

# HULLADÉKBÓL

## MINTAVÉTEL, MINTA ELŐKÉSZÍTÉS, LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

A hulladékok veszélyessége alapvetően az összetételtől függ. Az összetétel jelenti egyrészt a kémiai komponensek összességét és azok mennyiségét, másrészt a benne kimutatható fertőző mikroszervezeteket (baktériumok, paraziták). Az összetétel teljes körű meghatározásának azonban korlátjai vannak. Magas fokú analitikai műszerezettség mellett sem lehet a 100%-os összetételt megadni, és a vizsgálatok költségei rendkívül magasak.

Ebből az következik, hogy az analitikai vizsgálatok körét észszerű keretek között kell behatárolni, amely a várható, és a tapasztalatok szerint környezetkárosító hatással rendelkező komponensek meghatározására irányul.

A hulladékok toxikusságának meghatározását különösen nehezíti, hogy a hulladékban több anyag együttes hatásával kell számolni. Emellett a hulladékokban előforduló anyagok között több toxikus vegyület lehet, melyek kombinált hatást fejthetnek ki. Ugyanakkor önmagukban inert vegyületek elősegíthetik más anyagok toxikus jellegének előtérbe kerülését, vagy lebomlásuk során keletkezhetnek mérgező metabolitok. Ezeket a komplex mechanizmusokat kémiai vizsgálatokkal tisztázni lehetetlen, és nem is célszerű erre törekedni.

Laboratóriumi körülmények között azonban viszonylag jól standardizálható ezen folyamatok biológiai és ökotoxikológiai hatásának vizsgálata. Ezért a hulladékminősítésben meghatározó szerepet kell kapnia a különböző fejlettségi szintű szervezetekkel végzett hatásvizsgálatoknak.

A hulladékok laboratóriumi vizsgálatának probléma körét az alábbi csoportokra oszthatjuk:

- Mintavétel és minta-előkészítés
- Kivonatok készítése vizsgálatokhoz
  - A hulladék jellemzése, környezetbe történő kioldhatóság és a környezeti hatás jellemzése
  - A lerakhatóság feltételeinek ellenőrzése laboratóriumban
- Analitikai vizsgálatok
- Biológiai, ökotoxikológiai tesztek

### 1. Mintavétel és minta-előkészítés

A hulladékokból vizsgálati célra történő mintavétel alapvető fontosságú. A helyszínen előállított ún. területi mintának reprezentálnia kell a teljes hulladék tömeget, amelynek megvalósítása mind elvi, mind gyakorlati nehézségekbe ütközik. Amíg az analitikai vizsgálatok hibája 10-20% körüli, a mintavétel és minta-előkészítés hibája helytelen gyakorlat esetén akár 100% is lehet. Ebből következik, hogy a hulladékokkal kapcsolatos döntések megalapozása csak jól megtervezett és végrehajtott mintavételből származó minták vizsgálati eredményén alapulhat.

A hulladékok mintavételéhez választott technika alapvetően a hulladék halmazállapotától, homogenitásától illetve darabosságától, szemcseméretétől függ. A hazai mintavételi eljárást termelési hulladékokra az *MSZE 21420-17:2004 Hulladékok jellemzése - 17. rész: Mintavétel* szabvány tartalmazza, a települési hulladékok mintavételét az *MSZ 21420-28:2005 valamint az MSZ 21420-*

29:2005 Hulladékok jellemzése – 29. rész: A települési szilárd hulladékok vizsgálata, minta előkészítés, mintavétel szabványok írják le.

A települési szilárd hulladékok mintavételének részletei elolvashatók a vonatkozó szabványokban. Lényegük a következő:

1. A felméréndő terület meghatározása, mely azt a behatárolt földrajzi terület jelenti, ahol a hulladék összetételének megismerése szükséges (pl.: ha egy hulladékkezeléssel foglalkozó szervezet a törvényi adatszolgáltatási kötelezettségének eleget tesz, akkor a felméréndő terület a szervezet kezelésében lévő földrajzi terület).
2. Gyűjtőkörzetet (szektort) kijelölése, mely a felméréndő terület azon része, melyet a vizsgálatok szempontjából egységként kezelünk. Az egyes gyűjtőkörzeteket úgy célszerű kijelölni, hogy az ott keletkező hulladék közelítőleg azonos makroszkopikus összetételű legyen (pl.: azonos típusú lakónegyedek szerint).
3. A felméréndő terület felosztása kerületek vagy lakónegyedek típusa szerint stb. A választott módszertől függetlenül mindegyik szektorra részletesen meg kell határozni:

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

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

4. A minták számának meghatározása

A vizsgálati eredmények szórásának nagysága az elemzett minták számától és a hulladék heterogenitásától függ, ezért vizsgálatonként és gyűjtőkörzetenként legalább 5 átlagmintát kell képezni és feldolgozni. A nagyobb gyűjtőkörzetekben a hulladék összetétele a területen belül is jelentős eltéréseket mutathat, ezért ha egy felméréndő területen a lakosság létszáma meghaladja a 200.000-ret, akkor a területet célszerű egynél több gyűjtőkörzetre osztani. Ha erre nincs lehetőség, akkor vizsgálatonként ilyen esetben legalább 10 átlagmintát kell képezni.

5. A szükséges tömegű átlagminta a mintavételre kiválasztott gyűjtőjármű által a hulladékkezelő telepre beszállított nyersmintából több módon képezhető:

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

Mindkét esetben a telepre beérkező rakott jármű tömegét meg kell mérni, majd a nyersmintát egy sima, lehetőség szerint betonborítású, esetleg döngölt talajú felületre kell leüríteni. A távozó gyűjtőjármű „üres” tömegét megmérve megkapjuk a rakott és üres különbségként a nyersminta tömegét.

6. Az átlagmintát a képzés után, lehetőség szerint azonnal válogatni kell (válogatószitán), de lehetőleg 24 órán belül, addig az átlagmintákat szakadásálló zsákokban vagy kartondobozokban kell tárolni. Az átlagminta osztályozását-válogatását lehetőség szerint a mintavétel helyszínén kell elvégezni, vagy a megfelelően csomagolt átlagminta a mintavétel helyszínéről válogató osztályozó üzembe szállítható.

Az átlagminta képzése során feljegyzendő adatok:

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

## A minták fogalmi meghatározása

*Nyersminta:* a vizsgálatra kiválasztott a gyűjtőjárműben felhalmozott települési szilárd hulladék.

*Átlagminta képzése* (gyűjtőjárműből való elnyújtott lerakással): Ha a mintavételre kiválasztott gyűjtőjárműben a nyersminta összekeveredik, akkor az átlagminta manuálisan is képezhető. Ekkor a hulladékgyűjtő járműből a nyersmintát a jármű lassú, folyamatos haladása közben egy hosszan elnyújtott lapos alakzatban egy alkalmas sima felületre üríti, majd a nyersmintát a hosszanti tengelyére merőlegesen egy kötéllel annyi részre osztja, hogy egy-egy rész tömege az átlagminta szükséges tömege legyen. Az egyes részek közül véletlenszerű választással kapható az átlagminta.

*Vizsgálati minta készítése kategóriák és alkategóriák szerint kémiai vizsgálatokhoz:* a kategóriák és/vagy alkategóriák szerint válogatott, 105 °C-on tömegállandóságig szárított hulladékok szemcseméretét egy vagy több lépésben megfelelő aprító őrlő berendezéssel 0,5 mm-nél kisebbre kell csökkenteni. Ezt követően a vonatkozó vizsgálati szabványok előírásai szerint kell eljárni.

*Vizsgálati minta készítése az átlagos kémiai összetétel meghatározásához:* az egyes kategóriákra és/vagy alkategóriákra szétválogatott hulladék egyes kategóriákból és/vagy alkategóriákból a hulladék eredeti összetételével azonos tömegarányoknak megfelelő mintát kell összeállítani, 105 °C-on tömegállandóságig szárítani, majd szemcseméretét egy vagy több lépésben megfelelő aprító őrlő berendezéssel 0,5 mm-nél kisebbre kell csökkenteni. Ezt követően a vonatkozó vizsgálati szabványok előírásai szerint kell eljárni.

## 2. Kivonatok készítése a vizsgálatokhoz

A hulladékok analitikai, biológiai, ökotoxikológiai tesztelése során ma még nem elterjedtek a szilárd anyagból történő vizsgálati technikák. Ezért a káros anyag tartalmat különböző kioldási módszerekkel oldatba viszik, majd az oldatot analizálják. További problémát jelent annak értelmezése, hogy a különböző kioldási technikákkal nyert oldatok milyen hatást reprezentálnak, valamint az eredményeket hogyan értékeljük ki, mire vonatkoztassuk (határértékek?).

Az EU a hulladékok lerakásával kapcsolatos szabályozásában (*Council Directive on the landfill of waste 1999/31/EC*) fogalmazta meg először a hulladékok vizsgálatának céljait, ezáltal élesen elkülönültek a mintakezelési és kivonat készítési technikák is.

A vizsgálatok célja szerint a kivonatok három nagy csoportba oszthatjuk:

- Kivonatok, amelyekből a hulladék alap jellemzéséhez (basic characterisation) nyerünk adatokat. Ezen vizsgálatok célja a kvázi teljes szennyező anyag tartalom, illetve a kioldhatósági tulajdonságok meghatározása.
- Megfelelőségi tulajdonságok meghatározására szolgáló módszerek (compliance test). Ezek a hulladékok lerakási feltételeinek meghatározására szolgálnak (tekintettel a hulladék és a lerakóhely tulajdonságaira).
- Területen végzett gyors vizsgálatok.

Magyarországon az eddigi gyakorlat szerint ezek a célok keveredtek, illetve nem különültek el és ez vonatkozik a vizsgálati eredmények értelmezése is. A veszélyes hulladékok minősítésekor lényegében mind a teljes szennyező anyag tartalmat, mind a kioldhatósági jellemzőket figyelembe veszik. Történik ez azért, mert a hulladékok ártalmatlanításának legfőbb módja még napjainkban is a lerakás, így a hulladékok veszélyességének megállapítása egyben a lerakhatóság feltételeinek meghatározását is jelenti.

A hulladékkivonatok tehát olyan oldatok, amelyek különböző oldószerrel készültek a szilárd hulladékból, bizonyos alkotók célzott kioldása érdekében. Az oldódás elősegítésére intenzív érintkeztetést kell biztosítani a hulladék és a kivonószer (oldószer) között, ezt gépi rázatással valósítják meg laboratóriumi rázógépből. A rázás időtartamát tapasztalati úton kell meghatározni. A cél az egyensúlyi állapot elérése, azaz a hulladékból kioldódó, és a folyékony fázisból a szilárd hulladékba visszadiffundáló anyagok mennyisége megegyezik.

A hulladékkivonatok készítésekor különböző környezeti hatásokat modelleznek, amelyek a hulladékot érhetik eltérő körülmények között. A kivonószer megválasztása kémiai anyagismeret alapján történik az egyes vegyületek, vagy azonos tulajdonságú anyagok oldhatósági tulajdonságai szerint.

Hulladékkivonatok készítésekor megkülönböztetjük a nem veszélyes és a veszélyes hulladékokat. Veszélyes hulladékok esetén többféle hatást kell vizsgálni, ezért többféle kivonatot kell készíteni. Települési szilárd hulladék esetén többnyire csak vizes kivonatot szoktak készíteni (amellyel a csapadékvíz/desztillált víz oldó hatását szimulálják).

A kivonatok készítésekor a szilárd anyag (az arány első tényezője) és a kivonó folyadék (az arány második tényezője) mennyiségi arányát szokás megadni: pl. 1:10 kivonat azt jelenti, hogy 1 g szilárd hulladékhoz 10 cm<sup>3</sup> kivonószert (folyadékot) adunk. A továbbiakban ez az arány egyértelműen megadja a kivonat összetételét.

A kivonat fajtája	A célzott modellezés
Vizes kivonat	A csapadékvíz oldó hatását modellezi.
4,5 pH-jú ammónium-acetát-pufferes kivonat	A savanyú kémhatású csurgalékvíz oldó hatását modellezi, amely a hulladéklerakóban jelen van.
2 mol/dm <sup>3</sup> -es salétromsavas kivonat	A kioldható komponensek összes mennyiségének meghatározását teszi lehetővé.
1 g/dm <sup>3</sup> -es dimetil-szulfidos kivonat	A vízzel nem kioldható szerves anyagok meghatározását teszi lehetővé.

1. táblázat. A kivonatok fajtái

Kivonatkészítéshez alkalmazható szabványok:

- MSZ CEN/TS 14405:2007 Hulladékok jellemzése. Kioldódási tulajdonságok vizsgálata. Felfelé áramlásos perkolációs vizsgálat (meghatározott körülmények között)
- MSZ EN 12457-1:2003 Hulladékok jellemzése. Kioldódás. Megfelelőségi kioldási eljárás szemcsés hulladékokra és iszapokra. 1. rész: Nagy szilárdanyag-tartalmú és 4 mm-nél kisebb szemcseméretű anyagok egy lépéses, szakaszos kioldása 2 l/kg folyadék - szilárd anyag arány alkalmazásával (szemcseméret-csökkentéssel vagy anélkül)
- MSZ EN 12457-2:2003 Hulladékok jellemzése. Kioldódás. Megfelelőségi kioldási eljárás szemcsés hulladékokra és iszapokra. 2. rész: 4 mm-nél kisebb szemcseméretű anyagok egy lépéses, szakaszos kioldása 10 l/kg folyadék - szilárd anyag arány alkalmazásával (szemcseméret-csökkentéssel vagy anélkül)
- MSZ EN 12457-3:2003 Hulladékok jellemzése. Kioldódás. Megfelelőségi kioldási eljárás szemcsés hulladékokra és iszapokra. 3. rész: Nagy szilárdanyag-tartalmú és 4 mm-nél kisebb szemcseméretű anyagok két lépéses, szakaszos kioldása 2 l/kg és 8 l/kg folyadék - szilárd anyag arány alkalmazásával (szemcseméret-csökkentéssel vagy anélkül)

- MSZ EN 12457-4:2003 Hulladékok jellemzése. Kioldódás. Megfelelőségi kioldási eljárás szemcsés hulladékokra és iszapokra. 4. rész: 10 mm-nél kisebb szemcseméretű anyagok egylépéses, szakaszos kioldása 10 l/kg folyadék - szilárd anyag arány alkalmazásával (szemcseméret-csökkentéssel vagy anélkül)
- MSZ CEN/TS 14405:2007 Hulladékok jellemzése. Kioldódási tulajdonságok vizsgálata. Felfelé áramlásos perkolációs vizsgálat (meghatározott körülmények között)
- MSZ EN 13656:2004 Hulladékok jellemzése. Hidrogén-fluorid (HF), salétromsav (HNO<sub>3</sub>) és sósav (HCl) keverékével végzett mikrohullámú feltárás elemek ezt követő meghatározásához

### 3. Fizikai-kémiai vizsgálatok

Fizikai-kémiai paramétereknek tekintjük azokat a jellemzőket, melyek megfigyelés (szín, szag) vagy kémiai analízis útján meghatározhatók. Az ezen vizsgálatokkal nyert adatokat a következőképpen csoportosíthatjuk:

- általános jellemzők
- desztillált vízzel kioldható komponensek
- pH 4,5-ös acetát-pufferrel kioldható komponensek

#### Általános jellemzők

A hulladékminősítést elrendelő jogszabály a fizikai és kémiai vizsgálatok körében olyan általános jellemzőket rögzít, mint pl. izzítási veszteség, pH, vezetőképesség stb. Az idők folyamán a fogalom átértékelése vált szükségessé, ami az idetartozó komponensek körének és jellegének bővülését jelenti.

Mai fogalmaink szerint az általános jellemzők alatt értjük mindazon tulajdonságokat, melyek az eredeti hulladékot jellemzik. Ide soroljuk azokat a vizsgálati eredményeket is, melyek valamely komponens teljes mennyiségének meghatározására irányulnak. Mértékegységük általában (mg/kg eredeti anyag), ilyen a savval feltárható fémtartalom, vagy pl. a szerves oldószerrel extrahálható szerves vegyületek. Különleges helyet foglal el az általános jellemzők körében a pH, bepárlási maradék és annak izzítási vesztesége, az elektromos vezetés és a kálium-bikromáttal meghatározható KOI<sub>k</sub>. Ezek jellegüknél fogva vizes kivonatból határozhatók meg, dimenziójuk is vizes oldatra vonatkozik.

A hulladékminősítés szempontjából az általános jellemzők a potenciális veszély mértékét jelentik. A vizsgálati kört azonban az újonnan ismertté váló és toxikus vegyületek vizsgálatával folyamatosan bővíteni kell. Ki kellene egészíteni a kört szerves oldószerrel extrahálható szerves halogénezett vegyületekkel (AOX), illékony aromás és alifás csoporttal valamint a poliklórozott bifenilek (PCB) mellett a poliklórozott terfenilekkel (PCT), továbbá a dibenz-dioxinokkal (PCDD) és dibenz-furánokkal (PCDF). Az eddigi vizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy ásványi olaj tartalmú hulladékok esetében a PCB-k, míg égetési maradékoknál és füstgáztisztítási hulladékoknál a PCDD-k mérése nem nélkülözhető. Utóbbiak mérése az elmúlt néhány évben került előtérbe. A policiklusos aromás vegyületek (PAH) csoportjából korábban csak 4-5 indikátor vegyületet határoztak meg, ma már általános az US-EPA által javasolt 16 PAH vegyület meghatározása.

#### Desztillált vízzel kioldható komponensek

Ezen jellemzőkkel a könnyen mobilizálható mérgező anionok és kationok határozhatók meg. Kiindulási anyag a szilárd hulladékból vagy az iszapok szilárd fázisából 1:10 tömegarányban nyert vizes extraktum. Mértékegysége mindig mg/L vizes oldat. A minősítés szempontjából ezek az adatok az azonnali veszélyt jelentik.

#### **pH 4.5 acetát-pufferes kivonatban mért jellemzők**

A szeméttelpek szivárgó vizét jól modellező oldattal történő kioldhatósági vizsgálat elsősorban az un. toxikus nehézfémek meghatározására irányul. Az oldatkészítésnél használt ammónium-acetát nagy puffer-kapacitása miatt a nyert adatok információt adnak a savasodó környezet és a hulladék kölcsönhatásairól is. A kivonat 1:10 tömegarányú, dimenziója mg/L kivonószer.

A vizsgálatokat végeztető intézmény feladata a technológia oly mértékű megismerése, hogy a hulladéokra jellemző minden fizikai tulajdonság és kémiai komponens meghatározásra kerüljön már az alapminősítés során. További feltétel, hogy a minősítés során meghatározott kémiai komponensek vizsgálati módja megfeleljen a megfelelő vizsgálati szabványnak, valamint a mérés alsó méréshatára háromszoros biztonsággal kisebb legyen, mint a kiértékeléshez használt vonatkoztatási érték (határérték, referencia érték).

#### *Felhasznált irodalom:*

[http://phd.om.hu/disszertaciok/ertekezesek/2002/de\\_365.pdf](http://phd.om.hu/disszertaciok/ertekezesek/2002/de_365.pdf)

[http://www.szie.hu/file/tti/archivum/Keresztenyi\\_phd.pdf](http://www.szie.hu/file/tti/archivum/Keresztenyi_phd.pdf)

<http://www.mszt.hu/>

[http://www.petriktiszk.hu/Lists/Hirdetmnyek/Attachments/42/HULL14\\_TJ%20beliv.pdf](http://www.petriktiszk.hu/Lists/Hirdetmnyek/Attachments/42/HULL14_TJ%20beliv.pdf)

MSZE 21420-17:2004 Hulladékok jellemzése - 17. rész: Mintavétel

MSZ 21420-28:2005 Települési szilárd hulladékok vizsgálata. Mintavétel

MSZ 21420-29:2005 Települési szilárd hulladékok vizsgálata. A minta előkészítése, az anyagi összetétel meghatározása anyagfajták szerinti szétválogatással