

# **HULLADÉKGAZDÁLKODÁS**

*Digitális tananyag*

<b>Tartalomjegyzék</b>	<b>Fejezet szerkesztői, készítői</b>
<b>1. BEVEZETŐ</b>	<b>Dr. Csőke Barnabás Dr. Szabó Imre</b>
<b>2. KÖRNYEZETVÉDELEM</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>
<b>2.1. Környezetvédelem fogalma, területei</b>	
<b>2.2. Környezetvédelmi feladatok</b>	
<b>3.HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEI</b>	<b>Dr. Csőke Barnabás Dr. Szabó Imre</b>
<b>3.1.Hulladék, hulladékfajták: a termelési és a fogyasztási hulladékok</b>	
<b>3.2. A hulladékok mennyisége és összetétele</b>	
<b>3.3. A háztartási hulladék, a lom és ipari hulladék összetételét befolyásoló tényező</b>	
<b>3.4. Hulladék környezeti hatásai</b>	
<b>3.5. Hulladék keletkezésének elkerülése</b>	
<i>3.5.1. Termelés és termékintegrált környezetvédelem</i>	
<i>3.5.2. A fenntartható fejlődést szolgáló módszerek</i>	
<b>4. HULLADÉKGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>
<b>5. HULLADÉKOK GYŰJTÉSE ÉS SZÁLLÍTÁSA</b>	<b>Dr. Faitli József</b>
<b>5.1. Gyűjtési és szállítási rendszerek</b>	
<b>5.2. A hulladékok gyűjtése és szállítása</b>	
<b>6. HULLADÉKOK ÁRTALMATLANÍTÁS, KEZELÉSE ÉS HAZSNOSÍTÁS ELJÁRÁSAI</b>	
<b>6.1.Mechanikai-fizikai eljárások</b>	<b>Dr. Csőke Barnabás Dr. Mucsi Gábor Nagy Sándor</b>
<i>6.1.1. Aprítás, darabosítás és osztályozás</i>	
<i>6.1.2.. Dúsítási eljárások, szétválasztás fizikai tulajdonságbeli különbség alapján: elektromos és mágneses szeparálás, szétválasztás sűrűség szerint eljárásokkal, optikai és termikus mechanikai eljárások</i>	<b>Dr. Bóhm József Dr. Gombkötő Imre Dr. Csőke Barnabás</b>
<i>6.1.3. Folyékony és szilárd fázisok szétválasztása (szűrés, ülepités, centrifugálás)</i>	<b>Dr. Takács János Dr. Faitli József</b>
<b>6.2.Termikus eljárások</b>	<b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b>
<i>6.2.1.Települési és veszélyes hulladékok égetése</i>	
<i>6.2.2. Hulladékok pirolízise és elgázosítása.</i>	
<i>6.2.3. Hulladékok kezelése különleges termikus eljárásokkal</i>	

<b>6.3. Biológiai eljárások</b>	<b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b>
<i>6.3.1. Aerob lebontás komposztálással</i>	
<i>6.3.2. Hulladékok kezelése anaerob eljárásokkal</i>	
<i>6.3.3. Bioszintézis, bioszorpció és bioszolubilizáció</i>	
<i>6.3.4. Szennyvizek biológiai kezelése</i>	
<b>6.4. Kémiai eljárások</b>	<b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b>  <b>Dr. Takács János</b> <b>Dr. Faitli József</b> <b>Dr. Szűcs Péter</b>
<i>6.4.1. Fizikai-kémiai módszerek (flotálás, koagulálás, flokkulálás)</i>	
<i>6.4.2. A komponensek szétválasztását, kinyerését szolgáló termikus eljárások: lepárlás, abszorpció, szilárd fázisú extrakció, oldatkezelési eljárások (adszorpció, precipitáció, ioncsere, folyadék-folyadék extrakció, elektrolízis)</i>	
<i>6.4.3. A fázisok és a komponensek szétválasztását egyaránt szolgáló membránszűrési eljárások</i>	
<i>6.4.4. Csurgalékvizek kezelése</i>	
<b>6.5. A hulladékok ártalmatlanítása lerakással</b>	<b>Dr. Szabó Imre</b> <b>Dr. Szabó Attila</b> <b>Dr. Madarász Tamás</b>
<i>6.5.1. Jogszabályi háttér</i>	
<i>6.5.2. Hulladéklerakáshoz kapcsolódó vizsgálatok: alapjellemzés, azonosság vizsgálat</i>	
<i>6.5.3. A lerakók típusai</i>	
<i>6.5.4. A helykiválasztás követelményrendszere</i>	
<i>6.5.5. Lerakók műszaki kialakítása, aljzatszigetelő rendszere</i>	
<i>6.5.6. A depónia üzemeltetése, a monitoring rendszer</i>	
<i>6.5.7. A hulladéklerakók rekultivációja</i>	
<i>6.5.8. Az utógondozási idő csökkentésének lehetőségei</i>	
<i>6.5.9. A depónia felületének utólagos hasznosítási lehetőségei</i>	
<b>7. SZILÁRD TELEPÜLÉSI HULLADÉKOK ELŐKÉSZÍTÉSI TECHNOLÓGIÁI</b>	
<b>7.1. Szilárd települési hulladékok előkészítése és hasznosítása</b>	<b>Dr. Csőke Barnabás</b> <b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b> <b>Nagy Sándor</b>
<i>7.1.1. Szilárd települési hulladékok szemcseméret- és anyagi összetétele</i>	
<i>7.1.2. Csomagolóanyag-válogatóművek kialakítása, berendezései, üzemeltetése</i>	
<i>7.1.3. Maradékanyag-hasznosítás, kezelés mechanikai-biológiai stabilizálással (MBH). Másodtüzelőanyag-előállítás szilárd települési hulladékból.</i>	
<b>7.2. Elhasznált (roncs-) autók feldolgozása</b>	<b>Dr. Csőke Barnabás</b> <b>Nagy Sándor</b>
<i>7.2.1. Elhasznált autók mennyisége, részegységenkénti (alkatrészenkénti) szerkezeti és veszélyes anyagai</i>	
<i>7.2.1. Elhasznált autók bontási technológiája,</i>	
<i>7.2.2. Shredderezés technológiája, anyagmérlege, berendezései</i>	
<i>7.2.3. Shredderüzemi maradvány kezelése, hasznosítása</i>	
<b>7.3. Elektronikai és elektrotechnikai hulladékok feldolgozása</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>

7.3.1. <i>Elhasznált elektronikai, elektrotechnikai berendezések és eszközök csoportosítása, mennyisége, szerkezeti és veszélyes anyagai</i>	<b>Dr. Gombkötő Imre</b>
7.3.2. <i>Elhasznált eszközök bontási technológiája</i>	
7.3.3. <i>Mechanikai eljárásokkal történő feldolgozás (előkészítés) technológiája, anyagmérlege és berendezései</i>	
<b>7.4. Hulladékelemek és -akkumulátorok előkészítése</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>
7.4.1. <i>Elhasznált akkumulátorok mennyisége, szerkezeti és veszélyes anyagai</i>	<b>Dr. Gombkötő Imre</b>
7.4.2. <i>Mechanikai eljárásokkal történő feldolgozás (előkészítés) technológiája, anyagmérlege és berendezései</i>	<b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b>
7.4.3. <i>Hasznosítás kémiai eljárásokkal</i>	
<b>7.5. Műanyag és gumi hulladékok feldolgozása és hasznosítása</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>
7.5.1. <i>A keletkező hulladék gumi és műanyagok mennyiségi, minőségi jellemzése, a hasznosítás lehetőségei</i>	<b>Dr. Gombkötő Imre</b>
7.5.2. <i>Műanyag és gumi hulladékok feldolgozása mechanikai, kémiai és termikus eljárásokkal</i>	<b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b>
<b>7.6. Üveghulladékok előkészítése és hasznosítása</b>	<b>Dr. Mucsi Gábor</b>
7.6.1. <i>A keletkező üveghulladék mennyisége, minősége, hasznosítása</i>	
7.6.2. <i>Üveghulladék előkészítés technológiája és berendezései</i>	
<b>8. IPARI HULLADÉKOK ELŐKÉSZÍTÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSA</b>	
<b>8.1. Bányameddők</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>
<b>8.2. Építési hulladékok</b>	<b>Dr. Csóke Barnabás</b>
<b>8.3. Szénerőműi pernyék</b>	<b>Dr. Mucsi Gábor</b>
<b>8.4. Kohászati hulladékok</b>	<b>Dr. Bóhm József</b>
<b>8.5. Élelmiszeripar hulladékai</b>	<b>Nagy Sándor</b>
<b>8.7. Vegyipar hulladékok</b>	<b>Dr. Bokányi Ljudmilla</b>
<b>9. SZENNYEZETT TERÜLETEK SZANÁLÁSA</b>	<b>Dr. Szabó Imre</b> <b>Dr. Madarász tamás</b> <b>Dr. Takács János</b>

## 1. BEVEZETÉS

**Fejezet szerzője: Prof. Dr. Csöke Barnabás, Prof. Dr. Szabó Imre**

Magyarországon évente 250...500 kg/fő háztartási és összetételében ahhoz hasonló ipari-kereskedelmi hulladék keletkezik, amely jelenleg nagyrészt deponálásra kerül. A fejlett országokban a hulladékok jelentős részét értékes alapanyagként, ill. másodnyersanyagként és másodlagos energiaforrásként hasznosítják.

Hazánk gazdasági és környezetvédelmi érdeke szükségessé teszi a hulladékok kezelésének, a hulladékgazdálkodásnak a fejlett európai országokhoz hasonló megoldását. A hulladékgazdálkodás magába foglalja a hulladékok kezelését (szállítás, deponálás, tömörítés) és termikus, kémiai, biológiai úton történő hasznosítását, vagy ártalmatlanítását, valamint az ezeket szolgáló - jogi, gazdasági, infrastrukturális - feltételeket is.

A hulladékokkal való gazdálkodásban, mint minden gazdasági és technológiai tevékenységben, azok tervezésében prioritásos elv érvényesül. A fejlett európai országok tapasztalatai alapján az EU-ban az alábbi tevékenységi sorrend javasolt:

- a hulladék keletkezésének, elkerülése, megelőzése;
- a hulladék újrahasznosítása, hasznosítása;
- a hulladékmaradvány lerakása előtti kezelése;
- a kezelt hulladékmaradvány rendezett lerakása;

A szilárd ipari hulladékok – fém-, ill. fémtartalmú műanyag- és üveghulladékok, bányászati meddők, kohászati és energetikai salakok, pernyék, stb. – hasznosítása, a hasznosítást elősegítő előkészítési eljárások, ill. technológiák hazai alkalmazása már korábban elkezdődött. Ezzel szemben a kommunális hulladékok elhelyezése városaink, falvaink mind a mai napig egyik legégetőbb gondja. E hulladékok előkészítése, a hasznos komponensek (fémek, műanyagok, üveg, papír, ill. szerves anyagok) külön termékeként való kinyerése nemcsak az elhelyezés gondjait enyhíti, ill. oldja meg, hanem hasznos nyersanyagokat szolgáltat a gazdaságnak, ezzel csökkenti az ásványi nyersanyagok kitermelési igényét és a velejáró környezeti terheléseket is. Összességében a hulladék hasznosítás a kommunális hulladék kezelését gazdaságossá is teheti, mind a nemzetgazdaság, mind az adott település számára. Nem hagyható figyelmen kívül a hulladékkezelés és felhasználás mint új iparág gazdaság élénkítő szerepe sem. Ez a terület pl. a német gazdaság egyik legfontosabb jövőbeni fejlődését képezi.

A hazai hulladékgazdálkodást intenzív fejlődését szolgálta a termékdíjas rendszer hazai bevezetése (1995) is, melynek fő célkitűzése, hogy elősegítse a hulladékokban lévő hasznos anyagok kinyerését és a termelési ciklusba való visszajuttatását. A termékdíjakból képzett környezetvédelmi alap felhasználásáról szóló pályázat első alkalommal 1996-ban került kiírásra.

A pályázat nyomán 1998-ban Magyarországon három nagyobb hulladékkezelő centrumot alakítottak ki a termékdíjas elhasznált termékek begyűjtésére és előkészítésére: Pécs: BÍOKOM Kft.; Székesfehérvár: SZÉKOM RT. és Veszprém: Veszprémi Kommunális RT. Mindhárom esetben az akkumulátort, a gumit, valamint a csomagolóanyagot szelektív gyűjtést követően szállítják a telephelyre. Az akkumulátort és a gumit tárolják, ill. értékesítik, a csomagolóanyagokat pedig a megépített válogatóművekben újrahasznosításra előkészítik. A válogatóművek kapacitása Pécs, Székesfehérvár, Veszprém sorrendben: 15000 t/év, 7500 t/év, 7500 t/év. Az elmúlt években még további egy kisebb-nagyobb válogatószalagot helyeztek üzembe Miskolcon, Siófokon, Szegeden, Polgárdiban, Vaskúton, Debrecenben, Nyíregyházán szelektíven begyűjtött a csomagolóanyag-hulladékok előkészítésére. Ezek a

vállalkozások a szelektív gyűjtést is megszervezték, a gyűjtött és az előkészített termékek - válogatott csomagoló anyagok: papír, műanyag termékek, vas- és alumínium fém, rétegelt csomagolóanyag - feldolgozóival szerződéses kapcsolat-rendszert alakítottak ki. A szelektív gyűjtés az országban csaknem teljes lefedettségű. Az országban

Minden törekvés ellenére, ma is 75-80 %-a a települési szilárd hulladéknak lerakásra kerül. A többi lakosságtól kikerülő – autóroncok, elhasznált elektronikai és elektrotechnikai készülékek, autógumi, akkumulátor, a legkülönbélebb lom stb. - hulladékoknak csak csekély része kerül vissza a gazdaságba a hazai feldolgozási kapacitások hiánya miatt. A lerakók tervezése és működtetése is fejlesztést igényel: szükséges a tervezési módszerek fejlesztése, a korszerűbb szigetelőanyagok bevezetése a gyakorlatban, a depóniagáz intenzívebb nyérése és hasznosítása. Tehát a feladatok nagyok és nagy költséggel oldhatók meg. Mindez nem nélkülözheti a hazai megfelelő a naprakész ismeretekkel rendelkező szakembereket.

A szilárd hulladékok hasznosításával kapcsolatos feladatoknak tehát fontos része a gyakorlati megvalósításban résztvevő hazai szakemberek képzése és továbbképzése is. E célt szolgálja a jelen elektronikus tankönyv is, amely az elméleti ismeretek mellett törekszik a gyakorlati megvalósítást szolgáló ismeretek összefoglalására is.

*Prof. Dr. Csőke Barnabás*  
*Prof. Dr. Szabó Imre*

## **2. KÖRNYEZETVÉDELEM**

*Fejezet szerzője: Dr. Bőhm József, Prof. Dr. Csőke Barnabás*

### **2.1. Környezetvédelem célja, fogalma, területei**

Az emberi szükségletek kielégítésének folyamata - a termelés és fogyasztás - nagy mennyiségű hulladék keletkezésével párosul.

#### **2.1.ábra**

A folyamat kiindulópontja az ásványi nyersanyagok kitermelése, amely a környezetbe való nagymértékű beavatkozással jár. Az alapanyag- és a feldolgozó ipar, a kereskedelem, valamint a intézményi, hivatali és lakossági fogyasztás hulladékai - az elhelyezésük gondjai mellett - jelentős környezeti ártalmakat idézhetnek elő.

A világ fejlett ipari országaiban a környezet-gazdaság-társadalom hármass viszonyrendszerét illetően az utóbbi évtizedben jelentős paradigmaváltás tapasztalható. A környezettel való foglalkozás a korábbi szűken értelmezett környezetvédelemtől érzékelhetően elmozdult a fenntartható fejlődés széleskörű célrendszerének megfogalmazásának az irányába.

A környezetet érő káros hatások és szennyezések a gazdasági-társadalmi tevékenységekhez (termelés, elosztás, fogyasztás) kapcsolódnak, ezért ezek megelőzése, csökkentése vagy utólagos felszámolása a környezeti szempontoknak a mind a gazdaság valamennyi területén (mezőgazdaság, ipar, energetika, közlekedés stb.), mind pedig az innováció teljes folyamatában (kutatás, tervezés, megvalósítás, üzemeltetés) való érvényesítését teszi szükségessé.

### Környezetvédelem célja tehát:

- az ember számára az egészséges és emberhez méltó környezet biztosítása
- az emberi beavatkozás hátrányaitól a talaj, a levegő, a víz, a növény- és állatvilág megvédése
- a környezetben az emberi beavatkozás okozta károk megszüntetése

Jelentős szemléletváltozásra is szüksége van az embernek, ha az életterét a földet a jövő nemzedékei számára is emberhez méltóan akarja örökül hagyni.

**Az embernek fel kell adnia hagyományos uralkodói gondolkodás módját és uralkodói magatartását, mely szerint felülvén a Világ trónjára, úgy véli, hogy az általa uralt és alakított Világ sorsáról, korlátlanul, egyedül a saját igényei szerint dönthet. A antropocentrikus Világot antropofób Világgá kell változtatnia.**

**Az ember beavatkozhat a Világba, azonban nem mint valamennyi földi Élet Uralkodója, hanem mint Világ Partner - ereje, kreativitása (Homo faber) miatt felelős minden életért. Csak az ember képes a dinamikusan változó világban valamennyi Élet egyensúlyát megőrizni. Ez az alkotó ember kötelessége (Homo morales)**

**(Prof. H. Brauer nyomán)**

A hulladék azáltal hat a környezetre, hogy lerakni szükséges, miáltal a talaj, a víz és a levegő elszennyeződhet (lerakóból származó emisszió). A lerakott hulladék a mennyiségével és veszélyességével, agresszivitásával arányos környezeti kockázatot jelent. A környezet tudatos védelme tehát az emissziók és hatásaik elemzésén alapszik, hiszen először is azt kell tudnunk, hogy mi ellen védekezzünk és a védelem elmulasztásának mi a kockázata. A kockázat mértékének az ismerete teszi lehetővé a kockázat elfogadható értékének meghatározását és a védelem költségének optimalizálását a termelés- és termékintegrált környezetvédelemben, valamint az additív környezetvédelemben éppúgy, mint az ember okozta károk felszámolásakor. A termelőnek felelőséget kell viselnie nemcsak a termelési hulladéka, hanem terméke elhasználódásával, tönkremenetelével keletkező hulladékért is, annak az újrahasznosításakor, hasznosításakor és lerakáskor felmerülő környezeti kockázatért és védelmi költségeikért



Összefoglalva, a környezetvédelemben az alábbi a főbb területeket különböztethetjük meg:

#### **Környezetvédelem területei**

- Emissziók és hatásaik elemzése
- Termelés- és termékintegrált környezetvédelem
- Additív környezetvédelem : a talaj, a levegő és a víz tisztántartása
- Szanáló környezetvédelem: az ember okozta károk felszámolása

## **2.2. Környezetvédelem feladata**

A növekvő szükségletek kielégítése társadalom átfogó fejlődésével, különösen is tudományosan megalapozott műszaki fejlesztéssel lehetséges, de csak a harmonikus fejlesztés lehet hosszútávon fenntartható. Az a fejlesztés harmonikus, melyben az adott társadalmi és gazdasági tevékenység összhangban van a környezet eltartó képességével.

Mindez arra ösztönzi ma a társadalmat, hogy a termelést és a fogyasztást elsősorban a hulladékszegény technológiák alkalmazásával, a hulladék-anyagok minél teljesebb újrahasznosításával környezetet kímélő módon folytassa.

Ebben a megközelítésben a környezetvédelem tárgya:

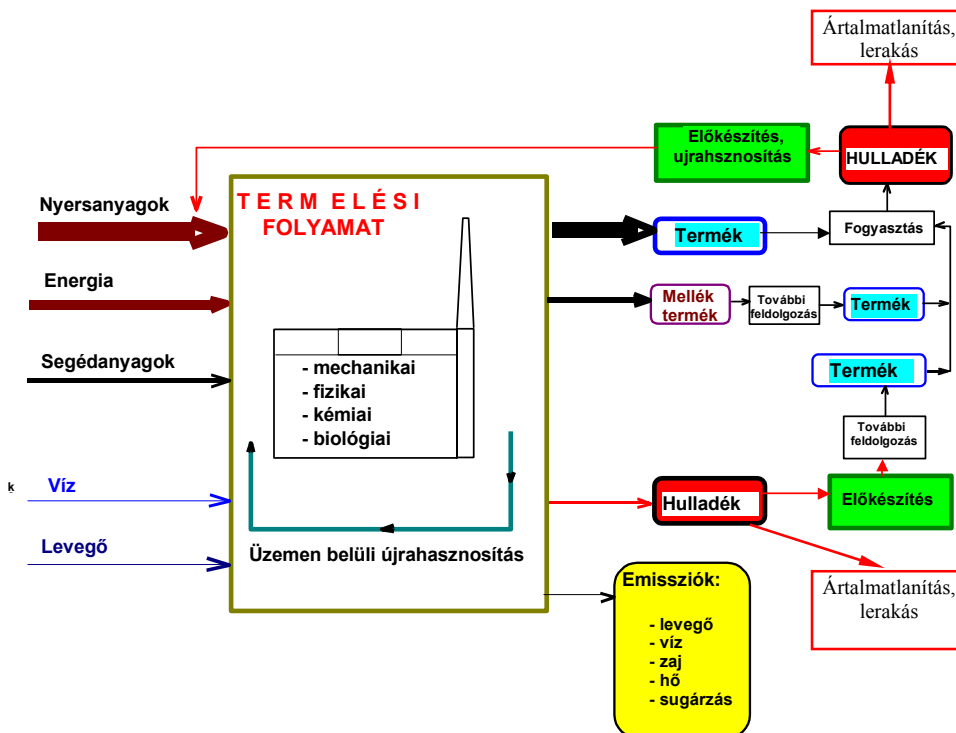
**A dinamikus Világ alakításánál feltárni mérnöki- és természettudományos úton azokat a műszaki lehetőségeket, amelyek a környezet védelméhez, az ember által okozott hibák kiiavításához szükségesek. amelyek ugyanakkor a Cselekvő Embert sohasem korlátozzák.**

### 3.HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEI

Fejezet szerzője: Prof. Dr. Csőke Barnabás

#### 3.1.Hulladék, hulladékfajták: termelési és fogyasztási hulladék

Az ember tevékenysége a szükségleteinek a kielégítésére irányul, amely a termelés és a fogyasztás folyamatában valósul meg (3.1.ábra), e folyamat létfenntartásunk alapvető feltétele. A termelési folyamatba nyersanyagokat vagy alapanyagokat, energiát, segédanyagokat és közegként levegőt, valamint vizet viszünk be a fogyasztásra szánt termék előállítására érdekében.



3.1.ábra: Hulladék keletkezésével járó anyag-körfolyamat

A termelés eredménye a termék, amely lakossági vagy ipari fogyasztásra alkalmas. A termelés gyakran melléktermékek keletkezésével jár, amelyek az adott termelőnél nem, de más termelési folyamatban - további átalakítással vagy átalakítás nélkül - hasznosulhatnak (pl. a PVC előállításánál a nátrium-klorid bontásából származó nátriumhidroxid, melyet a timföldgyártás során használnak fel). A környezetvédelem és hulladékgazdálkodási szempontból célszerű a melléktermékekre és figyelmet fordítani, ugyanis könnyen - például piaci okok miatt - hulladékká válhatnak.

### ***Termelési hulladék***

A gyártási és szolgáltatási folyamatban elkerülhetetlenül keletkező maradékanyagokat *termelési hulladéknak* nevezzünk. A termelők és szolgáltatók hulladékai lehetnek: *technológiai* (pl. timföldgyártásnál a vörösiszap, a vasgyártásnál a salak) vagy *amortizációs* (termelő berendezések) *termelés-specifikus* hulladékok és *nemtermelés-specifikus* hulladékok (pl. csomagolóanyagok, irodai papír, irodai számítógép). E hulladékok nem a gyártási és szolgáltatási tevékenység eredményei (az ugyanis a termék), hanem rendszerint elkerülhetetlen következményei, maradékanyagai. A termelési technológiai hulladék egy része gyakran az üzemen belül újrahasznosítást nyer: pl. a műanyagtermékek gyártásakor a készülékek furataiban lévő műanyag vagy a selejtes termék, vagy a széleken levágott vagdalék természetes úton (örlés, granulálást követően) visszaforgatást nyer a termelési folyamatban.

A termelési technológiai hulladék másik részét a veszélyes vagy különleges kezelést igénylő hulladékok képezik. Ezek az adott üzemen belül rendszerint nem nyerhetnek újrahasznosítást (pl. timföldgyártásnál a vörösiszap), ezért vagy máshol hasznosítják, vagy ellenkező esetben lerakóba kerülnek. Környezetvédelmi szempontból a termelési technológiai hulladéknak ez a lerakóba kerülő hulladék a legveszélyesebb része, amely a termelési technológia környezetvédelmi kritikus pontja, amit az engedélyezési eljárásnak – a törvényi szabályozásnak – kell kézben tartania.

Az amortizációs hulladékok (termelő berendezések) rendszerint újrahasznosíthatók az adott üzemen kívüli, külső hulladék-előkészítést követően.

### ***Elhasználdott termék mint fogyasztási hulladék***

Az elhasználdott termék – használati eszközök, tárgyak és csomagolóanyagaik-, étkezési és más a háztartásban keletkező maradékanyagok, valamint a termelés nem specifikus hulladékai képezik a fogyasztási (kommunális vagy települési) hulladékot, amelyek lehetnek szilárd vagy folyékony halmazállapotúak.

A szilárd települési hulladékok nagyobbik része (Magyarországon ~ 60 %-a) a háztartásokban keletkezik, a többi az iparból származik. A háztartási és a hozzájuk hasonló az iparból, illetőleg a szolgáltatásból származó hulladékok lehetnek szervetlenek vagy szerves hulladékok, ez utóbbiakon belül nagy részt képviselnek a biológiailag lebontható hulladékok.

A szilárd települési hulladék alapvetően eltérnek a termelési technológiai hulladékoktól. Megfigyelhető, hogy a fogyasztást szolgáló termékek jó része un. szerkezeti anyagokból (fémek, üveg, kerámia, fa, papír, műanyagok stb.) épül fel. A korszerű eszközeink felépítése rendszerint összetett: az eszköz részegységekből, a részegységek alkatrészekből, ez utóbbiak pedig szerkezeti anyagokból állnak. E hulladékok a szilárd települési hulladékok nagy hányadát teszik ki. Ide tartoznak a termelés és szolgáltatás nemtermelés-specifikus hulladékai is (pl. csomagolóanyagok, irodai papír, irodai számítógép stb.). E hulladékfajta anyagi és szerkezeti tulajdonságaiból következik, hogy az elhasználdóságukat követően szerkezeti anyagaik újrahasznosíthatók, eredeti vagy más célra felhasználhatók.

### ***A hulladék fogalma, hulladékfajták***

A hulladékgazdálkodás terminológiája a különböző nemzetközi követelmények ellenére sem egységes. Ezért a definíciókat - a jelentkező nehézségek elkerülésére - a kérdés gazdasági-technológiai oldaláról közelítjük meg.

Általános értelemben **hulladéknak tekintendő** az ember mindennapi élete, munkája, gazdasági tevékenysége során keletkező, a keletkezés helyén feleslegessé váló, ott közvetlenül fel nem használható, különböző minőségű és halmazállapotú anyag, anyag-együttes, termék, maradvány, tárgy, leválasztott szennyező anyag, szennyezett kitermelt föld, amelyet a tulajdonosuk sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud, és amelynek kezeléséről külön kell gondoskodnia.

A hulladék fogalmának tágabb keretet ad a gyakorlat és az igazgatás szemszögéből kialakított EU direktívák szerinti meghatározás, miszerint hulladék minden olyan anyag, anyag-együttes, amelytől tulajdonosa valamilyen úton meg akar szabadulni. Amennyiben ezt a környezetvédelmi előírásoknak megfelelően teszi, akkor károkat nem okoz. Itt igen fontos látni azt is, hogy a hulladéknak mindig van érte felelős tulajdonosa.

A hulladék fogalmához szorosan kapcsolódik két - gyakorlati szempont alapján fontos - elem:

- *melléktermék*: az a termelési folyamatban a termékkel párhuzamosan keletkezett anyag, amelyet soros anyaghasználat jelleggel közvetlenül felhasználnak vagy értékesítenek.
- *másodnyersanyag, másodlagos energiahordozó*: az a hulladék, amely a felhasználás helyére abban a formában került, ahogyan azt ott hasznosítják.

A hulladékok az anyagi rendszereknek tehát egy sajátos csoportját alkotják. Amíg az anyagi rendszereknek egyes csoportjai szerkezeti - mechanikai, fizikai, kémiai stb. - anyagi jellemzőkkel egyértelműen meghatározhatók, addig abban, hogy egy adott anyag hulladéknak minősül-e vagy sem, az anyagi jellemzőkkel azonos súlyú szerepet játszanak a társadalmi, gazdasági tényezők is: az, hogy egy adott anyagot, tárgyat stb. a társadalom, a hulladék birtokosai vagy tulajdonosai hulladéknak tartanak-e vagy sem, függ a társadalmi, a műszaki-gazdasági fejlettség szintjétől, továbbá függ az egyének (a hulladék tulajdonosai) anyagi helyzetétől.

A hulladékok osztályozása nem egységes, az egyes osztályozási szempontok lényegében átfedik egymást, illetve a hulladék megjelölése gyakran több egymás melletti megnevezés alkalmazásával történik. A hulladékok csoportosításának egységesítésére való törekvés egyik formája a hulladékkatalógus. A hulladékkatalógusok többségénél az előbb vázolt párhuzamossági, átfedési elv érvényesül, vagyis egy hulladékfajtát egyidejűleg több csoportosítási szempont-együttes tesz azonosíthatóvá, ezek közül a legfontosabbak:

- a hulladék azonosító kód (egységes informatikai feldolgozás miatt),
- a hulladék eredete,
- az anyagi tulajdonságok,
- a kezelhetőség.

A fenti elvek szerint épül fel a jelenleg érvényes EU katalógus és az annak alapján készült hazai hulladékkatalógus (16/2001.(VII.18.) KÖM rendelet a hulladékok jegyzékéről) is.

A hulladékok csoportosításának legelterjedtebb módja, az eredet szerinti kategorizálás, melynek alapján, mint láttuk két nagy csoport különböztethető meg:

- a települési (vagy kommunális) és
- a termelési (vagy ipari, beleértve a szolgáltatás és a mezőgazdaság területén keletkezőket is) hulladékok csoportja, ezeken belül rendszerint elkülönítik a veszélyesnek, illetőleg nem veszélyesnek ítélt hulladékokat is.

A halmazállapot alapján szilárd, folyékony, iszapszerű és pasztszerű hulladékokat különböztetünk meg. A hazai gyakorlatban a települési hulladékok eszerint két csoportra oszthatók:

- települési szilárd hulladékok,
- települési folyékony hulladékok (közcsatornába nem kerülő, szippantott szennyvizek).

A hulladékok káros környezeti hatása szerint megkülönböztetünk:

- környezetre veszélyes,
- a környezetre (jelen ismereteink szerint) nem veszélyes hulladékokat.

A két kategória között átmenet van, hiszen az anyagi tulajdonságok kedvező, vagy kedvezőtlen változása dönti el a tényleges állapotot.

Veszélyes hulladéknak tekintjük azt a hulladékot (2.1.táblázat), amelyek önmagukban, illetve amelynek bármelyik bomlásterméke közvetlenül vagy közvetve, azonnal vagy késleltetetten az emberi életre, egészségre, illetőleg az élővilágra károsító hatást fejthet ki. A veszélyesség jellege szerint a hulladékfajták lehetnek mérgezőek (toxikusak), fertőzőek, bűz- és robbanásveszélyesek, rákkeltőek (karcinogének), korrozívak és radioaktívak.

Magyarországon, összhangban az EU irányelvekkel, veszélyesnek minősül minden olyan hulladék, amely a hulladékgazdálkodási törvény (2000. évi XLIII. törvény) 2. sz. mellékletében felsorolt tulajdonságok közül eggyel vagy többel rendelkezik, illetve ilyen anyagokat vagy összetevőket tartalmaz. Ezeknek a hulladékoknak a kezelésével kapcsolatos teendőket a 98/2001. (VI.15.) Korm. rendelet szabályozza.

Az emberi szükségletek kielégítésének folyamata tehát nagy mennyiségű hulladék keletkezésével párosul: a termelés és a fogyasztás során ugyanis mindig keletkezik olyan maradékanyag, termék, elhasznált eszköz vagy csomagolóanyag, amelyet a keletkezés helyén a tulajdonos - gazdasági és műszaki okok miatt- sem az eredeti célra, sem más célra nem tud, nem kíván, vagy nem akar felhasználni, amelytől ezért meg kell szabadulnia- **ez a hulladék.**

### ***Emissziók***

A 3.1.ábrából kitűnik, hogy a termelési folyamat a környezetre gyakorolt többnyire káros hatását - a termelési hulladékon túlmenően - az emissziókon - szennyezett levegő, víz, zaj, hősugárzás - keresztül fejt ki. Az emissziók döntő része a közegként bevitt vízzel és levegővel van kapcsolatban, ezért a technológiai folyamat közegigényének csökkentése az emisszió csökkentésének alapvető forrása.

A hulladék fogalmának meghatározását, a hulladékok csoportosítását nehezíti, hogy az emberi tevékenység sokfélesége következtében a hulladékok is igen sokfélék, nehéz olyan rendező elvet találni, amely alapján az egzakt csoportosítás is lehetővé válik. Másrészt a hulladékok káros hatása elleni védelem, a hulladékgazdálkodás a környezetvédelem egyik legfiatalabb és szabályozási folyamat alatt álló területe.

### **3.2.A hulladékok mennyisége és anyagi összetétele**

A főbb hulladékokból Magyarországon évente keletkező becsült mennyiséget a 3.1.táblázat foglalja össze. A települési szilárd hulladékok mennyiség jelenleg Magyarországon folyamatosan nő, összefüggésben az a életszínvonal növekedésével. Az ipari és mezőgazdasági hulladékok mennyisége stagnál vagy csökken az iparban és a mezőgazdaságban végbemenő termelési szerkezet átalakulásával.

3.1.táblázat: A főbb hulladékokból Magyarországon évente keletkező becsült mennyiség (részben Bay-LOGI nyomán)

• Szilárd települési hulladék (TSZH)	4800 kt
• Termelési hulladék:	85000 kt
• Mezőgazdasági hulladék	35000 kt
• Építési hulladékok	7000 kt
• Gumiabroncs	42 kt
• Akkumulátor	25 kt
• Hűtőgép, hűtőszekrény	200000 db
• Gépjármű	150000 db
• Elektromos, elektronikai termékek	140 kt
• TV készülék	300000 db
• Számítógép	250000 db

A hulladékok anyagi összetétele szintén változik, például a TSZH hulladékon belül még tart a műanyagok arányának növekedése, ugyanítt a hulladék összetétel a település szerkezetétől is függ (3.2.táblázat)

3.2.táblázat

<b>Anyagi összetétel település szerkezet szerint</b>				
	Anyagnév	Tömegarány, %		
		Lakótelep	Családi ház	Falusi családi ház
1.	Bio	8,1	33,2	10,2
2.	Papír	17,8	10,4	8,3
3.	Textil	6,2	1,6	6,5
4.	Műanyag	15,5	12,3	15,4
5.	Üveg	3,4	1,7	3,5
6.	Fém	3,5	2,3	6,1
7.	Egyéb éghető	7,1	3,2	1,9
8.	Éghetetlen	0,2	1,1	1,1
9.	Higiéniai	3,8	4,9	4,1
10.	Veszélyes	1,2	0,5	0,2
11.	Finom	33,2	28,8	42,7
12.	<i>Osszesen</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

Az elektronikai hulladékok esetében mennyiségük nő, az anyagi összetétel a technikai fejlődéssel folyamatosan változik: a mikroelektronikai alkatrészek arányának növekedésével, tömegük csökken, a NYÁK és a műanyag aránya folyamatosan nő, legutóbbi időben pedig az elhasználódásukat követő veszélyességük mérséklésére (nehézfémek, Cl stb. tartalom csökkentése révén) és újrahasznosíthatóságuk javítására, valamint a gyártási technológiai maradékanyagok csökkentésére irányulnak a fejlesztések.

### 3.3. A háztartási, a lom és az ipari hulladék összetételét befolyásoló tényezők

A fogyasztási hulladék, mint láttuk, a közvetlen emberi szükséglet kielégítése folytán keletkező, nem ipari vagy egyéb termelő tevékenységből származó, túlnyomórészt háztartásokban keletkező hulladékokat foglalja magába. Ezek a hulladékok az elosztási és fogyasztási tevékenységből származnak, összetételük és mennyiségük alapvetően függ:

- az életszínvonalról,
- az életmódtól
- és ezen belül a fogyasztási szokásoktól.

A termelési hulladékok a különböző termelési tevékenységek során, vagyis az iparban, a mezőgazdaságba és a szolgáltatásban keletkeznek. Ezek eredetük szerint lehetnek technológiai, gyártási maradékanyagok (technológiai hulladék) és elhasználdott termelési eszközök, mint amortizációs hulladékok. Az eredet szerinti csoportosítás tovább bontható az egyes iparági, szolgáltatási kategóriák, valamint a fő tevékenységek (kitermelés, feldolgozás és szolgáltatás, fenntartás, szállítás stb.) szerint is. Mennyiségük és összetételük függ:

- az adott ország termelésének és szolgáltatásának (az infrastruktúra) technikai színvonalától és kultúrájától;
- a hulladékokkal való gazdálkodás műszaki fejlettségétől és kultúrájától;

### **3.4.A hulladék környezeti hatásai**

A környezetbe kibocsátott és nem megfelelően kezelt hulladékok környezetkárosító hatásai különbözőképpen jelentkeznek.

#### *A talaj, talajvíz és felszíni vizek szennyeződése*

A hulladékok leggyakrabban - évezredek óta - szükségszerű természetes befogadója a talaj. A nem megfelelően kezelt hulladékokat, azok bomlástermékeit a csapadékvíz a talaj felszínén szétmossa, elszennyeződik a talaj felszíne, majd veszélyes komponensek bekerülnek a szivárgó csapadékvízbe. Az oldott, emulgált szennyeződést tartalmazó folyadék beszivárog a talajba, a talajvízbe és az áramlás révén vízbázisokat veszélyeztethetnek. A hulladék szerves és szervesetlen alkotói a csapadékvízzel kilúgozódva különféle sók - klorid, nitrát, szulfát stb. -, nehézfémek, szénhidrogének és nehezen bomló egyéb szerves szennyezők formájában a vízminőség romlását okozhatják. A felszíni vizek közvetett és közvetlen szennyeződését eredményezik a nem megfelelően kezelt kommunális és ipari szennyvíz (folyókba történő) bevezetések, esetenkénti a haváriák során elszennyeződött csapadék vizek is.

#### *A levegő szennyeződése*

A biológiailag lebontható szervesanyag tartalmú hulladék bomlása során jellegzetes bűzös gázok keletkeznek (ammónia, hidrogén-szulfid, metán stb.). Az összegyűlt hulladékhalmok finom porát, illetve nagyobb darabjait (papír, műanyagfólia) a szél vagy kisebb légmozgás is a levegőbe emeli. A hulladék-lerakóhelyeken az öngyulladások vagy a hulladékok nem megfelelő elégetésekor keletkező égéstermékek (füstgáz, korom, pernye) közvetlenül szennyezik a levegőt. Nem elhanyagolható a kommunális lerakók üvegházhatást növelő – a biológiailag lebontható komponensek bomlása során keletkező - metán és széndioxid kibocsátása sem.

#### *Fertőzésveszély*

A települési és egyes termelési hulladékok (pl. hígtrágya, vágóhídi hulladékok) mikroorganizmusai különböző fertőző betegségek előidézői lehetnek. E hulladékokban ugyanis a legkülönbözőbb mikroorganizmusok megtalálhatók, közöttük fertőző betegségeket is terjesztő kórokozók (vírusok, baktériumok, féregpeték stb.). Megfelelő körülmények között a kórokozók a hulladékban hosszabb ideig életképesek maradnak, onnan a talajba, a vízbe kerülhetnek és közvetlen érintkezés útján is fertőzést okozhatnak. A kórokozók a hulladékban a fertőzés lehetőségét jelzik, ezért az ilyen hulladék fertőzést-terjesztő közegnek tekinthető.

#### *A rovarok és rágcsálók elterjedése*

A nem megfelelő települési hulladékkezelés következtében a rovarok (legyek) és rágcsálók (patkány, egér) nagymértékben elszaporodhatnak. Mind a rovarok, mind a rágcsálók közismert közvetítói, terjesztői az egyes fertőző betegségeknek. Ezért a megfelelő gyakoriságú hulladéktárolás, a lakott területen minél rövidebb ideig tartó zárt tárolás, a tárolóban történő helyes kezelés (tömörítés, letakarás) a rovarok és rágcsálók elleni védekezés legfontosabb feltételei.



### A környezet elszennyeződésének esztétikai jelentősége

A nem megfelelő hulladékeltávolítás, a rendezetlen, szétszórt hulladék látványa tönkreteszi a táj eredeti szépségét, csökkenti a pihenés, kikapcsolódás teljes körű lehetőségét.

### **3.5.A hulladék keletkezésnek elkerülése**

Korábban láttuk, hogy a gyártás módja döntően befolyásolja, mind termelési hulladékok mennyiségét és összetételét, mind pedig a termékek tulajdonságait.

#### *3.5.1. Termelésintegrált környezetvédelem*

A termelési hulladékok csökkentése tehát alapvetően gyártástechnológiai kérdés, és a fentiek miatt célszerű a környezetvédelmet a termelési folyamat integráns részének tekinteni.

*A termelésintegrált környezetvédelem célja: a piacképes termékek gyártási folyamatának oly módon való kialakítása, hogy a folyamatban csak az elkerülhetetlenül szükséges minimális mértékben keletkezzen maradékanyag (hulladék). (Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik. Band 2, Springer, Berlin, 1995).*

*3.5.2. Termékintegrált környezetvédelem A fogyasztási termékek hulladékká válásának időbeli alakulását (a termék életciklusát), az újrahasznosítás lehetőségeit alapvetően a termék gyártáskor elnyert tulajdonságai határozzák meg. A gyártási folyamatban kell tehát gondoskodni a termékek környezetvédelem és a hulladék-újrahasznosítás szempontjai szerint történő kialakításáról:*

*A termékintegrált környezetvédelem célja: a termékek oly módon történő kialakítása, hogy a használatuk után, és a szükséges előkezelést követően az anyagi komponenseiket - fémek, üveg, fa, papír, műanyagok - a termelési folyamatba vissza lehessen vezetni (újrahasznosítás). (Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik. Band 2, Springer, Berlin, 1995).*

#### *Hulladékgazdálkodás-környezetvédelem*

A környezetvédelem legaktívabb része a termelés- és termékintegrált környezetvédelem, amely a végleges lerakásra kerülő hulladék csökkentését tűzi ki célként, és amely egyúttal a hulladékgazdálkodás két alapelve, alappillére és alaptevékenységi területe. Ez utóbbi két tevékenységet (termelés- és termékintegrált környezetvédelem) összefoglalóan hulladékgazdálkodásnak nevezzük. A hulladékgazdálkodás tágabb értelemben magába foglalja - az előbbieken túlmenően - a hulladékok előkezelését (szállítás, deponálás, tömörítés), fizikai úton újrahasznosításra való előkészítését és termikus, kémiai, biológiai úton történő hasznosítását vagy ártalmatlanítását, valamint az ezeket szolgáló jogi, gazdasági, infrastrukturális feltételeket is.

## Irodalom

- [1] Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik (Hrsg. Heinz Brauer). Band 1 és Band 2, Springer, Berlin, 1995).
- [2] Csőke, B - Olessák, D.: Hulladékgazdálkodás általános kérdései, alapelvei, Hulladékgazdálkodási szakmai Füzetek 1. (KVVM és a Köztisztasági Egyesülés kiadványa). Komáromi Nyomda és Kiadó Kft., Komárom, 2003
- [3] Taschenbuch der Umwelttechnik. (Hrsg. Schwister, K.). Fachbuchverlag Leipzig, 2003
- [4] Takács, S.: Az ember és környezete. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2002
- [5] Förstner, U.: Környezetvédelmi technika. Springer Hungarica. Budapest, 1993
- [6] Környezettechnika. (Szerk.: Barótfi, I.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000
- [7] Pahl, M.H.: Erfassen. Lagern und Entsorgen von festen Abfallstoffen im Betrieb. Universität - GH – Paderborn
- [8] Csőke, B.: A hulladék, mint nyersanyag. BKL, BÁNYÁSZAT (HU ISSN 522-3512), 136 évfolyam (2003), 6.szám, 415-430
- [9] Multhaupt, R. - Plümer, T.: Entsorgungslogistik, 206. oldal. Verlag TÜV Rheinland
- [10] Pahl, M.H.: Erfassen. Lagern und Entsorgen von festen Abfallstoffen im Betrieb. 280 oldal. Universität - GH – Paderborn
- [11] Pahl, M.H.: Umwelt und Energie. Universität - GH – Paderborn, 1994
- [12] Wiemer, K.-Kern, M. (Hrsg): Bio- und Restabfall Behandlung, Fachbuchreihe Abfall-Wirtschaft des Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie , 2001
- [13] Csőke B. - Bokányi Lj.-Bóhm J. -Buócz Z.Faitli J. -Kiss T.-: Szilárd települési hulladékok előkészítése és hasznosítása. Miskolci Egyetem Továbbképzési Központ. 1999. (mérnöktovábbképző jegyzet)
- [14] Csőke B. (szakmai főszerkesztő) et al.: A hulladékgazdálkodási törvénytervezet kritikai elemzése és javaslatok a törvénytervezet átdolgozására (Kézirat). Készült Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából.
- [15] Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz KrW-/AbfG. 27 September 1994 (BGBl. I S. 2705) BRD
- [16] Árvai, I.főszerk.) et.al.: Hulladékgazdálkodási kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1991.
- [17] [15] Molnár Zs.(szerk.): Hulladékhasznosítási technológiák a fejlett országokban. OMIKK, MII. Fe-KV-28, Budapest, 1990.
- [18] Bilitewski, B.-Härdtle, G.-Marek, K.: Abfallwirtschaft. Springer-Verlag, Berlin, 1990.

## 4. HULLADÉKGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSÉNEK ALAPJAI

*Fejezet szerzője: Prof. Dr. Csőke Barnabás, Dr. Gombkötő Imre, Dr. Böhm József*

### 4.1. Integrált hierarchikus hulladékgazdálkodási koncepció, stratégia

A fejlett ipari országokban integrált hulladékgazdálkodási koncepciót dolgoztak ki, vezettek be. Ezt szemlélteti az alábbi 4.1.ábra. Fő cél a környezet terhelésének (a deponálásra kerülő anyagmennyiségnek) a mérséklése. A hierarchikus koncepcióban megfogalmazott hulladékgazdálkodási tevékenység-sorban a megelőző tevékenység elsőbbséget élvez a rákövetkezővel szemben. Az integrált koncepció a hulladékgazdálkodás valamennyi tevékenységi körét lefedve, azokat egymással kölcsönös összefüggésben adja meg. Bármely tervezett tevékenység feladatainak megoldásánál mérlegelni kell valamennyi megelőző és rákövetkező tevékenységre gyakorolt hatását is.



A környezetkímélő hulladékgazdálkodás az alábbi, egymásra épülő stratégiai elemekből áll:

1. A hulladékkeletkezés elkerülése, megelőzése, ill. a keletkező hulladékok mennyiségének és veszélyességének csökkentése.

2. A keletkező hulladékok másodnyersanyagként, vagy energiahordozóként történő újrahasznosítása, hasznosítása.
3. A nem hasznosítható hulladékok környezetvédelmi követelményeket kielégítő ártalmatlanítása.
4. A maradvány rendezett lerakás.

#### **4.2.Feladatok a hulladékképződés megelőzésében, elkerülésében és a hulladékok veszélyességének csökkentésében**

A megelőzés vonatkozásban az cél, hogy a termékek gyártásukkal, használatukkal és felhasználásuk után hulladékként a lehető legkisebb mértékben járuljanak hozzá a környezet szennyezéséhez.

A hulladékképződés megelőzése, valamint a keletkezett hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentése érdekében általános követelménynek kell tekinteni:

- az anyag- és energiatakarékos technológiák alkalmazását;
- az anyagoknak a termelési - fogyasztási körfolyamatban való tartását;
- a lehető legkisebb tömegű és térfogatú hulladékot és szennyező anyagot eredményező termékek előállítását;
- a hulladékként kockázatot jelentő anyagoknak nem veszélyes, illetőleg lényegesen kisebb kockázattal járó anyagokra történő kiváltását.

A **megelőzés** lényegében két stratégiai részből áll:

- megelőzés a technológiák révén;
- megelőzés a termékek útján.

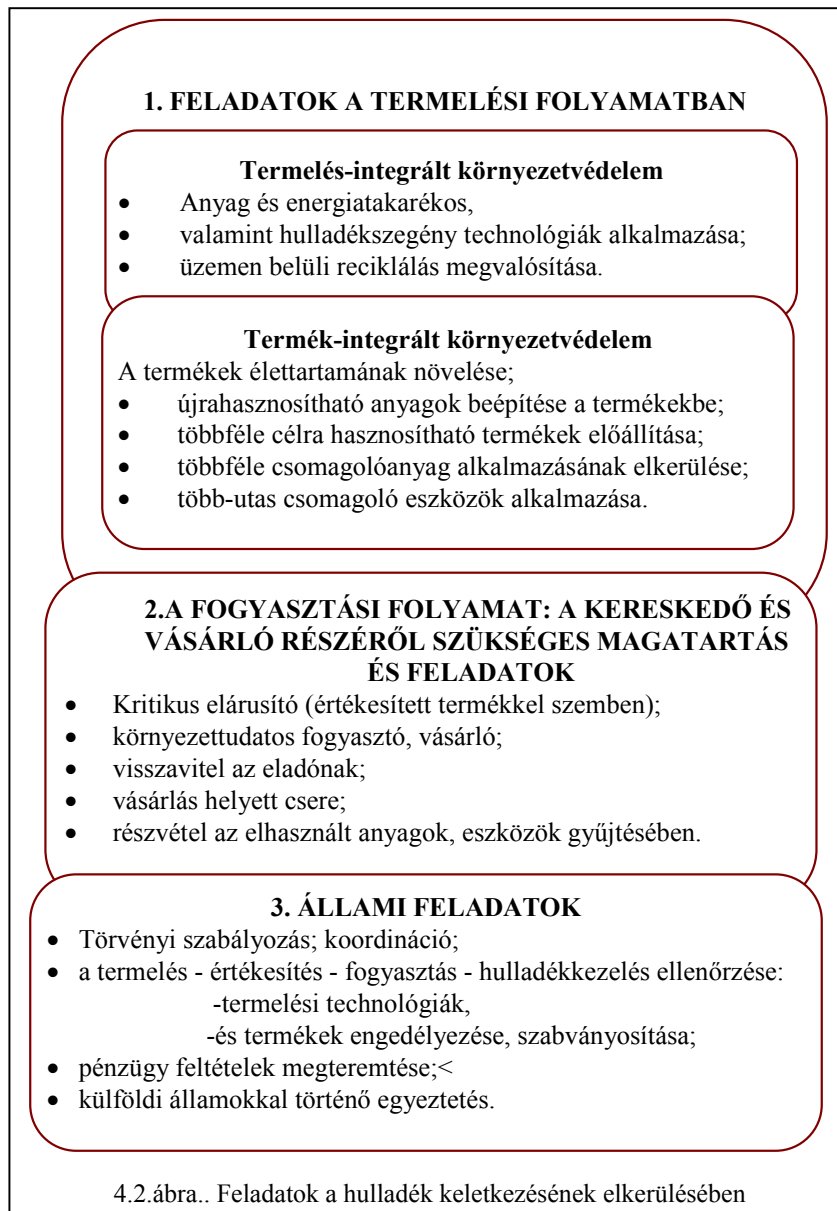
A technológiába illesztett megelőzés végeredményben a hulladékszegény vagy tiszta technológiák alkalmazását jelenti, de magában foglalja innovációt, továbbá mindazokat az üzem- és termelésszervezési módszereket is, amelyek anyag-, ill. energia-megtakarítást, valamint kevesebb, kevésbé veszélyes hulladékok kibocsátását eredményezik.

A megelőzés a termékek útján szorosan összefügg a termékekkel, illetve a termékek tulajdonságaival is, amelyek közül a termékek élettartama az egyik legfontosabb, a hulladékmennyiséget közvetlenül befolyásoló tényező. Ez a tevékenység a teljes fogyasztási szférára, az értékesítőkre és vásárlókra, mint hulladékokat előállítókra egyaránt kiterjed, annak ellenére, hogy a hulladék-megelőzés döntően termelői feladat - termékintegrált környezetvédelem. E feladatok elsősorban a környezetbarát termékek, illetve a hosszú élettartamú termékek előállításának megoldására irányulnak, de magukba foglalnak más feladatokat is, mint például a termékek használati értékét megőrző javító-karbantartó munkát, a csomagolóanyag felhasználás redukálását stb.

A preventív jellegű hulladékgazdálkodás tehát értelemszerűen szoros kapcsolatban van a gyártmány- és gyártásfejlesztéssel, valamint a korszerű termelésszervezéssel és

termelésirányítással. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy fontos eleme a környezetvédelmi irányítással kombinált minőségbiztosítási vezetési rendszereknek is (lásd: termelésintegrált környezetvédelem). A hulladékkeletkezés megelőzése, a termelő szervezeteken és a fogyasztókon túl, feladatot jelent az államigazgatás számára is.

A megelőzéssel kapcsolatos feladatok a következőkben összegezhető:



Valamennyi esetben kulcs szerepet tölt be az állami szabályozás, amelynek valamennyi a hulladék elkerülését eredményező megoldás alkalmazását ösztönöznie kell. Az ösztönzést kedvezmények megadásával célszerű elérni, elsősorban a környezetterhelési díj és a termékdíj mérséklésével. Ezzel szemben a környezetet várhatóan fokozatosan terhelő technológiát és terméket a visszaszorításuk érdekében, és a fellépő többlet környezetvédelmi költségek fedezésére, megemelt mértékű környezetterhelési díjjal és/vagy termékdíjjal célszerű sújtani.

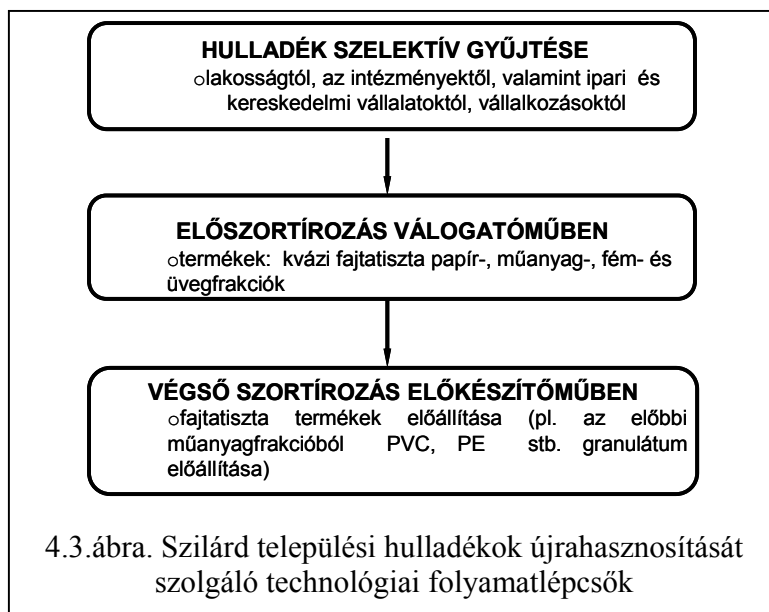
#### 4.3. A keletkezett hulladék mennyiségének csökkentése: újrahasznosítás és hasznosítás

##### Újrahasználat, újrahasznosítás

A hulladékok **újrahasználatáról** (angolul Reuse) beszélünk, ha a hulladékot eredeti funkciójában ismételtelen felhasználjuk - elsősorban a csomagolóanyagok (palackok, hordók, kannák, rekeszek, dobozok, az ún. többutas vagy visszatérő csomagoló eszközök) esetében alkalmazott gyakori megoldás.

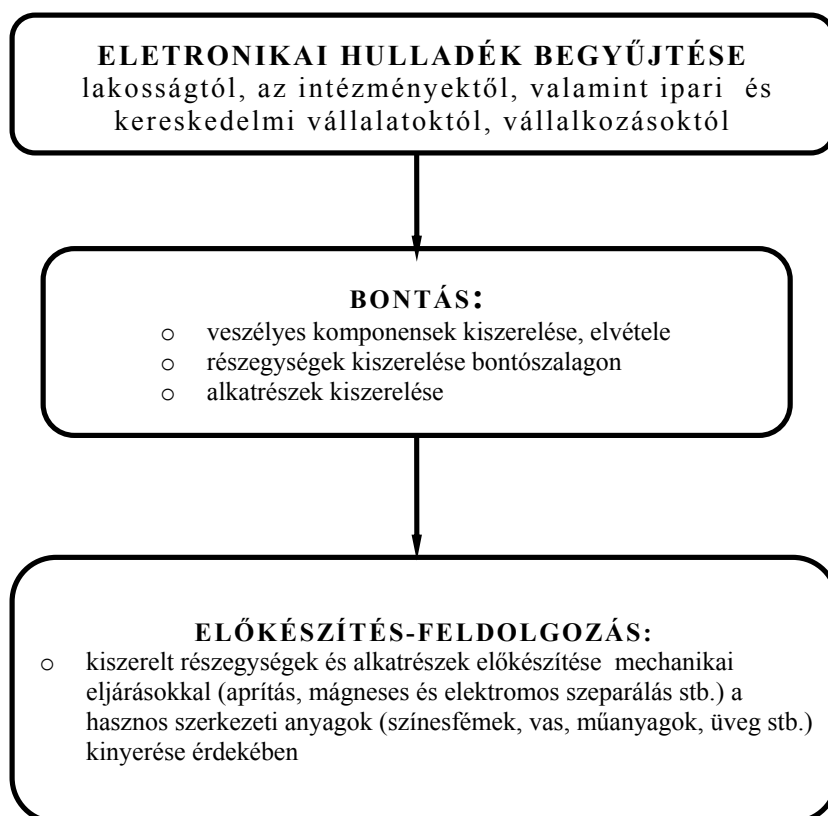
A hulladékkezelés egymásra épülő folyamatban kitüntetett helyet foglal az **újrahasznosítás** (Recycling), amely rendszerint a szelektív gyűjtésre (3.1.ábra) támaszkodik, és lehetővé teszi a hasznos anyagok közvetlen vagy fizikai-mechanikai előkészítést követő ismételt felhasználását - az utóbbi esetben növelve újrahasznosítás hatékonyságát. A hulladék-újrahasznosítás folyamata a hulladékgazdálkodás teljes menetét magába foglalja (szelektívgyűjtés – előkészítés – alapanyagelőállítás - feldolgozás): az újrahasznosítás során a hulladék *vagy anyagában* kerül *hasznosításra*, vagy másodnyersanyagként *újrafeldolgozásra*, és eredeti funkciójú vagy más termék előállítására használják fel.

*A technológia folyamat általános felépítése*



Az értékes hulladék-komponensek szelektív gyűjtésének és előkészítésének teljes technológiája tehát több egymást követő rész-folyamatból áll, amelyek technikai megoldásai eltérőek lehetnek.

A csomagolóanyagokra vonatkozó folyamat vázlatát a 4.3.ábra mutatja be, amikor is az előszortírozás (válogatás) kombinált kézi és gépi technológiával valósul meg, az előkészítés-utószortírozás ritka kivételtől (egy-egy részművelettől) eltekintve gépi úton történik.



4.4.ábra. Elektronikai hulladékok újrahasznosítását szolgáló technológiai folyamatlépcsők

Az elektronikai hulladékok (mosógép, hűtőszekrény stb.) újrahasznosításra való előkészítését 4.4.ábra mutatja be. A begyűjtött hulladékot bontási technológiai folyamatra adják fel, ahol a veszélyes komponensek leválasztása (hűtőfolyadékok, üzemanyagok), illetőleg kiserelése (kondenzátorok) történik meg, majd a kiserelt hozzátétőlegesen azonos komponensekből álló részegységeket, alkatrészeket mechanikai eljárásokkal (apritás, mágneses és elektromos szeparálás stb.) készítik elő a hasznos szerkezeti anyagok (színesfémek, vas, műanyagok, üveg, stb.) kinyerése érdekében

### Hulladékhasznosítás

A **hulladékhasznosítás** során az eredeti rendeltetésük szerint tovább nem használható maradékanyagokat, termékeket közvetlenül (átalakítás nélkül, eredeti állapotban) vagy közvetve (átalakítást követően) a termelési vagy szolgáltatási folyamatba vezetik vissza. A hasznosításnál

a hulladék mint másodnyersanyag vagy alternatív energiahordozó, vagy mint alapanyag, félkész- vagy késztermék kerül vissza a termelési folyamatba felhasználásra.

Jó példaként szolgál a hasznosítás lényegének bemutatására a cementgyártás, ahol a hulladékok széles körét másodnyersanyagként (nyersanyagként feladva a klinker-égető kemencébe, vagy cement-kiegészítő anyagként a cementörléshez adagolva), illetőleg alternatív tüzelőanyagként hasznosítják.

A hulladékok hasznosításának célja tehát a keletkezett hulladék vagy alkotói minél nagyobb arányú feldolgozása alapanyaggá, félkész vagy késztermékké, illetve energiahordozóvá.

A hasznosításnál előnybe kell részesíteni a nemzetgazdaság számára értékesebb anyagokat tartalmazó és jelentős energiatartalommal rendelkező hulladékok feldolgozását, valamint az olyan hulladékok hasznosítását, amelyek ártalmatlanítandó mennyiségét, az ártalmatlanítás magas költségei vagy éppen az alkalmazott ártalmatlanítási módszer(ek) környezetvédelmi szempontból (rendszerint hosszútávon) kedvezőtlen hatásai miatt, célszerű csökkenteni.

Fontos szempont, hogy a hulladék hasznosítható anyag-, illetve energiatartalma minél nagyobb hatásfokkal, a lehető legegyszerűbb módszerekkel és elviselhető gazdasági ráfordításokkal legyen kinyerhető. A hasznosítás teljes vertikumában - gyűjtés, szállítás, feldolgozás és értékesítés - következetesen biztosítani kell a végrehajtásban résztvevők gazdasági érdekelttségét. E nélkül a hulladékhasznosításban érdemi eredmény nem várható!

A hasznosítással járó környezetvédelmi és gazdasági előnyök általában tehát:

- a hasznosítás elősegíti az eredeti primer nyersanyagokkal, energiahordozókkal való takarékos gazdálkodást;
- a másodnyersanyagok felhasználásával csökken a termelés energiafelhasználása és környezet bányászati igénybevételének, károsításának mértéke;
- csökken az ártalmatlanítandó hulladék mennyisége, és mérséklődik a környezet hulladékkal való terhelése,
- csökken a hulladéklerakás a területigénye;
- csökkenek a káros emissziók mennyisége.



#### 4.4. A hulladékok kezelése, ártalmatlanítása, lerakása

A hulladékok nagy része műszaki, technológiai okokból nem vagy csak nagy költségráfordítással hasznosítható. Ezek környezetvédelmi szempontból megfelelő módon történő ártalmatlanításáról kell gondoskodni.

##### **Hulladékártalmatlanítás**

A **hulladék-ártalmatlanítás** a hulladék anyagi minőségének megváltoztatásával, veszélyességének csökkentésével, illetőleg a hulladéknak a környezettől való elszigetelésével akadályozza meg a környezetszennyezést, a környezetkárosítást.

A hulladék anyagi minőségének megváltoztatását eredményezik a különböző kémiai, termikus és biológiai hulladékkezelési eljárások. Ezek rendszerint valamilyen hasznosítási elemet is tartalmaznak (pl. hőhasznosítás hulladékégetésnél). Ártalmatlanításra csak az a hulladék kerülhet, amelynek anyagában vagy energiahordozóként történő hasznosítására a műszaki vagy a gazdasági lehetőségek még nem adottak, vagy hasznosítás költségei az ártalmatlanítás költségeihez képest aránytalanul magasak.

##### **Hulladéklerakás**

A **hulladéklerakás** az anyagi minőség megváltoztatásával nem járó, a környezet elemeitől való elszigetelésen alapuló ártalmatlanítási eljárás, amely a hulladék végső elhelyezését biztosítja. Célja a hulladék és a környezet kölcsönhatásának megakadályozása, amely a talajban vagy a talaj felszíne felett rendezett lerakás formájában valósítható meg. Nem tekinthető ártalmatlanításnak a környezetvédelmi és a közegészségügyi előírásoknak nem, vagy nem teljes körűen megfelelő, hatósági engedély nélküli hulladéklerakás.

Az elmúlt évtized során került szó szerint felszínre az ipari fejlődés legkellemetlenebb, hosszútávon ható környezetszennyező kísérőjelenségei, úgymint a nem megfelelően üzemeltetett ipari hulladéklerakó-létesítmények, valamint a nem kellő gondossággal elhelyezett, vagy éppen illegálisan lerakott termelési vagy kommunális hulladékok talaj- és talajvízszennyezései. A későbbi környezeti károk megelőzéséhez elengedhetetlenül szükséges e hulladéklerakók, valamint az illegális hulladéklerakók **szanálása, megszüntetése és rehabilitációja**.

#### 4.5. Hulladékéltőkészítés

A hulladékgazdálkodási folyamatban kulcsszerepet tölt be a hulladékok másodnyersanyagként vagy másodenergia-hordozóként való újrahasznosítását, hasznosítását szolgáló hulladékéltőkészítés. **Éltőkészítés** tágabb értelemben az a céltudatos tevékenység, amikor a nyersanyagokat, hulladékokat mechanikai eljárások (aprítás, méret szerinti osztályozás, fizikai, fizikai-kémiai tulajdonságbeli eltéréseken – azaz sűrűség, mágneses, elektromos, optikai, termikus, felületi, halmazállapot sajátosságokon alapuló – szétválasztási eljárások, valamint darabosítási, keverési-homogenizálási eljárások alkalmazásával valamilyen további feldolgozás, vagy felhasználás céljaira alkalmassá tesszük.

## 5. HULLADÉKOK GYŰJTÉSE ÉS SZÁLLÍTÁSA

*Fejezet szerzője: Dr. Fajtli József*

A hulladékgazdálkodás hazai törvényi szabályozása szerint a hulladékkezelés része a hulladékok gyűjtése, a gyűjtés helyén átmeneti tárolása, begyűjtése ill. a kezelés helyére történő elszállítása. Többlépcsős begyűjtési rendszer esetén, - amikor először egy közbenső tárolóba történik a szállítás - célszerű a hulladékok előkezelését, pl. tömörítését is elvégezni. A hazai jogi szabályozás rendeletekben rendelkezik a települési szilárd és folyékony hulladéokra vonatkozó helyi közszolgáltatás ellátásáról. A hulladékgazdálkodás részeként közszolgáltatást kell biztosítani a hulladékok begyűjtésére és elszállítására. A begyűjtés – elszállítás a világon túlnyomórészt egyedi gyűjtő eszközökkel (zsák, zacskó, konténer, stb..) és önjáró járművekkel, gépekkel történik. A következőkben nevezzük ezt a rendszert hagyományos hulladékgyűjtő és -szállító rendszernek. Egy rendszer megtervezése és bevezetése esetén az összes komponens meg kell választani, amelyek természetesen egymásra épülnek. Alapvetően más rendszer a csővezetékben megvalósított szállítási rendszer, amely más gyűjtési módszert is kíván. A pneumatikus rendszer esetén, pl. a hulladék keletkezési helyére telepített feladó garatban történik a hulladék gyűjtése és átmeneti tárolása, majd csővezetéken keresztül történik a begyűjtés és az elszállítás, edényzetre pl. egyáltalán nincs szükség.

### 5.1. A hagyományos (edény – jármű) hulladékgyűjtő és - szállító rendszer

A hagyományos hulladékgyűjtő és – szállító rendszer gyakorlatban alkalmazott változatai a gyűjtés-szállítás technológiájának függvényében a következők lehetnek (Nagy G. – Bulla M. – Hornyák M. – Vagdalt L., 2002.):

- a) Ürítéssel rendszer
  - a1 Félpormentes ürítéssel rendszer
  - a2 Pormentes ürítéssel rendszer
- b) Cserekonténeres rendszer.
- c) Zsákos rendszer.

A települési szilárd hulladékkezelés technológiai folyamatának első fázisa a hulladékoknak a keletkezés üteméhez igazodóan szervezeten, a környezetet nem szennyező és közegészségügyileg megfelelő módon kialakított eszközök, berendezések segítségével történő összegyűjtése, elszállításra alkalmas állapotba hozása és elszállításig történő átmeneti tárolása. Az ürítéssel rendszer félpormentes változatánál nyitott vagy zárt felépítménnyel ellátott gyűjtőjárműbe, kézi úton ürítik a hulladékot. A hulladék gyűjtőjárműbe ürítése nem zárt rendszerű, és így a művelet végrehajtása a begyűjtés helyén jelentős porképződéssel jár. A félpormentes rendszer semmilyen követelményt nem támaszt a gyűjtőedényzettel szemben. A környezetet porral, bűzzel terhelő gyűjtési rendszer korszerűtlen, alkalmazását kerülni kell. Az ürítéssel rendszer korszerű, higiénikus, pormentes változatánál a gyűjtőjármű speciális felépítménnyel és szabványosított gépi beürítő szerkezettel rendelkezik. Működtetése csak a

beürítő szerkezethez illeszkedő típusedénnyel lehetséges. A gyűjtés folyamán a zárt, fedéllel ellátott típusedényben tárolt hulladék gépi emeléssel és zárt térbeni fedélnyitással, porképződés nélkül üríthető a járműbe. Ez a rendszer világszerte a legelterjedtebben alkalmazott gyűjtési megoldás.

A cserekonténeres rendszernél az alkalmazott gyűjtőjármű speciális felépítménnyel van ellátva, melynek segítségével a munkagép a gyűjtés során megtelt és lezárt konténereket átürítés nélkül magára emeli, és a feldolgozóműbe szállítja. A hulladékkal telt konténereket a gyűjtőjármű az elszállításkor üresre cseréli. Különösen ennél a gyűjtési rendszerrel tapasztalható az utóbbi időben nagyarányú fejlődés.

A zsákos gyűjtési rendszerrel a hulladékkal telt, lezárt műanyag vagy papírzsákokat átürítés nélkül közönséges tehergépkocsikkal szállítják el. Higiénés előnyei miatt indokolt, széleskörű elterjedésének többnyire gazdasági korlátai vannak. A hazai településeken a félpormentes és pormentes ürítéses, valamint a cserekonténeres megoldásokat kombináltan alkalmazzák. A zsákos rendszert korlátozott mértékben, főként az üdülőterületek nyári idejében megnövekedett hulladék-mennyiségének elszállítására használják.

### **5.1.1. Az ürítéses rendszer**

#### *5.1.1.1. A kommunális hulladék gyűjtése*

A korszerű hulladék-eltávolítási rendszereknél technológiai, környezetvédelmi, egészségügyi és munkavédelmi szempontból egyaránt csak a megfelelő típusedények használhatók. A korszerű gyűjtési rendszerrel alkalmazott típusedények:

- 60 dm<sup>3</sup>,
- 90 dm<sup>3</sup>,
- 120 dm<sup>3</sup>,
- 240 dm<sup>3</sup>,
- 770 dm<sup>3</sup>,
- 1100 dm<sup>3</sup>

befogadóképességgel készülnek.

Hazánkban a pormentes gyűjtési rendszerben a 120 literes, műanyagból vagy acéllemezből (régebbi változat) és az 1,1 m<sup>3</sup>-es acéllemezből vagy alumíniumlemezből készült tárolóeszközöket alkalmazzák. Az 1,1 m<sup>3</sup>-es tárolótartályok alkalmazása lakótelepeken, intézményeknél, nagyobb kereskedelmi és vendéglátó egységeknél, esetleg kisebb ipari üzemeknél javasolható. Ugyanez a tartálytípus a régebbi beépítésű lakóterületeken is alkalmazható, ha ezt az elhelyezhetőség és a lakosok megfelelő létszáma lehetővé és szükségessé teszi. A városok régi negyedeiben, a szűk utcákban, a szűk kapualjakban legtöbbször nem helyezhetők el az 1,1 m<sup>3</sup>-es tartályok. Ilyenkor különösen előnyösek a 240 literes műanyag tartályok. Ezek egyesítik magukban a 120 literes és az 1,1 m<sup>3</sup>-es tartályok előnyeit, ill. a 240 literes tartály helyigénye alig nagyobb, mint a 120 literesé, alkalmazásával a tiszta gyűjtési idő a

felére csökken. A 120 literes tartályok kertes, családiházak lakókörzeteiben előnyösen használhatók. Kisebb településeken, külterületeken, ahol még a félpormentes gyűjtési-szállítási rendszert használják, az emberi erővel történő beürítés és a későbbi gépesítés figyelembevételével az 50 literes típusedények használata általános.



**5.1. Ábra.** Gyűjtő edényzet. Műanyag 120 l-es (bal felső), 1100 l-es, egyszerű ill. görgős fedővel és fémből. (<http://www.saubermacher.hu>)

A települési szilárd hulladéknak az előzőekben már említett térfogat-növekedési üteme miatt, a munkafolyamatok egyszerűsítése és fokozott gépesítése érdekében fejlesztették ki a különböző méretű konténereket. A konténerek változatos befogadó-képességgel, horganyzott acéllemezről, alumíniumlemezről és üvegszál-erősítéssel készülhetnek. A hazai gyakorlatban 5 m<sup>3</sup>-nél nagyobb konténert nem alkalmaznak, külföldön a legnagyobb konténerek űrtartalma eléri a 35-40 m<sup>3</sup>-t is. Hazai viszonyok között jelenleg megfelelő megoldást biztosítanak az acéllemezről, illetve alumíniumlemezről készített, megfelelően merevített, zárható kivitelű 1,5; 2,5 és 5 m<sup>3</sup>-es konténerek. A konténerek mozgatására, szállítására és gépi ürítésére speciális konténerszállító-járművek szolgálnak. Az 1,5; 2,5 és 5 m<sup>3</sup>-es konténerek alkalmazása, különösképpen olyan intézményeknél (pl. kórházak, áruházak stb.) és termelő, forgalmazó vállalatoknál javasolható, ahol nagyobb mennyiségű hulladékot kell szabályozott időközönként eltávolítani.



**5.2. Ábra.** 5 m<sup>3</sup>-es zárható konténer. (<http://www.saubermacher.hu>)

Közegészségügyi szempontból fontos a hulladékgyűjtő edényzet rendszeres tisztítása. A nagyszámú, kisebb méretű gyűjtőedény tisztítása jelenleg többnyire lakossági (ingatlankezelési) feladat. Hatékony tisztítás, fertőtlenítés csak mobil gépi mosóberendezéssel oldható meg. A mosás nagynyomású vízszaggárral, esetenként mechanikus eszközökkel is történik. A helyszíni tisztításnál gondoskodni kell az edényekből kimosott iszapszerű maradék eltávolításáról. Mind a 120 literes, mind pedig a 240 literes és az 1,1 m<sup>3</sup>-es tartályok tisztítására javasolhatók a mobil berendezések. Az 1,5; 2,5 és 5 m<sup>3</sup>-es konténernek, valamint a tömörítő nagy konténernek tisztítását a hulladékfeldolgozó üzem telephelyén vagy a javítóbázison kialakított, telepített mosóberendezésekkel célszerű megoldani. Mobil berendezéssel történő utcai edénymosás nem terjedt el. Különleges, egyszeri felhasználásra szolgáló gyűjtőeszközök az impregnált papírból vagy főleg műanyagból készült szemégyűjtő zsákok. A zsákok tárolására egyszerű kivitelű, rögzített vagy gördíthető állványok szolgálnak. Ezekre a zsákok nyitott szájrésszel vannak felfüggesztve és zárható fedéllel rendelkeznek. Az állványról a zsák könnyen levehető és cserélhető. Külföldön az 50-60 dm<sup>3</sup> befogadóképességű zsákoktól egészen a 400-500 dm<sup>3</sup> befogadóképességű zsákokig különböző méreteket alkalmaznak. Hazai viszonyok között az 50 és 100 literes, színezett, legalább 0,08 mm falvastagságú műanyagzsák használatos. A zsákokhoz alkalmazható zsáktartó-állvány hazai változata nem tipizált. Az egyszeri felhasználás miatt a zsákok maguk is hulladékká válnak. A műanyagzsák, mint idegen, nem bomló anyag egyes hulladékfeldolgozási eljárásoknál (rendezett lerakás, komposztálás) zavarólag hat. A termikus eljárásoknál alkalmazása nem jelent nehézséget, a hulladékhasznosítási módszereknél pedig kifejezetten előnyös. Üdülőterületeken, ahol esetleg felpormentes gyűjtést alkalmaznak, a zsákos gyűjtési-rendszer egészségügyileg megfelelő megoldást ad (pl. Balaton, Velence-tó, Dunakanyar stb.). Jól alkalmazható a zsákos gyűjtési-rendszer egyes területek időszakosan jelentkező gyűjtési, tárolási gondjainak kielégítésére is (pl. nemzetközi vásárok, ifjúsági táborok, kempingek stb.).

#### 5.1.1.2. Az kommunális hulladék átmeneti tárolása

A hulladékgyűjtés tulajdonképp a lakásban használt edényzetben, vagy zsákban történő összegyűjtéssel, a lakóházon belüli szállítással és az elszállításig a hulladék átmeneti tárolásával kezdődik (Nagy G. – Bulla M. – Hornyák M. – Vagdalt L., 2002.). A szilárd hulladékoknak a gyűjtőedényzetben való tárolására - megfelelően kialakított épületen belül elhelyezett tároló helyiséget vagy épületen kívül elhelyezett tárolóteret kell biztosítani. A tároló helyiséget vagy -teret a hulladék mennyisége és az elszállítás gyakorisága alapján számított tartályszám

elhelyezhetőségének figyelembevételével kell kialakítani úgy, hogy ott a hulladék tartályokba töltéséhez és a tartályokkal való manipulálás műveletéhez elegendő hely álljon rendelkezésre. A tárolófülke épületen kívül is elhelyezhető, a szállítójárművel megközelíthető ponttól max. 10 m távolságban. A hulladék odaszállításának útvonalát az épülettől a tárolófülkéig legalább 0,5 m, a fülkétől az elszállítási pontig legalább 1,2 m szélességben szilárd burkolattal kell kiképezni a lejtés max. 2% lehet. Ajánlható megoldás az előre gyártott formában készíthető, modulelemekből is összeállítható tárolófülke. A tároló helyiség és a tárolóterek kiképzésekor fokozott figyelmet kell fordítani arra, hogy a gyűjtés és ürítés műveleteit, valamint a szállítójárművek beállítását zavarmentesen és minél egyszerűbben lehessen biztosítani.

Többszintes épületekben célszerű lehet a hulladék épületen belüli összegyűjtése érdekében ledobó berendezést kiépíteni. A ledobó berendezés magában foglalja a ledobó aknát a megfelelően kiképzett beöntő szerkezetekkel, a csatlakozó szellőző rendszert, szükség szerint a bedobó fülkét, valamint a tárolótartályokkal ellátott gyűjtőhelyiséget. Az egyes országokban használt berendezések főként a beürítő szerkezet megoldásában különböznek egymástól. Eszerint két alapvető típus terjedt el, úgymint a vályús rendszerű, illetve a típusedényes beöntő szerkezetű ledobók. Az utóbbi megoldásnál a helyiségekben történő hulladékgyűjtésre típusedények szolgálnak. A vályús típus az egyszerűbb, üzembiztosabb szerkezeti kialakítás, a könnyű kezelhetőség és nem utolsósorban a nem típusedényes gyűjtés feltétele miatt szélesebb körben elterjedtek. Hátrányuk, hogy a beürítés erős porképződéssel, szóródással és bűzterheléssel jár, ezért külön bedobófülke kialakítását igénylik. Egészségügyi intézményekben, kórházakban a szigorú higiénés követelményeknek jobban megfelelő - részben a típusedények, részben, pedig a bedobó szerkezet zsilibrendszerű kiképzése miatt -, bár költségesebb típus, edényes megoldás alkalmazása célszerű. A ledobó aknák anyaga lehet acéllemez, vagy alumíniumlemez. Ma már egyre inkább az alumíniumlemezről készült, előre gyártott elemekből összeállított aknákat alkalmazzák, amelyek többnyire kör keresztmetszetűek. Az aknák szellőztetése mesterséges ventilációval megfelelően biztosítható. A ledobó-berendezés csőrendszerének kifogástalan, - gépesített - tisztítása hazánkban jelenleg nem megoldott. Jó megoldásnak tekinthetők a külföldön bevezetett, az akna felső végére szerelhető csörlős, mechanikus tisztítóberendezések, illetve szerkezetek. Ezek csörlőből és a drótkötél végére erősített nehezebből, valamint a belső felületet mechanikusan tisztító drótkéfékből, illetve laprugókból állnak. Korszerű mechanikus tisztítóberendezések beépített porlasztó fűvókák segítségével az akna mosását és fertőtlenítését is megoldják.

Olyan helyeken, ahol a hulladék összegyűjtése sok forrásból és nagy mennyiségben egy kis területen koncentrálódik célszerű a hulladék térfogatának a csökkentése telepített tömörítő berendezéssel, biztosítva ezzel a konténert szállító jármű terhelési kapacitásának minél jobb kihasználását. A telepített tömörítő berendezések javasolt alkalmazási területei: vásárcsarnokok, áruházak, ipari üzemek, irodaházak, egészségügyi intézmények és ledobó berendezéssel ellátott többszintes lakóépületek. A telepített tömörítő berendezések magukba foglalnak egy - általában elektromos meghajtású - hidraulikus rendszerű sajtoló egységet, amely a hulladék betáplálására kiképzett adagológarattal van ellátva. A sajtoló egységre kapcsolható, a hulladékot befogadó konténer. A megtöltött konténert lezárt állapotban a gépről lekapcsolják és a speciális konténerszállító jármű azt magára emeli, rögzíti, majd a lerakóhelyre szállítja és üríti. Az ürítés kisebb konténereknél egyszerűbb billentéssel, nagyobb konténereknél a konténerbe épített kényszerpályás, mechanikus, ill. hidraulikus ürítő szerkezettel történik. A megtöltött konténer

helyére újabb üres konténert tolnak. A konténerszállító célgépeknek két alaptípusa ismert. Az egyik típus hidraulikus mechanizmus segítségével magára emeli a konténert és végzi az ürítésnél annak megbillentését. A másik típus csörlő mechanizmussal húzza magára a konténert és a hidraulikusan működtetett rakfelület megdöntésével végzi a konténer ürítését. Az első típust a kisebb űrtartalmú konténereknél (6-12 m<sup>3</sup> között), a másik típust általában csak a nagyobb űrtartalmúaknál (12 m<sup>3</sup> felett) alkalmazzák. Az utóbbi években terjedtek el a tömörítő egységgel egybeépített konténerek. Ezeknek nincs alapozási igényük. Alkalmazásukkal elmarad a leginkább balesetveszélyes és egyébként is nehézkes tömörítőgép és konténer összecsatolás művelete. Tisztításuk a központi telepen történik és a telepítéshez csak elektromos kábelcsatlakozás szükséges. Ezeket ott célszerű alkalmazni, ahol időszakosan nagymennyiségű hulladék keletkezik és azonnali megoldásra van szükség.



**5.3. Ábra.** Tömörítő berendezéssel ellátott konténer. (<http://www.saubermacher.hu>)

#### 5.1.1.3. Hulladék begyűjtő és szállító járművek

A szervezett hulladéktárolásnak a gyűjtést követő, ahhoz szorosan kapcsolódó és attól el nem választható része az elszállítás. Az idők folyamán a hulladék elszállítására a legkülönbözőbb típusú járműveket alakították ki, melyek a gyűjtés, a szállítás, a rakodás munkáját is elősegítő célgépek. A hulladékszállításhoz szükséges gépeket és eszközöket hazánkban csak igen korlátozott mértékben gyártják. A hazai gyártás főleg a tartályokra, egyes kiegészítő gépi berendezésekre és gyűjtőedényzetre korlátozódik. A szállítójárművek kialakításának legfontosabb követelményei az alábbiakban foglalhatók össze:

- Gyors, könnyű, lehetőleg szóródás- és zajmentes rakodást, teljesen zárt elszállítást és a jármű gyors kiüríthetőségét megvalósító felépítmény.
- A gyűjtőterület jellegének megfelelő, kielégítő teljesítményt nyújtó, hasznos terhelés és a járműben olyan tömörítőhatás megvalósulása, amely a hasznos terhelés minél nagyobb mértékű kihasználását lehetővé teszi, összhangban a gyűjtőterületen lévő hulladék térfogattömegviszonyokkal, illetve a jármű hasznos térfogatával.
- A szállítójármű felépítményébe (tartály) beürített hulladékot folyamatosan továbbító, azt egyenletesen elosztó szerkezetek.
- Egyszerű, tartós, üzembiztos kivitel, biztonságos és zavarmentes üzemelés.

- A felépítmény (tartály) elegendő térfogatú legyen, de terjedelménél fogva jól igazodjon a forgalmi viszonyokhoz is.
- Kis ívben fordítható alváz, a gyakori megállásokat figyelembe vevő gyors indítást, megállást lehetővé tevő indító- és fékező-berendezés.
- A járművek feleljenek meg a mindenkor érvényes, a terepviszonyokat is figyelembe vevő forgalmi és közlekedésbiztonsági előírásoknak.

A vegyesen gyűjtött települési szilárd hulladékok esetén a felpormentes hulladékgyűjtés és -szállítás az országban még sok helyen alkalmazott módszer. A gyűjtés és szállítás általában billenőplatós tehergépjármű alvázára épített, 4 ... 5 m<sup>3</sup>-es térfogatú tartállyal felszerelt gépjárművekkel történik. A hulladék betöltése a gyűjtőtartály fedelén kiképzett négy beöntő nyíláson át kézi erővel, míg az ürítés hidraulikus billentéssel történik. Az edényzet általában nem tipizált. A gép két oldalára felhajtható járó- (oldal)-deszka van szerelve, a beöntés megkönnyítése céljából. A felpormentes szállítójármű 3 fő kezelőszemélyzetet igényel (1 fő gépkocsivezető, 2 fő beöntő rakodó). A felpormentes hulladékgyűjtési és -szállítási rendszer ma már nem korszerű eljárás, ennek ellenére még széles körben alkalmazzák.

A pormentes hulladékgyűjtési és -szállítási rendszer alapvető feltétele, hogy a hulladékot a keletkezés helyén, a szállítójármű beürítő szerkezetéhez tervezett és egységesen kialakított, szabványosított edényzetben gyűjtsék és tárolják. Az edényzetet a köztisztasági szolgáltatást végző cég biztosítja a szolgáltatást igénybe vevők részére. A rendszeresített edényekben összegyűjtött keletkező kommunális hulladékot, az előre megtervezett gyűjtőkörzetben, menetrendszerűen megállapított gyakorisággal, zárt rendszerben, speciális szállítójárművekkel gyűjtik be és szállítják el a kezelés helyére. A járművek konstrukciós kivitele, gyakorlatilag portalan munkavégzést biztosít. A korszerű hulladékgyűjtő járművek nagyteherbírású teherautókra szerelt speciális felépítménnyel rendelkező célgépek. A felépítmény két fő egységből, azaz a jármű hátsó felére felszerelt pneumatikus vagy hidraulikus emelő- és beürítő-szerkezetből ill. a hulladék átmeneti tárolását és tömörítését végző álló, vagy forgó „tartályból”, dobból áll. Az emelő és beürítő szerkezetet a rendszeresített edényzethez tervezik, a kialakításával szemben támasztott követelmények a gyors de biztonságos munkavégzés és a beürítés során a porképződés meggátlása. A jelenleg alkalmazott korszerű gépeknél is szükséges a kezelőszemélyzet, akiknek azonban csak a gyűjtő edénynek a beemelő szerkezethez való odagörgetése a feladata. A kommunális hulladék tárolására és tömörítésére szolgáló felépítmények kialakítása nagy fejlődésen ment keresztül, amit a kereskedelmi marketing elnevezések is jól tükröznek: Rotopress, Rotopak, Variopress, Bullpress, Turbopress, stb... Hazai viszonylatban a jelenleg legelterjedtebb két típus a Rotopress és a Variopress.

A Rotopress típusú gyűjtőjárműveket, forgódobos gyűjtőjárműveknek is nevezik. A forgódob folyamatos gépi forgatása mellett a gép kezelőjének csak a beürítéssel kell foglalkoznia, miközben a tömörítés is folyamatos. A Rotopress kialakítás egyedi, abban a tekintetben, hogy egy masszív forgódobbal rendelkezik, amely a hulladék szállítását és tömörítését végzi. A forgódob az ilyen típusú gépjárműveknél nem látszik kívülről, mivel külső burkolattal és tartószerkezettel alakítják ki. A beadagolás helyén a forgódob belső pereme, - amelyet célszerűen kialakított bordákkal is ellátnak - végzi a beadagolást. A beadagolásnál a dob belsejében egy csökkenő menetemelkedésű csiga helyezkedik el. A csiga és a bordázott dob között gyűrű alakú rés van, amelyen keresztül a hulladék magába a nagy térfogatú dobba kerül.



A csiga csökkenő menetemelkedése és a rés következtében az adagolás folyamán a hulladék aprítása is végbemegy. Az angol „Laird” cég „Shark” azaz Cápa elnevezésű Rotopress berendezésében a csiga fogazott kialakítású, - innen a név – ami a hulladékgyűjtő műanyag zsákok és egyéb nagyméretű lágy hulladékok feltépésére szolgál. A forgódob belső peremén is menetszerűen körbefutó borda helyezkedik el, ami gyűjtésnél a dob eleje felé szállítja a hulladékot, míg ürítésnél a megfordított forgásirány miatt, pedig épp ellentétes irányba, azaz az ürítés irányába, miközben a hátsó fedelet az adagolóval a gép felemeli.



**5.4. Ábra.** A Rotopress típusú hulladék tömörítés elve.

A pormentes rendszerű hulladékgyűjtők hazánkban általában a jól ismert KUKA-Umwelttechnik gyártmányai. Rotopress gépekkel az elérhető tömörítési arány kb. 1 : 2.

A Variopress, azaz tömörítőlapos gépek tömörítő berendezése a tartólappól és a tömörítőlapból áll. A tartólap egy keretszerkezet, mely a hulladékgyűjtő tartály felé kopásálló acéllemezzel van lefedve. Ez a hátfal oldalfalainak vezetősínjeiben görgőkön keresztül fut és azt hidraulika hengerek működtetik. A tömörítőlap erős profilokból készül és lengőcsapágyakon keresztül mozgathatóan van a tartólaphoz csatlakoztatva. A tömörítőlapot ugyancsak hidraulikus hengerek mozgatják, amely a tartólapnál van alátámasztva. A hulladék a tömörítőlap körmozgásával kerül a rakodóteknőből a gyűjtőtartályba. A tartólapnak a tömörítőlappal történő felfelé mozgása révén a kitolólapal szemben tömörödik és minden egyes további töltési ciklussal maximális tömörödés érhető el. A ciklusidő kb. 17 másodperc, az elérhető tömörítési arány 1 : 5. A kitolólap a vezetőfülkéből mozgatható egy elektro-hidraulikus szelep útján. A merevítő profilokkal ellátott kitolólapot többfokozatú hidraulika henger tolja hátrafelé

kiürítéskor. Az ürítési idő kb. 140 sec. A lap pontos mozgását az oldalsó vezetékekben műanyag profilok biztosítják. Gyűjtés során a kitoló préslepként szolgál a hulladék tömörítéséhez. Ez esetben a gyűjtés kezdeténél hátul álló lap a hulladék növekvő tömörítő nyomása révén a betöltésnek megfelelően automatikusan mozog az elülső véghelyzetig.



### 5.5. **Ábra.** Rotopress – Variopress gyűjtőjárművek (<http://www.classicrefusetrucks.com/albums>)

A pormentes hulladékgyűjtési és szállítási rendszer jelenleg a legkorszerűbb megoldás, amely megfelel a környezetvédelmi és higiéniai előírásoknak is. A világszerte tapasztalható azon tény következtében, hogy a városi (települési) hulladékok térfogattömege rohamosan csökken, a jövő útja a pormentes tömörítős célgépek felé mutat.

#### 5.1.2. *A cserekonténeres gyűjtési és szállítási rendszer*

A cserekonténeres szállítási rendszerhez a gyakorlatban, emelődaruval működő speciális járműveket alakítottak ki, amelyek általában különféle térfogatú, nagy tartályok szállítására alkalmasak. A konténeret jármű-alvárra emelését, az ürítőhelyen a tartályok billentéssel történő ürítését, az alapjármű motorja által, mellékajtómű közbeiktatásával, hidraulikusan mozgatott dugattyúk végzik. A konténeres hulladékgyűjtés és -szállítás szinte teljesen kiküszöböli a nehéz fizikai munkát, minimálisra csökkenti a kiszolgáló létszámot. A hazai nagykonténeres szállítási rendszerhez a 2,5 és 5 m<sup>3</sup>-es típuskonténereket rendszeresítik. Az 5 m<sup>3</sup>-es konténerből 10-12 darabra van szükség egy-egy géphez, egy nyújtott műszakra, ha a szállítási távolság nem haladja meg a 6-7 km-t. Az edényzet szükségletet a konkrét helyi adottságok (szállítási távolság, gyűjtőkörzet jellemzői, járatszám, járatidő stb.) alapján járatszervezési, gazdaságossági számításokkal lehet meghatározni. A konténeres gyűjtési és szállítási rendszer korszerű, környezetvédelmi szempontból is megfelelő eljárás.



**5.6. Ábra.** Cserekonténer ürítése tömörítő berendezésbe  
(<http://www.multiszint.hu/kontenerszallitas>)

### **5.1.3. A zsákos hulladékgyűjtési és -szállítási rendszer**

Papírsák használatát a háztartási hulladékok eltávolítására már 1935-ben elkezdték alkalmazni Spanyolországban. Nagyobb mérvű felhasználását csak az ötvenes évek végén kezdték el Svédországban, a hatvanas évektől rohamosan terjedt Európaszerte. A zsákos gyűjtés térhódítását a műanyagzsákok alkalmazása tovább növelte. Jelenleg korszerűnek, csak a biológiailag lebomló anyagú zsák használata tekinthető.

A zsákos gyűjtési és szállítási rendszer előnyei:

- elmarad a rendszeres tartálytisztítás és karbantartás,
- a bekötözött zsákok kezelése, szállítása könnyebb és egyszerűbb,
- por-, zaj-, bűzmentes,
- nincs szükség költséges, pormentes járműre,
- a napi, erősen ingadozó hulladék-mennyiséghez rugalmasabban alkalmazható,
- egyszerűbb a tárolóhely kialakítása,
- gyűjtéshez és szállításhoz nem szükséges speciális felépítményű jármű.

A zsákos gyűjtési és szállítási rendszer hátrányai:

- a zsákok beszerzése viszonylag drága,

- a folyamatos zsák (papír, műanyag) gyártásáról és lakossági ellátásáról gondoskodni kell,
- salak, törött üveg, szűrős tárgyak gyűjtésére nem alkalmas,
- a zsák anyaga növeli a hulladék mennyiségét,

## 5.2. A kétlépcsős hulladékgyűjtési és -szállítási rendszer

Egyes nagyvárosokban a városok közelében levő hulladéklerakó-helyek már beteltek, ill. olyan helyeken, ahol nagy területen helyezkednek el a kisebb hulladékforrások, az összegyűjtött hulladékokat a normál gyűjtő- és szállítójárműveknek igen nagy távolságra kellene szállítaniuk (50-100 km). Ez nem volna gazdaságos, mivel így a járművek fordulószáma általában napi egyre csökkenne. Ennek kiküszöbölésére több nyugati nagyvárosban, régióban ún. átrakó állomásokat hoztak létre. A hulladékátrakásnál kétféle módszerről beszélhetünk: a tömörítetlen - és a tömörített hulladék átrakásos technológiáról. A tömörítés nélküli hulladékátrakás esetén a normál gyűjtőjárművek a tartalmukat zárt, vagy nyitott felhajtórámpával rendelkező épületben, egy surranón keresztül közvetlenül a nyitott vasúti kocsikba, vagy nagy úrtartalmú nyitott tehergépjárműbe ürítik. Szállításakor a vagonokat, illetve a tehergépjárműveket leponyvázzák. Használják (pl. Hollandiában) speciális szemétszállító vagonokat is. Az ártalmatlanító helyeken a vagonokat általában markolóval, a tehergépjárműveket billentéssel ürítik ki. A tömörítetlen hulladék elszállításához sok járműre van szükség, és ezért nem gazdaságos.

A tömörített hulladék átrakási technológia esetén a korszerű hulladékgyűjtő járművek már tömörítő berendezéssel vannak ellátva. A tömörítő berendezések - a hulladék összetételétől függően akár 1 : 5 térfogati arányú tömörítést érnek el. Az átrakóállomásra így kiszállított hulladék a kiürítésnél ismét fellazul, ezért az optimális tömörítés megtartása céljából két módszert dolgoztak ki. Az egyik módszer, hogy a tömörített hulladékot a jármű felépítményével együtt speciális-szállítójárművekre emelik át és úgy szállítják el az ártalmatlanító helyre. Ez a módszer kevésbé terjedt el. Az általánosabb módszer, hogy az átrakóállomáshoz, telepített tömörítő berendezést csatolnak, amely konténerbe préseli a hulladékot. A konténert különleges szállító jármű szállítja el az ártalmatlanító helyre. Jelenleg folynak kísérletek olyan telepített tömörítők kialakítására, ahol a mindenkori hulladék-összetételt figyelembe véve az átrakásnál 1 : 10 arányú tömörítést lehet elérni. Továbbá a szállító konténerek nagyságát a jelenlegi 25-45 m<sup>3</sup>-es átlag úrtartalomról 80-100 m<sup>3</sup>-re kívánják változtatni. Az 1 : 10-es tömörítéssel, valamint a konténer nagyságának 80-100 m<sup>3</sup>-re történő növelésével az átrakásos technológia gazdaságossága lényegesen javítható.

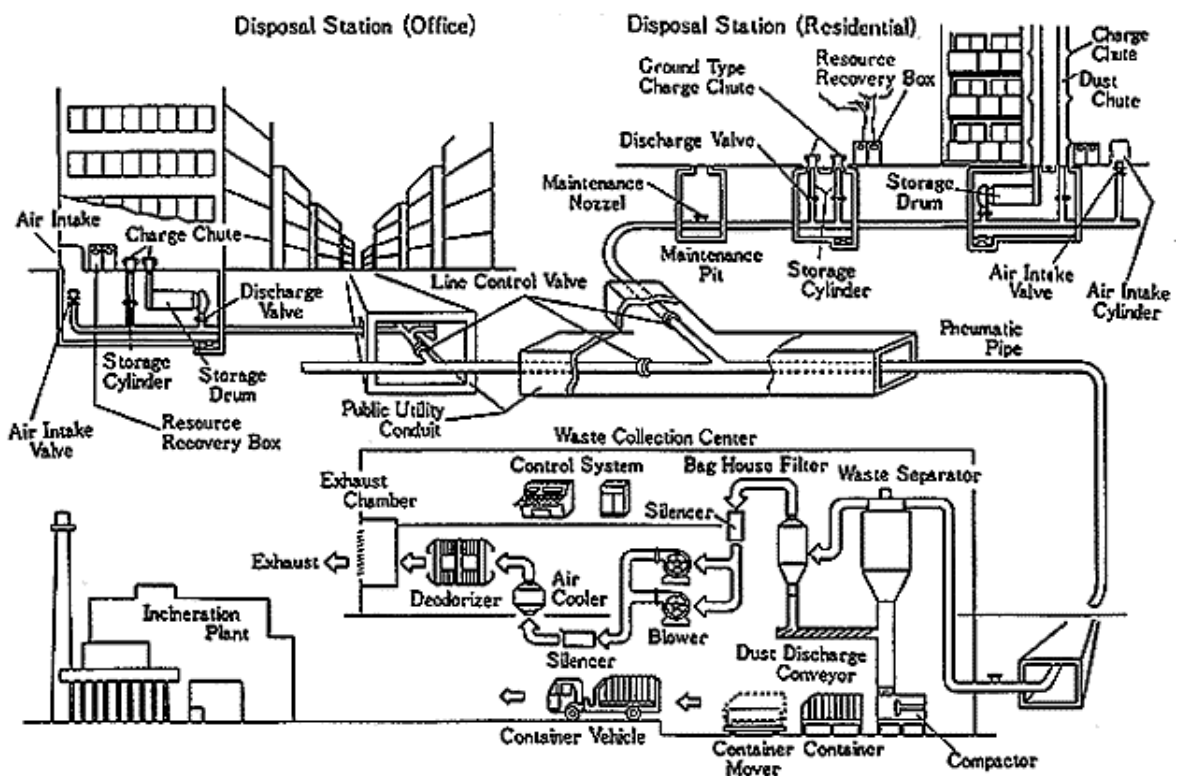


**5.7. Ábra.** Kétlépcsős szállítási technológiához használt nyitott ill. ponyvázott tetejű konténerek (<http://www.saubermacher.hu>)

### **5.3. A csővezetékes hulladékgyűjtési és – szállítási rendszer**

A csővezetékes hulladékgyűjtési és – szállítási rendszerben az összegyűjtött hulladékot zárt csővezetékben szállítják. Ha a szállító közeg légnemű, célszerűen levegő, akkor pneumatikus -, ha folyadék, általában víz, akkor, pedig hidraulikus szállításról beszélhetünk. A vegyesen, nagy területen gyűjtött kommunális hulladék esetén, kizárólag a pneumatikus szállítás lehet gazdaságos. A csővezetékes hulladékgyűjtési és - szállítási rendszer egészségügyi, várostervezési és közlekedéstechnikai szempontból egyaránt a legkorszerűbb hulladékgyűjtési és -szállítási rendszer, azonban gazdaságossági szempontból csak nagyon kevés helyen versenyképes. A lakásokból a hulladék elszállítása ledobó akna ürítőnyílásától kezdve a központi gyűjtőállomásig és a kezelés helyéig teljesen zárt rendszerű, többnyire föld alá telepített csővezetéken történik. Az elhordásos gyűjtési rendszerrel járó környezeti zaj-, por- és bűzterhelés, valamint a higiénés kívánalmak a pneumatikus rendszer alkalmazásával teljesen kiküszöbölhetők. A rendszer alkalmazási területeit korlátozza azonban az, hogy előnyösen csak új lakótelepek, új városrészek létesítésekor valósítható meg, ill. csak nagy hulladék forrás sűrűség esetén gazdaságos. Az Egyesült Államokban két helyen található már működő pneumatikus csővezetékes rendszer: az egyik New York's East River, Roosevelt Island-en, a másik pedig Disney World-ben. Japánban a Kobe Steel vállalat komplett kulcsrakész pneumatikus technológiát gyárt és árul.

A Kobe Steel kommunális hulladék gyűjtő- és szállító rendszerének főbb elemei a következők: hulladékgyűjtő állomások, tárolók, csővezetékek, porleválasztóval ellátott szétválasztó berendezések, forgólapátos ventilátorok, szagtalanítók és a szabályozó és vezérlő rendszer. A hulladékgyűjtő állomások két típusát fejlesztették ki, az egyik célszerűen a magas épületekben használható, míg a másik az alacsony épületekben és a parkokban. Annak érdekében, hogy a túlméretes darabokat kizárják, a hulladékgyűjtő állomáson térfogat korlátozó eszközt építenek be. A hulladékgyűjtő állomáson a gyűjtött hulladék átmeneti tárolása történik egy tartályban, amelyből az automatizált szelep nyitáskor kerül a hulladék a szállító csőbe. A ventilátorokat nem szükséges állandóan járni, lehet tervezett módon bekapcsolni a rendszert és elvégezni a begyűjtést. A szállító csőben működés közben vákuum van, azaz a rendszer szívó üzemű, így a szag és a por nem tud kifelé távozni az esetleges tömítetlenségeken. A csővezeték végére a ventilátor elé kell beépíteni a fáziszétválasztásra szolgáló berendezést, ami célszerűen porciklon, majd a porleválasztó eszközt, pl. a zsákos szűrőt. A csővezeték végére áramlástechnikai osztályozó berendezést is lehet beépíteni, így nem kell külön komplett technológiát kiépíteni az esetleges további feldolgozás céljára. Japánban általában a pneumatikus gyűjtő rendszer e pontján a hulladékot közvetlenül feladják a közelben épített hulladékégetőbe. A rendszer vázlatja:



5.8. Ábra. A Kobe Steel csővezetékes hulladékgyűjtő és – szállító rendszerének vázlatja. (<http://www.kobelco.co.jp>)

A Kobe rendszerének fő paraméterei:

	Nagy átmérőjű csővezeték (450 ... 600 mm)	Kis átmérőjű csővezeték (200 ... 400 mm)
Kapacitás [m <sup>3</sup> /h/cső]	50 ... 200	15 ... 40
Légsebesség a csőben [m/s]	20 ... 30	15 ... 25
Szállítási távolság [km/cső]	1,5 ... 2	0,3 ... 1

A rendszer előnyei:

- Komplet és zárt higiéniai rendszer.
- Könnyű kezelhetőség a számítógépes vezérlő rendszer miatt.
- A hulladékgyűjtés 24 órás.
- Nincs hulladék gyűjtőjármű a városban.
- Az újrahasznosítás megvalósítható, mivel válogató rendszer is beépíthető.
- Biztonságos tervezés.

### Hivatkozások.

Nagy G. – Bulla M. – Hornyák M. – Vagdalt L.: Hulladékgazdálkodás. Egyetemi jegyzet. Győr. 2002.

[http://www.fkf.hu/portal/pls/portal!/PORTAL.wwpob\\_page.show?\\_docname=1458191.PDF](http://www.fkf.hu/portal/pls/portal!/PORTAL.wwpob_page.show?_docname=1458191.PDF)

<http://www.classicrefusetrucks.com/albums/KU/KU03b.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Rotopress>

<http://www.treehugger.com>

<http://www.kobelco.co.jp>