

## Települési szilárdhulladék-lerakók és környezeti problémáik

MADARÁSZ BALÁZS<sup>1</sup>

„...a környezetkímélő hulladékkezelésnek túl kell lépnie a keletkezett hulladékok csupán biztonságos ártalmatlanításán vagy újrahasznosításán. Meg kell keresni a probléma végső okát, megkísérelve a termelés és a fogyasztás tovább már nem fenntartható szokásainak megváltoztatását.”

*ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencia (Rio de Janeiro): „Feladatok a XXI. századra”*

### Bevezetés

A 20. sz. elmúltával az egyik legsúlyosabb – és mind a mai napig megoldatlan – környezeti problémává vált az egyre növekvő hulladéktermelés és -lerakás, amely mind nagyobb területeket veszélyeztet, ill. szennyez el végérvényesen. E tevékenység gyakran vissza nem fordítható károkat okoz az élő és élettelen környezetben és végeredményben veszélyt jelent az emberre is.

Sajnálatos módon, a hulladéktermelés és -lerakás problémaköre a növekvő veszélyek ellenére sem kapott mind ez ideig megfelelő figyelmet. Mint sok más környezeti probléma esetében is, leginkább a kisebb-nagyobb zöld szervezetek és elhivatott emberek szívalomharcáról beszélhetünk. Igaz, az 1990-es évek eleje óta nemzetközi szinten egyre többen foglalkoznak a hulladékgazdálkodás problémáival, aminek eredményeként 1992-ben a Rio de Janeiro-i ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencián a probléma megoldását a legfontosabb feladatok közé emelték a fenntartható fejlődés érdekében. Hazánkban azonban a komoly és elszánt lépésekre, úgy tűnik, még várni kell.

Jelen tanulmányban a települési szilárd hulladékok elhelyezésének jelenlegi magyarországi helyzetét, ill. a települési szilárd hulladék-lerakók legfontosabb környezeti és egészségügyi problémáit kívánom bemutatni, rávilágítva arra, hogy sürgős és hathatós intézkedésekre lenne szükség környezetünk, és nem utolsósorban a magunk védelmében. A tényfeltárás és figyelemfelkeltés mellett célom olyan létező, kidolgozott rendszerek bemutatása, amelyekkel a lerakásra ítélt települési szilárd hulladékok mennyisége és veszélyessége nagymértékben csökkenthető.

### A hulladék jellegzetességei

#### *A hulladék fogalma*

A hulladék fogalmának meghatározása nem könnyű feladat. Látszólagos egyszerűsége talán még nehezebbé teszi definiálását. Azt, hogy mit is nevezhetünk hulladéknak, számos tényező befolyásolja. Hogy egy anyag, tárgy, maradvány stb. hulladéknak minősül-e vagy sem, abban az anyagi tulaj-

---

<sup>1</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

donságokkal legalább azonos súlyú szerepet játszanak a társadalmi, gazdasági tényezők is. Azt pedig, hogy a társadalom, az ember megítélése szempontjából mi tekinthető hulladéknak, az emberek anyagi helyzete, fogyasztási szokásai, életmódja, életszínvonala, ill. a társadalmi, a műszaki és a gazdasági fejlettség szintje is meghatározza (HORVÁTH ZS. 1991).

A hulladék lényegében nem környezetvédelmi, hanem gazdasági és jogi fogalom, amelynek azonban fontos környezeti vonatkozásai vannak. Általános értelemben tehát *hulladéknak* tekinthető az a bármely halmazállapotú, önállóan vagy hordozó közeggel megjelenő anyag és energia, ami az ember mindennapi életéből, termelő, szolgáltató vagy fogyasztó tevékenységéből ered és az adott műszaki, gazdasági feltételrendszerben a keletkezés helyén feleslegessé válik, további felhasználásra a keletkezés időpontjában sem kezelve, sem kezeletlenül nem kerül, ezért átalakítással vagy anélkül történő, a környezetre ártalmatlan elhelyezéséről átmenetileg vagy véglegesen gondoskodni kell (SZABÓ I. 1994).

Lényeges megemlíteni, hogy egyes hulladékok máskor, másutt hasznosak és értékesek lehetnek, ill. hogy egy részük az emberre, az állat- és növényvilágra veszélyes tulajdonságokkal rendelkezik.

### *A hulladékok csoportosítása, a települési szilárd hulladék definíciója*

A hulladékok csoportosítása több szempont szerint lehetséges.

– Kibocsátási (keletkezési) helyük szerint megkülönböztetünk: *települési (kommunális); ipari; mezőgazdasági hulladékot.*

– Veszélyesség szerint: a környezetre és az egészségre gyakorolt hatások alapján vannak: *nem veszélyes vagy közönséges hulladékok; veszélyes hulladékok.*

– A nem veszélyes hulladékot a keletkezési hely szerint további két csoportra bonthatjuk: *települési hulladék; termelési hulladék.*

– A települési hulladék *halmazállapot* alapján további csoportokba sorolható: *szilárd; folyékony; iszapszerű.*

A hulladékok további csoportosítása történhet még: *eredetük, a kibocsátó technológia, valamint más, speciális szennyező (pl. kibocsátó ágazatok) szerint* (BONNYAI Z. 1993; SZABÓ I. 1994).

A hulladék fogalmát már az előzőekben meghatároztuk, most nézzük, mit is jelent a *települési hulladék* fogalma.

„Települési hulladék (v. kommunális hulladék): Lakosság fogyasztási, intézményi, kereskedelmi és vendéglátási tevékenységéből, valamint a közterületek tisztán tartásából származó, az életszínvonalától és az életmódtól, ezen belül a fogyasztási szokásoktól erősen függő összetételű és mennyiségű hulladék. Fizikai, kémiai tulajdonságai változóak. Megkülönböztetünk települési szilárd hulladékot és települési folyékony hulladékot.” (LÁNG I. szerk. 1993)

A keletkező – környezetünkbe kikerülő – települési szilárd hulladék összetétele igen változatos, ezért típusokba sorolása nem egyszerű. Egy közönséges hulladékgyűjtőbe sokminden kerülhet, a falevelektől kezdve az autókalkatrészeket át egészen a mérgező és fertőző hulladékokig. Ez a nagyfokú heterogenitás mind a mai napig nehezíti a települési szilárd hulladék utólagos, nagymértékű újrahasznosítását és rendezett lerakását.

### **A települési szilárd hulladék mennyiségi és minőségi jellemzői Magyarországon**

Műszaki számításokkal megalapozott becslések alapján Magyarországon évente körülbelül 105–110 millió tonna hulladék képződik. Ennek mintegy 80%-a (84–88 millió tonna/év) az ipari, mezőgazdasági, ill. más gazdasági tevékenységéből származó termelési hulladék. A termelési hulladékon belül kb. 4,2 millió tonna/év a veszélyes hulladék mennyisége, amelynek mintegy 36%-át (1,5 millió tonna/év) hanyatló timföldgyártásunk mellékterméke, a vörösiszap jelenti (ÁRVAI J. szerk. 1993; SZABÓ I. 1994). A 7–8 éves szakirodalomban található 4,2, ill. 1,5 millió tonnánál jóval kisebb értéket olvashatunk a Környezet- és Területfejlesztési Minisztérium honlapján, ahol 1999 novemberében 0,5 millió tonna/évben határozták meg a vörösiszap mennyiségét, míg a veszélyes hulladékokét a hulladék-

termelők kötelező önbevallásán (!) alapuló informatikai rendszer (HAWIS) 3,5 millió tonnában adta meg.

A fennmaradó részből 20 millió tonna/év a kezelt folyékony települési hulladék és kb. 4–5 millió tonna/év a települési szilárd hulladék (ÁRVAI J. szerk. 1993; BESE E. 1996; SZABÓ I. 1994).

### *A települési szilárd hulladék mennyisége*

Magyarországon a települési szilárd hulladék mennyiségét és összetételét mind ez ideig egyedül a fővárosban határozták meg méréssel, míg a legtöbb helyen csupán a gyűjtőjáratok fordulószerkezetéből következtetnek a hulladék mennyiségére (SZABÓ I. 1994).

A települési szilárd hulladék mennyiségét és összetételét igen sok tényező befolyásolja. A legfontosabb tényezők között a gazdasági fejlettség, az életszínvonal és az életmód említendő. Jelentősen befolyásolja a hulladék mennyiségét az adott településnek a társadalmi munkamegosztásban elfoglalt helye (ipar, mezőgazdaság, szolgáltatások), a település állandó és lakónépességének száma, beépítettsége, a fűtés módja, az éghajlat stb.

A települési szilárd hulladék mennyisége Magyarországon jelenleg folyamatos, lassú ütemű gyarapodást mutat, évi növekedését 2–3%-ra becsülik (Nemzeti Környezetvédelmi Program, 1998).

A szakirodalomban található mennyiségek és a becsült növekedés alapján, a szerző számításai szerint 2000-ben a települési szilárd hulladék mennyisége elérte a 21,4–24 millió m<sup>3</sup>-t, ami 4,3–4,8 millió tonna tömegnek felel meg.

Az évente keletkező hulladék mintegy 18–20%-át a főváros termeli, ami több mint 4 millió m<sup>3</sup>-t jelent (kb. 800 ezer tonna/év). Ez a mennyiség egyetlen év alatt 4 m vastagságban borítaná be a Margitszigetet (BESE E. – PÓLAY I. 1993)!

Az országban keletkező hulladékok mintegy 82%-át gyűjtik és kezelik szervezetten, ami még mindig sajnálatosan kevés. Főleg, ha arra a rengeteg illegálisan lerakott „szemétre” gondolunk, amellyel az országban járva úton-útfélen találkozhatunk. E lerakók felmérése folyamatban van, de a nap mint nap gomba módra szaporodó illegális lerakókkal lehetetlen lépést tartani.

A települési szilárd hulladék mennyiségének kb. 65%-a a lakosságtól kerül ki, míg a fennmaradó 35%-ot az intézmények, az ipar és a zöldterületek adják.

A kommunális hulladék abszolút mennyiségének gyarapodása mellett növekszik az egy lakosra jutó átlagmennyiség (lakosegyenérték) is, amelyet kg/fő/napban vagy évben szoktak megadni. A lakosegyenérték Budapesten a legmagasabb. Míg 1950-ben még csak 0,6 kg, 50 évvel később ennek majdnem kétszerese, 1,1 kg/fő/nap volt az egy lakosra jutó átlagmennyiség. Vidéki városainkban a lakosegyenérték kb. 0,8 kg/fő/nap, míg a kistépeléseken csupán kb. 0,5 körül mozog (LÁNG I. szerk. 1993; ÖKO Rt., 1998).

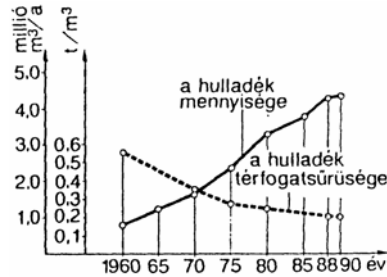
A 2000 főnél kisebb lélekszámú településeken lényegesen kevesebb hulladék keletkezik, mivel a háziállat-tartás következtében a zöld- és a konyhai szerves hulladék nagy része felhasználásra, a hulladék éghető frakciójának nagy része pedig a házi tüzelőberendezésekben elégetésre kerül. Természetesen az életszínvonalbeli és életmódbeli különbségek következtében is kevesebb hulladék keletkezik ezekben a térségekben.

Az egy főre jutó hulladéktermelés növekedésének oka elsősorban az életmód már sokszor emlegetett megváltozása, a nők munkába állása, a mélyhűtött, konzervált és kész ételek fogyasztása, az egyszer használatos és rövid élettartamú termékek elterjedése, a csomagolótechnika fejlődése és az életszínvonal növekedése.

Arra vonatkozóan, hogy mennyit és meddig fog még növekedni a kommunális hulladék mennyisége, a vélemények megoszlanak. Míg az USA környezetvédelmi hivatala (EPA) 10–20%-os növekedést prognosztizál a világban, addig mások szerint egyáltalán nem kell további növekedéssel számolni (STANNERS, D.–BOURDEAU, PH. 1995).

Magyarországra vonatkozóan az szinte bizonyos, hogy az utóbbi vélemény nem lesz helytálló, hiszen hulladéktermelésünk jelenleg is 2–3%-kal nő évente. A kérdés az, hogy meddig? A növekedés üteme várhatóan lassulni fog és remélhetőleg a települési szilárd hulladékok mennyiségének emelkedése a nem nagyon távoli jövőben megáll.

## A települési szilárd hulladékok összetétele



1. ábra. A budapesti települési szilárd hulladék térfogatsűrűség csökkenése és a hulladék mennyiségének növekedése. (Forrás: LÁNG I. szerk. 1993).

The trend of the decrease in volume density of municipal solid wastes in Budapest and of the increase in the total amount of wastes. (Source: LÁNG, I. ed. 1993).

tó alkotórészek mennyisége szintén növekszik. Napjainkban a települési szilárd hulladék potenciális másodnyersanyag-tartalma kb. 32–40 m/m % (ÖKO Rt., 1998).

A települési szilárd hulladékot ugyan nem sorolják a veszélyes hulladékok közé, ennek ellenére tartalmaz veszélyes komponenseket is, ami részben a hulladék újrahasznosítását (pl. komposztként való értékesítését) nehezíti, részben környezetkárosító veszélyt jelent a végső lerakás során. A háztartásokból, intézményekből és a kisüzemekből, vállalkozásokból kikerülő veszélyes hulladék aránya a teljes hulladékösszetételre vetítve 0,5–0,9 m/m % (ÖKO Rt., 1998). Ezen anyagok többsége (pl. a festékek, lakkok, oldószerek, gyógy- és növényvédő szerek, kimerült elemek alkotórészei stb.) ártalmas (1. táblázat).

1. táblázat. A veszélyes hulladékok aránya (a veszélyes alkotók tömegszázalékában)

Veszélyeshulladék-alkotók	m/m %
Szárazelem	21
Gyógyszer	13
Fáradt olaj	24
Növényvédőszer	2
Festék, göngyöleg	12
Akkumulátor	10
Sütőzsiradék	4
Fénycső	2

Mint az 1. táblázat adataiból kitűnik, a legjelentősebb mennyiséget a fáradt olaj és a száraz-elemek képviselik. Ezért volt igen jelentős az a kezdeményezés, amely során számos iskolában, közintézményben helyeztek el elemgyűjtőket, ill. az, hogy az egyre szaporodó hulladékgyűjtő-udvarok már sok esetben az olajat is fogadják.

## A települési szilárd hulladék ártalmatlanítási lehetőségei

Hulladékártalmatlanításnak nevezzük azt az eljárást, amely a hulladék anyagi minőségének megváltozásával, ill. a hulladéknak a környezettől való elszigetelésével megakadályozza a környezetkárosítást (pl. rendezett lerakó). A hulladékok anyagi minőségének megváltozását eredményezik a kémiai,

a termikus és a biológiai hulladékkezelési eljárások (LÁNG I. szerk. 1993). Az ártalmatlanítás lehetőségei a következők:

*a) Rendezett lerakás*

A rendezett hulladékdepóniák története alig négy évtizedre nyúlik vissza. Korábban világszerte elterjedt gyakorlat volt a kommunális hulladék nyílt (*rendezetlen*) lerakása, amit az akkori jogszabályok meg is engedtek. Ez a települési szilárd hulladékok gödrökben, mélyedésekben, üregekben vagy egyszerűen a talaj felszínén való elhelyezését jelentette, mindenféle egyengetés, tömörítés, takarás vagy védelem nélkül. Ma már ez a fajta lerakás környezetvédelmi és közegészségügyi okokból még a településektől, víznyerőktől nagy távolságban sem folytatható, ezért nem tekinthető ártalmatlanításnak sem. A környezetvédelmi előírásoknak nem vagy nem teljes körűen eleget tevő és hatósági engedély nélküli hulladéklerakásokat *vadlerakásnak* nevezzük.

A volt NSZK-ban pl. az első *rendezett* lerakót csupán 1961-ben (Bochum) létesítették, azóta azonban a legelterjedtebb hulladékártalmatlanítási módszer szerte a világon, ott ahol még van erre alkalmas terület. A lerakás az anyagminőség megváltoztatásával nem jár, a környezet elemeitől való elszigetelésen alapuló hulladékártalmatlanítási eljárás (LÁNG I. szerk. 1993). A hulladék rendezett lerakásának egyik nagy előnye az egyszerű technika és a – más eljárásokhoz képest – viszonylag alacsony beruházási és üzemelési költségek. Általában mélyedések, bányagödrök tervszerű feltöltését jelenti, de sík területen vagy hegyoldalban is végezhető.

A *rendezett lerakók biztonságát* elsődlegesen a természeti tényezők és a mesterséges védelem kialakítása adja. A rendezett, szigetelt lerakóba történő lerakás során eleget kell tenni az egészségügyi és környezetvédelmi követelményeknek, és ma már nem hiányozhat az érintett lakosság egyetértése és hozzájárulása sem. A kommunális hulladékot a szakvélemények alapján kijelölt helyen, ellenőrzött módon, rétegesen, valamint egyengetve és tömörítve rakják le. A lerakást követő 24 órán belül minden réteget inert (közömbös) takaróanyaggal (építési törmelék, talaj stb.) fednek le, így nincs szaghatás és a rácsálók sem férnek hozzá. A levegőtől elzárt szerves anyagok lassan átalakulnak; a baktériális bontás hatására metángáz keletkezik, amely fűtőanyagként hasznosítható. A depóniában a hőmérséklet 30–70°C-ra emelkedik; ilyen körülmények között a káros mikroorganizmusok többsége – a tetanuszbaktériumok kivételével – elpusztul. A lerakás befejeztével rekultiválják a területet; ennek során a depónia felső szigetelést kap, majd felszínét 1–2 m vastag talajréteggel takarják le, amely növények telepítését teszi lehetővé.

*b) Hulladékégetés*

A hulladékégetés a lerakás után a legszélesebb körben alkalmazott eljárás a világon. Az első hulladékégető művet 1874-ben építették az angliai Nottinghamben. Lényege, hogy a kommunális hulladékot meghatározott technológiai rend (égetési hőmérséklet, levegőfelesleg, tartózkodási idő stb.) szerint, a megfelelően kialakított berendezésben (pl. forgókemencében) ártalmatlanítják, azaz elégetik. A hulladék fizikai összetétele, összes szervesszén-tartalma és fűtőértéke megfelel az önálló éghetőség követelményeinek. A hulladék összetétele, nedvességtartalma időben erősen változik. A kommunális hulladék éghetőanyag-tartalma kb. 60–64 m/m %, fűtőértéke pedig 6500 KJ/kg körüli, ami a nyári hónapokban akár 3350 KJ/kg-ra is csökkenhet. Az égetés során az éghető komponensek a levegő oxigénjével reagálva égési gázokká alakulnak, a nedvesség vízgőzzé válik. Ezek mint füstgázok távoznak a rendszerből. 1 tonna hulladékból átlagosan 4–6 ezer m<sup>3</sup> füstgáz keletkezik, amely por- és szennyezőanyag-tartalma (HCl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF, nehézfémek, dioxinok) miatt tisztításra szorul. A légszennyezés elkerülése érdekében portalanítókat és gázmosókat kell alkalmazni. Ez sok esetben nem történik meg (ami ökológiai szempontból erősen kifogásolható), mivel e berendezések igen drágák.

A kommunális hulladék nemcsak éghető anyagokat tartalmaz. Az éghetetlen szervesetlen anyagrészek salak, ill. pernye formájában maradnak vissza, amelyek rendezett lerakást igényelnek. Az égetés a hulladék térfogatát a harmadára csökkenti.

Az égetés során a hulladékok kémiaiilag kötött energiájukat hasznosítható hő formájában adják le (pl. távfűtés, villamosenergia-előállítás).

Az égetés hátránya, hogy a hulladék értékes anyagait is megsemmisíti, ill. hogy a keletkező salak szakszerű elhelyezéséről gondoskodni kell.

Hulladék-égetőmű telepítése azokban a térségekben célszerű, ahol a nagy lakósűrűség miatt kis területen hatalmas tömegű és térfogatú hulladék keletkezik.

Magyarországon jelenleg egyetlen, kommunális hulladék hasznosítására épült égetőmű üzemel Budapesten (Rákospalotán), mivel a beruházás idején csak a főváros körzetében keletkezett olyan mennyiségű hulladék, ami égetőmű telepítését indokolta.

#### *c) Komposztálás*

A lerakás és égetés hátránya, hogy a hulladék szervesanyag-tartalma felhasználatlan marad, pedig az intenzív mezőgazdasági termelés során a talaj nem csak műtrágyát, hanem szervesanyag-utánpótlást is igényel. A komposztálás során keletkező komposztrágya értékes talajjavító, humuszpótló anyag. A komposztálás lényege a hulladékban természetes körülmények között lassan lezajló bomlási folyamatok felgyorsítása. Aerob biokémiai folyamat, aminek során mikroorganizmusok enzimműködésükkel a szerves anyagot biológiai oxidációval bontják le. Emiatt fontos a megfelelő elhelyezés, a hőmérséklet (65 °C) és pH (4,5–9,5), a kiindulási víztartalom (40–70%) és a C/N arány (16–25), valamint a megfelelő levegőztetés.

Jelenleg Európában mindössze néhány száz komposztgyár működik, így a települési szilárd hulladékok komposztálás útján történő ártalmatlanítása az összmennyiség alig 4%-ára terjed ki.

A komposztálás során átlagosan 20–25% erjedési veszteség mellett 40–45% komposztkihozattal lehet számolni (ami a technológia és a hulladék összetételének függvénye), míg a hulladék 35–40%-át kitevő, nem komposztálható maradékot rendezett lerakással kell ártalmatlanítani. A komposztálás hátránya, hogy a hulladék veszélyesanyag-tartalma nem mindig teszi lehetővé, hogy a komposzt biztonságosan a termőföldre kerüljön (MOSER M.–PÁLMAI GY. 1992).

#### *d) Biogáz-termelés*

A hulladékok szervesanyag-tartalmának hasznosítására elterjedt másik lehetőség az anaerob körülmények között végzett biogáz-termelés. Az eljárás két lépésben, két (sav- és metánképző) baktériumcsoport felhasználásával hajtható végre, a komposztáláshoz szükségesnél nagyobb nedvességtartalom (70%), 7–7,5 pH és 20–30 C/N arány mellett. Végeredményként döntően metánból (50–70 tf %) és szén-dioxidból álló, 20–30 MJ/m<sup>3</sup> fűtőértékű biogázt, valamint szerves trágyaként hasznosítható rothasztott iszapot kapunk. Az alkalmazott technológia és a feldolgozott anyag minőségétől függően 1 kg szerves anyagból 0,25–0,5 m<sup>3</sup> gáz nyerhető, amelynek 15–20%-a a rendszer saját fűtésére fordítandó (MOSER M.–PÁLMAI GY. 1992).

#### *e) Hulladékhasznosítás*

A hulladékhasznosítás az a technológiai tevékenység, amely során a hulladékanyagok közvetlenül (átalakítás nélkül) vagy közvetve (átalakítás után) a felhasználói igényeknek megfelelő (másod)nyersanyaggá, energiahordozóvá vagy (vég)termékké válnak. A hulladékhasznosítás maradék anyagai, amelyek újrafelhasználása már nem lehetséges, megfelelő ártalmatlanítást igényelnek.

A hulladék-kérdés végső megoldása lehetne a „szemét” teljes körű hasznosítása, aminek eredményeként annak minden alkotórészből újra hasznosítható nyersanyag válna. A kutatás-fejlesztés jóvoltából ma már ugyan rendelkezésre állnak azok az eszközök, amelyekkel elméletileg a hulladékból az összes hasznosítható komponens visszanyerhető lenne, mégis a gazdasági korlátozó tényezők miatt meg kell elégedni a másodnyersanyagként jól értékesíthető és magas részarányú komponensek visszanyerésével (BONNYAI Z. 1993).

Egyes vélemények szerint a technikai lehetőségek ellenére is legfeljebb a 25–35%-os újrahasznosítási arány elérése lehet reális cél. A települési szilárd hulladék legértékesebb anyagai a papír, az üveg, az alumínium, a vas, a nehézfémek (ólom) és a műanyagok. A hulladék utólagos szétválogatása ma már technológiailag megoldott, az igen magas költségek miatt mégis célszerűbb lenne a hulladék szelektív gyűjtése.

Hazánkban a kommunális hulladék hasznosítása még gyerekcipőben jár, pedig számos (gazdasági, környezetvédelmi stb.) előnye van:

- csökkenti a nyersanyagforrások kitermelését;
- energiamegtakarítást jelent, mivel a hulladékból származó másodnyersanyagok felhasználása általában kevesebb energiát igényel, mint az eredeti nyersanyagok előállítására;
- lényegesen csökken az ártalmatlanítást igénylő hulladék tömege és térfogata;

- csökken a lerakásra igénybe vett terület nagysága;
- csökkennek a megbetegedési, fertőzési veszélyek;
- összességében kisebb környezetszennyezést okoz, mint az égetéssel vagy lerakással ártalmatlanított hulladék és kisebb az új anyag vagy termék előállítás során okozott környezetkárosítás, azaz a potenciális szennyezés veszélye csökken (2. táblázat):

2. táblázat. 1 tonna anyag felhasználásának energiaigénye ( $10^9$  J/t)

Iparág	Másodlagos nyersanyagok	Elsődleges nyersanyagok
Papírgyártás	2,94	6,3–10,5
Műanyagipar	0,42	2,94
Üvegipar	1,26	11,76
Acélgégyártás	2,52	25,2
Alumíniumgyártás	8,40	58,8

Forrás: BONNYAI Z. 1993.

A szakértők számításai és reményei szerint a nem is oly távoli jövőben a kommunális hulladékok mennyiségének csökkenése várható. Ám akár a keletkező hulladék mennyisége csökken, akár a korszerű eljárások (pl. hulladékhasznosítás, komposztálás) terjednek el szélesebb körben, a rendezett lerakás valószínűleg még hosszú ideig a hulladék ártalmatlanításának egyik leggyakrabban alkalmazott módja lesz.

### Települési szilárdhulladék-lerakók Magyarországon

A Magyarországon keletkező 4–5 millió tonna települési szilárd hulladék csupán 82%-át gyűjtik össze szervezeten. Az utóbbi évtizedben látványosan nőtt a hulladékgyűjtésbe bevont lakások aránya, de ez még mindig távol van az ideális 100%-tól. A szelektív hulladékgyűjtés alacsony fokú, s gyakorlatilag még mindig a kezdet kezdetén tart.

Elméletileg a keletkező hulladék kb. 84%-a kerül lerakásra, nagyobb részt rendezett, kisebb részt rendezetlen formában (AUJESZKY P. szerk. 2000). Magyarország 3155 önkormányzatára megközelítőleg 2700 lerakó jut, ami aránytalanul magas szám. A rengeteg depónia ellenére kevés a szabad lerakókapacitás és a lerakásnál korszerűbb eljárásokat ritkán alkalmazzák. A hulladéklerakók csupán 11–12%-a (kb. 300) felel meg a magyarországi és az európai követelményeknek, s mintegy kétharmadukat a közvetlen és közvetett közegészségügyi és környezeti veszélyek miatt (ha lehetne) azonnal, de legkésőbb az Európai Unióba való csatlakozáskor be kellene zárni és megkezdeni a környezet rehabilitációját. A helyzetet súlyosítja, hogy ezekbe a lerakókba 1982 előtt még ipari és veszélyes hulladékok is kerültek, amelyek időzített bombaként nyugszanak a szakszerűtlenül kialakított depóniákban. A 2700 hivatalos hulladéklerakon kívül megszámlálhatatlan (tízezres nagyságrendű) az illegális lerakók száma.

A KTM megbízásából kiadott Települési szilárd hulladékgazdálkodási útmutató (1998) szerint a települések közül kb. 2000-ben (60%) nincs szervezett hulladékgyűjtés; a „szemét” a közeli bányagödörkbe, erdőszélre stb. kerül. E hulladéklerakók szerencsés esetben (véletlenül) rendelkeznek ugyan némi természetes védelemmel, de sokszor semmiféle védelemről nem beszélhetünk. A kistelepülések lerakói gyakran kerülnek mélyen fekvő, vízjárta (nem hasznosított) területekre – SZABÓ L. (1995) szerint a települési szilárdhulladék-lerakók 20–30%-a vízjárta területen van –, ami tovább fokozza a kezelés nélküli hulladék szennyező hatásainak kockázatát.

Ha összevetjük Magyarország szennyeződéserzékenységi térképét (KASSAI M. 1988) és hulladéktermelő és -lerakó kataszterét (DEÁK M. szerk. 1990), meglepő és elkésérítő eredményt láthatunk. A kataszteren feltüntetett csaknem 2500 kommunális hulladéklerakó több mint 1%-a található hulladékelhelyezésre alkalmatlannak minősített területeken (ilyenek pl. a karsztos területek).

A felszíni szennyeződésre erősen érzékeny területekre a lerakók kb. 79%-a esik. E területeken a felszíni szennyeződésre erősen érzékeny, porózus képződményeket találunk, amelyek aligha alkalmasak hulladéklerakásra.

A lerakók 16%-a (alapos kutatást feltételezve) hulladékelhelyezésre közepes valószínűséggel alkalmas területeken van (Képződményeiket tekintve, pl. homokkövek, márgák, aleuritok stb. tartoznak ide.). A lerakók csupán kb. 4%-a esik felszíni szennyeződésre nem érzékeny képződmények alkotta területre, amelyek vízáteresztő-képessége kisebb, mint  $10^{-5}$  cm/s (pl. a kristályos képződmények, az agyagmárgák, agyagok stb.).

### **A hulladék és a hulladéklerakók által okozott káros környezeti hatások**

A hulladéktermelés és -lerakás gyakorlatilag egyidős a civilizációval. A természet hulladékfeldolgozó, ill. lebontó képessége kezdetben még lépést tudott tartani a hulladéktermeléssel, ám napjainkra a hulladék mennyisége már oly mértékben megnövekedett és vált természetidegenné, hogy a nagy tömegben deponált hulladék zavarokat, sőt károkat okoz a természeti folyamatokban.

A hulladékok káros hatásának tekinthetjük mindazon folyamatok összességét, amelyek a környezet elszennyezésében, ill. a természeti erőforrások hasznosításának csökkenő lehetőségeiben nyilvánulnak meg (LÁNG I. szerk. 1993).

A természetbe kihelyezett hulladékok a környezet elemeinek (víz, talaj, levegő stb.) szennyeződését okozzák vagy okozhatják, ezáltal sok – a lerakótól akár nagy távolságban élő – embert veszélyeztetnek. A szennyezés káros hatásai gyakran időben elhúzódva, esetleg csak évek múltán jelentkeznek. Veszélyt jelent a bioakkumuláció is, amely során a hulladék egyes alkotóelemei (mérgező hatású anyagai) beépülnek a növényi, állati szervezetekbe és végső soron a táplálkozási lánc csúcán elhelyezkedő embert is károsítják. A hulladéklerakókban megtelepedő mikroorganizmusok fertőző betegségek okozói lehetnek.

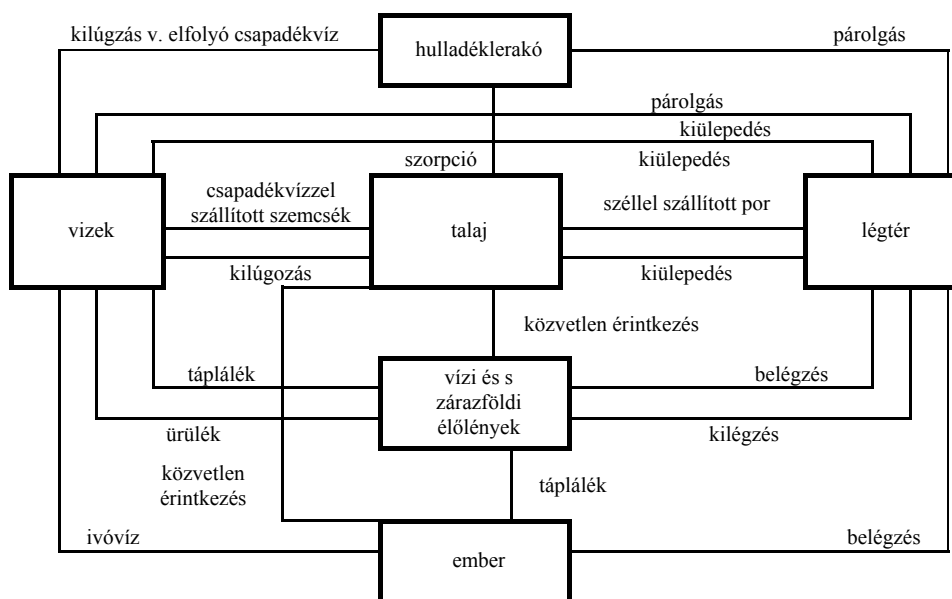
Rendezett lerakás és megfelelő természetes és műszaki védelem esetén a környezetbe gyakorlatilag minimális mennyiségű hulladék jut, hiszen a rendezett lerakás célja éppen az, hogy a deponálásra kerülő hulladékot teljes mértékben elszigetelje és megakadályozza a hulladék és a környezet kölcsönhatását. Sajnálatos, de ilyen biztonságos lerakó Magyarországon – és szerte a világon is – elég kevés van. Sok kommunális hulladéklerakó csupán minimális természetes vagy rég tönkrement műszaki védelemmel, elszakadt, áteresztővé vált szigeteléssel rendelkezik. És talán még ennél is több az olyan lerakó, ahol semmiféle védelemről nem beszélhetünk. A legtöbb faluban, ugyan megszervezik a „szemét” gyűjtését, de a szállítást végző vállalkozó csupán a falu széléig, az első gödörig, mélyedésig szállítja azt.

Gyakoriak az olyan üdülőterületek, ahol a kilencvenes évekig még konténeres hulladékszállítás sem volt, s a vikendház-tulajdonosok több évtizeden át az általuk „kijelölt” (vagy a szokás alapján kialakult) helyre, pl. erdőszélre, vízmosásba, gödörbe stb. hordták a szemetet (2. ábra).

A környezet károsodásának mértékét elsősorban a hulladéklerakó általános tulajdonságai és a talajvíz mélységviszonyai befolyásolják. A szennyező anyagoknak és a mikroorganizmusoknak a talajvízzel való érintkezését és elterjedését nagymértékben akadályozhatják az altalaj vízzáró, szűrő és adszorpciós tulajdonságai. E szempontokból igen hatásosak pl. az agyagok, míg a homokos altalajok esetében gyakorlatilag semmi nem állja útját a szennyező anyagoknak. A szennyeződés terjedésének sebessége rendkívül különböző lehet: a szennyező anyagok esetleg évtizedek múlva jelennek meg az ivóvízkutakban és további évek telhetnek el, mire az első tünetek után rájönnek, hogy mi is okozza a sorozatos megbetegedéseket a környéken.

A fentebb említett vadlerakóknak természetesen nem csak aljzatszigetelésük nincs, hanem zárószigetelésük sem, aminek következtében a csapadék szabadon érintkezik a hulladékkal. A lerakóra hullott csapadék egy része beszivárog, és magával ragadja a hulladék oldható komponenseit. A depónia alján, az altalaj vízáteresztő képességétől és a műszaki védelemtől (drénhálózat) függően a csurgalékvíz elszivárog vagy összegyűlik és folytatja a hulladék további kilúgzását, növeli a csurgalékvíz mennyiségét, elszennyezve a talajvizet, míg a másik része lefolyásra kerül, így közvetlenül a felszíni vizek elszennyezését okozhatja (HORVÁTH ZS. 1985a,b).





2. ábra. A hulladék környezetbe jutásának lehetséges útjai. (Forrás: ÁRVAI J. 1993)

The possible ways of environmental contamination. (Source: ÁRVAI, J. 1993)

A hulladék veszélyes anyagainak kioldódását, kilúgzását, deszorpcióját, párolgását stb. elsősorban a hulladéktestben uralkodó fizikai és kémiai viszonyok befolyásolják. A hulladéktestben uralkodó agresszív körülmények között gyakorlatilag minden anyag többé-kevésbé mobilizálódik. A kloroform pl. – mint vízoldható szerves oldószer – elősegíti a különben vízben nem oldódó szerves anyagok kilúgozódását is.

A kommunális hulladék baktériumok általi lebontásakor keletkező zsírsavak a fémekkel vízoldható komplex vegyületeket alkotnak, amelyek szintén veszélyesek. A szennyező anyagok egy része ugyan megkötődik a talajban (ami gátolhatja a szerves és szervetlen vegyületek migrációját), de bizonyos gyenge adszorpció-képességű talajokból pl. a vízben jól oldódó fenol könnyen kilúgozódhat és igen veszélyessé válhat.

A lerakott hulladék vízzel való reakciója (hidrolízis), a fény hatására történő vegyi bomlás (fotolízis), az oxidáció, valamint a baktériumok okozta biológiai lebomlás hatására igen veszélyes anyagok is keletkezhetnek (pl. a triklór-etilén, a perklór-etilén és az 1,1,1-triklór-etán biológiai lebomlásából származó vinil-klorid, amely igen veszélyes rákkeltő anyag).

A hulladékok párolgása következtében számolni kell a levegő szennyezésével is (pl. a kloroformtartalmú hulladékokból kiszabadult kloroform révén). Ha a hulladék napi földtakarásáról nem gondoskodnak, a párolgás igen intenzív lehet. Szabályosan működő, rendezett lerakók esetében ez alapvető feladat, ám a vadlerakók esetében sem takarásról, sem másfajta kezelésről nem beszélhetünk. A vadlerakók általában a települések határában alakulnak ki, s a hulladékok párolgásából eredő légszennyezés éppen a lerakók közvetlen környékén a legerősebb.

Számos olyan anyag is lerakásra kerül, amely nem bomlik le, csupán aprózódik, porlik (pl. építési hulladékok), és – a papír- és fóliafoszlányokhoz hasonlóan – a szél hordja szét nagy területeken. Az építési hulladék ugyanis olyan, különösen veszélyes komponenseket tartalmazhat, mint pl. a rákkeltő azbeszt.

A lerakott szilárd települési hulladékrétegekben a metánbaktériumok tevékenysége következtében mérgező, éghető, esetenként robbanó gázelegy jön létre, amely kb. 55% metánt és 45% széndioxidot tartalmaz, kevés kénhidrogénnel (ill. CO-al, N<sub>2</sub>-vel, NH<sub>4</sub>-gyel). A biogáz-képződés több éven át tarthat, amely a növények gyökereit károsítja. Robbanásveszélyessé akkor válhat, ha a depónia feletti levegőben a metán 5–15 térfogat %-ot ér el (ÁRVAI J. 1993).

A nem megfelelő helyen (pl. homokos talajú, magas talajvízszintű, ártéri stb. térszínen) kialakított és szakszerűtlenül üzemeltetett lerakók nemcsak veszélyesek, de potenciális fertőzőforrások is, mivel a nem takart és – (pl. az állatok bejutását akadályozó kerítéssel nem védett) – hulladék vonzza a rovarokat, a rágcsálókat és a táplálékot kereső nagyobb állatokat is (róka, kutya, madarak stb.). Ezek aztán továbbítják a testükre tapadt kórokozókat, ill. szívó-szűrő szájzszerveikkel fertőznek. A rágcsálók ürülékükkel is terjeszthetik a legkülönbözőbb fertőzéseket és betegségeket. Rendezett lerakóknál a rendszeres rovar- és rágcsálómentesítésnek, ill. bekerítésnek köszönhetően ez a veszély sokkal kisebb.

A hulladéktestben élő kórokozók nemcsak az állatok révén terjedhetnek; nem megfelelő védelem esetén a szivárgó vízzel és a csapadékkal a talajba, ill. a talajvízbe, a kutakba juthatnak. A kórokozó mikroorganizmusok egy része csak néhány napig, némelyikük viszont igen sokáig életképes marad (pl. *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Colostridium tetani*, *Vibrio cholerae* stb.).

Mint az a fentiekből is kiderül, a települési szilárdhulladék-lerakók összetétele rendkívül vegyes. Az áttekinthetőség kedvéért a legkülönbözőbb minőségű és összetételű hulladékokat a környezetre gyakorolt hatásuk és anyagi tulajdonságaik alapján célszerű csoportosítanunk.

### *Fertőzést okozó hulladékok*

Fertőző hulladéknak számítanak az egészségügyi intézményekben, rendelőkben keletkezett biológiai anyagok (vér, váladék stb.), egyszer használatos eszközök (pl. injekciós tűk), kísérleti állatok tetemei, testrészek és szervmaradványok.

A bomló tetemben elszaporodhatnak a tetanuszt és a gázödémát okozó *Clostridium*-, valamint az athrax- (*Bacillus anthracis*) baktériumok, amelyek fertőzést terjeszthetnek. Települési hulladék-lerakóban ritka, de előfordul fekáliatartalmú hulladék is, amely potenciálisan a tetanusz, a kolera, a vérhas, a tífusz és a fertőző májgyulladás veszélyét hordozza. E baktériumok többsége a talajban és a vízben viszonylag gyorsan elpusztul, kivéve a tuberkulózis és a paratífusz kórokozóit, amelyek akár hónapokig is életképesek maradnak (BAJNÓCZY G. 1993).

### *Nagy oxigénigényű vegyületeket tartalmazó hulladékok*

A talaj oxigéntartalma és a vizek oldott oxigénje alapvető létfeltétel a legtöbb talajlakó és vízi élőlény számára. E csoport hulladékai közvetett módon fejtik ki káros hatásukat, mivel közvetlenül nem feltétlenül mérgezőek. A hulladék baktériumok általi lebontásához rengeteg oxigénre van szükség, emiatt a lebomlás környezetében oxigénhiány lép fel. Az oxigén pótlódása a talajban rendkívül lassú folyamat, így ha szennyezés mértéke nagy, az oxigénigényes állatok, sőt szélsőséges esetben maguk a lebontást végző baktériumok is kipusztulhatnak, s helyükbe anaerob populáció léphet, amelynek tevékenysége intenzív, kellemetlen szagokkal jár. Nagy oxigénigényű hulladéknak tekinthető minden élő szervezet által termelt, szerves szénvegyületet tartalmazó hulladék (BAJNÓCZY G. 1993).

### *Olajtartalmú hulladékok*

Az olajos hulladék a szénen és a hidrogénen (szénhidrogének) kívül ként, nitrogént, oxigént és nyomelemeket tartalmaz. A benzinhoz hasonlóan alacsony forráspontú anyagok jelentős része elpárolog, ill. a talajrészecskék adszorbeálják. A magasabb forráspontú anyagok a talajba szivárognak. Az olaj alkotóinak legnagyobb része biológiailag bontható, ám e folyamat oxigénigénye igen nagy. A

lebomlás környezetében ez esetben is oxigénhiány lép fel. A biológiai lebontás tehát csak oxigéndús környezetben és baktériumok közreműködésével valósulhat meg. Az olajos hulladékoknak – a nagy oxigénigényű vegyületeket tartalmazóakkal szemben – nem csak az oxigénigényük, de a toxicitásuk is nagy. Ebből a szempontból rendkívül veszélyesek a kis forráspontú aromás (benzol, toluol, xilol stb.), valamint a kondenzált gyűrűs aromás szénhidrogének (naftalin, antracén, fenantrén stb.). E vegyületek beépülnek a halak, kagylók testszövetébe és mérgezést okoznak (BAJNÓCZY G. 1993).

### *Növényvédőszer-tartalmú hulladékok*

Leginkább a lejárt szavatosságú növényvédő szerektől, ill. csomagolóanyagokból származnak. Szezonálisan (pl. tavasszal, a rügyfakadás előtti permetezést követően) nagy mennyiségben fordulhatnak elő a lerakókban. Kémiaileg klórozott szénhidrogéneket, klórfenoxisavakat, szerves foszfor-sav-észtereket, karbamátokat és egyéb vegyületeket különböztethetünk meg. Legtöbbjük az élőlényekre nézve mérgező. Igen veszélyesek a hosszú élettartamú, lassan lebomló növényvédőszer. Ilyen volt – a hazánkban betiltott – DDT (klórozott szénhidrogén), amelynek a különböző táplálékláncok tagjainak szervezetében való jelentős felhalmozódása számos esetben az ökológiai egyensúly felborulásához – egyes fajok mértéktelen elszaporodásához, mások (pl. a hallal táplálkozó madarak) egyedszámának csökkenéséhez – vezetett. Kedvező fejlemény, hogy manapság egyre terjed a gyorsan lebomló növényvédőszer alkalmazása (BAJNÓCZY G. 1993).

### *Növényi tápanyagként viselkedő hulladékok*

Ebbe a csoportba tartoznak pl. a műtrágyák, amelyek ugyan nem mérgezőek, mégis komoly környezeti problémákat okozhatnak. A csapadékkal az élővizekbe mosódva felgyorsítják a természetes vizek eutrofizációját. Ezzel kell számolni minden oldható foszfát- és nitrogéntartalmú hulladék esetében is (BAJNÓCZY G. 1993).

### *Műanyag-hulladékok*

A szintetikus makromolekulákból álló műanyag-hulladékok nagy része biológiai úton nem bontható, bár mérgező hatást sem fejt ki. A természetbe kikerülő tejeszacskó, tejfölöspohár, üdítőitalos-üveg, nejlonzsák stb. főleg esztétikai problémákat okoz. A műanyagokat a szél könnyen elhordja, így a nem megfelelő védelmű lerakó körzetében nagy területeket boríthat, s csúfíthat el (BAJNÓCZY G. 1993).

### *Mérgező fémeket tartalmazó hulladékok*

A fémek egy része fokozott veszélyt jelent a környezetre. A szerves vegyületekkel ellentétben nem bomlanak le, hanem beépülnek a bioszféra körfolyamataiba, ill. átalakulnak és stabil vegyületeik nagy távolságokat tehetnek meg. A fémszennyezés legfőbb veszélye a bioakkumuláció, amely a tápláléklánc végén súlyos károsodásokat és az élőlények pusztulását is okozhatja.

A *króm* gyakran használt fémbevonó és ötvözőanyag. Hulladékából a króm(VI)ion kiszabadulása veszélyes, mivel erősen mérgező és rákkeltő hatású, egyszersmind erős oxidálószer.

A *kadmium* az egyik legmérgezőbb nehézfém. Az iparban elsősorban a piros és narancssárga festékek, akkumulátorok, katalizátorok gyártásához és néhány ötvözet előállításához használják. Az idült kadmiummérgezés jeleként néhány év elteltével sárga gyűrű jelenik meg a fogakon, csökken a vörös- és fehérvérsejtek száma, majd a csontvelő is károsodik. A csontokból a mérgező kioldódnak, ami a csontváz sorvadásához vezet.

Nagyon sokféle hulladék tartalmaz *ónt* (pl. konzervdobozok, gombaölő szerek, PVC stb.), amely önmagában mérgező, de a környezetbe kikerülve, mikrobiológiai és fotokémiai úton viszonylag gyorsan lebomlik és ártalmatlanná válik.

Sokkal veszélyesebb az *ólom*, amely elsősorban az akkumulátorgyártás fontos alapanyaga. A szájon, a bőrön, ill. a tüdőn át a szervezetbe jutó ólom súlyos károkat és betegségeket okoz. A vörösvérsejtekhez kötődik, ill. a csontokban halmozódik fel, ami lázas megbetegedésekhez és rohamokhoz vezethet. Az idült ólommérgezés jelei az étvágytalanság, fejfájás, testsúlyvesztés, a szürkés bőrszín és a fogínyen megjelenő, ún. ólomszegély. A felhalmozódott ólom károsítja az életfontosságú szerveket, elsősorban a májat, a vesét és az idegrendszert. A gyermekek fokozottan érzékenyek az ólomra, amely csökkenti a vér oxigén-, ill. az agy vérellátását, amit értelmi képességeik sýnylenek meg. Már születés előtt is agykárosodást okoz, a csecsemő szervezetébe pedig az anyatejjel kerülhet (BAJNÓCZY G. 1993; SZABÓ GY. 1996). A nem megfelelően kialakított és védett lerakók vonzzák a guberálókat, akik gyakran éppen az akkumulátorok ólomanyagát gyűjtik és teszik pénzzé, nem tudva a mérgezés veszélyéről vagy nem törődve azzal.

### *Salak és hamu*

A bányászati szén számos mérgező fémeket tartalmaz, viszonylag kis mennyiségben. Az eltüzelés után visszamaradt salakban és hamuban ezek feldúsulnak és oxidok vagy szilikátok formájában jelennek meg. A nyílt lerakóba helyezett égéstermékeket öntöző savas esők hatására nagy mennyiségű nehézfém oldódhat ki, s vándorolhat a talajvíz felé, mérgezve a lerakó távolabbi környezetét is. A salakból kioldódó fémek közül különösen veszélyesek az erősen mérgező arzén és a tallium vegyületei, valamint a *mérgező fémeket tartalmazó hulladékok* csoportjában említett fémek (BAJNÓCZY G. 1993).

3. táblázat. Különböző korú hulladéklerakók csurgalékvizének összetétele

Jellemző	B. G. LIPTÁK (KISS G. 1996)		SZABÓ I. (1994)	
	friss lerakó	idős lerakó	friss lerakó	bezárt lerakó
	mg/l		mg/l	
Biókémiai oxigénigény	21 700–30 300	32 400	–	–
BOI <sub>5</sub>	–	–	13 600	70
KOI	–	–	24 000	700
Klorid-ion	96–2 350	2 240	1 300	1 400
Nátrium-ion	85–1 700	1 805	960	880
Kálium-ion	28–1 700	1 860	780	340
Kalcium-ion	240–2 330	2 570	1 820	200
Magnézium-ion	64–410	280	250	130
Vas	6,5–220	305	540	10
Króm	–	–	0,56	0,07
Cink	–	–	21,5	0,2

Forrás: KISS G. (1996) és SZABÓ I. (1994)

A települési szilárdhulladék-lerakók csurgalékvizei (3. táblázat) igen agresszívek és szennyezettek lehetnek. A legkülönbözőbb összetételű anyagok, folyadékok és oldatok hatásával kell számolni, amelyek nagymértékben befolyásolhatják és megváltoztathatják az agyag, ill. a mesterséges szigetelők (pl. HDPE-fólia) tulajdonságait. A csurgalékvíz hatására az agyagban duzzadás, ioncsere, kioldás stb., a műanyag szigetelőkben felpuffadás, kioldás miatti szakadás stb. jöhet létre, amelyek sok esetben áteresztővé tehetik az eredetileg vízzárónak ítélt agyagot, fóliát. Ezeknek a csurgalékvizekkel szembeni ellenállása rövid távon kielégítő, de kérdés, hogy több évtizeden át mennyire lesznek képesek ellenállni? Erre nézve még nincsenek tapasztalatok, hiszen a jelenleg leggyakrabban használt HDPE-fóliát csupán néhány éve fejlesztették ki a depóniák szigetelésére.

## IRODALOM

- AUJESZKY P. (szerk.) 2000. Környezetstatisztikai adatok 1999. – KSH, Bp., 69 p.
- ÁRVAI J. (szerk.) 1993. Hulladékgazdálkodási kézikönyv – Műszaki Könyvkiadó, Bp., 550 p.
- BESE E. 1996. A hulladékudvarok kialakításának feltételrendszere (VI. Országos Köztisztasági Szakmai Fórum). – Köztisztasági Egyesülés, Bp., pp. 13–19.
- BESE E.–PÓLAY I. 1993. Budapest hulladékgazdálkodása. – Környezet és fejlődés, 1993. aug. pp. 24–32.
- BAJNÓCZY G. 1993. In: ÁRVAI J. (szerk.) Hulladékgazdálkodási kézikönyv. – Műszaki Könyvkiadó, Bp., pp. 68–83.
- BONNYAI Z. 1993. In: ÁRVAI J. (szerk.) Hulladékgazdálkodási kézikönyv. – Műszaki Könyvkiadó, Bp., pp. 178–215.
- DEÁK M. (szerk.) 1990. Magyarország hulladéktermelő és -lerakó katasztere 1:500 000. – Magyar Állami Földtani Intézet, Bp.
- HORVÁTH ZS. 1985a. Települési szilárd hulladékok környezetkímélő elhelyezésének környezetföldtani szempontjai. – Hidr. Közl. 75. 2. sz. pp. 85–88.
- HORVÁTH ZS. 1985b. Kommunális hulladék elhelyezés egyes vízföldtani kérdései – Hidr. Közl. 75. 4. pp. 217–220.
- HORVÁTH ZS. 1991. Hulladéklerakók alatti rétegek szivárgási tényezőjének változása csurgalékvíz hatására. – Hidr. Közl. 81. 1. pp. 44–50
- KASSAI M. (szerk.): 1988. Magyarország szennyeződé-érzékenység térképe 1:500 000. – Magyar Állami Földtani Intézet, Bp.
- KISS G. 1996. Települési hulladékok lerakódombjainak csurgalékvizei – a mennyiség és minőség időbeli változása és összefüggése a csapadékviszonyokkal. – Hidr. Közl. 86. 2. pp. 113–121.
- LÁNG I. (szerk.) 1993. Környezetvédelmi lexikon I., II.– Akad. Kiadó, Bp., I. pp. 396–401. II. pp. 320–321.
- Magyar Statisztikai Évkönyv, 1997, 1998, 1999 – KSH, Bp., 1998, 1999, 2000 pp. 143–144.
- MOSER M.–PÁLMAI GY. 1992. A környezetvédelem alapjai. – Tankönyvkiadó, Bp., 494 p.
- Nemzeti Környezetvédelmi Program, 1997–2002. – KTM, Bp., 1998. 270 p.
- Öko Rt. 1998. Települési szilárd hulladékgazdálkodási útmutató – KTM, Bp., 76 p.
- STANNERS, D.–BOURDEAU, PH. 1995. Europe's Environment. – European Environment Agency, Copenhagen. pp. 342–358.
- SZABÓ GY. 1996. Nehézfémek a talajban. – Földr. Közl. 51. (127.) pp. 253–266.
- SZABÓ I. 1994. Hulladék elhelyezés. – Geoservice Kft., Miskolc, 418 p.