



Demkó Csaba

## Környezetvédelmi mérés technika VI: hulladék vizsgálatok



A követelménymodul megnevezése:

### Általános környezetvédelmi feladatok

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-036-50



## HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ALAPJAI, HULLADÉK VIZSGÁLATOK

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ha ezt a szót halljuk hulladék, ijesztő képek jutnak eszünkbe, nagy szeméthegekkel, bűzlő csatornarendszerrel és belegondolni sem merünk mennyi pénzbe, energiába és szervezésbe kerül, hogy kezelni tudjuk ezeket a problémákat. Az ember és az élőlények fennmaradása nagymértékben függ az őket körülvevő környezet állapotától, ezért magunkra kell vállalnunk a környezettudatos magatartás feladatát. A környezetvédelem egyik fontos része a hulladékkal való gazdálkodás.

De vajon mit nevezünk hulladéknak? Hogyan kell tárolni a keletkezett hulladékokat, milyen követelményeket támasztanak a hulladéklerakó létesítése és üzemeltetése során? Milyenek a mintavétellel és a vizsgálatokkal kapcsolatos követelmények?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A történelem minden korszakában megtalálható a szeméttel való harc problémája, azonban különös jelentőséget csak a XX. Század második felében kapott. Ekkor ugyanis világszerte elképesztő iramban nőtt a technikai fejlődés, ami a fogyasztást és ezzel együtt a termelés növekedését hozta magával. A keletkezett hulladék mennyisége túlnőtte a népesség növekedési mértékét a helytelen gazdálkodási, fejlesztési és fogyasztási szokások miatt. A pazarló életmód miatt egyre több tovább nem hasznosított anyag került a környezetbe. Minden a környezetben nagy mennyiségben felhalmozódó anyag a környezetet károsítja az ember és az élőlények életfeltételeit rontja. Különösen vonatkozik ez az erősen fertőző, mérgező vagy sugárzó anyagokra amelyek minden természeti elem súlyos károsodását okozhatják.

Magyarországon jelenleg a hulladékok nagy mennyisége és kezelésének alacsony színvonala okozza az egyik legsúlyosabb környezetvédelmi problémát. Sok egyéb probléma mellett hiányzik a hulladék keletkezésének csökkentését illetve az újrahasznosítását kikényszerítő következetes gazdasági és jogi szabályozás. Hulladék az amire már nincsen szükségünk, ami nem azt jelenti, hogy a hulladék nem hordoz értéket, hanem azt, hogy jó anyag rossz helyen. Különbséget kell tenni szemét és hulladék közt. Utóbbi azt jelenti, ami a keletkezés helyén feleslegessé vált, de külön gyűjtve és kezelve újrahasznosítható.

A hulladékgazdálkodás azon hulladékkal összefüggő tevékenységek rendszere, beleértve a hulladék keletkezésének megelőzését, mennyiségének és veszélyességének csökkentését, kezelését, ezek tervezését és ellenőrzését, a kezelő berendezések és létesítmények üzemeltetését, bezárását, utógondozását, a működés felhagyását követő vizsgálatokat, valamint az ezekhez kapcsolódó szaktanácsadást és oktatást.

A hulladékok csoportosítása: Legáltalánosabb csoportosítási mód az eredet szerinti csoportosítás. Ennek megfelelően a hulladék lehet települési azaz kommunális hulladék, illetve az ipar, mezőgazdaság és a szolgáltatások területén keletkező termelési hulladék. A termelési hulladékon belül elkülönítjük a veszélyes és a nem veszélyesnek ítélt hulladékokat.

A kommunális hulladékok deponálása úgynevezett inert hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakóban történik.

**Hulladék lerakó létesítésének és üzemeltetésének követelményei:**

1. A hulladéklerakót olyan műszaki védelemmel kell megtervezni és megépíteni, amely biztosítja a hulladéklerakó teljes élettartama során a környezeti elemek, különösen a közvetlen környezetében lévő felszíni- és felszínalatti vizek, a földtani közeg és a levegő szennyeződés elleni védelmét.
2. A hulladéklerakó medencéjének alját és oldalait úgy kell kialakítani, hogy azok szigetelőrétege megfeleljen az alábbi követelménynek:

Hulladéklerakó kategória	Vastagság (m)
Inert hulladéklerakó (A-kategória)	$\geq 1$
Nem veszélyes hulladék lerakó (B1b és B3) kategória	$\geq 1$
Veszélyes hulladék lerakó (C-kategória)	$\geq 5$

*1. táblázat A különböző típusú hulladéklerakó létesítése során minimálisan előírt szigetelőréteg vastagság*

A szigetelő réteg természetes vagy mesterséges anyagokból egyaránt kialakítható.

3. A hulladéklerakó építésekor csurgalékvízgyűjtő rendszert kell kialakítani, mely a csurgalékvizek gyűjtésére, elvezetésére és ellenőrzésére szolgáló hatékony szivárgó rendszer összefoglaló neve. A hulladék és az első szigetelő réteg közé kerülő szivárgó rendszernek legalább két rétegből kell állnia. A szigetelő rétegre kerül a csurgalékvízgyűjtő és elvezető rendszer, majd e réteg és a hulladék közé egy szűrő-védő réteg beépítése szükséges.

4. A hulladéklerakót úgy kell üzemeltetni, hogy az üzemeltetésből ne származhassanak környezetszennyező hatások. Ennek érdekében el kell kerülni a légszennyezést (pl. a kiporzásból származó szállópor és aeroszolok képződése), valamint a bűzhatásokat a hulladéknak széllel való elhordását a forgalom okozta káros zaj- és rezgésterhelést a madarak, a kártékony kisemlősök és rovarok elszaporodásából származó károkat a tüzesetek bekövetkezését a felszíni, valamint a felszín alatti víz, továbbá a földtani közeg szennyezését.

### **A hulladék hulladéklerakókban történő átvételével kapcsolatos eljárások és követelmények**

#### A hulladék vizsgálatának, átadásának és átvételének részletes szabályai

##### Alapjellemezés

Az alapjellemezésnek különösen a következőkre kell kiterjednie:

- a) a hulladék külön jogszabály szerinti EWC kódszáma, eredete, a hulladékot eredményező technológia rövid leírása, a hulladék fizikai megjelenési formája, minőségi összetétele, teljes (rendszeresen képződő hulladék esetén az időegység alatt képződő) mennyisége és – ahol szükséges és lehetséges – az egyéb, a lerakással történő ártalmatlanítás szempontjából jellemző tulajdonságai, különös tekintettel a hulladéklerakóban várható változásaira, a kémiai kölcsönhatásokra, illetve a hulladéklerakó szigetelő anyagával való kölcsönhatásokra;
- b) a hulladék veszélyességi jellemzőinek meghatározására;
- c) a hulladék kioldódási jellemzőire és azoknak a hulladéklerakóban várható változásaira;
- d) a kioldódási jellemzőknek a lerakhatósági szempontok szerinti értékelésére és a hulladék átvételére megfelelő hulladéklerakó-kategória meghatározására;
- e) rendszeresen képződő hulladék esetében a kritikus paraméterek kiválasztására a megfelelőségi vizsgálatokhoz és a megfelelőségi vizsgálat elvégzési gyakoriságának meghatározására;
- f) annak bemutatására, hogy a lerakásra szánt hulladék sem eredeti, sem előkezelt formájában gazdaságosan nem hasznosítható.

Inert hulladék esetében az alapjellemezéshez nem szükséges laboratóriumi vizsgálatokat végezni, ha a hulladék szerepel a 2. táblázatban

Nem kell a hulladék alapjellemezéséhez vizsgálatokat végezni, amennyiben a hulladék vizsgálata a gyakorlatban nem megvalósítható, illetve nem kell olyan paramétereket vizsgálni az alapjellemezés során, melyek vizsgálatára nem áll rendelkezésre megfelelő módszer, továbbá abban az esetben, ha valamennyi, az alapjellemezéshez szükséges információ rendelkezésre áll.

EWC kód	Leírás	Korlátozások

10 11 03	Üveg alapú, szálás anyagok hulladékai	A hulladék nem tartalmazhat szerves kötőanyagot
15 01 07	Csomagolási üveg-hulladékok	
17 01 01	Beton	Elkülönített építési és bontási hulladékok*
17 01 02	Tégla	Elkülönített építési és bontási hulladékok*
17 01 03	Cserép és kerámiák	Elkülönített építési és bontási hulladékok*
17 01 07	Beton, téglá, cserép és kerámia keveréke	Elkülönített építési és bontási hulladékok*
17 02 02	Üveg	
17 05 04	Föld és kövek	A hulladék nem tartalmazhatja a talaj humuszos rétegét, tőzeget, továbbá szennyezett területről származó földet, köveket
19 12 05	Üveg	
20 01 02	Üveg	Elkülönített üveg
20 02 02	Talaj és kövek	A hulladék csak kertekből, parkokból származhat, és nem lehet benne humusz, illetve tőzeg

2. táblázat Alapjellemezéshez szükséges vizsgálatok nélkül átvehető inert hulladékok

Rendszeresen képződő hulladéknak az a hulladék tekinthető, amely egy vagy több létesítményben azonos termelési vagy azonos termelési és előkezelési tevékenységből származik

A megfelelőségi vizsgálattal történik a rendszeresen képződő hulladék ellenőrzése. A megfelelőségi vizsgálatot évente legalább egyszer el kell végezni.

Összetevő	Kioldási vizsgálat (L/S=10 l/kg, desztillált víz)
	Határkoncentráció mg/kg szárazanyag
As	0,5
Ba	20
Cd	0,04
Cr összes	0,5

Cu	2
Hg	0,01
Mo	0,5
Ni	0,4
Pb	0,5
Sb	0,06
Se	0,1
Zn	4
Klorid-ionok	800
Fluorid-ionok	10
Szulfát-ionok	1000*
Fenol index	1
DOC: szerves kötésben lévő oldott szén összes mennyisége	500
TDS: a hulladékból kioldódott szilárd anyagok összes mennyisége	4000

3. táblázat átvételi határkoncentrációk 1:10 -es desztilláltvizes kivonatból történő vizsgálatok inert hulladéklerakón.

Jellemző	Határkoncentráció mg/kg
TOC (szerves kötésben lévő szén összes mennyisége)	30 000*
BTEX (benzol, toluol, etil-benzol és xilol)	6
PCB (poliklórozott bifenilek: 28, 52, 101, 118, 138, 153 és 180 kongenerek)	1
Ásványolaj (C10-C40 szén-atomszámú összetevők)	500
PAH (policiklikus aromás szénhidrogének, 16 vegyületre)	1

4. táblázat átvételi határkoncentrációk közvetlenül a hulladékból elvégzett vizsgálatokhoz inerthulladék-lerakó esetében



Mintavétellel és vizsgálatokkal kapcsolatos követelmények:

A hulladék mintavételhez és a hulladékvizsgálatokhoz (hulladékok általános tulajdonságai, kioldási vizsgálatok, nyers hulladék feltárása, analízis) a CEN, Európai Szabványügyi Bizottság által kiadott vonatkozó szabványok, illetve a nemzeti szabványok szolgálnak referenciaként. A mintavételhez mintavételi tervet kell készíteni.

A kioldási vizsgálatokhoz a hulladékból aprítással, szabványban rögzített módszerekkel, alkalmas részecskeméret-eloszlású frakciókat kell készíteni.

A kioldási határértékek az  $L/S = 10$  l/kg folyadék/szilárd arány mellett végzett kioldásos vizsgálatokra, valamint az  $L/S = 0,1$  l/kg folyadék/szilárd arány mellett végzett perkolációs (átfolyásos) vizsgálat első eluátumának koncentrációira ( $C_0$ ) vonatkoznak. A hulladék átvétele szempontjából az  $L/S = 10$  l/kg folyadék/szilárd arány mellett végzett kioldásos vizsgálatok határkoncentrációit kell figyelembe venni.

A táblázatban feltüntetett határkoncentrációkat túllépő hulladék nem vehető át az adott lerakó kategóriában történő elhelyezésre.

2. Átvételi követelmények a különböző kategóriába sorolt hulladéklerakókon

*Átvételi követelmények inert hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakón (A kategória)*

A 2. táblázatban felsorolt hulladékot a hulladéklerakó üzemeltetője az alapjellemezéshez szükséges vizsgálatok nélkül átveheti, de a helyszíni ellenőrző vizsgálatokat köteles elvégezni.

Ha a helyszíni ellenőrző vizsgálatok alapján felmerül a szennyeződés gyanúja, akkor el kell végezni a 3.-4. táblázatban szereplő összetevők vizsgálatát, és ez alapján dönt a hulladéklerakó üzemeltetője a hulladék átvételéről vagy annak megtagadásáról.

*Átvételi követelmények nem veszélyes hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakón (B kategória)*

1. Átvételi követelmények szerves, nem veszélyes hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakón (B1b kategória)

B1b kategóriájú hulladéklerakóban átvehető és lerakható hulladéknak a lerakhatósági szempontok szerinti értékelését a kioldási vizsgálatok eredményei, valamint a 5. táblázatban felsorolt határértékek összehasonlítása alapján kell elvégezni.

Előkezelt, stabil, nem reakcióképes (eredetileg) veszélyes hulladék – más, nem veszélyes hulladékkal együtt – közös medencében lerakható.

Összetevő	Kioldási ( $L/S=10$ l/kg, desztillált víz)	vizsgálat
	Határkoncentráció mg/kg szárazanyag	
As	2	
Ba	100	
Cd	1	

Cr összes	10
Cu	50
Hg	0,2
Mo	10
Ni	10
Pb	10
Sb	0,7
Se	0,5
Zn	50
Klorid-ionok	15 000
Fluorid-ionok	150
Szulfát-ionok	20 000
DOC: szerves kötésben lévő oldott szén összes mennyisége	800
TDS: a hulladékból kioldódott szilárd anyagok összes mennyisége	60 000

5. táblázat átvételi határkoncentrációk 1:10-es desztilláltvízes kivonatból történő vizsgálatok B1b alkategóriájú hulladéklerakón

Jellemző	Határkoncentráció
TOC (szerves kötésben lévő szén összes mennyisége)	5 tömeg %*
pH	≥ 6
ANC/BNC (sav-, illetve lúgsemlegesítési kapacitás)	Lásd a alatti értelmezést

6. táblázat átvételi határkoncentrációk közvetlenül az előkezelt, stabil, nem reakcióképes (eredetileg) veszélyes hulladékokból elvégzett vizsgálatokhoz B1b alkategóriájú hulladéklerakón

Átvételi követelmények veszélyes hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakón (C kategória)



A C kategóriájú hulladéklerakóban átvehető és lerakható veszélyes hulladéknak a lerakhatósági szempontok szerinti értékelését a hulladékból granulálással előállított mintákra vonatkozó kioldási vizsgálatok eredményei, valamint a 7.-8. táblázatokban felsorolt határértékek összehasonlítása alapján kell elvégezni.

Összetevő	Kioldási vizsgálat (L/S= 10 l/kg, desztillált víz)
	Határkoncentráció mg/kg szárazanyag
As	25
Ba	300
Cd	5
Cr összes	70
Cu	100
Hg	2
Mo	30
Ni	40
Pb	50
Sb	5
Se	7
Zn	200
Klorid-ionok	25 000
Fluorid-ionok	500
Szulfát-ionok	50 000
DOC: szerves kötésben lévő oldott szén összes mennyisége	1000
TDS: a hulladékból kioldódott szilárd anyagok összes mennyisége	100 000

*7. táblázat átvételi határkoncentrációk desztilláltvizes kivonatból történő vizsgálatok C kategóriájú hulladéklerakón*

Ha a hulladék mért DOC értéke a saját pH-ján mérve nagyobb, mint a táblázatban felsorolt határérték, akkor pH 7,5-8 közötti tartományban, L/S=10 l/kg arány mellett kell meghatározni a DOC értéket. Átvehető a hulladék akkor, ha a 7,5-8 pH tartományban mért DOC koncentrációja nem haladja meg a táblázatban felsorolt 1000 mg/kg határértéket.

Ha a hulladék szulfát- és kloridion tartalma teljesíti a fenti határkoncentrációkat, a TDS érték túllépés esetén is átvehető a hulladék.

Jellemző	Határkoncentráció
LOI (izzítási veszteség)*	10%
TOC (szerves kötésben lévő szén összes mennyisége)**	6%
ANC/BNC (sav-, illetve lúg-semlegesítési kapacitás)	

*8. táblázat átvételi határkoncentrációk közvetlenül a hulladékból elvégzett vizsgálatokhoz C kategóriájú hulladéklerakón*

A hulladék lerakással kapcsolatos KvVM rendelet szerint a B és C kategóriájú hulladéklerakón történő hulladék elhelyezése előtt kioldódásos vizsgálatokkal évente legalább egy alkalommal meg kell vizsgálni a hulladék veszélyességét. A hulladék vizsgálatokat megelőzi egy reprezentatív mintavétel. A magyar hulladék mintavételi szabvány alkalmas folyékony, szilárd hulladék reprezentatív mintavételére. A mintavételt megelőzően helyszíni szemlét kell tartani, mely során információt szerzünk pl a hulladékfizikai megjelenési formájáról, várható összetételéről, mennyiségéről, tárolás módjáról. A helyszíni szemléről jegyzőkönyvet készítünk. A helyszíni szemlén tapasztaltak alapján mindenre kiterjedően elkészítjük a mintavételi tervet. Itt kerül rögzítésre a szükséges vizsgálatok köre, minták száma, az alkalmazandó mintavételi technikák, átlagminta képzés módja, a minták csomagolása, szállítása a vizsgáló laboratóriumba. A mintavételről a helyszínen jegyzőkönyvet készítünk. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a mintavétel helyét, mintavétel időpontját, a mintavételnél jelenlévő személyek nevét, beosztását, munkahelyét, mintavétel módját, alkalmazott mintavevő eszközök, minták száma, azonosítása, elosztása, vizsgálandó komponensek, vizsgálatot végző szervezet neve, hulladékot eredményező technológia rövid leírása, hulladék évente keletkező mennyisége.

### **A hulladék vizsgálata**

A hulladék minta laboratóriumba történő érkezése után a minta reprezentatív részét előkészítjük, pofás törő, kalapácsos törő, golyósmalom segítségével elérjük a megfelelő szemcseméretet, majd homogenizálás és úgynevezett negyedeléses eljárás segítségével kialakítjuk a vizsgálati mintarészleteket. A mintából L/S 1: 10-es desztilláltvízes kivonatot készítünk, ami úgy készül, hogy 100 g mintához 1000 ml desztillált vizet adunk, majd 24 órán keresztül keverőgép segítségével folyamatosan keverjük. Így érjük el az érintkezési felület megnövekedését, amikor is a vízoldható anyagok a folyadékfázisba kerülnek. Ezután a mintától elválasztjuk a folyadék fázist centrifugálással, majd 45 µm pórusméretű szűrőpapíron történő szűréssel. Az így kapott kivonatból As, Ba, Cd, összesCr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sn, Se, Zn, klorid-ion, fluorid-ion, szulfát-ion, DOC és TDS vizsgálatok történnek. A hulladék mintából közvetlenül is történnek vizsgálatok, ezek a TOC, pH, LOI, ANC/BNC vizsgálatok. A kapott vizsgálati eredményekből a rendeletben megfogalmazott táblázat felhasználásával, eldöntjük, hogy az adott hulladéklerakóban elhelyezhető-e a vizsgált hulladék, vagy nem.

### 1:10-es kivonatok vizsgálata:

#### Fém vizsgálatok:

#### Elektrotermikus atomizációs, illetve ICP (induktív csatolású plazma) fémanalitikai módszerek



1. ábra ICP fémanalitikai készülék



2. ábra atomabszorpciós készülék

Ezt a módszert használjuk az alábbi fémek mérésére: alumínium, arzén, bárium, cink, ezüst, kadmium, kobalt, króm, mangán, molibdén, nikkel, ólom, ón, réz, szelén és vas tartalom. A méréshez használt segédgáz argon. A háttérzavarások kiküszöbölésére a berendezés rendelkezik deutériumlámpás és Zeeman-rendszerű háttérkorrekcióval is, valamint a kémiai zavarásokat egyrészt platformos atomizációval, másrészt kémiai módosítók alkalmazásával, vagy addíciós módszerrel küszöböljük ki. Természetesen a mintákat hígítani is lehet a nagy sótartalom miatti zavarások kiküszöbölésére. A számítógép bekapcsolása után indítjuk el az atomabszorpciós készüléket (először kemencét majd a spektrométert). A számítógépes programon megjelenő ablakokban beállítjuk az analízishez szükséges paramétereket.

Mivel a laboratórium minden általa mért fémnél rendelkezik már optimalizált programmal, így kiválasztjuk a mérendő fémét, és az erre vonatkozó eltárolt programot hívjuk be.

A tárolt program bekapcsolja a lámpát, beállítja rést és a kívánt hullámhosszat és a többi paramétert majd kb. 10 percre előmelegíti az üregkátódos lámpát.

Elindítjuk a grafikkálya hűtővizét.

A program beállítja az analízishez szükséges gázmennyiséget, majd a fali csap elfordításával megindítjuk a gázáramlást.

Beírjuk a kalibrációs pontokat, koncentrációkat.

Az automata mintaváltó paraméterlapján beírjuk a minták azonosítóit, sorszámát valamint az injektált hőmérsékletet, térfogatot ill., hogy kérünk-e töményítést a grafit küvettában

A készüléket mindig "ÜRES", mintabevitel nélküli felfűtéssel nullázzuk, így állítjuk be az automatikus nulla értéket. Az analízis a vak minta mérésével folytatódik, majd a kalibráció jön, sikeres kalibráció esetén a program megjeleníti a beállított paramétereknek (integrálás, csúcsmagasság stb.) megfelelően a kalibrációs görbét (a görbe illesztés történhet a legkisebb négyzetek módszerével, vagy magasabb fokú polinommal)

Kalibráció után történik a minták mérése, majd végezetül az eredmények kinyomtatása, mentése

A mérés során elvégezzük a minőségbiztosítási minták analízisét. Az analízis befejezésekor kilépünk a programból, az kapcsolja ki az üregkatódos lámpát (a kikapcsolás útja: először a software majd a spektrométer és a kemence), majd lezárjuk a gázt a fali csappal

Kikapcsoljuk a számítógépet és a spektrométert

Az aznapi analízis végeztével a gázpalacktárolóban lévő gázpalackot is lezárjuk az ide vonatkozó utasítás szerint. Az eredményeket mg/kg szárazanyag tartalomban kifejezve adjuk meg a KvVM rendelet szerint.

Higanytartalom meghatározása hideg gőzös és dúsításos AAS technikával



3. ábra higany analizátor

Savas közegben ón(II)-klorid reagens segítségével az egy vagy kétvegyértékű higanyt elemi higannyá alakítjuk, majd a higanygőzt a spektrométer fényútjába helyezett kvarccsőbe vezetjük és a higany rezonanciavonalán mérjük a fényelnyelést.

Amennyiben igen kis koncentrációról van szó, akkor a reakciós edényben felszabaduló elemi higanygőzt amalgámképzéses dúsításra a HS 90 berendezésben lévő aranyhálóra vezetjük, az itt összegyűlt higanygőzt elektromos fűtéssel deszorbeáljuk és nitrogén gázzal a spektrométerre vezetjük.

A mérés egyebekben ugyanúgy történik mint a lángos módszernél leírtak, csak itt értelemszerűen nincs láng. Az eredményeket mg/kg szárazanyag tartalomban kifejezve adjuk meg a KvVM rendelet szerint.

Klorid-ion, fluorid-ion ionszelektív elektróddal történő mérése:

A fluoridion- és kloridion-koncentráció potenciometriás meghatározásához olyan mérőcellákat használunk, melyben az összehasonlító és indikátor elektród potenciálja töményebb oldatokban a mintában mért szennyezőanyag koncentráció logaritmusával arányos. Helyezzük üzembe és készítsük elő méréshez az elektródokat és a mérőkészüléket a gyártó utasítása szerint. A készüléket két ponton minden mérés alkalmával szükséges kalibrálni és csak ezután mérhető a vizsgálati minta szennyezőanyag tartalma. Bizonyos időközönként mérése közben ellenőrizzük hitelesített etalonnal a készülék állapotát. Az eredményeket mg/kg szárazanyag tartalomban kifejezve adjuk meg a KvVM rendelet szerint.

Szulfát tartalom meghatározása:



4. ábra spektrofotométer



A módszer elve: a szulfátionokat ismert mennyiségű bárium-klorid oldattal lecsapjuk. Az elegyhez ismert mennyiségű kálium-kromát oldatot adunk, és a bárium-kromát csapadék leválása után a kálium-kromát feleslegét fotométer segítségével mérjük. A kálium-kromát mennyisége a szulfát mennyiségével arányos. A szulfátion koncentrációt a kalibrációs görbéről leolvassuk mg/l-ben. Az eredményeket mg/kg szárazanyag tartalomban kifejezve adjuk meg a KvVM rendelet szerint.

DOC (oldott szerves szén tartalom):



5. ábra TOC analízátor

Az oldott szerves szén tartalom meghatározása katalitikus oxidációval történik. A szerves részről megtisztított minta égetőtérbe kerül, ahol 1050°C-on elég és oxidálódik. A keletkezett szén-dioxid egy több csatornás IR (infravörös)-detektoron átáramlik, a számítógép szoftvere segítségével a mért jel integrálját a tárolt és előzetesen ellenőrzött kalibrációs görbék felhasználásával a megfelelő koncentráció értékre alakítja át. Az eredményeket mg/kg szárazanyag tartalomban kifejezve adjuk meg a KvVM rendelet szerint.

#### TDS tartalom:

TDS tartalom a hulladék mintából 1:10-es tömegarányú desztillált vizes kivonatból nyert szűrlet szárazanyag tartalma. A vizes kivonat szűrletéből párhuzamosan legalább háromszor 100 ml-t 105 °C hőmérsékleten szárított és exsikkátorban hűtött analitikai mérlegen mért, ismert tömegű ( $m_1$ ) porcelánedénybe mérünk, majd vízfürdőn szárazra pároljuk, szárítószekrényben 105 °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárítjuk. Exsikkátorban való lehűtés után ismét lemérjük a tömegét ( $m_2$ ). A vizsgált hulladék vízoldható anyagtartalmát, x-et g/kg-ban a következő képlettel számítjuk ki.  $X = 100(m_1 - m_2)$

#### **Hulladék mintából közvetlenül történő meghatározások**

##### TOC tartalom:

A teljes szerves széntartalom meghatározása katalitikus oxidációval történik, azonban a mátrix ebben az esetben nem folyadék, hanem szilárd. A szerves részről megtisztított minta égetőtérbe kerül, ahol 1050°C-on elég és oxidálódik. A keletkezett szén-dioxid egy több csatornás IR (infravörös)-detektoron átáramlik, a számítógép szoftvere segítségével a mért jel integrálját a tárolt és előzetesen ellenőrzött kalibrációs görbék felhasználásával a megfelelő koncentráció értékre alakítja át. Az eredményeket mg/kg szárazanyag tartalomban kifejezve adjuk meg a KvVM rendelet szerint.

##### pH meghatározás:

A hulladékminta 1:10-es desztillált vizes kivonatából történik a meghatározás. A pH a hidrogén ion koncentrációjának tízes alapú negatív logaritmus. A pH mérőt és az elektród állapotát két különböző, ismert pH-jú puffer oldattal ellenőrizzük, ezután a hulladékminta oldatába kombinált elektródot helyezünk. Az elektródok közötti potenciál különbséget, amely a pH-val arányos megmérjük, a pH értéket a műszerről leolvassuk.

##### LOI meghatározás:

A LOI izzítási veszteség angol rövidítése, a 105 °C-on szárított minta 800 °C-on tömegállandóságig végzett izzítása során bekövetkezett tömegvesztesége. A minta izzítása során visszamaradó része a hamu tartalom, vagy izzítási maradék.

*Hamu tartalom kiszámítása m/m %-ban:  $x = ((m_a - m_c) / (m_b - m_c)) 100$*

Ahol  $m_a$  az izzítótégely és az izzítási maradék együttes tömege g-ban

$m_c$  a 800 °C-on izzított izzítótégely tömege g-ban

$m_b$  a 105 °C-on szárított minta és az izzító tégely együttes tömege g-ban

*Az izzítási veszteség kiszámítása m/m %-ban:  $y = x_{sz} - x$*

Ahol  $x_{sz}$  a minta szárazanyag tartalma m/m %-ban  $x$  a számított hamutartalom m/m %-ban

#### ANC/BNC vizsgálata:

A hulladék kioldódási tulajdonságainak jellemzésére használható vizsgálatok három csoportba oszthatók.

1 Az alapjellemezési vizsgálatokat arra használják, hogy információt nyerjenek a hulladék anyagok rövid és hosszú távú kioldódási viselkedéséről és jellemző tulajdonságairól. Ezekben a vizsgálatokban a folyadék/szilárd anyag (L/S) arányokat, a kivonat összetételét, a kioldódást szabályozó tényezőket, mint a pH-t, a redoxpotenciált, a komplexképző kapacitást, a hulladék öregedését és a fizikai paramétereket tanulmányozzák.

2 A megfeleléségi vizsgálatokat arra használják hogy meghatározzák, vajon a hulladék speciálisan viselkedik-e, vagy megfelel a jellemző referenciaértéknek. A vizsgálatok kulcsjellemzőkre fókuszálnak, azaz a korábbi, az alapjellemezés vizsgálatok során meghatározott legfontosabb kioldódási tulajdonságokat méri.

3 A helyszíni ellenőrző vizsgálatokat gyorsesztként használják annak megerősítésére, hogy a hulladék azonos azzal, amelyet a megfeleléségi vizsgálatoknak alávetettek. A helyszíni ellenőrző vizsgálatok nem szükségszerűen kioldódási vizsgálatok.

A vizsgálat elve, hogy az egymástól elkülönített vizsgálati mintarészeket kell készíteni rögzített L/S arány mellett, előre kiválasztott mennyiségű savat vagy lúgot tartalmazó kivonószerezrel, hogy az extrakciós időtartam végén állandó pH értékeket érjünk el. A vizsgálat elején minden kivonószert három lépésben kell adagolni. Legalább 8 végső pH értékre van szükség, amelyek legalább a pH 4- pH 12 tartományt lefedik. A pH tartomány lefedéséhez szükséges sav vagy lúg mennyiségéből határozható meg a vizsgált anyag savas vagy lúgos semlegesítési kapacitása (ANC, BNC). Minden egyes végső pH értékhez a hozzáadott sav mennyiségét mol H<sup>+</sup>/kg DM egységben, és a hozzáadott lúg mennyiségét negatív előjellel ellátott értékben és mol H<sup>+</sup>/kg DM egységben kell megadni. Az abszolút mol/kg értékeket a pH függvényében kell bemutatni.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el az információ tartalmát! Először csoportosítsa a hulladékokat eredetük, veszélyességük szerint, majd próbálja elhelyezni a hulladékfajtaikat a különbözőkövetelmény szintű hulladéklerakókban. Látni fogja, hogy minél veszélyesebb, kockázatosabb hulladékot helyezünk el, annál szigorúbb követelményeket kell támasztani az adott hulladéklerakóval szemben. Ezért van az, hogy a magyar jogszabály kockázatosági szempontból négy féle hulladékot különít el. Annak megítélésére, hogy a hulladék melyik csoportba tartozik laboratóriumi vizsgálat dönt, 1:10-es desztillált vizes kivonatot, un kioldódási vizsgálatot készít utána a természet csapadékos tulajdonságát. A szöveg elolvasása után foglalja össze saját szavaival a szöveg lényegét!

Oldja meg az alábbi feladatokat:

1. Csoportosítsa a hulladékokat eredetük szerint.
2. Milyen szempontokat kell figyelembe venni hulladéklerakó tervezése és az azt követő üzemeltetése során?
3. A felsorolt hulladékfajtaik közül húzza alá azokat amelyek átvehetők előzetes laboratóriumi vizsgálat nélkül.
  - a, Üveg alapú, szálás anyagok hulladékai
  - b, Beton
  - c, azbeszt
  - d, szennyezett területről származó föld
  - e, Téglák
  - f, vegyes bontási hulladék
  - g, Föld és kövek
4. Az alábbi lehetőségek közül milyen koncentrációban kell megadni az eredményeket? Húzza alá a megfelelőt: a, mg/l    b, mg/kg    c, mol/kg
5. Hogyan készül az L/S 1:10 desztilláltvizes kivonat, és milyen a hulladék átvételéhez szükséges vizsgálatokat kell elvégezni belőle?

## MEGOLDÁSOK

1. Csoportosítsa a hulladékokat eredetük szerint.

a hulladék lehet települési azaz kommunális hulladék, illetve az ipar, mezőgazdaság és a szolgáltatások területén keletkező termelési hulladék. A termelési hulladékon belül elkülönítjük a veszélyes és a nem veszélyesnek ítélt hulladékokat.

2. Milyen szempontokat kell figyelembe venni hulladéklerakó tervezése és az azt követő üzemeltetése során?

A hulladéklerakót olyan műszaki védelemmel kell megtervezni és megépíteni, amely biztosítja a hulladéklerakó teljes élettartama során a környezeti elemek, különösen a közvetlen környezetében lévő felszíni- és felszínalatti vizek, a földtani közeg és a levegő szennyeződés elleni védelmét. A hulladéklerakó medencéjének alját és oldalait úgy kell kialakítani, hogy azok szigetelőrétege megfeleljen a hulladéklerakó kategóriájának, azaz inert és nem veszélyes hulladéklerakó esetén legalább 1 m veszélyes hulladéklerakó esetén legalább 5m szigetelő réteggel kell ellátni a hulladéklerakó alját és oldalát. A hulladéklerakó építéskor csurgalékvízgyűjtő rendszert kell kialakítani.. A hulladék és az első szigetelő réteg közé kerülő szivárgó rendszernek legalább két rétegből kell állnia. A szigetelő rétegre kerül a csurgalékvízgyűjtő és elvezető rendszer, majd e réteg és a hulladék közé egy szűrő-védő réteg beépítése szükséges. A hulladéklerakó üzemeltetése során el kell kerülni a légszennyezést (pl. a kiporzásból származó szállópor és aeroszolok képződése), valamint a bűzhatásokat a hulladéknak széllel való elhordását a forgalom okozta káros zaj- és rezgésterhelést a madarak, a kártékony kisemlősök és rovarok elszaporodásából származó károkat a tüzesetek bekövetkezését a felszíni, valamint a felszín alatti víz, továbbá a földtani közeg szennyezését.

3. A felsorolt hulladékfajták közül húzza alá azokat amelyek átvehetők előzetes laboratóriumi vizsgálat nélkül.

a, Üveg alapú, szálás anyagok hulladékai

b, Beton

c, azbeszt

d, szennyezett területről származó föld

e, Téglá

f, vegyes bontási hulladék

g, Föld és kövek

4, Az alábbi lehetőségek közül milyen koncentrációban kell megadni az eredményeket? Húzza alá a megfelelőt:

a, mg/l b, mg/kg c, mol/kg

5. Hogyan készül az L/S 1:10 desztilláltvizes kivonat, és milyen a hulladék átvételéhez szükséges vizsgálatokat kell elvégezni belőle?

100 g mintához 1000 ml desztillált vizet adunk, majd 24 órán keresztül keverőgép segítségével folyamatosan keverjük. Így érjük el az érintkezési felület megnövekedését, amikor is a vízoldható anyagok a folyadékfázisba kerülnek. Ezután a mintától elválasztjuk a folyadék fázist centrifugálással, majd 45 µm pórusméretű szűrőpapíron történő szűréssel. Az így kapott kivonatból As, Ba, Cd, összesCr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sn, Se, Zn, klorid-ion, fluorid-ion, szulfát-ion, DOC és TDS vizsgálatok történnek

MUNKKANYAG



## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Átvehető-e az a hulladék inert hulladéklerakóban, melynek az ólom tartalma 0,54 mg/kg és a DOC tartalma 824 mg/kg? Indokolja döntését.

---

---

---

### 2. feladat

Miért van szükség hulladék mintavétel előtt helyszíni szemlére? Írja le, hogy mit tartalmaz a mintavételi terv.

---

---

---

---

---

### 3. feladat

Milyen vizsgálatok elvégzése szükséges a hulladék mintából elkészített 1:10-es desztillált vizes kivonatból? Írja le a DOC meghatározás menetét.

---

---

---

---

**4. feladat**

Egy hulladék minta TDS vizsgálata során az üres edény tömege 84,3254 g-nak adódott. 100 ml minta részletet töltöttünk az edénybe, majd vízfürdőn szárazra pároltuk. A tömegállandóságig történő szárítás után exszikkátorba hagytuk kihűlni az edényt. Visszamérés után az edény tömege 84,7548 g volt. Számítsa ki a hulladék minta TDS tartalmát.

---

---

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Átvehető-e az a hulladék inert hulladéklerakóban, melynek az ólom tartalma 0,54 mg/kg és a DOC tartalma 824 mg/kg? Indokolja döntését.

Nem vehető át, mert a hulladék ólom koncentrációja, túl lépte a megengedett 0,50 mg/kg-os határértéket.

### 2. feladat

Miért van szükség hulladék mintavétel előtt helyszíni szemlére? Írja le, hogy mit tartalmaz a mintavételi terv.

A helyszíni szemlét azért kell tartani, mert annak során információt szerzünk pl a hulladékfizikai megjelenési formájáról, várható összetételéről, mennyiségéről, tárolás módjáról. A helyszíni szemléről jegyzőkönyvet készítünk. A mintavételi tervben kerül rögzítésre a szükséges vizsgálatok köre, minták száma, az alkalmazandó mintavételi technikák, átlagminta képzés módja, a minták csomagolása, szállítása a vizsgáló laboratóriumba.

### 3. feladat

Milyen vizsgálatok elvégzése szükséges a hulladék mintából elkészített 1:10-es desztillált vizes kivonatból? Írja le a DOC meghatározás menetét.

As, Ba, Cd, összesCr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sn, Se, Zn, klorid-ion, fluorid-ion, szulfát-ion, DOC és TDS vizsgálatok történnek.

### 4. feladat

Egy hulladék minta TDS vizsgálata során az üres edény tömege 84,3254 g-nak adódott. 100 ml minta részletet töltöttünk az edénybe, majd vízfürdőn szárazra pároltuk. A tömegállandóságig történő szárítás után exsikkátorba hagytuk kihűlni az edényt. Visszamérés után az edény tömege 84,7548 g volt. Számítsa ki a hulladék minta TDS tartalmát.

$$\text{TDS} = 100(m_1 - m_2) = 100(84,7548\text{g} - 84,3254\text{g}) = 42,94 \text{ g/kg}$$

## IRODALOMJEGYZÉK

Települési szilárd hulladékgazdálkodás Magyarországon,  
[http://elib.kkf.hu/edip/D\\_14075.pdf](http://elib.kkf.hu/edip/D_14075.pdf) 2010.08.04.

A hulladék lerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről 20/2006.(IV.5.) kvVM

Hulladékok jellemzése: Mintavétel MSZ 21420-17:2004

Hulladékok jellemzése: A vízdoldható anyagok meghatározása MSZE 21420-26:2005

Hulladékok jellemzése: Az izzítási veszteség és a hamutartalom meghatározása MSZ 21420-13:2005

Hulladékok jellemzése: A pH-érték meghatározása MSZ 21420-21:2005

Hulladékok jellemzése: Kioldódási tulajdonságok vizsgálata. A savas és a lúgos semlegesítési kapacitás vizsgálata MSZ CEN/TS 15364:2007

A(z) 1214-06 modul 036-os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

<b>A szakképesítés OKJ azonosító száma:</b>	<b>A szakképesítés megnevezése</b>
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

20 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató