkormányzatok tehát jelen pillanatban nem felelősek a lakossági hulladék kezeléséért – és ez elvileg a 35 éves koncessziós időszak végéig így is marad. Mindennek a hatását egyelőre korai lenne megjósolni, ugyanakkor az új felállásból adódik, hogy a helyi, lokális megoldások felől inkább a központilag meghatározott előírások, központosított rendszerek irányába történhet elmozdulás.

Összességében azonban elmondható, hogy a legjobb eredményekre akkor lehet számítani, ha a különböző érintettek (legyenek azok helyi közösségi komposztálást elindító lakosok, a hulladékkezelést elvégző vállalatok vagy maga a koncessziós társaság) egymással összhangban, támogató jogi környezetben tudnak fellépni. A hulladékszektor metánkibocsátásának gyors és hatékony csökkentése több párhuzamos intézkedéssel elérhető.

5.1.1 Reális forgatókönyv

1. Szelektív szervesz hulladék-gyűjtés javítása és terjedésének ösztönzése:

- A meglévő szelektív begyűjtési rendszerek bővítése, különösen a konyhai hulladékok tekintetében (ide értve a szervesz hulladék-gyűjtő infrastruktúra kiépítését, gyűjtőedények, szállító járművek beszerzését, új hulladékgyűjtési útvonalak kialakítása)

2. Komposztálás és anaerob lebontás elterjesztése:

- Házi és közösségi komposztálás intézményi szintű támogatása és ösztönzése.

¹⁵⁴ ZWE (2024b) The story of Partizánske. (sz. Moňok et al.). Letölthető:

<https://zerowastecities.eu/bestpractice/the-story-of-partizanske/>

¹⁵⁵ bővebben ld.:

https://humusz.hu/sites/default/files/hun_guidance_on_food_waste_reduction_in_cities_0.pdf

- Kisebb városi és nagyvárosi komposztálótelepek és biogázüzemek telepítése, amelyek képesek a szerves hulladékok lebontására nagy mennyiségben.
 - Az EU-s támogatások felhasználása a biogáztechnológiák bővítésére és fejlesztésére.
- 3. Hulladéklerakók befedése és a depóniagáz kinyerése:**
- A meglévő hulladéklerakók biológiailag aktív réteggel való befedése és a gázgyűjtő rendszerek fejlesztése.
 - Szabályozás a hulladéklerakók metánkibocsátásának monitorozására és csökkentésére, akár bírságokkal is ösztönözve a hatékonyság növelését.
- 4. Közösségi szintű hulladékcsökkentési programok támogatása:**
- Oktatási programok és ösztönzők bevezetése a lakosság számára a hulladékkeletkezés csökkentése érdekében.
 - Az élelmiszerpazarlás csökkentése érdekében közösségi szintű kampányok.

Mindezen intézkedések hatására a keletkező biohulladék 70-80%-a eltéríthető a lerakóktól.

5.1.2 Optimista forgatókönyv

- 1. Teljeskörű szerves hulladék-gyűjtés és -feldolgozás bevezetése:**
- Az ország teljes területére kiterjedő, minden háztartásra kötelező szerves hulladékgyűjtés, illetve ahol ez gazdasági vagy logisztikai szempontból nem indokolható, ott az otthoni komposztálás hatékony támogatása.
 - Az szerves hulladék-gyűjtésre vonatkozó szabályok szigorítása, a keletkező hulladék mennyiségét figyelembe vevő Pay-As-You-Throw-rendszer¹⁵⁶ kiépítése, illetve a szükséges feldolgozási kapacitások kiépítése.
- 2. Ipari komposztálás és biogáz-hasznosítás maximalizálása:**
- Nagy befogadóképességű komposzttelepek létrehozása.
 - A keletkező komposzt biominősítése és mezőgazdasági felhasználása (különösen mivel ez hozzájárul a szén talajban történő megkötéséhez, csökken a műtrágyák használata, a jobb szerkezetű és vízmegtartó képességű talajok miatt kevesebb lesz a munka- és öntözési igény stb.).
 - Nagy kapacitású anaerob lebontó telepek fejlesztése és új technológiák bevezetése, amelyek lehetővé teszik a keletkező metán hasznosítását.
 - Az összegyűjtött metán felhasználása energetikai célokra, például távhő- vagy villamosenergia-termelésre, ezzel is csökkentve a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását.
- 3. A nulla hulladék (Zero Waste) elvén alapuló szabályozások és intézkedések bevezetése és támogatása:**
- Az élelmiszer-pazarlás szigorú korlátozása jogszabályok révén, pl. a lejárat dátum közelében lévő élelmiszerek kötelező megmentése és szétosztása.
 - Az élelmiszer-hulladékot termelő vállalkozások kötelezése arra, hogy a maradékot biogáztermelésre vagy komposztálásra adják át.
- 4. Zöld technológiák állami támogatása és adókedvezmények:**
- Támogatások és pályázati források biztosítása a technológiai innovációkra, amelyek csökkentik a metánkibocsátást.
 - Adókedvezmények a hulladék-újrahasznosító és biogáztermelő vállalkozások számára.
- 5. Hulladéklerakók lefedése és gázgyűjtő rendszerek kiépítése:**

¹⁵⁶ A kidobott hulladék mennyiségével arányos díjfizetési modell, az angolul Pay-As-You-Throw-nak hívott rendszer lényege, hogy a hulladékköltségeket minden háztartás számára a keletkező hulladék mennyiségével (és különösen a hulladéklerakókban vagy hulladékégetőkben ártalmatlanítandó maradék hulladék mennyiségével) arányosan egyénre szabják, így ösztönözve a hulladékcsökkentést.

A hulladékszektor metánkibocsátásának csökkentése

- A legnagyobb metánkibocsátó lerakók teljes lezárása és rekultivációja.
- Megfelelő technológiák alkalmazása a hulladéklerakók kibocsátásának minimalizálására (elsősorban biológiailag aktív réteggel való borítás), amely folyamatosan nyomon követhető és kezelhető.

Mindezen intézkedések hatására a keletkező biohulladék akár 90%-a eltéríthető a lerakóktól.

6 Költségek

Habár egy, a hulladékszektorhoz kötődő üvegházgáz-, és kifejezetten a metánkibocsátás csökkentését célzó intézkedéssorozat költségei tetemesnek mondhatók¹⁵⁷, a költségek nagysága mindenképpen függ a megvalósításra kerülő programok intenzitásától, az alkalmazott technológiai megoldásoktól és a projektmenedzsment hatékonyságától (értsd: a MOHU szakmai kompetenciája, ill. a MOHU és a hulladékszektor egyéb szereplői közötti összhang stb.) is.

Azonban az összköltséget a hasznokkal is célszerű együtt vizsgálni, és az új rendszerek által elérhető pozitív hatást, valamint a költségmegtakarításokat is figyelembe véve árnyaltabb képet kaphatunk. Ahogy arra a Changing Markets Foundation, az EIA és a GAIA közös, Methane Matters című kiadványa felhívja a figyelmet, a „*globális hulladékáramok legnagyobb részét a szerves anyagok teszik ki; a szerves hulladékok keletkezésének megelőzése és a hulladékok különgyűjtése ezért nagymértékben csökkentheti a hulladéklerakókba vagy hulladékégetőkbe kerülő anyagok mennyiségét. Ez pedig elkerülhetővé teszi az új ártalmatlanítási infrastruktúra költséges kiépítését. Ami az alternatív kezelési lehetőségeket illeti, a komposztálás költséghatékony, alacsony beruházási költségekkel jár, és kisebb területet igényel, mint a hulladéklerakók. Azokban az országokban, ahol a kormányok fejlesztik a hulladékos közszolgáltatást, a komposztálás alacsony költségei felszabadíthatnak forrásokat a hulladékgyűjtés kiterjesztésére. A kész komposzt ráadásul értékesíthető is, ami hozzájárul a működési költségek fedezéséhez. A decentralizált kezelés további, a begyűjtésre, a szállítási üzemanyagra és forgalomra, valamint a nagy infrastruktúrára fordított erőforrásokat takaríthat meg.*”¹⁵⁸

A Zero Waste Europe 2024-es kiadványa szintén azt bizonyítja, hogy települési szinten a biohulladék-begyűjtési rendszer bevezetése (amellyel a lerakóba kerülő biohulladék mennyisége, ezáltal az anaerob lebomlás során keletkező metán-kibocsátás is nagyban csökkenthető) akár profitábilis intézkedés is lehet. Simony városában az új biohulladék-begyűjtési rendszert és komposztálást népszerűsítő intézkedések hatására a 2012-es 93,6%-ról 55,4%-ra csökkent a lerakóba kerülő hulladék mennyisége. A begyűjtés és hasznosítás költségét pedig a megtakarítások (a lerakás után fizetendő kisebb összeg, illetve a vegyes hulladék ritkábban történő begyűjtése) és a bevétel (az országos Környezetvédelmi Alapból a begyűjtött konyhai hulladék mennyisége után fizetett összeg) ellensúlyozták, sőt, túlszárnyalták. A környezetvédelmi alap hozzájárulását nem számítva is nagyobb megtakarítást eredményezett az új rendszer az önkormányzat számára, mint a ráfordított költségek nagysága: a város költségvetésében nettó 9000 eurós nyereség keletkezett a megtakarításoknak köszönhetően.¹⁵⁹

Az UNEP és a CCAC (2021) kiadványa több másik elemzés eredményeit áttekintve vizsgálja meg a hulladékszektorban kivitelezhető metánkibocsátási intézkedések lehetséges költségeit. Három másik elemzésre hivatkoznak, amelyek hasonló kibocsátás-csökkentési potenciált (évi 29-36 millió tonna, ebből 10-20 millió tonna elkerülhető relatív alacsony ráfordítással), ám igencsak eltérő költségeket becsülnek. A költségek nagysága (akár „nettó negatív” volta, ahogy a szerzők hívják, ez alatt azt értve, hogy az intézkedések a megtakarítások révén gyorsan megtérülnek) ugyanis nagyban múlik a kiindulási feltételezéseken. Például azon, hogy a szerves hulladék mekkora hányadát tekintjük a forrásnál elkülöníthetőnek, ill. hasznosíthatónak, vagy hogy a gazdaságilag periférián lévő országok esetében milyen üteműnek becsüljük a nyílt lerakók felszámolását. Hogy a hasznosításból származó

¹⁵⁷ v.ö. az ReFED táblázatával, amely megbecsüli az élelmiszer-hulladék újrahasznosítását, továbbadását és megelőzését segítő intézkedések költségeit és az ezek által elkerülhető metánkibocsátás nagyságát az Egyesült Államok viszonyaira nézve: <https://refed.org/uploads/refed-methane-report-final.pdf> (p. 11.)

¹⁵⁸ Changing Markets Foundation/EIA /GAIA (2022)

¹⁵⁹ ZWE (2024b)

megtakarítást levonjuk-e a beruházási és fenntartási költségekből, és egyáltalán milyen diszkontrátával számolunk. Az is számít, hogy a szennyvízkezeléshez kapcsolódó rendkívül drága intézkedéseket beleszámítja-e az adott elemzés.¹⁶⁰

Így például az UNEP és a CCAC tanulmányában hivatkozott elemzések egyike (a US EPA, azaz az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala által készített) szerint a globális kibocsátáscsökkentés 27%-ához, a másik (az IIASA, azaz a Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelemzési Intézet által készített) elemzés szerint 62%-ához kötődik „negatív költség”. Utóbbi a települési hulladékban rejlő potenciálra, a szerves hulladék elkülönített gyűjtésére és a lerakástól való eltérítésére hívja fel a figyelmet – ennek költsége még a környezeti hatások figyelembevétele nélkül is „negatív” a szerzők szerint, azaz az ezzel járó megtakarítások meghaladják a költségeket. Az intézkedéshez kötődően a metánkibocsátás mérséklésének becsült átlagos értéke tonnánként ~8500 USD, a globális mérséklési potenciál pedig évi ~16 millió tonna. Az előbbi tanulmány ezzel szemben a legnagyobb „nettó negatív költségű” kibocsátás-csökkentési potenciálként a depóniagáz befogását és hasznosítását jelöli meg. Elektromos áram előállításával ennek átlagos költsége tonnánként -1750 USD a megelőzött metánkibocsátást tekintve. A legnagyobb „negatív költség” a hulladéklerakó-gáz közvetlen felhasználásra történő hasznosítása, átlagosan -3100 USD/tonna értékkel, amihez évi 2,2 millió tonna mérséklési potenciált becsülnek a szerzők. Az elemzés a hulladékszektorhoz kötődő egyéb intézkedések közül a depóniagáz fáklyázását és a komposztálást jellemzően alacsony költségű intézkedéseként említi, míg az anaerob lebontásnak, a hulladék energetikai hasznosításának, a mechanikai-biológiai kezelésnek és a papír újfafeldolgozásának átlagos költségei magasabbak.¹⁶¹

¹⁶⁰ UNEP & CCAC (2021) Global Methane Assessment – Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions (sz. Ravishankara et al.) <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>

¹⁶¹ Ibid.

7 Következtések

Globálisan a hulladékszektor az antropogén metánkibocsátás mintegy 20%-áért felel, míg Magyarországon ez az arány 42%. Magyarországon tehát a hulladékszektorhoz kötődő üvegházgáz-kibocsátás, ezen belül is kiemelkedően a települési szilárdhulladék lerakásához kapcsolódó metánkibocsátás egy olyan terület, ahol megfelelő beavatkozással az ország globális éghajlatváltozáshoz való hozzájárulása hatékonyan és gyorsan csökkenthető.

Mindehhez a következő lépéseken keresztül vezethet az út:

1. A vegyes hulladékban maradó szerves anyagok lehető legnagyobb mértékű csökkentése¹⁶² az alábbi eszközökkel
 - ételmentő programok,
 - az élelmiszer-pazarlás megelőzése,
 - a szerves anyagok helyben történő kezelésének, például a házi és közösségi komposztálás előmozdítása,
 - a szerves anyagok szelektív gyűjtésének hatékony megvalósítása és kiterjesztése (a legnagyobb mértékben ez járul hozzá a kommunális hulladékban lévő szervesanyag-mennyiség minimalizálásához);
2. a hulladéklerakókról szóló Uniós irányelvben előírt előkezelési kötelezettség szigorú és hatékony végrehajtása, lehetőleg biológiai kezeléssel (elkerülve a szerves anyagokból származó metán, illetve a potenciálisan égetéssel felszabaduló fosszilis CO₂-kibocsátást is);
3. Az anaerob lebontáson átesett anyagok utólagos komposztálásának előírása.

E lépésekkel elérhető, hogy Magyarország metánkibocsátása az elkövetkező években jelentős mértékben csökkenjen.

¹⁶² Jogszabályi szinten ajánlott ennek érdekében a maradék hulladékokban lévő szerves anyagokra vonatkozó felső határérték meghatározása (kg/fő/év)

Hivatkozásjegyzék

HungaroMet (2024) National Inventory Report for 1985-2022, Hungary.
<https://legszenyezettseg.met.hu/kibocsatas/hivatalos-jelentesek>

ZWE (2019) The impact of Waste-to-Energy incineration on climate. (sz. Janek Vähk)
https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/edd/2019/09/ZWE_Policy-briefing_The-impact-of-Waste-to-Energy-incineration-on-Climate.pdf

Arnika / IPEN / TFA / CREPD / CEJAD (2024) Waste incineration and the environment (sz.: Jelínek et. al.)
https://ipen.org/sites/default/files/documents/waste_incineration_and_the_environment.pdf

ZWE (2024) Reducing waste management's contribution to climate change From post-landfilling methane capture to pre-landfill methane prevention. (sz. Dominic Hogg)
<https://zerowasteurope.eu/library/reducing-waste-managements-contribution-to-climate-change-from-post-landfilling-methane-capture-to-pre-landfill-methane-prevention/>

US EPA (2023) Quantifying Methane Emissions from Landfilled Food Waste, (sz. Krause et. al.).
https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-10/food-waste-landfill-methane-10-8-23-final_508-compliant.pdf

GAIA (2022) Zero Waste to Zero Emissions, How Reducing Waste is a Climate Gamechanger.
<https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/10/executive-summary-ENG.pdf>

Zero Waste Europe (2021) Az élelmiszer-hulladék települési szintű csökkentése – Útmutató településeknek az élelmiszer-hulladék helyi élelmiszerrendszeren belüli csökkentéséhez, (sz. Condamine et al.). Letölthető magyar nyelven:
https://humusz.hu/sites/default/files/hun_guidance_on_food_waste_reduction_in_cities_0.pdf

ZWE, Slow Food (2019): Élelmiszer-ellátási rendszerek: az élelmiszer-hulladék megelőzésének receptje – Stratégiai útmutató. (sz. Pierre Condamine). Letölthető magyar nyelven:
https://humusz.hu/sites/default/files/zwe_food_systems_hun.pdf

GAIA (2022) Zero Waste to Zero Emissions – How Reducing Waste is a Climate Gamechanger (sz. Tangri et al.)
https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/11/zero-waste-to-zero-emissions_full-report.pdf

GAIA (2024) Environmental Justice Principles for Fast Action on Waste and Methane.
<https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2024/09/Environmental-Justice-Principles.pdf>

GAIA (2022b): Nulla Hulladék a Nulla Kibocsátásért – Hogyan írja át a klímaváltozás játékszabályait a hulladékcsökkentés? Összefoglaló. Letölthető magyar nyelven:
https://humusz.hu/sites/default/files/executive_summary_hu.pdf

ZWE (2022) A biohulladék gyűjtésének legjobb módjai – Útmutató települések számára a biohulladék szelektív gyűjtésében alkalmazott leghatékonyabb megoldásokról, (sz. Wanderley et al.) Letölthető magyar nyelven: https://humusz.hu/sites/default/files/hun_zwe_biowaste.pdf

Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztály (2003): Zöld és biohulladékok komposztálása

Changing Markets Foundation/EIA /GAIA (2022) Methane Matters – A comprehensive approach to methane mitigation. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/03/METHANE-MATTERS.pdf>

Monoki & Barna (2001): Környezetbarát Energiák. In: Zöldike Könyvsorozat. NIMFEA Természetvédelmi Egyesület. Szarvas.

Vass Zoltán (2002): Csináljuk jól! A megújuló energiaforrások hasznosítása az önkormányzatok számára. Energiahatékonysági és Energetikai Környezetvédelmi Ügynökség Kht. Budapest.

UNEP (2019) Waste to energy – Considerations for informed decision-making: <https://api.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2019/08/WTEfull-compressed.pdf>

Neil Tangri (2023) Waste incinerators undermine clean energy goals, <https://journals.plos.org/climate/article?id=10.1371/journal.pclm.0000100>

GAIA (2018) Facts about “Waste-to-Energy” incinerators. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/GAIA-Facts-about-WTE-incinerators-Jan2018-1.pdf>

Allen & Guajardo (GAIA, 2024b) Cutting Methane Emissions through Zero Food Waste Systems, <https://www.no-burn.org/cutting-methane-emissions-through-zero-food-waste-systems/>

GAIA (2022c): A Key to Rapid Methane Reductions: Keeping Organic Waste From Landfills. (sz. Bill Walsh) https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/11/GAIA_White_Paper_A_Key_to_Rapid_Methane_Reductions_FINAL.pdf

Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 (OHT, 2021) Innovációs és Technológiai Minisztérium. <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/9/92/921/921c2f798773d4336ee3f45884a662d3018bb3d7.pdf>

UNEP & CCAC (2021) Global Methane Assessment – Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions (sz. Ravishankara et al.) <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>