



**Szegedi Tudományegyetem
Mérnöki Kar
Műszaki Intézet**



TÁMOP-4.1.1.F-14/1/KONV-2015-0006

Az ipari hulladékgazdálkodás vállalati gyakorlata

készítette:

Dr. Molnár Tamás Géza Ph.D
főiskolai docens

**SZEGED
2015**



Ipari hulladékgazdálkodás vállalati gyakorlata- TÉTELSOR

**2016/2017. tanév - I. félév mezgazdasági gépészmérnök, mechatronikai mérnök,
agár és vidékfejlesztő nappali levelező részére**

1. tétel

- a) A hulladék fogalma, jellemzése, rendszerezése, környezeti ártalmak, általános kezelési lehetőségek.
- b) A papír jellemzői, papír hulladék kezelésének, felhasználásának lehetőségei.

2. tétel

- a) Hulladékgazdálkodás jelentősége az ökológiai szemléletű társadalomban.
- b) A műanyag jellemzői, műanyag hulladékok kezelésének, felhasználásának lehetőségei.

3. tétel

- a) Hulladékminimalizálás, -csökkentés, -hasznosítás, -ártalmatlanítás általános lehetőségei.
- b) Az üveg jellemzői, üveg hulladékok kezelésének, felhasználásának lehetőségei.

4. tétel

- a) A hulladékkezelés technológiai rendszere
- b) A fémek jellemezői, fém hulladékok kezelésének, felhasználásának lehetőségei.

5. tétel

- a) A szelektív gyűjtés alkalmazásának jelentősége, eszközei.
- b) A szervesanyag jellemzői, szerves hulladékok kezelésének, felhasználásának lehetőségei.

6. tétel

- a) Hulladékok előkezelésének lehetőségei.
- b) A hulladékok ártalmatlanításának biológiai módszerei: komposztálás.

7. tétel

- a) Kommunális hulladékok: gyűjtése, szállítása; a hulladék elhelyezés általános kérdései.
- b) Anaerob hulladékkezelési technológiák: biogáz.

8. tétel

- a) Kommunális hulladéklerakók hely kiválasztása, a hulladéklerakás technológiái.
- b) Kommunális hulladékok ártalmatlanítása égetéssel.

9. tétel

- a) Rendezett hulladéklerakó létesítésének és működésének szempontjai, technológiai megoldásai, hulladéklerakó védelme.
- b) Veszélyes hulladékok fogalma, környezettől való elkülönítésének lehetőségei.

**Tartalomjegyzék**

Bevezetés	4
1.1. Szemét.....	4
1.2. Hulladék.....	4
1.3. Veszélyes hulladék	4
1.4. Hulladékgazdálkodás	4
1.5. Hulladékhasznosítás.....	4
2. A hulladékok rendszerezése	5
2.1. Anyagi rendszerek csoportosítása.....	5
2.1.1. Termelési hulladék.....	5
2.1.2. Települési (kommunális) hulladék.....	5
2.1.3. Települési folyékony hulladék.....	6
2.1.4. Veszélyes hulladék	6
2.2. A települési szilárd hulladékok jellemzői	7
2.2.1. Fizikai jellemzők.....	7
2.2.2. Kémiai jellemzők.....	8
2.2.3. Biológiai jellemzők.....	8
3. A hulladékgazdálkodás részét képző hulladékkezelési technológiák fontossága.....	11
3.1. Módszertan hulladékgazdálkodási koncepciók kidolgozására	11
3.2. A szemléletváltozás fontossága, tudatformálás	12
4. A települési hulladékok csökkentésének lehetőségei.....	12
4.1. A termelési hulladékok csökkentésének lehetőségei	13
4.2. A hulladékok hasznosítása.....	13
4. tétel.....	14
5. A hulladékkezelés technológiai rendszere	14
5.1. A hulladékok gyűjtése, átmeneti tárolása	15
5. tétel.....	16
5.2. A szelektív gyűjtés alkalmazásának lehetőségei, eszközei.....	16
5.3. A hulladékudvar mint kiegészítő elem	18
5.4. A hulladékok szállítása, eszközök, berendezések.....	20
6. A hulladékok előkezelése.....	20
6.1. Fizikai eljárások.....	20
6.2. Kémiai eljárások	21
6.3. A hulladékkezelés termikus eljárásai.....	22
6.4. A hőbontás (pirolízis) alkalmazása.....	24
7. A hulladékok ártalmatlanításának biológiai módszerei.....	24
7.1. A hulladékok komposztálása	24
7.2. Biogáz képződése hulladékból.....	25
8. A hulladékok elhelyezése.....	25
8.1. Hulladéklerakás szakszerűen épített, szigetelt lerakóba	25
8.2. A hulladékok lerakásának földrajzi feltételrendszere	26
8.3. Hulladéklerakók létesítésének geológiai feltételrendszere	27
8.3.1. Talajparaméterek	28
8.3.2. Talajvíz paraméterek.....	28
8.3.3. Levegő paraméterek	28
8.3.4. Geotechnikai vizsgálatok.....	28
9. Műanyag hulladék problematikája.....	29
9.1. Műanyagok története	29
9.2. Műanyagok csoportosítása, tulajdonságaik	30
9.2.1. Fizikai tulajdonságai	30
9.2.2. Csoportosítás előállításuk szerint.....	30
9.2.3. Műanyagok csoportosítása szerkezetük szerint	31



9.3. Műanyagok feldolgozása	33
9.3.1. Hőre keményedő műanyagok feldolgozása	33
9.3.2. Hőre lágyuló műanyagok feldolgozása.....	33
9.10. Műanyag hulladékok.....	33
9.10.1. Műanyag hulladék-fajták	34
9.10.2. Műanyag hulladékok csoportosítása	34
9.10.3. Műanyag újrahasznosítása	34
10. Papír és papírhulladék	35
11. Az üveg.....	37
12. Fémek újrahasznosítása	38
13. Mezőgazdasági hulladékok kezelése, elhelyezése, hasznosítása.....	39
13.1. Mezőgazdasági hasznosítás	39
13.2. Ipari hasznosítás.....	40
13.2.1. Energetikai hasznosítás.....	40
13.2.2. Hulladéktüzelés.....	40
13.2.3. Pirolízis	40
13.2.4. Biogáz előállítás.....	40
14. Radioaktív hulladékok képződés, kezelés, elhelyezés, ártalmatlanítás.....	41
14.1. A hulladékok fajtái.....	41
14.2. Radioaktív hulladékok kezelései	42
14.3. A transzmutáció fogalma (radioaktív hulladékok átalakítása, ártalmatlanítása)	42
14.4. Végleges elhelyezés	43
14.5. Reprocessálás	43
Irodalomjegyzék.....	44

Bevezetés

A népesség világméretű növekedése, az urbanizáció, a gazdasági és technológiai aktivitás növekedése olyan nagy mennyiségű hulladékot produkál, hogy komolyan veszélyezteti Földünk anyag- és energiaforrásait. A ma élő generációk elsőrendű felelőssége, hogy az unokáktól kölcsönvett erőforrásokat megőrizzék, a nagy földi ökoszisztémát a jövő generációi számára is fenntartsák.

A társadalom hulladékaíramai anyag- és energiaforrásokat tartalmaznak, a hulladékgazdálkodásban érdekelt döntéshozóknak elsőrendű felelőssége, hogy e források értékeit hasznosítsák.

A fenntartható fejlődés érdekében alapvető cél, hogy a hulladékok képződését lehetőleg kerülni kell. A képződött hulladékokat hasznosítani kell, és ahol a hasznosítás műszaki-gazdasági szempontból nem lehetséges, ott ártalmatlanítani szükséges. Elkerülhető vagy csökkenthető ezzel a környezetkárosítás.

Mindez az Európai Unió országaiban és az ott élő lakosság körében már több éve érvényesülő szemlélet, melyet a közösség Hulladékgazdálkodási stratégiája hivatott megalapozni, és annak jól működő jogszabályi-intézményi rendszere kíván fenntartani.

Járható út a hulladékok újrahazsnosítása. A folyamat alapja a szelektív hulladékgyűjtés, ezt követi a hulladékok fajtánként kezelése.

A jegyzetben összefoglalom a keletkezés helyén szelektíven történő papír, üveg, műanyag, szerves hulladék gyűjtését és ezek kezelési rendszerét, és kiemelem a kezelést, ill. hasznosítást során felmerülő problémákat, javaslatot teszek a megoldási lehetőségekre.

A tantárgy célja, hogy olyan ismereteket nyújtson, amelyek megfelelő alapokat biztosítanak ahhoz, hogy a gyakorlatban megvalósítható legyen a hulladékgazdálkodás technológiák feladatai.

1. Fogalom meghatározások a hulladékgazdálkodásban

A hulladék fogalmának meghatározása látszólagos egyszerűsége ellenére nehéz. Az emberi tevékenység sokrétűsége, a hulladék anyagi tulajdonságainak változatossága, a gazdaságilag eltérően fejlett országokban a megítélés különböző szempontjai megnehezítik a meghatározást. A természetben a hulladék fogalma ismeretlen, azt az emberi tevékenység hozta létre.

1.1. Szemét

Hétköznapi szóhasználatban élő fogalom, és akár a hulladék, ez is gyűjtőfogalom. A fogyasztás orientált társadalomban minden olyan kibocsátás, amelyre a keletkezés helyén nincs szükség. A szemét minden olyan anyag és energia, amit a "használd és dobd el" gondolkodásmód eluralkodásával annak ítélnék meg. A hivatalos nyelvzetben, mint hulladék, az e címszó alatti meghatározás érvényes. Érdeklenség, hogy, amíg a nyersanyagokat, erőforrásokat az emberiség aprólékosan definiálja a nyelvben, külön fogalmakba, kategóriákba rendezi, addig a hulladékot egy fogalommal határolja be, holott legalább annyira szerteágazó és változatos anyagok összessége. A modern ember nyelvhasználatá is tükrözi életmódját és fel-fogását.

1.2. Hulladék

A hulladék az az anyag, termék, maradvány, leválasztott szennyező anyag, szennyezett kitermelt föld, amelyet az adott műszaki, gazdasági és társadalmi feltételek között tulajdonosa sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud, illetve nem kíván, és ezért kezeléséről – a környezet szennyezésének megelőzése érdekében – gondoskodnia kell.

A termelés környezeti terheinek felismerésével megváltoztak a termékek korszerűsítésének kritériumai, a termelékenység és hatékony gyárthatóság, tartósság, az alkalmazhatóság. A termék sem gyártása, sem felhasználása során, sem pedig hulladékká válása után ne terhelje a környezetet. Mindezek elősegítése érdekében új technológiákat dolgoznak ki és alkalmaznak, így alakult ki a hulladékgazdálkodás.

1.3. Veszélyes hulladék

Veszélyes hulladék az a hulladék, amely, vagy amelynek bármely összetevője, illetve átalakulás-terméke a vonatkozó jogszabályban meghatározott veszélyességi jellemzők valamelyikével rendelkezik és a veszélyes összetevő olyan koncentrációban van jelen, hogy azzal az élővilágra, az emberi életre veszélyt jelent, illetve nem megfelelő tárolása és kezelése esetében károsító hatást fejt ki.

1.4. Hulladékgazdálkodás

A hulladékgazdálkodás az a tudatos tervszerű tevékenység, amely a hulladék kiküszöbölése, keletkezésének megszüntetése, illetve mérséklése, az elkerülhetetlenül keletkező hulladék megfelelő gyűjtése és lehetőség szerinti hasznosítása, végső esetben, pedig ártalmatlanítása és korlátozás nélküli elhelyezése érdekében történik.

1.5. Hulladékhasznosítás

Az elkerülhetetlenül keletkező hulladéknak, mint alapanyagának bekapcsolása valamely termelési, illetve felhasználási folyamatba, és ezzel a hulladék jellegének megszüntetése. A hulladékhasznosítás lehet teljes, vagy részleges, attól függően, hogy az adott hulladékmennyiség egészének vagy egy részének felhasználására kerül sor.

2. A hulladékok rendszerezése

Az anyagi rendszerek, illetve eredet szerinti csoportosítás azt kívánja hangsúlyozni, hogy a hulladékot a természeti és épített környezettel való kölcsönhatása alapján hogyan lehet gyűjteni, szállítani, hasznosítani, kezelni, ártalmatlanítani.

2.1. Anyagi rendszerek csoportosítása

Homogén rendszert képez például az egykomponensű oldószerből álló, vagy oldószerkeverékben több komponenst tartalmazó oldat, ez utóbbi folyékony hulladék. Heterogén rendszert alkot például a szilárd halmazállapotú hulladékkeverék. Diszperz rendszer az úgynevezett iszap.

Keletkezés- és halmazállapot szerinti csoportosítás:

Eredet- és halmazállapot szerinti csoportosítás**1. sz. táblázat**

Eredet/Halmazállapot szerinti	Szilárd	Folyékony	Iszapszerű	Gáznemű
Települési	háztartási és utcai szemét	kommunális szennyvíz	kommunális szennyvíziszap	lakóház fűtésének füstje
Termelési	ipari melléktermékek és hulladékok állati eredetű hulladékok almos trágya	ipari szennyvizek, hígtrágya	ipari szennyvíziszap	ipari füstök, gázok
Veszélyes	különböző ipari törmelékek, salakok, porok	savak, lúgos oldatok, festékek, trafóolajok	galvániszapok	vegyipari petrokémiai gázok

Forrás: Thyll Sz.: Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban

2.1.1. Termelési hulladék

A kitermelő, feldolgozó és szolgáltató tevékenységből származó technológiai, illetve amortizációs hulladék. Eredete szerint:

- a termelési tevékenység során az anyagátalakítási műveletek következtében részben üzemszerűen keletkező, részben a fenntartás, időszakos üzemleállítás, termékváltás során szükségszerűen képződő tisztítási maradék, hulladék, a technológiai fegyver be nem tartása és a berendezések hiányosságai miatt képződő hulladék.
- nem üzemszerűen, alkalmilag keletkező hulladék,
- a javító- és szolgáltatóipar hulladéka,
- a termelés adminisztratív és szociális létesítményeiből, valamint az üzemépületek takarításából származó hulladék,
- a termelőlétesítmény üzemi közterületeiről származó hulladék.

A termelési hulladéknak az utolsó két csoportba tartozó része együtt kezelhető a települési (kommunális) hulladékkal. Az első három csoport nagy része elkülönítendő a települési hulladéktól, mert különleges kezelést igényel.

A termelési hulladékfajták:

- ipari hulladék,
- mezőgazdasági hulladék,
- közlekedési hulladék.

2.1.2. Települési (kommunális) hulladék

A lakossági fogyasztási, intézményi és vendéglátói tevékenységből, valamint a közterületek tisztán tartásából származik, összetétele és mennyisége függ az életszínvonalától és az életmódtól, ezen belül a fogyasztói szokásoktól. Megkülönböztünk települési szilárd hulladékot és települési folyékony és iszaphulladékot. A települési szilárd hulladék különböző méretű és összetételű szerves és szervetlen szilárd halmazállapotú anyag keveréke, amely a településeken:

- lakóépületeiben (háztartási hulladék),
- intézményeiben (intézményi hulladék),
- közforgalmú és zöldterületein keletkezik.

A települési szilárd hulladékból a különleges kezelést igénylő, veszélyes hulladék kategóriájába tartozó anyagok:

- a kórházak és az egészségügyi intézmények fertőző, mérgező hulladécai,
- a kutató-fejlesztő intézmények fertőző, mérgező hulladécai,
- a kereskedelem veszélyes hulladécai,
- a lakossági fogyasztásból visszamaradó veszélyes anyagok, kémiai áramforrások, fáradt olajok, növényvédő szerek, gyógyszerek, háztartási vegyi áruk, szórópalackok, lakkok, festékek.

2.1.3. Települési folyékony hulladék

- A települések területén a közcsatornára nem kötött, emberi tartózkodásra alkalmas épületek szennyvíztároló létesítményeinek ürítéséből származó hulladék.
- A nem közüzemi csatorna- és árokrendszerek, szennyvíztisztító berendezések fenntartásából, tisztításából származó hulladék.
- A települési szennyvíztisztításból képződő nyers vagy kirotasztott szennyvíziszap.
- A gazdasági, de nem termelési tevékenységből származó kommunális szennyvíz és szennyvíziszap.

Települési hulladékfajták: háztartási, intézményi, kerti, közterületi, víztelenített szennyvíziszap, szennyvíztisztítási nyersiszap, kirotasztott szennyvíziszap, csatornaiszap, rácsszemét.

2.1.4. Veszélyes hulladék

A termelés, szolgáltatás, az elosztás és a forgalmazás során egyaránt keletkezhet különleges kezelést igénylő veszélyes, mérgező, fertőző hulladék. Mérgező, fertőző tulajdonsága következtében az emberre, az élővilágra és a művi környezetre közvetlenül vagy közvetve, azonnal vagy késleltetetten károsító hatása.

Jelentősebb veszélyes hulladékok:

- oldószerhulladékok, savak, lúgok gyártásából és felhasználásából keletkező hulladékok, a felületkezelés hulladékai, festékiszapok, nehézfém tartalmú folyékony hulladékok és iszapok, edzősalakok, ólomhulladékok, használt ólomakkumulátor hulladékok, mezőgazdasági növényvédő-szeres göngyölegek, növényvédőszer és gyártási hulladékok, króm-cserzésből származó hulladékok, bőrgyártási szennyvíziszapok, fáradt olajok, emulziók, egészségügyi intézmények hulladékai, lakossági fogyasztásból visszamaradó veszélyes hulladékok, PCB-tartalmú és dioxinnal szennyezett hulladékok.

A radioaktív hulladékot sem a nemzetközi egyezmények, sem a hazai előírások nem tárgyalják a veszélyes hulladékokkal együtt. Különleges kezelési igénye miatt azonban logikailag a veszélyes hulladékfajták közé sorolható. Kezelését külön jogszabályok írják elő.

Veszélyeshulladék-fajták: mérgező, fertőző, korrozív, tűz- és robbanásveszélyes, lakossági fogyasztásból visszamaradó veszélyes hulladék (radioaktív hulladék).

A beágyazási eljárások és jellemzői

Cement alapú

Olcsó adalékanyagok, kidolgozott eljárások, a berendezések ésszerűen megvalósíthatók. Az eljárás a hulladékok vegyi-összetételének ingadozására nem érzékeny. A cement adagolásával szabályozható a szilárdság és a vízáteresztő képesség. Toxikus szervesetlen vegyületeknél, füstgáztisztítás szilárd és iszapszerű maradékainál jól alkalmazható.

A savas oldatokra a kis szilárdságú hulladékbetonok érzékenyek, adott körülmények a beton bomlását idézhetik elő. Az egyes hulladékféleségeknél szükséges előkezelés és adalékok alkalmazása költségnövelő. A cement és más adalék növeli a súlyt és térfogatot. Szerves hulladékok és toxikus anionok esetében nem megfelelő.

Mész, pernye alapú

Az adalékok olcsók és beszerezhetők, a berendezések egyszerűek. A lejátszódó reakciók jól ismertek (puzzolán-reakció). Toxikus szervesetlen hulladékoknál, füstgáztisztítók szilárd és iszapszerű maradékainál jól alkalmazható.

A stabilizált hulladéktömb érzékeny a savas oldatokra és a szervesetlen szennyeződésekre, ami a kötési folyamatot lassítja. A szerves hulladékok és toxikus anionok esetében nem alkalmazható.

Hőre lágyuló anyagok felhasználása

A szennyező anyagok migrációja általában kisebb, mint más beágyazási módszernél. A végtermék jól ellenáll a legtöbb vizes oldatnak. A hőre lágyuló anyagok jól tapadnak a hulladékhöz. Toxikus szervesetlen vegyületeknél használható.

Drága berendezéseket és szakképzett személyeket igényel. A kis hőmérsékleten párolgó hulladékkomponensek gondot okoznak, a hőre lágyuló anyagok gyúlékonyak. A nedves hulladékot stabilizálás előtt szárítani kell. Szerves anyagok, erős oxidálószer-tartalmú hulladékoknál nem alkalmazható.

Szerves polimerek alkalmazása

Kis mennyiségű adalék szükséges a keverék megszilárdításához, a végtermék más eljárásokhoz viszonyítva kis sűrűségű. Száraz és nedves hulladék anyagoknál (főként iszapoknál) egyaránt jó eredményt ad. Különleges berendezést nem igényel. Toxikus szervesetlen hulladékoknál előnyösen alkalmazható.

A hulladékkomponensek laza szerkezetű gyantamátrixban helyezkednek el, a karbamid-formaldehid eljárás katalizátorai erősen savasak, a legtöbb fém kis pH-értéknél oldódik és bekerülhet csurgalékvizekbe polimerizálódás alatt. Egyes szerves polimerek biológiailag lebonthatók. A végleges lerakáshoz még tároló, csomagolóeszközt is fel kell használni. Savas és erős oxidálószer-tartalmú, valamint szerves anyagú hulladékoknál nem megfelelő.

Kapszulázási eljárás

A hulladék anyag nem tud érintkezni a vízzel, így jól oldható anyagoknál sikeresen alkalmazható. A kettős burkolat ellenáll a külső környezeti hatásoknak.

A felhasznált kötőanyagok drágák. Az eljárás energia igényes (szárítás, hevítés). Speciális berendezéseket igényel, alkalmazásához laborhátter és szakképzett személyzet szükséges.

Gipszképzési eljárás

Kevés adalékanyagot igényel, gyors a kötési idő. A termék stabil nem éghető, biológiailag nem bontható. Nehézfém- visszatartása jó, részben szárítást igényel.

Csak szulfít vagy szulfittartalmú iszapokra alkalmas. Kioldási jellemzők a cement- és mészalapú eljárásokéval azonosak. A kalcináláshoz többletenergia és külön berendezés szükséges.

Üvegbe való beágyazás

Igen jó hatásfokú beágyazás. A nyersanyagok olcsók, könnyen hozzáférhetők.

Az eljárás energiaigénye nagy. Speciális berendezéseket és szakképzett személyzetet igényel.

2.2. A települési szilárd hulladékok jellemzői

2.2.1. Fizikai jellemzők

Mennyiség, térfogatsúly

A hulladékok mennyiségének a meghatározása a gyűjtés, szállítás gazdaságos tervezésénél a lerakóhelyek, égetőüzemek méretezése céljából nélkülözhetetlen. A keletkező hulladékok összes mennyiségét általában súlyra (kg, t) és térfogatra (m^3) adják meg, egy évre vonatkoztatva. A hulladékok további általános mérőszáma az egy lakos által évente „termelt” hulladékok mennyisége (kg/lakos/év, ill. m^3 /lakos/év).

A keletkező hulladékok mennyiségét és minőségét az új regionális és egyedi telepítésű (hídmérleggel ellátott) lerakóhelyeken határozzák meg méréssel, a legtöbb helyen a gyűjtőjáratok fordulatszámából következtetnek a mennyiségi adatokra.

A köztisztasági szolgáltató szervezetek 1997-ben közel 18 millió m^3 szilárd települési hulladékot kezeltek.

2005-ben a hulladékképződés kiváltó okait, a tendenciát figyelembe véve kb. 20-22 millió m^3 szilárd hulladékmennyiséggel kell számolni.

A tömegben és térfogaton túlmenően a hulladék fontos fizikai jellemzője a térfogatsúly (t/m^3), jelenleg hazánkban 0,20 - 0,25 t/m^3 között változik. A vizsgálatok azt igazolják, hogy a települési szilárd hulladékok tömege alig növekedik, a térfogata viszont rohamosan nő. Ezzel együtt a térfogatsúly fokozatosan csökken. Ezt a jelenséget a hulladék fellazulásának nevezik, amely a hulladék-összetevő (hulladékminőség) változásával (papír, műanyag, csomagolóanyagok növekedése, a salak és hamu csökkenése) függ össze.

Összetétel, minőség

A hulladék jellemzőinek, összetételének alakulását, változását vizsgáló tevékenységet összefoglalóan hulladékanalízisnek nevezzük. A tervezési gyakorlat számára a következő fizikai vizsgálatok eredményei lényegesek: nedvességtartalom, éghető anyag (szerves anyag-) tartalom, hamutartalom, fűtőérték, méret (frakció) szerinti osztályozás, mechanikai összetétel.

A nedvességtartalom az ártalmatlanítási módszer megválasztásánál, mint a mikrobiológiai tevékenység jellemzője, égetésnél, mint elpárologtatandó víz jelentkezik. Értéke évszakonként változik.

Az izzítási veszteség (szervesanyag-tartalom) utal a hulladék komposztálhatóságára, éghetőségére. A hamutartalom (szervetlen anyag tartalom) előre jelzi a hulladék égetéses ártalmatlanításánál visszamaradó anyagmennyiséget. A fűtőérték a hulladék eléghetőségének jellemző mutatója, amely a nedvesség- és hamutartalom függvényében szezonális ingadozást mutat. Várhatóan a hulladékok fűtőértéke az éghető csomagolóanyagok egyre nagyobb mennyisége miatt erőteljes növekedést mutat.

A települési hulladékok méret (frakció) szerinti osztályozása az egyes ártalmatlanítási eljárások (komposztálás, újrahasznosítás) technológiájának kidolgozása során nyújt tervezési alapadatokat. A metodika szerint 5 frakcióméret szerint válogatnak. A szétválasztott mennyiséget súlyszázalékban adják meg.

Az ártalmatlanítási, hasznosítási eljárások megválasztásához lényeges adat a hulladékok mechanikai összetétele.

A szemét különböző anyagi minőségű alkotók keveréke. A szétválasztásra külön anyagcsoportok a következők:

a) szervetlen összetevők: vas, fém, üveg, kő, porcelán, kerámia, hamu, salak, stb.

b) szerves összetevők: műanyag, gumi, bőr, textília, papír, karton, fa csont, konyhai hulladékok, stb.

Érdemes megvizsgálni a szemét minőségének, összetételének várható alakulását a különböző alkotók várható változásainak függvényében. A csomagolástechnikában a papír és műanyag növekvő mennyisége miatt a települési szilárd hulladéknál ún. fellazulási tendencia figyelhető meg. Ez különösen a gyűjtés, szállítás technikai megvalósítására hat ki. A hamu, salak, konyhai hulladéktartalom csökken.

A hulladékösszetétel további tendenciái

2. sz. táblázat

Minőségi jellemző	HATÁS			
	Hamu, salaktartalom	Konyhai hulladék	Csomagolási hulladék-tartalom	Egyéb hulladék
Térfogattömeg	-	-	-	-
Aprózottság	-	-	-	-
Portartalom	-	-	-	-
Nedvességtartalom	+	-	-	-
Szervesanyag-tartalom	+	-	+	+
Vízelszívó képesség	-	+	+	+
Fűtőérték	+	+	+	+
Papírtartalom	+	+	+	+
Műanyagtartalom	+	+	+	0
Üvegtartalom	+	+	+	0
Vastartalom	+	+	+	0
Színesfémtartalom	+	+	+	0
Mosószer-, festék stb. maradványok mennyisége	+	+	+	0
Hulladékkeletkezés ütemének egyenletessége	+	-	+	+
Hulladék összetételének egyenletessége az év során	+	-	+	+

Jelmagyarázat: - csökkenő irányú hatás, + növelő irányú hatás, 0 jelentőség nélküli

2.2.2. Kémiai jellemzők

A hulladék-ártalmatlanítás és hasznosítás szempontjából szükséges ismerni a hulladék bizonyos kémiai jellemzőit is.

- Megállapították, hogy a hulladék kémhatása éves átlagban közel semleges tartományban mozog, nyáron enyhén savanyú, a téli időszakban enyhén lúgos kémhatású.
- A hulladék mezőgazdasági hasznosítása szempontjából a trágyaérték megítéléséhez szükséges a nitrogéntartalom, P_2O_5 , K_2O meghatározása. Számottevő különbséget az egyes körzetekben a fenti összetevők százalékos arányában nem tapasztaltak.
- A hulladék biológiai-mikrobiológiai bomlási folyamatainak lezajlásában a komposztálós ártalmatlanítás alkalmazásakor a C : N arányának fontos jelentősége van.

2.2.3. Biológiai jellemzők

A települési szilárd hulladékban gyakran megtalálhatók a legkülönbözőbb mikroorganizmusok, közöttük a fertőző betegségeket terjesztő kórokozók. A hulladék szerves anyaga a mikroorganizmusok élettevékenysége hatására bomlásnak indul. Ezért a gyűjtés-szállításnál törekedni kell a zárt rendszerű és teljesen gépesített megoldásokra. Az egyes ártalmatlanítási eljárások összehasonlításánál a műszaki szempontokon túlmenően a közegészségügyi hatásfokozat megállapításait is figyelembe kell venni. Meg kell azonban jegyezni, hogy a kórokozók a hulladékokban csak a fertőzés lehetőségét jelzik, az ilyen hulladék fertőzést terjesztő közegnek tekinthető.

Megbetegedések és főként járványok kialakulásához más tényezők is szükségesek, nemcsak a kórokozó bekerülése az emberi szervezetbe, hanem a szervezet fogékonysága, a kórokozók elegendő száma stb.



A hulladékokban előforduló kórokozók és az általuk okozott betegségek

3. sz. táblázat

Megnevezés	A KÓROKOZÓ				
		Nedves közegben való elpusztításihoz		Életképessége	
	által okozott betegség	Szükséges hőmérséklet °C	Behatási idő, min.	Hulladékokban, talajban	nap
Salmonella typhi	Hastifusz	55-60	5-30	szennyvíz szemét	6 4-115
Salmonella paratyphi B.	Paratifusz	60	15-20	szemét szennyvíz	24-136 23
Escherichia coli		60-80	15-20	szennyvíziszap termőföld	180-360 200
Shigella dysenteriae	Bacilláris dizentéria	55	60	szemét szennyvíz	10-40 2-5
Mycobacterium tuberculosis	Tuberkulózis	55-65	5-60	köpet termőföld	120-200 150-180
Clostridium tetani	Tetanusz	100	5-60	termőföld	Évekig
Vibrio cholerae	Kolera	50	30-60	szemét szennyvíz ürülék	1 2-5 20-30
Leptospira ictero haemorrhagiae	Weil betegség			szennyvíz	60
Poliomyelitis vírus	Gyermekbénulás	50-60	10-30	szennyvíz	8-180
Hepatitis vírus	Fertőző májgyulladás	60	140	szennyvíz	180
Ascaris (pete)	Orsó-férgesség	50-55	60 5-7	szemét szennyvíz szennyvíziszap termőföld	120 90 30 évek
Trichinae spiralis (lárva)	Borsóféreg	66,5	1	szemét	100-180
Entamoeba histolytica	Amőbás dizentéria	45 50	30 5	szemét	40-50

Forrás: Barátfi I. (2000): Környezettechnika

A hulladékok környezeti hatása

A hulladékok egy része – műszaki vagy gazdasági okok miatt, illetve emberi mulasztásból eredően – a környezetbe, illetve védett környezeti közegbe kerül, szétszóródik, ott szennyezést okoz. A legtöbb ilyen problémát a rendezetlen elhelyezés (hagyományos szeméttelpek), a helytelenül megválasztott hulladékkezelés, valamint a helytelen fogyasztói magatartás okozza.

A hulladékok egyrészt valamely környezeti elem (víz, talaj, levegő) szennyeződését okozzák, másrészt az egyes alkotói a növényi, állati szervezetekbe beépülnek, és a táplálékláncon keresztül végül az embert károsítják. (Elsősorban a mérgező, bioakkumulálódó anyagok veszélyesek). A nem megfelelő hulladékelhelyezés káros hatásai csak ritkán jelentkeznek azonnal, sokszor évek, évtizedek telnek el a szennyezés kialakulásáig.

A hulladékok leggyakrabban – évezredek óta szükségszerűen – alkalmazott befogadója a *talaj*, ezért elsődlegesen ez szennyeződhet. A nem megfelelően kezelt hulladékokat, és bomlástermékeit a csapadékvíz a talaj felszínén szétmossa, és beszívárogozik a talajba, talajvízbe. A felszín alatti áramlások igen nagy területre széterjeszthetik a szennyezést. A felszíni vizek közvetett és közvetlen szennyeződéseit okozzák a nem megfelelően kezelt szennyvíz-bevezetések is.

A szerves anyagú hulladékok bomlása során jellegzetes bűzös gázok keletkeznek (pl. ammónia, hidrogén-szulfid, indol, stb.); az összegyűlt hulladékhalmokat a szél a levegőbe emelheti. A hulladéklerakók környékén öngyulladás, vagy a hulladék nem megfelelő égetése során keletkező égéstermékek (füstgáz, korom, pernye) a *levegő* szennyezését okozzák. Nem elhanyagolható a nem megfelelően kezelt hulladéklerakók depóniagáza sem, mely erős üvegházhatású gázokat (metánt és szén-dioxidot) tartalmaz.

Egyes hulladékok kórokozó mikroorganizmusai *fertőző betegségek* előidézői lehetnek. Megfelelő körülmények között a kórokozók a hulladékokban hosszabb ideig is életképesek maradhatnak, onnan közvetve vagy közvetlenül emberi fertőzést okozhatnak.

A nem megfelelő települési szilárd hulladékkezelés következtében elszaporodhatnak a *rovarok* és a *rágcsálók*. Ezek közvetítik egyes fertőző betegségeknek, ezért komoly problémát okozhatnak.

A nem megfelelő hulladék-eltávolítás, a rendezetlen, szétszórott hulladék látványa tönkreteszi a táj eredeti szépségét, csökkenti a pihenés, kikapcsolódás teljes körű lehetőségét. Sajnos ma még az egyik komoly probléma a környezet elszennyeződésének *esztétikai* jelentősége.

Napjainkban a helytelen nyersanyag és hulladékkezelésből adódó környezeti problémák egyre nagyobb arányban jelentkeznek. A hulladékok káros hatásai elleni védelem igénye, valamint a már meglévő szennyezések problémája fejlesztette ki a környezetvédelem egy új és egyre több feladatot megoldó ágazatát.

A hulladékok környezetkárosító hatásának felismerése mellett egyre nyilvánvalóbbá vált a hulladékok szerepe a természeti erőforrásokkal való ésszerű gazdálkodásban és az anyaggazdálkodásban.

Magyarországon a gazdaság méretéhez képest igen sok hulladék keletkezik; ez több anyag felhasználását igényli, az indokoltnál nagyobb ütemben apasztja az amúgy sem bőséges erőforrásokat. A nagyobb nyersanyagigény drágítja a termelést, rontja a versenyképességet. A nagyrészt importból származó nyersanyagok és energia feleslegesen növeli a kiadásokat, és a keletkező hulladék indokolatlanul növeli a kezelési költségeket. Mindezek alapján látható, hogy a hulladékok káros hatása elleni védekezés, illetve a megvalósuló hulladékgazdálkodás kulcsszerepet játszik a környezet minőségének megőrzésében, a természeti erőforrások védelmében, és eredményesen segítheti a gazdaság hatékonyságát.

A hulladékgazdálkodás elemei (az EU követelményeinek megfelelően):

1. A hulladékok keletkezésének és/vagy veszélyességének csökkentése, megelőzése
 2. A keletkezett hulladékok elkülönített gyűjtése és hasznosítása
 3. A nem hasznosítható hulladékok környezetszennyezés nélküli ártalmatlanítása és elhelyezése
- Ezt az angol nyelvű kifejezések rövidítése alapján 3R-nek is nevezzük: reduce, recycling, reuse.

A hulladékgazdálkodás a hulladékok káros hatásai elleni védelem gyakorlati megvalósítása, amely a hulladékok teljes életciklusára vonatkozik. Ennek megfelelően a hulladékok kezelése egységes, összehangolt technológiai rendszer, amely magában foglalja a keletkezési helyen történő **összegyűjtését**, a keletkezés helyétől való **elszállítását**, **átmeneti tárolását** és **helyszíni előkezelését**, alkalmas létesítményben történő **feldolgozását**, és **végso elhelyezését**.

A feldolgozás lehet ártalmatlanítás, hasznosítás, illetve ezek kombinációja. A végső elhelyezés során a hulladékok maradványait biztonságos módon rakják le.

A tervszerű *hulladékgazdálkodás célja* tehát az, hogy minél kevesebb hulladék keletkezzen, az elkerülhetetlenül keletkező hulladékok minél nagyobb része kerüljön újrahasznosításra, a nem hasznosítható hulladékot, pedig olyan módon ártalmatlannítsák, hogy az a legkisebb méretékben terhelje a természetet.

A hulladék fogalmának tisztázása mellett a kezelés szempontjából nagyon fontos, hogy meghatározzuk, ki a tulajdonos. Egyes országokban a hulladék kezelését adókból fizetik, máshol a „szennyező fizet elv” érvényesül, azaz az fizeti a kezelés költségét, aki megtermelte a hulladékot. A költségek fedezésére egyes országokban bevezették, hogy egyes termékek árába beépítették a későbbi hulladékának kezelési költségét; a termékár-rendszer Magyarországon is működik, a csomagolóanyagokra, akkumulátorokra, gumiabroncsokra, olajokra, hűtőkre (hűtőközeg).

A hulladékok jellemzése számos paraméter alapján történhet: fizikai, kémiai és biológiai jellemzőit lehet, és kell meghatározni, hogy a gyűjtés, szállítás és kezelés tervezhető legyen.

Hulladékgazdálkodási terv

A hatékony hulladékgazdálkodás kialakulásának egyik alapfeltétele a megfelelő adatokkal alátámasztott tervezés, a tények és igények összevetése, a szükséges kapacitások elhelyezése, gazdaságos kialakítása és üzemeltetése.

A hulladékgazdálkodás egyéni, helyi, területi és országos feladatainak hatékony végzése csakis összehangoltan, egymásra épülve, az elvégzendő feladatok megfelelő szintre helyezésével történhet. A feladatok meghatározását, végrehajtásuk módját és az egyes szintek szerepét, tevékenységét hulladékgazdálkodási tervek rendszerébe kell foglalni. A hulladékgazdálkodási szakterületi tervezési rendszernek természetesen be kell épülnie a már meglévő, átfogó tervezési rendszerekbe, de bizonyos mértékben azoktól függetlenül is működni kell.

A hulladékgazdálkodási tervnek, mint hierarchikus intézménynek elsődleges feladata a Nemzeti Környezetvédelmi Program (NKP) hulladékgazdálkodási célkitűzései megvalósításának megtervezése. Ennek értelmében kell kialakítani az országos hulladékgazdálkodási tervet, amely a vállalati, helyi-települési, regionális-megyei, illetve az ágazati tervekre kell, hogy épüljön. Természetesen mindegyik szint elsősorban a saját hulladékgazdálkodási feladatainak végzését tervezi meg.

Egyértelműen rögzíteni kell, hogy a hulladékgazdálkodási szakkivállalkozói tevékenységek folytatásához környezetvédelmi hatósági engedély szükséges, amelynek feltétele a megfelelő szakképesítés, felszereltség és telephely megléte.

A tervek végrehajtását segíthetik - az NKP-hoz hasonlóan - a különböző szintű végrehajtási programok, amelyek megvalósításához szükséges eszközök biztosítását szintén a törvénynek kell megalapoznia.

Jelenleg a veszélyes hulladékokkal kapcsolatos hatósági hatáskörök tekinthetők egyedül rendezettnek. A települési hulladékok terén sok a bizonytalanság; a települési önkormányzatok engedélyező, ellenőrző és üzemeltető (megbízói vagy végrehajtó) feladatokat is ellátnak. Meg kell állapítani azokat a kereteket, amelyek alapján a települési önkormányzatok a helyi hulladékgyűjtési, begyűjtési és kezelési rendet - beleértve a szelekciót is - helyi rendeletben szabályozzák, a végrehajtást ellenőrzik, a be nem tartást szankcionálják.

Fokozott hangsúlyt kell adni az ellenőrzésnek, amelyet elsősorban az engedélyező hatóságnak kell ellátnia.

Az ellenőrzés nem merülhet ki a jogszabályi előírások betartásának betű szerinti számonkérésében és a be nem tartás automatikus szankcionálásában, hanem sokkal inkább a vizsgált tevékenység szakmai tartalmára kell figyelni. Ehhez a hatóságok folyamatos szakmai továbbképzésére, az esetek elbírálásában nagyobb szabadságra, a jogszabályokba beépített szakmai mérlegelési lehetőségre lenne szükség, amely azonban nem mehetne az egyöntetűség és kiszámíthatóság rovására.

2. tétel

3. A hulladékgazdálkodás részét képező hulladékkezelési technológiák fontossága

Az a szemlélet, mely szerint "itt egy gödör, töltsük fel szeméttel" egyik okozója annak, hogy talajaink, élővizeink, ivóvíz bázisaink elszennyeződtek.

A hagyományos gazdasági folyamat olyan nyitott rendszerként jellemezhető, amelynek utolsó láncszeme a hulladékok kezelése, ártalmatlanítása.

Ennek szűk keresztmetszetei miatt a környezetvédelem terén új elgondolásokra van szükség. Ilyennek tekinthetők az új hulladékfeldolgozási technikák, amelyek elsődleges célja hasznos anyagok körforgásának létrehozása. Az újrahasznosítás csak úgy optimalizálható, ha a hasznos anyagok visszanyerését már a termékre vonatkozó elgondolás kialakításakor és a tervezéskor is figyelembe vesszük.

A fenntartható fejlődés érdekében alapvető cél, hogy a hulladékok képződését kerülni kell. A képződött hulladékokat hasznosítani kell, és ahol a hasznosítás műszaki-gazdasági szempontból nem lehetséges, ott ártalmatlanítani szükséges. Elkerülhető vagy csökkenthető ezzel a környezetkárosítás. Mindez, az Európai Unió országaiban és az ott élő lakosság körében már több éve érvényesülő szemlélet, melyet a közösség Hulladékgazdálkodási Stratégiája hivatott megalapozni, és annak jól működő jogszabályi-intézményi rendszere kíván fenntartani.

3.1. Módszertan hulladékgazdálkodási koncepciók kidolgozására

Az összetett termékek ártalmatlanítása fontos vállalati feladatnak számít. Az ártalmatlanítás, hulladékkezelés a települések és az erre specializálódott vállalatok feladata volt. Ma már a gyártóknak is van ezzel kapcsolatos felelőssége. A fogyasztók egyre nagyobb környezetvédelmi tudata miatt a termékek szakszerű ártalmatlanítása iránt piaci követelmény fontosabb, mint a jogszabályi előírás.

Függetlenül attól, hogy a gyártó termékének ártalmatlanítását maga kívánja végezni vagy az egész feladatot erre specializálódott vállalatra bízva, a termékek újrahasznosítása egyre komolyabban veendő témává alakult. Csak sajátos, termékspecifikus koncepció kifejlesztésével, valamint újrahasznosításra alkalmas termékkonstrukcióval lehet az ártalmatlanítás szakszerűségét és nem utolsósorban annak költségeit szabályozni.

Négylépéses módszer

A hulladékgazdálkodás piaca nehezen áttekinthető. Állandóan új vállalkozók jelennek meg, ill. tűnnek el.

1. A reprezentatív termékek, szerkezetek, nyersanyagok, veszélyes anyagok elemzése.
2. A termék frakciókra bontása és az újrahasznosítási feladat meghatározása.
3. Újrahasznosítási eljárás kifejlesztése.
4. Egy átfogó koncepció kidolgozása.

Elemzés

A termékfajták gondos elemzése, amelynek során elsősorban áttekintést kell szerezni az újrahasznosítható termékekről. Kritériumai: a termék fajtája; terméktípusok; gyártástechnológiák; nyersanyagok és veszélyes anyagok; a visszaforgatás mennyisége; a visszaforgatás helye; a visszaforgatás időbeli változása.

Prioritásokat kell meghatározni a kritériumok alapján, majd kiválasztani a reprezentatív termékek körét. A reprezentatív termékek tartalmazzák a meghatározott kritériumok szerinti mennyiség legalább 80%-át. Ez jó ismereteket követel meg a termékekről és az újrahasznosításról. A termék átlagos használati idejéből kiindulva a következő lépésben meg kell határozni a visszaforgatás várható mennyiségét, ezért szükséges lehet a reprezentatív termékek csekély számából további ún. műszakilag jellemző termékek meghatározása is.

Frakciók

Az újrahasznosítás alapját a szerkezeti elemek és anyagok felhasználása valamint értékesítés szerinti frakciókra bontása képezi. Ezért a termékek részegységeit és szerkezeti elemeit például nyersanyagok, veszélyes anyagok, kötési eljárások szerint kell elemezni és osztályozni. Az újrahasznosítást képező frakciók termékfüggetlenek. Az újrahasznosítás szempontjából minden jelentős kritériumot össze kell gyűjteni.

Az eljárás kidolgozása

Az elemzés segítségével meg kell határozni az újrahasznosítható frakciókat és az újrahasznosítás feladatait. Ezt követően értékelni kell az újrahasznosítási eljárásokat.

Az így kapott információk tartalma: a feldolgozható frakciók és anyagok; a feldolgozás keretfeltételei; output anyagértékesítési lehetőségei; eljárási ajánlattevők; ökológiai előnyök és hátrányok; a nyilvánosságot érzékenyen érintő témák; rugalmasság a törvényi változásokkal kapcsolatban; rugalmasság a termék tervezésében előálló változásokkal kapcsolatban.

Átfogó koncepció

Az utolsó lépés az újrahasznosítási stratégiák kiválasztása. Fontos a termék tervezésében előálló változásokkal kapcsolatos rugalmasság, ill. az újrahasznosítás ökológiai minősége. Problémaként merülhet föl, hogy az újrahasznosítás, a termék állapota, műszaki okok vagy piaci korlátok miatt a meghatározott szerkezeti egységek csak egy részére megfelelő.

Valamennyi újrahasznosítási részfeladat meghatározását követően lehet az átfogó koncepciót kidolgozni.

3.2. A szemléletváltozás fontossága, tudatformálás

A szelektív hulladékgyűjtés sikere inkább az emberek hozzáállásán, mint az eszközökön múlik. A szelektív gyűjtés kiszélesítésének alapja a lakosság megfelelő tájékoztatásán, felkészítésén, megnyerésén és a folyamatba való bevonásán múlik. Magyarországon a környezeti tudat és ismeret még kezdetlegesek. Az emberek gondolkodásmódjának megváltoztatása, a környezetbarát magatartásforma kialakítása nehéz feladat.

Az általános ökológiai ismereteken túlmenően mindazokat a tevékenységeket fokozottan kell ismertetni, amelyek esetén elvárjuk a tömegek hatékony közreműködését. Ahhoz, hogy a szelektív hulladékgyűjtésben való közreműködéshez a lakosság nagy százalékát (kb. 80%) megnyerjük, szükséges a reklámtevékenység, a tudatformálás kiterjesztése. Meg kell győzni az embereket, hogy aktívan vegyenek részt a környezetvédelemben, mert a passzív magatartásforma befolyásoló tényező a jövő nemzedék számára. Elérhető, hogy az aktív közreműködés tudatos legyen minden résztvevőtől, hogy ez a cselekvés részévé váljon az egyéni, szociális, és gazdasági tevékenységnek.

Az emberek nem zárkoznak el az új dolgoktól, ha azt érdekesnek vagy a maga számára előnyösnek találja.

A társadalom és annak kisebb egységei nagymértékben befolyásolják az egyén hozzáállását. A család a legerősebb befolyásoló közeg. A családban mindenki elfogadja a közösen kialakított szokásrendet. El kell juttatni a családokhoz a gondolatot.

A környezeti nevelést már az óvodáskorban el kell kezdeni, amikor a gyerekek még fogékonyak az új információkra, melyeket a családtagoktól és óvodai nevelőiktől kapnak. A környezettudatos természetbarát magatartásforma elemei ekkor alakulnak ki.

Az általános iskolában előtérbe kerülnek a tudatos elemek. A közoktatásban komplex tananyagrészt nincs környezetvédelemből, ez a földrajz, kémia, biológia ismeretanyagából áll össze. Az iskola és a pedagógusok segítségével a tanulókon keresztül el lehet juttatni a gondolatot a családokhoz. A családban a gyerek a legnyitottabb, legkíváncsibb és az ő akarata hat a legjobban a szülőkre.

Az iskola és azon belül a pedagógus feladata, hogy megismertesse a gyerekekkel környezetünk károsodásának hatásait.

A középiskolában kell kialakítani az életvitelben is megnyilvánuló felelősségérzetet és a meggyőzősen alapuló cselekvő magatartást.

A felsőoktatásban a természettudományi, az agrár és a műszaki területeken fejlődés ment végbe, így a felsőoktatásban már megoldott a környezetvédelem oktatása.

Ahhoz, hogy a szelektív gyűjtés megvalósuljon, el kell érni, hogy a szereplők környezettudatos magatartása kialakuljon, szemléletük a környezetük tisztaságának megóvása érdekében jó irányba fejlődjön.

3. tétel

4. A települési hulladékok csökkentésének lehetőségei

Nagyon fontos a *fogyasztó magatartásának* megváltoztatása: cél lenne, hogy az emberek maguk jöjjenek rá arra, hogy ez a saját érdekük. Megoldást jelent az, ha a hosszabb élettartamú termékeket vásároljuk meg, valamint a használt termékeket (pl. ruha) vissza kell forgatni a használatba (reuse), illetve a kisebb környezetszennyezéssel, és ezáltal kevesebb hulladék kibocsátásával gyártott termékeket keressék a vásárlók.

Napjainkban nagyon nagy mennyiséget képeznek a *csomagolási hulladékok*. Egyes termékeket több réteg csomagba zárnak, így elsődleges lenne a felesleges csomagolás elhagyása – ez a gyártó feladata. Egyes esetekben a csomagolóanyag változtatása, módosítása is lehetséges (pl. vékonyabb csomagolás, nem színezett papír, üvegpalack falvastagság csökkentése, fólia vékonyítása – ezeknek határt szabnak a mechanikai követelmények). A modern technológia lehetővé teszi a minél jobb szabási kihozatalt is. Ezen a szinten is lehet feladata a fogyasztónak is: ahol lehet, nem a feleslegesen sokszor becsomagolt terméket kell megvenni. (pl. tubusok külső burkolatainak elhagyása, palackok egyedi dízscsomagolása helyett gyűjtődobozok, szállítási csomagolás egyben display is lehet, kevesebb festék használata). Pozitív hatása lehet az utántölthető csomagolásoknak, persze ehhez az is kellene, hogy később ne az eredeti csomagolásban, hanem az utántöltőben legyen olcsóbb a termék (nagyon sok esetben jelenleg még ez tapasztalható!!!)

A hulladék mennyiségét csökkenthetjük akkor is, ha a hasznosítható anyagokat eltávolítjuk belőle. A *szelektív gyűjtés*, illetve a válogatás ezt a célt szolgálja. Ez még gazdaságilag is jelentős, mivel a válogatott anyagok közül többet értékesíteni is lehet: a típus-azonos, kevésbé szennyezett anyagok gazdaságosan feldolgozhatók. Megtakarítás érhető el azáltal, hogy a kezelendő hulladék mennyisége jelentősen csökkenthető. Jelenleg ez még nem működik túl jól, csak kevés (de szerencsére egyre több) helyen végzik a kommunális hulladék szelektív gyűjtését. Így gyűjthető és hasznosítható: alumínium, színesfémek, gumi, papír, acél, műanyag (az üveget is gyűjtik szelektíven, de annak a hasznosítása nehezebb).

Magyarországon, pl. Szegeden fontos a hulladékudvarok szerepe a begyűjtésben; e megoldás esetén a hulladék termelője szállítja a tárolóhelyre a hulladékot. Itt főleg a nagy mennyiségű háztartási hulladékokat (papír, műanyag, üveg), valamint a veszélyes hulladékokat (akkumulátor, festékmaradék, szárazelem), illetve egyre több helyen a műszaki cikkeket, háztartási gépeket gyűjtik.

4.1. A termelési hulladékok csökkentésének lehetőségei

Meg kell különböztetni két esetet: sokkal egyszerűbb egy új technológiát bevezetni egy új létesítménynél, mint egy már működőnél.

Új létesítmény esetén a tervezők, beruházók feladata, hogy új, hulladékszegény, illetve teljesen **hulladékmentes technológiát** vezessenek be; ilyenek a kisebb víz- és levegőigényű, zárt ciklusú rendszerek, melyek kevesebb hulladékot termelnek, és azt összegyűjtik, nem okoz környezetszennyezést. Ez a módszer szerencsére nálunk is egyre jobban terjed, nemcsak az iparban, hanem a mezőgazdaságban is; ez utóbbi esetben nagyon sok hulladék, melléktermék hasznosítható zárt folyamatban.

- A hulladékmentes technológia bevezetése kétféle helyzetet alakíthat ki az üzemen: Az eljárás nem olcsó, de a hulladékmentes technológia bevezetése a hagyományos tisztítási eljárásokhoz viszonyítva kedvező.

- Az üzem számára a bevezetett technológia gazdaságos.

Ilyenkor nem csak a rövid távú érdekeket kell figyelembe venni, hanem azt is, hogy miként illeszkedik a hosszú távú programokba a beruházás.

Néhány példa a hulladékszegény technológiákra, melyek már megvalósultak:

- Kénsav előállítás pirit helyett elemi kénből → a maradék piritet nem kell le rakni, illetve a keletkező gázokat nem kell tisztítani;
- Hatékonyabb katalizátorok bevezetése (nő az anyag átalakítás hatásfoka, kevesebb hulladék keletkezik)

A keletkező hulladék mennyiségének csökkentéséhez elengedhetetlen az anyagmérlegek készítése: az *anyagmérleg* egy gyártási folyamat belépő és kilépő anyagmennyiségeit egymással szembeállító, azok egyenlőségének vizsgálatára alkalmas ábra vagy táblázat. Erről könnyen meghatározható egy hulladék keletkezési helye, és esetleg ez alapján lehet úgy módosítani a folyamatot, hogy csökkenjen a mennyiség.

A hulladék keletkezése csökkenthető az által is, ha a felhasznált alap- és segédanyagok minőségét, környezeti hatásait folyamatosan nyomon követik, és a lehető legjobb értékekre törekednek. Törekedni kell a veszélyes anyagok kiváltására, ezáltal a keletkező hulladék veszélyessége is csökkenthető.

4.2. A hulladékok hasznosítása

A hulladékgazdálkodás második lépése a keletkezett **hulladék hasznosítása**. Ez lehetséges közvetlenül, átalakítás nélkül (visszaforgatás), vagy közvetetten, átalakítás után (újrahasznosítás).

A hulladékok másodnyersanyagként, illetve energiahordozóként kerülnek vissza a folyamatba, ezáltal csökken a környezet-szennyezés, a természetes erőforrások használata, és az energiafogyasztás. A többszörös hasznosítást általában gátolja, hogy fokozatosan csökken a termék minősége.

A hulladékhasznosítás három jelentős előnnyel bír:

1. Megszünteti, vagy mérsékli a környezetszennyezést
2. Csökkenti a természetes erőforrások használatát.
3. Energia megtakarítást eredményez (a másodnyersanyagok feldolgozása általában kevesebb energia felhasználásával jár, mint az eredeti nyersanyag használata, akár 1/10 részére is csökkenhet az energiaigény: üvegipar másodlagos nyersanyagokkal $1,26 \cdot 10^9$ J/t, elsődleges nyersanyagból $11,76 \cdot 10^9$ J/t, acélgyártás másodlagos nyersanyagból $2,52 \cdot 10^9$ J/t, elsődleges nyersanyagból $25,2 \cdot 10^9$ J/t).

A hulladékok hasznosítása során nagyon fontos szempont a minőség: hogyan változik az új termék minősége a hagyományos termékhez képest.

A papírhulladékok többszörös visszaforgatását például gátolja, hogy az újrahasznosítás során az elemi rostok egyre aprózódnak, csökken a termék értéke. A vas és acélhulladékokkal a kohósba bevitt szennyezések (ötvöző anyagok) kedvezőtlenül hatnak a termék összetételére, a műanyagok adalékai az egyes feldolgozási eljárásokban jelentenek hátrányt. Ezért nagyon fontos, hogy a hulladékok típusazonosan legyenek gyűjtve.

A hulladékhasznosítási eljárásokat több szempont szerint osztályozhatjuk:

1. A hulladék minőségének változása az anyaghasznosítás során:

- Hasznosítás az anyag átalakítása nélkül (pl. papírból újrapapír)
- Hasznosítás anyag átalakítással (pl. papír hasznosítása fehérjeként)

2. A hulladékhasznosítás helye szerint:

- Hulladékhasznosítás a keletkezés helyén (pl. melléktermékek visszaforgatása a technológiába)
- Hasznosítás a keletkezés helyén kívül, az erre szakosodott szervezetek keretei között (pl. Öko-Pannon Kht.)

3. Technológiai alapmechanizmusok szerint: a hatékony hulladékhasznosítás egyik központi kérdése, hogy mennyire rugalmas a technológiai sor, miként lehet az aktuális hulladékhoz optimalizálni a berendezéseket.

4. A hulladék eredete, anyagi tulajdonságai szerint:

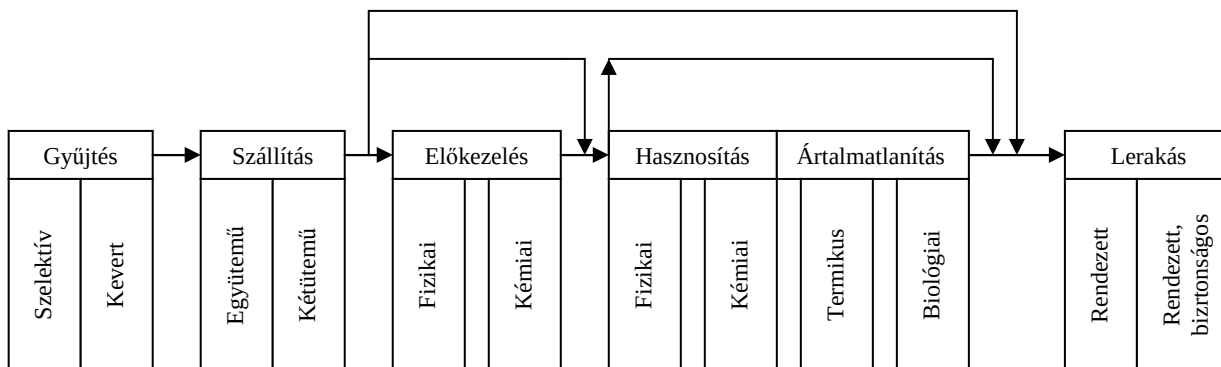
- Települési vagy termelési hulladékról van szó;
- Hulladék jellege, anyagminősége szerinti hasznosítás.

A nem hasznosítható hulladékokat is el kell távolítani az ember környezetéből, és ezután valamilyen módon kezelni, ártalmatlanítani kell, mert azok igen sokféle, komoly ártalmak forrásai lehetnek (fertőzés, rágcsálók, rovarok, talaj, víz és levegő szennyezése, éles tárgyak sérüléseket okozhatnak). Erre számos ártalmatlanítási módszer ismert: régóta alkalmazzák az égetést és a lerakást, mely megfelelően szabályozva alkalmas lehet a hulladékok kezelésére.

4. tétel

5. A hulladékkezelés technológiai rendszere

A hulladékkezelés önállóan is alkalmazható, összehangolt technológiai rendszer, amely magába foglalja a hulladék gyűjtését, átmeneti tárolását, előkezelését, valamint szállítását, továbbá hasznosítását, ártalmatlanítását; néha az ártalmatlanító létesítmények utólagos gondozása is ide sorolható.



A hulladékkezelés technológiai rendszere

A *hulladékgyűjtés* a keletkezés helyén történik, és a hulladék összeszedését, rövid ideig tartó tárolását foglalja magába. A megfelelő kezelhetőség érdekében sokszor elengedhetetlen a hulladék fajtánként, anyagféleség szerint elkülönített (szelektív) gyűjtése. Az átmeneti tárolás a hulladék meghatározott időre szóló, környezetszennyezést megakadályozó módon történő raktározása a megfelelő hasznosításig vagy ártalmatlanításig.

A *hulladékszállítás* az összegyűjtött hulladék mozgatása a hulladékkezelési helyek között a célnak megfelelően kialakított járművekkel, illetve zárt rendszerben áramló közeggel. Ennek során alkalmazkodni kell a hulladék keletkezési üteméhez, anyagi tulajdonságaihoz, a keletkezési hely és a kezelő helyek környezetéhez, valamint a gyűjtő rendszer kapacitásához. Megkülönböztetünk kommunális, termelési és veszélyes-hulladék szállítását.

A hulladék *előkezelése, előkészítése* során a hulladék mennyisége és veszélyessége csökkenthető, ezáltal a hulladék könnyebben kezelhetővé válik, vagy közvetlenül hasznosítható állapotba kerül. A fizikai előkezelési eljárások mechanikai, elektromos, mágneses vagy gravitációs hatásra a hulladék fizikai szerkezetét, alakját változtatják meg: pl. szétválogatás, alakítás, aprítás. Az előkezelési eljárások során a hulladék akár annyira átalakulhat, amely már egyenértékű az ártalmatlanítással (ez főleg a kémiai eljárásokra jellemző).

A *hulladékhasznosítás* az a technológiai tevékenység, melynek során az eredeti rendeltetésük szerint tovább nem használható anyagokat, termékeket (azaz a hulladékokat) közvetlenül, tulajdonságaik megváltoztatása nélkül (újrahasználat), vagy közvetve, tulajdonságaikat megváltoztatva (újrahasznosítás) a termelési vagy szolgáltatási folyamatba visszavezetik.

A hasznosítást követően a hulladék, mint másodnyersanyag, illetve energiahordozó, vagy mint félkész, késztermék kerül vissza a termelési folyamatba, esetleg közvetlen felhasználásra. A hasznosítás célja tehát a keletkezett hulladék minél nagyobb arányú feldolgozása.

A hasznosítással járó környezetvédelmi és gazdasági előnyök:

- Elősegíti az elsődleges nyersanyagokkal való takarékos gazdálkodást.
- Csökken a termelés energiateljesítménye, ezzel egyúttal az energiatermelés környezetszennyezése.

- Csökken az ártalmatlanítandó hulladék mennyisége, és ezáltal csökken a környezet hulladékkal való terhelése.

A hulladékok nagy része azonban műszaki, technológiai okokból nem, vagy csak költségesen hasznosítható. Ezért környezetvédelmi szempontból megfelelő ártalmatlanításukról gondoskodni kell. A *hulladékártalmatlanítás* a hulladék anyagi minőségének megváltoztatásával, illetve a hulladéknak a környezettől való elszigetelésével akadályozza meg a környezet-szennyezést, illetve a környezetkárosítást. Erre különböző kémiai, termikus és biológiai módszerek ismeretesek. A kémiai eljárások a hulladék vegyi összetételét változtatják meg, viszont nem biztos, hogy később nem alakul át a hulladék. A termikus módszerek hűtés, kondenzálás, melegítés, oxidáció vagy redukció segítségével alakítják át a hulladékot. A biotechnológiai műveletekkel a hulladék tulajdonságait élőlények (jellemzően mikroorganizmusok segítségével) módosítják. Ezek az ártalmatlanítási módszerek általában magukba foglalnak valamilyen hasznosítási elemet is (pl. hőhasznosítás hulladékégetésnél).

A *hulladéklerakás* az anyagi minőség megváltoztatásával nem járó, a környezeti elemektől való elszigetelésen alapuló ártalmatlanítási eljárás, amely a hulladék végső elhelyezését biztosítja. Célja a hulladék és a környezet kölcsönhatásának megakadályozása, amely a talajban vagy a felszínen rendezett lerakás (különleges kezelést nem igénylő termelési és települési hulladékok esetén), vagy rendezett biztonságos lerakás (veszélyes hulladékok végső elhelyezése) formájában valósítható meg.

Nem tekinthető ártalmatlanításnak a nem megfelelő, hatósági engedély nélküli hulladéklerakás.

A gyakorlatban széles körben alkalmazott lényegesebb hulladékkezelési eljárásokat a következő táblázat tartalmazza: 4. táblázat

Előkészítési eljárások	Fizikai	Kémiai	Termikus	Biológiai
	Eljárások			
Aprítás Rostálás Tömörítés Darabosítás Mosás, tisztítás	Fázisszétválasztás Komponensszétválasztás	Semlegesítés Kicsapatás Hidrolízis Redukció Oxidáció – vegyszeres – nedves – ózonos Dehalogénezés Elektrokémiai módszerek	Égetés Hőbontás – pirolízis – elgázosítás	Komposztálás Biogáztermelés Fémek biológiai kinyerése Enzim fermentáció

A hulladékok fizikai, kémia és biológiai jellemzői szerint alkalmazható eljárások és ezek kombinációnak száma igen nagy; azonos feladat elvégzésére rendszerint több kombináció is alkalmazható. A hatékony hulladékkezelés egyik legsarkalatosabb pontja éppen az, hogy ezek közül kiválasszuk a legalkalmasabbat, vagy éppen a leggazdaságosabbat.

5.1. A hulladékok gyűjtése, átmeneti tárolása

A hulladékkezelés első fázisa a hulladékoknak a keletkezés üteméhez igazodó, szervezett, környezetkímélő gyűjtése és készletezése az elszállításig. Alkalmazkodni kell a keletkezés üteméhez, az anyag tulajdonságaihoz, a keletkezési helyhez, valamint a gyűjtési módokhoz, kapacitásokhoz.

A hulladékok gyűjtése és szállítása szoros kapcsolatban van egymással, egységes rendszert képez, együtt alkotják a hulladékgyűjtési rendszert. Az *együtemű gyűjtés* a hulladék átrakás nélküli mozgatása a keletkezési helyről a hasznosítást vagy ártalmatlanítást végző létesítményig. A *kétütemű hulladékgyűjtés* esetén átrakóállomást iktatnak be, ahol esetleg előkezelés is lehetséges. Ezt ott vezetik be, ahol nagyon a távolságok a keletkezési és kezelési hely között.

Az együtemű hulladékgyűjtés módjai: elhordásos, pneumatikus és vízőblítéses. Az elhordásos gyűjtés során megfelelően kialakított eszközökben (tartályok, konténerek) gyűjtött hulladékokat a gyűjtés helyéről alkalmas szállítójárművel, meghatározott technológiai rend szerint elszállítják. Ez lehetséges átürítéssel, konténer elszállításával, illetve zsákos gyűjtéssel. Az átürítés lehet félpormentes vagy pormentes – az előbbinél igen sok por képződik. Az utóbbinál a jármű zárt, speciális felépítményű, és a szabványos gyűjtőedény pontosan illeszkedik, így nem keletkezik por. Ez utóbbi felel meg a környezetvédelmi és közegészségügyi követelményeknek, mert higiénikus, por- és bűzmentes. Az átürítéses eljárás hátrányai, hogy speciális berendezést igényel, ezért nagy a költsége, valamint működtetéséhez kiszolgáló személyzet kell. Ezt a módszert a települési hulladékokra világszerte használják.

A konténeres gyűjtés során a nagyobb térfogatú, fémből vagy műanyagból készült konténert megtelés után szállítóeszközzre helyezve elszállítanak, és a kezelés helyén ürítik ki. A megtelt konténert a jármű üresre cseréli, így mindig van megfelelő

gyűjtőeszköz. Ezek a konténerek lehetnek nyitottak (nem veszélyes termelési hulladékok), vagy zártak (települési hulladék gyűjtése). Ez utóbbiak kicsit átalakítva veszélyes hulladékok szállítására is alkalmasak lehetnek.

A konténer alkalmas a nagyobb méretű hulladékok befogadására. Mivel a tartály egyúttal csomagolóanyag is, ezért az elszállítás higiénikus körülmények között történik. A rakodás, szállítás munkaerő-igénye minimális. Hátrányai: meg kell szervezni a konténeres gyűjtést (legyen mindig üres konténer), csak a tömörítő konténer használható ki gazdaságosan, ehhez viszont képzett kezelőszemélyzet kell, speciális szállítójárművel lehet csak elszállítani. Ott célszerű alkalmazni, ahol nagyobb tömegű és méretű hulladék keletkezik, és megoldható az összehordás.

A zsákos módszer egyes településeken a kommunális hulladék összegyűjtésére alkalmas. Erre papír vagy műanyag zsákokat alkalmaznak, melyekhez egyszerű szállítóeszközök is alkalmazhatók.

Előnyei: olcsó, könnyen kezelhető gyűjtőeszköz; olcsó szállítás; rugalmasan alkalmazkodik a változó hulladékmennyiséghez; a lezárható zsákok miatt por- és bűzmentes; olyan helyen is alkalmazható, ahol nincs szervezett és rendszeres hulladék-szállítás.

Hátrányai: nem minden hulladék gyűjtésére alkalmas; a megtelt zsákokat rövid időn belül el kell szállítani; folyamatos zsákellátásról kell gondoskodni.

A zsákos gyűjtés egyre jobban elterjedőben van, mert jól alkalmazható szelektív gyűjtésre is (pl. Szegeden a zöld zsák a csomagolóanyagok, a barna a biológiai hulladékok gyűjtésére), Jó és gyors módszer a csúcsidőszaki hulladékkeletkezéseknél (pl. üdülőtelepek), és kielégíti a higiéniai követelményeket.

Az átűrtéses hulladékgyűjtési rendszereknél technológiai, egészségügyi és munkavédelmi szempontból egyaránt megfelelő típuseszközök használatosak; ezek mérete a hulladék mennyiségtől és a begyűjtések számától függ: léteznek kis tartályok (30 – 50 l), középtartályok (80 – 360 l), kiskonténerek (1000 l-ig), konténerek (1 m³ felett).

A gazdaságosabb szállítás érdekében terjednek el az ún. öntömörítő konténerek, melyeknél a megerősített szerkezeti kialakítású konténerbe elhelyezett hidraulikus tömörítőegység a laza hulladék térfogatát 1/5 – 1/8-ára csökkenti.

Sajátos gyűjtőeszközöket igényelnek a veszélyes hulladékok. Itt alapkövetelmény, hogy a különböző veszélyes hulladékokat elkülönítetten, szelektíven gyűjtsék. Ennek az oka, hogy ezek az anyagok egymással reakcióba léphetnek, ami biztonsági (környezet, tűz, munkavédelem) szempontból veszélyes: hőfejlődés, gyulladás, robbanás, gázképződés, heves kémiai reakció jelentkezhet. Emiatt több csoportban két osztályba (A és B) sorolták a veszélyes hulladékokat, melyek csoporton belül egymással nem keverhetők. További feltétel, hogy az anyag a gyűjtőedényzet anyagával ne lépjen reakcióba, azt ne károsítsa. Ezek miatt a különböző hulladékok gyűjtése nagyon változatos, mindig a kezelendő hulladék jellemzőit figyelembe vevő gyűjtőeszközöket kell használni. Ezek lehetnek zárt hordók, kannák, tartályok, konténerek. Nagyon fontos, hogy a veszélyes hulladék tárolóján fel kell tüntetni a hulladék megnevezését, azonosító kódját, és veszélyességi jellemzőit.

A veszélyes hulladék gyűjtését, szállítását csak engedéllyel rendelkező vállalkozó végezheti.

Az átmeneti tárolást rendszerint a veszélyes hulladékoknál alkalmazzák, ha nem áll rendelkezésre hasznosítási vagy ártalmatlanítási eljárás, vagy nincs szabad fogadókapacitás. A telep kialakítását rendelet írja elő, a létesítés hatásvizsgálat köteles.

5. tétel

5.2. A szelektív gyűjtés alkalmazásának lehetőségei, eszközei

A veszélyes hulladékoknál mindig kötelező a szelektív gyűjtés és szállítás, a települési hulladékok szelektív gyűjtésére jelenleg nincs jogszabályi kötelezés. A szelektív gyűjtés célja, hogy a hasznosítható alkotókat a feldolgozóiparba visszaforgassa, a veszélyes alkotókat elkülönítse, ezzel csökkentse a környezetterhelést, valamint az elért mennyiség-redukció következtében az amúgy is szűkös ártalmatlanítási (lerakóhelyi) kapacitásokat ne terhelje feleslegesen.

A szelektív gyűjtésre számos módszert dolgoztak már ki, és működtetnek is egyre több helyen. Ehhez nagymértékben szükséges a lakosság támogatása, és aktív részvétele. A hazai kísérletek azt mutatták, hogy bár az érintett lakosság környezet iránti érzékenysége fokozódik, nő a szelektív gyűjtésben való részvétel mértéke, a nem kellően megtervezett, működtetett rendszer éppen ellentétes hatást váltott ki (pl. szelektív gyűjtő tartályok kihelyezése, majd az összes hulladék összeöntése a lakosság szeme láttára; a szelektív gyűjtők ürítése nem történik meg a szükséges időközönként, így nem fér el a szelektíven gyűjtött hulladék).

A külföldi tapasztalatok is azt igazolják, hogy csak alaposan megtervezve lehet szelektív gyűjtést végezni. A kialakításnál alapelv, hogy csak ott szabad bevezetni, ahol már van hagyományos szervezett gyűjtés, és rendelkezésre állnak az eszközök. Célszerű kombinált megoldásokat alkalmazni, melyekben egyaránt vannak hulladékudvarok, gyűjtőszigetek és a lakóházakhoz közeli gyűjtőpontok.

A lakóházakon belüli, azokhoz közeli gyűjtőhelyek esetén fontos az olcsó és egyszerű műszaki megoldás, a jó hozzáférhetőség, könnyű tisztíthatóság, illetve az edényzet zárhatóságának biztosítása. Elhelyezésüket úgy kell megoldani, hogy minden lakástól gyalog elérhető távolságban legyen, hogy ne ez legyen a szelektív gyűjtés akadálya (megfelelően sűrűn kell elhelyezni).

A gyűjtőszigetek elhelyezésére optimális lehetőség nyílik a kereskedelmi egység parkolóiban, oda igen sok ember jár naponta, így nem igényel plusz időt, hogy a szelektíven gyűjtött hulladékot elvigye a begyűjtési helyre. A gyűjtőszigeteket az önkormányzat helyezheti ki, nem szükséges a hatóság bevonása. A gyűjtőszigetek elhelyezett edényzetekben elkülönítve lehet gyűjteni a papírt, üveget (színes és színtelen), műanyagot, illetve egyes esetekben az alumínium dobozt, és a textilhulladékot is.

A hulladékudvarokban a lakosság hulladékainak egy részét (Szegeden napi 1 m^3 -t) ingyenesen adhat le, redukálva ezzel a kommunális hulladék mennyiségét. Szélesebb körű funkcióval rendelkeznek, mint az előző kettő, azokat egészíti ki. Átveszik, nyilvántartják a hulladékot, amit ezután rövid ideig szelektíven tárolnak. Egyes helyeken a hulladékudvarokban előkezelik a hulladékot: aprítás, tömörítés, bálázás, válogatás. A hulladékudvarokban gyűjtik a másodnyersanyagként hasznosítható alkotókat (papír, üveg, műanyag, fémhulladékok, alumínium dobozok, fa, kerti hulladékok, építési törmelék), a termékdíj törvény hatálya alá tartozó hulladékokat, darabos hulladékokat (háztartási tárgyak, bútorok, gépkocsironcs, elektronikai hulladékok), és a lakossági forrásból származó veszélyes hulladékokat (szárazelem, akkumulátor, gyógyszer, festék- és lakkmaradékok csomagolóeszközei, növényvédő szerek maradékai).

A hulladékudvar igénybevitelére is csak akkor lehet számítani, ha nem okoz túl nagy igénybevételt a lakosságnak; még a szelektív gyűjtést támogató lakos sem hajlandó 1-2 km-nél többet autózni, hogy eljuttassa a hulladékát ide.

Egy település számára ezekkel a gyűjtőhelyekkel megvalósítható a szelektív gyűjtőrendszer, azonban ehhez alapos logisztikai tervezés is szükséges.

A szelektív gyűjtéssel optimálisan elérhető visszagyűjtési arányok:

- Papír: 60 – 70%
- Műanyag: 30 – 40%
- Fémek: 80 – 90%
- Üveg: 60 – 70%
- Textil: 60 – 70%
- Veszélyes hulladékok: 60 – 70%

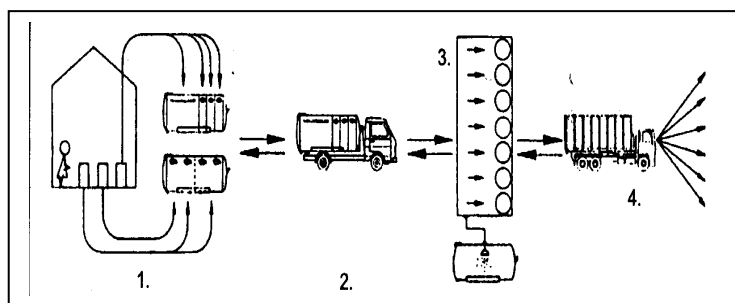
Ennek általában objektív okai vannak: pl. a papír nem kis része általában jelentősen szennyezett.

A veszélyes hulladékok szelektív gyűjtésére alkalmazhatóak a hulladékudvarok mellett negyed vagy féléves gyakorisággal közlekedő, előre meghirdetett mobil begyűjtők is.

A lakossági gyűjtés mellett külön figyelmet kell fordítani a termelő üzemek, intézmények települési szilárd hulladékainak gyűjtésére: ezeknél a hasznosítható részarány általában jelentősen meghaladja a szokásos kommunális hulladékét. A gyűjtésre több helyen bevált módszer, hogy csak úgy szelektálnak, hogy egy konténerbe gyűjtik a hasznosítható, egy másikba pedig a nem hasznosítható komponenseket. Ahol nagy mennyiségben keletkezik hasznosítható, ott célszerű azt teljesen külön gyűjteni.

Minden esetben nélkülözhetetlen a hulladék utóválogató működtetése, hogy a piaci értékesítésre megfelelő legyen a kapott termék. A válogatósorban méret szerinti válogatás, mágneses vasleválasztás, illetve kézi válogatás történik. Ezekkel lehet biztosítani a megkövetelt homogenitást, és minőségi feltételeket. (A szegedi rendszerhez kapcsolódó válogató a sándorfalvi úti hulladéklerakó telep mellett került kialakításra).

A szelektív gyűjtés bevezetése a jelenlegi géppark korszerűsítését is igényli. Szükség van számítógépes járatszervezésre, illetve a hulladékok mennyiségének nyomon követésére is.



A szelektív hulladékgyűjtés folyamata

Szelektív gyűjtés folyamata:

- szelektív gyűjtés
- szállítás célgépekkel
- utóválogatás és szállítókonténerek tisztítása
- tisztított másodnyersanyagok szállítása a feldolgozó üzembe

5.3. A hulladékudvar mint kiegészítő elem

A szelektív gyűjtési rendszer sajátos, azt kiegészítő elemei a hulladékudvarok, ahol a lakosság leadhatja a háztartásában elkülönítve gyűjtött hasznosítható hulladékösszetevőket, a nem rendszeresen keletkező nagydarabos hulladékait (lom), a lakások kisebb átalakítása során keletkező bontási és építési hulladékait, a háztartásokban keletkező veszélyes hulladékait.

Funkciói a következők:

- a lakosság által behordott hulladékok átvétele,
- az átadott hulladékok mennyiségi és minőségi adatainak nyilvántartása,
- a begyűjtött hulladékok rövid idejű szelektív tárolása (az elszállítás menetrendjétől függően),
- a begyűjtött hulladékok rendszeres elszállításának szervezése hasznosító vagy ártalmatlanító telephelyre.

A hulladékudvarnak nem feladata a hulladékok fizikai előkezelése (aprítás, bálázás, válogatás). A szelektíven gyűjtött hulladékok elszállítását végző járművek és gyűjtőeszközök karbantartása, tárolása sem az udvarban, hanem az üzemeltető más telephelyén történik.

Ez a szolgáltatás a települési hulladékkezelési közszolgáltatás elválaszthatatlan része, mivel részben azoknak a hulladékoknak az átvételére szakosodott, amelyek a háztartási gyűjtőedényzetben nem helyezhetők el, illetve azokat a lomtalanítási akciók során sem szállították el. A hulladékudvar megközelíthető személygépkocsival, utánfutóval, 3,5 tonnánál kisebb tehergépkocsival és természetesen gyalogosan is. A hulladékudvarban képzett személyzet végzi a beszállított hulladékok átvételét.

A hulladékudvarokban gyűjthető hulladékok köre:

- másodnyersanyagként hasznosítható összetevők (papír, üveg, műanyag-flakon, fólia, fémhulladék, fém italos doboz, fahulladék, textilhulladék),
- darabos hulladékok (gumiabroncs, hűtőszekrény, háztartási tárgyak és berendezések, elektronikai hulladékok, gépkocsironcs),
- lakossági körből származó veszélyes hulladékok (szárazelem, akkumulátor, gyógyszer, festék- és lakkmaradékok csomagolóeszközeikkel, sütőzsírok, növényvédőszer-maradékok, fénycső és izzó),
- lakossági körből származó építési, bontási hulladékok.

A zöldhulladékok gyűjtésére (nyesedék, fű, lomb) annak idényjellege és területi koncentrálttsága (főleg kertváros) miatt lomtalanítási jelleggel külön gyűjtőjáratok szervezése javasolható az ingatlanok előtt, illetve azok közeléből. Erre a gyűjtő-szigetek, hulladékudvarok hálózata valójában nem alkalmas, bár az udvarokon egy-egy ilyen célkonténer kihelyezése megoldható. A gépkocsironcsok gyűjtésére célszerű egyetlen központi helyet kijelölni, mert innen gazdaságosabb a továbbszállítás.

A hulladékudvar helyszínének kiválasztásánál a következőkre kell tekintettel lenni:

- a településszerkezet (a hulladékudvar a település sűrűn lakott részén célszerű kialakítani),
- a könnyű megközelíthetőség (mind a lakosok, mind a szállító járművek szempontjából),
- a terület látogatottsága,
- a közúti forgalom rendje (pl. egyirányú utcák, jól elhatárolható és bekeríthető területen),
- a működtetéshez szükséges közműcsatlakozások megléte,
- a regionális hulladékhasznosító létesítmények elhelyezkedése és megközelíthetősége.

A hulladékudvar működésével járó forgalom a lakossági beszállításra és a szelektíven gyűjtött hulladékok elszállítására korlátozódik, tehát nem jár nagyobb forgalommal, mint általában a kereskedelem. Belvárosi, sűrűn beépített területeken a főútvonalakról nyíló mellékutakban célszerű az udvart telepíteni. Külső városközpontokban az önkormányzati hivatalok, intézmények, bevásárlóközpontok környékén célszerű hulladékudvarok kialakítása.

A hulladékudvar területigényét az alábbi tényezők befolyásolják:

- A fogadóépület és a fedett-zárt építmény területe,
- A tetővel ellátott, illetve a szabad területen elhelyezett edényzet helyigénye,
- Az edényzet mozgatásához, szállításához, illetve a lakosság beszállításának zavartalanágához szükséges hely,
- A kiegészítő létesítmények és eszközök elhelyezéséhez szükséges terület (pl. homoktároló, targoncatároló),
- A bővítési lehetőség területigénye.



Egy hulladékgyűjtő udvar minimális helyszükséglete az elhelyezni kívánt edények alapterületének tízszerese, de legalább 400 m².

A hulladékudvarok által begyűjtendő hulladékok mennyiségét a települési szilárd hulladék ellátási területre vonatkozó elemzése alapján lehet meghatározni. Ehhez az Országos Hulladékgazdálkodási Tervben megadott hulladékösszetételre és annak várható változására szolgáló adatok jól felhasználhatók. A gyűjtendő hulladékmennyiségnél figyelembe kell venni, hogy a vonzáskörzetében lévő lakosságnak – legalábbis az első 3-5 évben – csak a 20-40%-a veszi igénybe, a külföldi és az eddigi hazai tapasztalatok szerint. A kezdeti időszakot követően rendszerre váló, megszokott szolgáltatásnál is csupán az érintett lakosság legfeljebb 70-80%-os részvételével lehet számolni (ez igaz a teljes szelektív gyűjtési rendszerre is).

A hulladékudvar kialakításánál biztosítani kell az őrzést, a szakszemélyzetet, az átvételt és nyilvántartást szolgáló adminisztrációs helyiséget, az ott dolgozó személyzet megfelelő munkakörülményeit, a burkolt közlekedési felületet, a térvilágítást, a biztonságos kerítést, a beszállítók egyértelmű, világos és mindenki számára érthető tájékoztatását, a biztonságos hulladékvétel feltételeit. Amennyiben egy településen több hulladékudvar létesül, célszerű azokat azonos elemekből, azonos stílusjegyekkel megvalósítani. A hulladékudvarokban az egyes hulladéktípusokra javasolható gyűjtőedényeket a 5. sz. táblázat foglalja össze.

Az egyes hulladékösszetevőkre javasolható gyűjtőedényzet fajták

5. sz. táblázat

Hulladékösszetevő	Gyűjtőedény mérete	Minősége (anyaga)
Papírhulladék	1.100 l-es vagy 5,2 m ³ -es konténer	fém
Üveghulladék	1.100 l-es vagy 5,2 m ³ -es konténer	fém
Műanyag hulladék	1.100 l-es vagy 5,2 m ³ -es konténer	fém
Fémhulladék	1.100 l-es vagy 5,2 m ³ -es konténer	fém
Akkumulátor	Speciális konténer	műanyag
Fáradt olaj	220 l-es hordó	fém
Sütőzsiradék	60 l-es vagy 220 l-es hordó	fém, illetve műanyag
Gyógyszermaradék	120 l-es kuka	műanyag
Szárazelem	120 l-es kuka	műanyag
Festék	120 l-es kuka	műanyag
Növényvédő szer(szilárd)	120 l-es kuka	műanyag
Növényvédő szer(folyékony)	220 l-es hordó	műanyag
Fénycső	Speciális konténer	fém

A hulladékudvarokban a hulladékokat legfeljebb néhány hétig lehet tárolni, célszerű azonban azokat egy-egy fuvarnyi mennyiség összegyűjtését követően azonnal a felhasználóhoz továbbítani. Az indokolatlanul hosszabb időn át tárolt hulladékok feleslegesen kötnek le tárolási kapacitást és helyet, ez gazdasági szempontból nyilvánvalóan kedvezőtlen.

Ezért lényeges, hogy a potenciális átfedőkkel rendszeres, hosszú távú szerződésekkel biztosított együttműködés jöjjön létre. Egy adott településen belül telepítendő hulladékudvarok számának meghatározásához irányadó információt az 6. sz. táblázat ad. A konkrét létesítményszámot befolyásolja a település nagyságán és lakássűrűségén túl a területen keletkező települési szilárd hulladék mennyisége, összetevők szerinti megoszlása és összetétele, valamint a lakossági közreműködés várható mértéke.

Javasolható, hogy kisebb területeken egy, esetleg két hulladékudvar létesüljön. Nagyobb településeken fokozatos kiépítés célszerű, először a településközpontokban kerüljön sor telepítésre, és azt követően létesüljenek a körzeteket érintő egységek.

A tervezhető hulladékudvarok száma különböző településtípusoknál

6. sz. táblázat

Lakosok szám kategóriáinként	Településszám	Belterületi népsűrűség, (fő/km ²)	Hulladékgyűjtő udvarok száma (db)
100.000 felett	10		*
50.000-100.000	15	2.925	9-12
20.000-50.000	50	2.000	7-9
10.000-20.000	80	1.900	2-3-4
5.000 -10.000	150	1.350	2-3
1.000-5.000	1.000	1.050	1-2
1.000 alatt	1.600	600	1

* csak egyedi tervezés alapján dönthető el

A települési szilárd hulladék veszélyes összetevőinek szelektív gyűjtésére a hulladékudvarok hálózata mellett, azt kiegészítve, a mobilbegyűjtési módszer használata is javasolt. Ennek a módszernek és a hulladékudvarok hálózatok kombinációjával a veszélyes összetevők hatékonysága tovább javítható.

A szelektív gyűjtéssel elérendő célok

Megvalósítja a hulladékban lévő veszélyes alkotók elkülönített gyűjtését, detoxikálását. Gondoskodik az újrahasznosítható alkotók gyűjtéséről és azok felhasználásáról, új terméké történő feldolgozásáról. A veszélyes alkotók elkülönítése és az újrahasznosítható alkotók felhasználása mellett a visszamaradó hányad ártalmatlanítására több lehetőség közül a helyi viszonyoknak leginkább megfelelő változatot kell megvalósítania.

Következtetések a szelektív hulladékgyűjtés gyakorlati megvalósításáról

A hulladékudivaros szelektív gyűjtés átmeneti megoldást jelent, mert a hulladék minőségét és újrahasznosítási esélyét rontja a kevert gyűjtésből adódó elszennyeződés. Előrelépést jelent a hulladék keletkezési helyén történő elkülönítés. Ezen módszer sikerének alapja a lakosság környezettudatának kialakulása, a gyártói felelősség előtérbe kerülése és az eszközigény biztosítása a termelői ill. fogyasztói szférák számára.

5.4. A hulladékok szállítása, eszközök, berendezések

Az igények növekedése miatt egyre jobb célgépeket készítenek, melyek megfelelnek a hulladék jellegének, halmazállapotának és egyéb tulajdonságainak. Ennek megfelelően napjainkban nagyon sokféle cél gép van forgalomban.

A szilárd hulladékot szállító cél gépek iránti fontosabb követelmények:

- Zárt felépítmény, tartály legyen, amelyben tömörítő szerkezet is van; ezzel a kapacitás megfelelően kihasználható
- Könnyű, gyors, zaj- és pormentes rakodást biztosító szerkezetek legyenek
- Igénynek megfelelő méretű tartály
- Tartós, üzembiztos kivitel, amely megfelel a terepviszonyoknak is.

A pneumatikus gyűjtés és szállítás a települési szilárd hulladék mozgatása zárt csővezetékben áramló levegővel. A technikának több évtizedes múltja van, főleg ott alkalmazzák, ahol kevés a munkaerő, és a nagy beruházási költségek finanszírozhatók. A rendszer gyakorlatilag teljesen zárt, és automatikusan működik, többnyire a földfelszín alá telepített vezetékhálózattal. A zárt rendszer miatt a környezetterhelés elmarad, a hulladék gyűjtése és szállítása független a közúti forgalomtól, bármely napszakban működtethető. Létesítése viszont igen drága, és a darabos hulladékok szállítására nem megfelelő.

A vízöblítéses gyűjtés és szállítás ehhez hasonlóan működik, az előaprított hulladékot közvetlenül a csatornába vezetik, és vízárammal távolítják el. Ennek alapfeltétele egy jól működő csatornahálózat és egy nagyon jó szennyvíztisztító rendszer. Nem elterjedt, csak kevés helyen használják.

A kétütemű szállítás sajátos elemei a hulladékáttrakó állomások. Itt szükség esetén lehetséges a hulladék további tömörítése, előkezelése.

A veszélyes hulladékok szállítására nemzetközi szabályozások írnak elő igen szigorú követelményeket: ezek egyrészt a járműre, másrészt a személyzetre vonatkoznak.

6. tétel

6. A hulladékok előkezelése

6.1. Fizikai eljárások

A hulladék előkészítése

A kezelési eljárások anyag-előkészítési műveletei során a hulladékok a hasznosításnak, illetve az ártalmatlanításnak megfelelő állapotba kerülnek.

Az **aprítás** célja egyrészt a szemcse- illetve darabméret csökkentése, másrészt a további kezelés hatékonyságának növelése. Végezhető mechanikus és termikus módszerekkel, szárazon vagy nedvesen, környezeti hőmérsékleten vagy mélyhűtött állapotban. Minden hulladéktípusra található megfelelő kezelési mód, gyakran előzetes próbák szükségesek. Ilyen berendezések a következők: pofás törők, hengeres törők, kalapácsok, koptatómalmok, hidraulikus vágóollók, vágóművek, stb. Az aprítás sajátos változata a kriogén aprítás, ezt főleg gumi, műanyag, illetve egyes fémhulladékok, kompozit hulladékok aprítására alkalmazzák. Hűtőközegként többnyire cseppfolyós nitrogént használnak.

A **rostálást** több célból is alkalmazzák: elsődleges cél a méret szerinti osztályozás, különböző anyagok elválasztása, továbbá a szennyezőanyagok eltávolítása. Leggyakrabban a dob vagy vibrációs rostát alkalmazzák.

A **tömörítés** során a laza állapotú, nagy pórustérfogatú szilárd hulladékot a lehető legkisebb térfogatra sajtolják össze. A művelet célja a szállítás és a tárolás helyigényének és költségének csökkentése. Ehhez általában nem használnak kötőanyagot; ezt nevezik bálázásnak. Amennyiben az aprított hulladékhoz kötőanyagot adagolnak, akkor brikettálásról beszélhetünk (ilyen lehetséges fém vagy faforgácsnál).

A **darabosítás** során a finom szemcsés, aprítással előkészített szilárd hulladékból préssel, sajtolással vagy termikus módszerrel nagyobb méretű szemcséket állítanak elő. A célja a további kezelés megkönnyítése.

A **mosás és tisztítás** a felületi szennyezéseket eltávolító művelet, mely megkönnyíti a hulladék hasznosítását. A szennyeződés a mosófolyadékba kerül, amit kezelni kell.

Fázisszétválasztási műveletek

A nem egyfázisú hulladékok (iszapok, zagyok, emulziók) meghatározott komponenseinek kezelését megelőző, illetve térfogatcsökkentést célzó műveletek. A módszer akkor hatékony, ha a szennyezés csak az egyik fázisban van jelen. A műveletekkel bizonyos komponensek koncentrálhatók, ezzel esetenként jelentősen csökkenthetők a további költségek.

Fázisszétválasztásra alkalmazható műveletek:

- Ülepítés, szűrés
- Desztilláció
- Fázisszétválasztás adhézió alapján
- Flotáció
- Ultraszűrés
- Fordított ozmózis
- Emulzióbontás
- Flokkulálás

Komponensszétválasztási eljárások

Ezeket az elválasztási eljárásokat egyfázisú, többkomponensű hulladékok alkotórészeinek elválasztására alkalmazzák, elsődlegesen hasznosítási célból. A gyakorlati eljárások többsége vizes oldatok kezelésére alkalmazható. Ezek a módszerek egyrészt az anyagok elektromos, mágneses és optikai tulajdonságait (elektromos vezetés, felületi töltés, mágnesesség, fényvisszaverés), valamint fizikai tulajdonságait (szemcseméret és alak, sűrűség, nedvesíthetőség) használják az elválasztás során.

Komponensszétválasztásra alkalmazható műveletek:

- Oldószeres extrakció
- Ioncsere
- Membránszűrés
- Desztilláció
- Légosztályozás
- Nedvesosztályozás
- Elektromágneses szétválasztás

Beágyazás

A szilárdítás olyan hulladékkezelési eljárások összefoglaló neve, amelyekkel a folyékony és iszap halmazállapotú (veszélyes) hulladékokat – mérgező komponenseinek kioldásának csökkentése érdekében – vázképző anyaggal összekeverik, hogy mechanikailag és kémiailag stabil, szilárd anyagot kapjanak. A végtermék vízzeloldhatatlan anyag, mely általában lerakóban elhelyezhető. A beágyazással a hulladék veszélyessége igen nagy mértékben csökkenthető, vagy teljesen megszüntethető, és ez rendkívüli módon növeli a lerakás biztonságát.

A gyakorlatban alkalmazott eljárások:

- Cement alapú eljárások
- Mész-pernye alapú eljárások
- Hőre lágyuló anyagok (bitumen, polietilén, aszfalt)
- Szerves polimerek (műgyanták)
- Kapszulázás
- Gipszképzési eljárások
- Üvegbe ágyazás (radioaktív hulladék esetén)

6.2. Kémiai eljárások

A kémiai hulladékkezelés mindazoknak az anyagátalakítási eljárásoknak az összefoglaló neve, amelyek a hulladék anyagi szerkezetét kémiai reakciókban vagy reakció-sorozatokban változtatják meg. Alkalmazásuk célja lehet az ártalmatlanítás vagy a hasznosítás, de lehet bizonyos környezetkárosító, veszélyes komponens mennyiségének, koncentrációjának, veszélyességének csökkentése.

A **semlegesítés** során savas vagy lúgos oldatok pH-értékét vegyszer adagolásával semleges értékre állítják be. Ez a lépés általában más módszerek előtti lépésként alkalmazható. Lúgos hulladékok semlegesítésére rendszerint sósavat, kénsavat vagy kén-dioxidot használnak. Savas hulladékok esetén a segédanyagok különféle mészfélések, ritkábban nátrium-hidroxid, ammónium-hidroxid.

A **csapadékos leválasztás** során a vízzeloldható vegyületeket oldhatatlanná alakítják, és a kivált csapadékot ülepítéssel távolítják el. Számos mérgező fémre alkalmazható ez az eljárás: arzén, bárium, kadmium, króm, réz, ólom, higany, nikkel, szelén, ezüst, cink. Az anionok közül a foszfát leválasztása a legjelentősebb.

A **hidrolízis** a vegyületek olyan kémiai reakciója, amelynek során víz hatására legalább két új vegyület keletkezik. Ezt hulladékkezelésben akkor alkalmazhatjuk, ha mérgező anyagot kevésbé vagy egyáltalán nem mérgező vegyületté alakítunk, illetve, hogy azokat a reakciókat, melyek vízzel együtt igen hevesen játszódnak le, szabályozott körülmények között végezzük. Eredményesen kezelhetők ezzel a cianidok, cianátok, halogenidek, hidridek, szulfidok.

A **redukció** elektronfelvételt, vagyis pozitív töltés csökkenését jelenti. Redukáló szereket (kén-dioxid, vas(II)-vegyületek, szerves savak) használnak a hatértékű króm, higany, fémkelátok kezelésére.

Az **oxidáció** elektronleadást jelent. Ezt a legtöbb esetben nem lehet szelektíven végezni, vagyis a hulladék összes komponensét oxidáljuk kisebb-nagyobb mértékben. Az oxidáció lehet teljes mértékű vagy részleges. Oxidálószer: nátrium-hipoklorit, hidrogén-peroxid, klór, klór-dioxid, kálium-permanganát.

A **dehalogénezést** különösen olyan hulladékokra alkalmazzák, melyek a környezetre nagyon káros vegyületet (pl. PCB) tartalmaznak nagyon kis koncentrációban. A vegyületek klórtartalma nátrium-kloriddá alakul át. A **katalitikus hidrogénezés** szintén halogéntartalmú vegyületek kezelésére alkalmas.

Elektrokémiai módszerekkel a környezetvédelemben elsősorban szerves szennyezéseket tartalmazó hulladékokat és szennyvizeket, illetve vizes oldatokat kezelnek; nehézfémek nyerhetők vissza.

6.3. A hulladékkezelés termikus eljárásai

A hőátadással járó termokémiai eljárások közül a hulladékfeldolgozásban alkalmazott két eljárás a hulladék égetése és a pirolízis. Ezeknél az anyag átalakítása döntő mértékben hő hatására következik be.

Az oxidatív lebontás sztöchiometrikus vagy többszörös oxigén (levegő) adagolásával történik, a redukív lebontás levegő hiányában.

A hulladékégetés a hulladékok ártalmatlanításának termikus módszere, mely világszerte a környezetvédelmi vizsgálatok középpontjában áll, számos előnyének és hátrányának komplex értékelése mellett.

A hulladékégetés előnyei:

- A keletkező hulladék térfogata és tömege jelentősen csökken, ezáltal kisebb anyagmozgatás, kisebb elhelyező terület, földhasználat szükséges
- Az égetés energiatermeléssel jár, a keletkezett hő hasznosítható
- Az eljárás közegészségügyi szempontból a leghatékonyabb, mivel a kórokozók elpusztulnak

A hulladékégetés hátrányai:

- Az égetés másodlagos környezetszennyezéssel jár (légszennyezés, pernye, salakelhelyezés problémái)
- Ökológiai szempontból kedvezőtlen, mert a termikusan bontott anyag kikerül a természetes körforgásból
- Beruházási költségei lényegesen magasabbak, mint a hagyományos eljárásoké

A hulladékégetés exoterm folyamat. Az égetés során a szerves anyag komponensei a levegő oxigénjével reagálva gázokká, vízgőzzé alakulnak, és füstgázként távoznak a rendszerből. Az éghetetlen szerves anyagok salak illetve pernye alakjában maradnak vissza. A hulladékégetés során a gyakorlatban a legkülönbözőbb típusú anyagokat kell elégetni. Ez az égetést nagymértékben bonyolulttá, a reakciót rendkívül heterogénné teszi. A kifogástalan égéshez megfelelő hőmérsékletet, áramlási viszonyokat, tartózkodási időt, valamint a szokásosnál nagyobb mennyiségű levegőt kell biztosítani. A kívánt minimális hőmérséklet 850 °C, a légfelesleg 1,5–2,5-szeres. A füstgázok a tüztérben szilárd hulladékok esetén 2-3 másodpercig, folyékony hulladékok égetésekor 0,5-1 másodpercig tartózkodnak. A megfelelő áramlási viszonyokat mechanikai eszközökkel (mozgó rostélyok, forgó kemence), másrészt aerodinamikai módszerekkel (gázáramok irányítása) teremthetők meg.

A legtöbb hulladékégetőben a szerves maradványok olvadási jellemzői miatt a tüztér hőmérséklete nem haladhatja meg az 1100 °C-ot. Amennyiben az égetés 1200 – 1700 °C-on megy, akkor salakolvasztásos égetésről beszélünk, a szilárd maradvány olvadásként távozik a kemencéből.

Az égetés szilárd maradványainak mennyisége az elégetett hulladéktól függ. Szilárd települési hulladék esetén a maradvány mennyisége kb. 10 térfogat%, azaz 30-35 tömeg%, folyadék és iszaphulladék esetén 2 – 10 tömeg%.

A következő tényezők ismerete szükséges a hulladékégetéses ártalmatlanításhoz:

- Halmazállapot (folyékony, pasztás, szilárd, kevert);
- Elemi analízissel megállapított kémiai összetétel (C, H, O, N, S, víz hamutartalom)
- Gyors analízissel megállapított összetétel (fix szén, illóanyag, víz, hamu)
- Fűtőérték
- Sűrűség
- Hamu olvadási jellemzői
- Szilárd hulladék esetén szemcseméret-eloszlás, maximum méret, anyagfajták szerinti összetétel
- Folyadékok esetén viszkozitás, gyulladás- és lobbanáspont, szilárd szennyezőanyag-tartalom, annak mérete, kémhatás
- Halogéntartalom (klór, fluorid, bromid)
- Nehézfém-tartalom (ólom, kadmium, higany, réz, vanádium)
- Egyéb fém-tartalom (kalcium, vas, nátrium)
- Mérgező anyagok (PCB),
- Egyéb specifikus tulajdonságok (fertőző tulajdonság)
- Mennyiségi adatok (szélsőértékek és átlagok)

Tüzeléstechnikai szempontból elsődlegesek a kalorikus tulajdonságok: a fűtőérték, éghetőanyag-tartalom, víztartalom, hamutartalom – ezek között erős kölcsönhatás van. Ezek értéke határozza meg, hogy a hulladék önmagában elégethető-e, vagy segédanyag szükséges. A technológiai szempontból fontosak a fizikai és kémiai paraméterek is. Ezek ismerete nemcsak a berendezéshez fontos, hanem az előkezelő és betáplálási folyamatok műszaki megoldásában is.

Az elégetett tüzelőanyag hőtartalmának 70-80%-át lehet gőztermelésre hasznosítani, a füstgázokkal távozó hőveszteség 15-30% (az egyéb veszteség további 5-10 %). Amennyiben nincs hőhasznosítás, akkor a füstgázokkal az összes hő 92-95%-a elvész.

A kazánba bemenő anyagok az égetendő hulladék, az égéslevegő, valamint szükség esetén a segédtüzelés. A teljes ciklust tekintve a kimenő anyagok: salak, hamu, pernye, füstgáz, füstgázmosó szennyvize, mosóvíz iszapja, füstgáztisztítási maradékok.

A hulladékot átvétele után tárolják: a szilárd hulladékot bunkerben, a nagy viszkozitású iszapot (paszta) kazettás bunkerben, a szivattyúzható iszapot fűthető, zárt tartályban, a folyékony hulladékot zárt tartályban vagy hordókban. Az üzembiztonság érdekében minimum 3 – 5 napos feldolgozási mennyiségnek megfelelő hulladékot kell tárolni. A bunkerekből a hulladékot általában polipmarkolóval juttatják a tüztérbe. Az adagolás egyenletessége fontos az égésfolyamat minőségében, ezért szakképzett, figyelmes személyzet szükséges.

A hulladékégetők legfontosabb része a tüzelőberendezés. Ezek alapvetően két csoportba sorolhatók: rostélytüzelésű, illetve rostély nélküli hulladékégető. Az előbbiek főleg települési hulladékok égetésére, az utóbbiak pedig folyékony és pasztás hulladékok, valamint iszap égetésére használatosak. A legjobbak a hengerrostélyok, ellenáramú és visszatoló rostélyok.

A füstgáz és a levegő áramlási iránya szerint egyenáramú, ellenáramú és kombinált áramú tüztérformák különböztethetők meg. Az égéshez használt levegő füstgázzal történő előmelegítésével a nehezebben éghető hulladékok égése, kiszáritása is lehetséges. A legjobb megoldás a kombinált módszer, mely egyesíti az egyen- és ellenáramú égetés előnyeit.

A rostély nélküli berendezések főként a tüztér kialakításában térnek el a rostélyos berendezésektől: ebben az esetben az általában hengeres, ezáltal majdnem kétszeresére nő a hőintenzitás, ez pedig kisebb veszteséget eredményez. Lényegesebb típusai: forgódobos kemencék, égetőkamrák, emeletes kemencék, fluidizációs kemencék.

A **forgódobos kemence** enyhe lejtésű, lassan forgó, tűzálló falú hengeres tüztér. A fordulatszám és a dőlésszög változtatásával szabályozható a hulladék tartózkodási ideje: ez 15 – 70 perc lehet általában. A betáplált anyag a forgás miatt kétfelé mozog (henger palástján fel és előre), ezáltal elég jelentősen keveredik. A fellazult anyagból a gázok gyorsan távoznak, ezért alacsonyabb hőmérsékleten is gyors és egyenletes az égetés. A dob végén a hőmérséklet igen magas, ezért a gázok és gőzök, valamint a pernye teljes kiégetése elérhető. A kemence átmérője maximum 3 – 4 m, hossza 8 – 12 m; teljesítménye 2 – 6 tonna óránként.

Az **égetőkamrák** horizontális vagy vertikális elrendezésű, kifalazott hengeres égésterű, fix kemencék, amelyekben megfelelő áramlási viszonyok kialakításával, porlasztókkal, adagoló égőfejekkel égethetők el a folyékony hulladékok, valamint az iszap. Egyszerű felépítésük és rugalmas alkalmazási lehetőségeik miatt igen elterjedtek. Áramlási viszonyaik szerint vannak párhuzamos áramú, keresztirányú, ellenáramú és ciklon rendszerű kemencék. A teljes kiégetéshez 800 – 1000 °C-on 1 – 2 másodperc elegendő. Az alacsonyabb fűtőértékű hulladékok esetén ehhez póttüzelés szükséges. Szilárd hulladékok égetésére csak speciális felszereléssel ellátva alkalmasak.

Az **emeletes kemencék** henger alakú, több tűzteres kifalazott tartályok, melyek elsősorban szennyvíziszap elégetésére alkalmasak. Szilárd és folyékony hulladékok esetén itt is átalakítás szükséges. A felső szakaszban (1-5 emelet) a nedves iszap szárítása, a középső zónában (6-8 emelet) az elégetése, az alsó zónában a salak lehűtése történik. Az egyes emeletek magassága 60 – 80 cm. A felül beadagolt, előkezelt hulladék az egyes szintek padozatán mozog, és az alatta levő szintre esik. A szárítás 350 – 550 °C-on, az égetés 780 – 980 °C-on megy végbe.

A **fluidizációs kemencében** a nagyfokú, intenzív hő- és anyagátadás miatt igen nagy fajlagos égetési teljesítmény érhető el. Folyékony, pasztás és aprított szilárd hulladék, valamint iszap egyaránt égethető benne. Égésterű henger alakú, az alján kiképzett tartórácsan finom, ömlesztett anyagból álló réteg (kvarc, korund, bazalt) helyezkedik el; ezt az anyagot az átfúvott levegőáram lebegtetve tartja. Az égetendő anyag az örvénytérbe esik, vagy az örvényréteg felett porlasztják el. Az égetéshez szükséges idő rövid, általában az égetőkamrákhoz hasonló.

A **plazmaíves technológia** nagy hőmérsékletű gázt vagy gázelegyet használ fel szerves hulladék hőbontására, tehát különleges pirolízis-technológiának tekinthető. A plazmát a gázok 10 – 15 ezer K hőmérsékletre melegítésével állítják elő két elektród között létrehozott elektromos ívvel. A plazma alkalmas veszélyes hulladékok ártalmatlanítására is.

A hulladékégetés füstgázai a tüztérből 900 – 1000 °C-on, vagy ennél magasabb hőmérsékleten távoznak, ezért azokat a tisztítóberendezések előtt le kell hűteni. Ez történhet közvetlenül és közvetve: az előbbi esetben levegőbefúvást vagy víz-permetezést alkalmaznak, míg a közvetett módszerekben hőcserélőket alkalmaznak. A két lehetőség közül a következők ismeretében lehet választani: a termelt melegvíz, gőz vagy villamos energia hasznosíthatósága, az égetőmű teljesítménye, beruházási és üzemeltetési költségek. A kis kapacitású, kis hőteljesítményű égetőknél a közvetlen hűtést alkalmazzák, míg a 15 – 20 GJ/h feletti (nagy hőteljesítményű) égetők esetén célszerű a füstgáz hőtartalmának hasznosítása.

A **szilárd égési maradékok** (salak és pernye) anyagi tulajdonságaik miatt környezetet nem károsító módon kizárólag rendezett, illetve rendezett biztonságos lerakókon helyezhetők el. A maradékok mennyisége és összetétele a hulladék jellemzőitől és a tüzelőberendezés üzemmódjától függ. A salak erősen változó összetételű, olvadási tartománya 1100 – 1600 °C. Szilikáttartalma 50 – 70%, kén-, fluorid- és klorid tartalma néhány tized százalék. A salakolvasztásos égetési eljárásokból kikerülő átolvadt anyag a környezetre nem veszélyes, ezért bárhol lerakható, sőt esetleg építési anyagként is hasznosítható.

A pernye a salak mennyiségének 5 – 10%-a. Lényegesen szélsőségesebb tulajdonságú, elhelyezése sokkal több körülményt igényel. Vízzeloldható szárazanyag-tartalma igen nagy. A káros anyagok zömét ez tartalmazza, ezért veszélyes hulladékként kezelendő. Környezetkárosító hatása minimalizálható beágyazással.

Környezetvédelmi szempontból a hulladékégetés egyik legjelentősebb problémája a kibocsátott füstgázok által okozott légszennyezés és annak a megengedett érték alá csökkentése. A gázok szennyezőanyag-tartalma az elégetett hulladéktól, az égető berendezéstől és az üzemi paraméterektől függ; ezek változatossága miatt a füstgázok összetétele is igen széles spektrumban mozog. A fontosabb szennyezői és jellemző értékük: por ($5 - 15 \text{ mg/m}^3$), SO_2 ($1000 - 3000 \text{ mg/m}^3$), HCl ($500 - 1500 \text{ mg/m}^3$), HF ($20 - 100 \text{ mg/m}^3$), NO_x ($500 - 1500 \text{ mg/m}^3$), CO ($500 - 1000 \text{ mg/m}^3$). A füstgázokban található egyéb jelentős szennyezők a nehézfémek (Hg, Cd, Pb, Zn, As, Ba, Se, Ni, Cr, Cu), valamint szerves szénvegyületek (policiklusos aromások, dioxin, furánvegyületek). A nehézfémek oxidok, kloridok alakjában részben a salakban megkötődnek, részben a füstgázokban jelennek meg. Régebben egyértelműen arra törekedtek, hogy ezek az anyagok a salakban koncentrálódjanak, ma viszont a megfelelő paraméterek beállításával éppen azt kívánják elérni, hogy a füstgázba kerüljenek. Így viszonylag ártalmatlan salak keletkezik, és a füstgáz nagy hatékonysággal a kívánt mértékig tisztítható.

6.4. A hőbontás (pirolízis) alkalmazása

A pirolízis a szerves anyagú hulladékok megfelelően kialakított reaktorban hő hatására, oxigénszegény vagy oxigénmentes közegben, esetleg inert gáz jelenlétében, szabályozott körülmények között végbemenő kémiai lebontása.

A hőbontás során a szerves hulladékból

- pirolízisgáz
- folyékony termék (olaj, kátrány, szerves savakat tartalmazó víz)
- szilárd végtermék (pirolíziskoksz) keletkezik.

Ezek összetétele, aránya és mennyisége a kezelt hulladék összetételétől, a reaktor üzemi viszonyaitól és szerkezeti megoldásaitól függ. A végtermék elsősorban energiahordozó (fűtőolaj, tüzelőolaj, koksz), ritkábban vegyipari másodnyersanyagként, esetenként egyéb célokra (talajjavítás szénben dús maradékkal) hasznosítható.

A folyamat során döntőek a kémiai átalakulás reakció-feltételei: hőmérséklet, felfűtési idő, reakcióidő, szemcse- illetve darabnagyság. Az alkalmazott hőmérséklet általában $450 - 550^\circ\text{C}$ között van. A fűtés történhet a reaktor falán keresztül, illetve közvetve.

A hulladékok hőbontására négyféle reaktort alkalmaznak: vertikális vagy aknás, horizontális fix, forgódobos, és fluidizációs.

Az eljárás hátránya, hogy az égetéshez képest nagyobb a lehetősége a nehezen bomló, nem tökéletes égéstermékek képződésének. A hőbontási eljárások fejlesztése folyamatban van, mivel az üzemeltetési költségei az égetéshez hasonlóak, és a végtermék kedvező értékesítésével tovább csökkenthetők.

A gyakorlatban azok az eljárások terjedtek el először, melyeket viszonylag homogén ipari hulladékok kezelésére fejlesztettek ki.

A hőbontási eljárások különleges típusát képviselik az elgázosítási módszerek, melyeknél a szerves anyagok bomlása $850 - 1700^\circ\text{C}$ között megy végbe segédanyagok (levegő, oxigén, vízgőz) segítségével. Az elgázosításhoz szükséges energiát a szerves anyagok parciális égése biztosítja. A gáztermék döntően hidrogént és szén-monoxidot tartalmaz, fűtőértéke jelentősen a pirolízisgáz fűtőértéke alatt marad. A fejlesztésük mégis folyik, mivel sokkal kisebb tisztítandó gáz keletkezik, a magas hőmérsékleten nem maradnak meg a nagymolekulájú szénhidrogének, üvegszerű salak képződik, illetve sokoldalúan hasznosítható gázelegy a végtermék.

6.b, 7.b tétel

7. A hulladékok ártalmatlanításának biológiai módszerei

A biokémiai eljárások során a hulladék szerves alkotóinak feldolgozása élő mikroorganizmusok segítségével történik. A hulladékhasznosítás a mikrobiális termékek kinyerése, tisztítása, illetve értékesítése révén valósul meg. A mikrobiológiai folyamatok szabályozhatók a levegő- vagy oxigénadagolással, hőmérséklettel és a nedvességgel.

A hulladék biológiai ártalmatlanításának módszerei:

- komposztálás (aerob lebontás)
- biogáz előállítás (anaerob lebontás)
- fémek biológiai kinyerése
- enzimes fermentáció

A gyakorlatban az első két eljárásnak van nagyobb jelentősége, és ezáltal ezek terjedtek el. A további két eljárás fejlesztési stádiumban van (2000-ben).

7.1. A hulladékok komposztálása

A komposztálás a szervesanyag-tartalmú hulladékok ártalmatlanításának régóta ismert és alkalmazott módszere; lényege, hogy a szerves anyagot tartalmazó hulladékok megfelelő környezeti feltételek mellett, elsősorban mikroorganizmusok és oxigén hatására lebomlanak, szervesen ásványi és stabil szerves anyagok keletkeznek. A folyamat hőfejlődéssel jár, amely elérheti az $50 - 70^\circ\text{C}$ -ot is. Ez a patogén mikroorganizmusok kipusztítására elegendő, így a lebontott szerves anyag, a komposzt már nem tartalmaz kórokozókat.

Az eljárás végterméke a földszerű, $40 - 50\%$ nedvességtartalmú anyag, amely humuszképző szerves anyagokat és növényi tápanyagokat (NPK) tartalmaz; emiatt a mezőgazdaságban a talaj termékenységeinek növelésére hasznosítható.

7.2. Biogáz képződése hulladékból

A biogáz képződés körülményeit az anaerob (oxigénmentes) lebomlás jellemzi, az eljárás számára kedvező, elsősorban közepes (30 – 38 °C) hőmérséklet-tartományban. Az anaerob lebomlás termofil mikroorganizmusokkal is végbemegy, mégpedig gyorsabban, azonban az anaerob lebomlás nem exoterm, hanem endoterm; ezért a lebontandó anyagtömeget melegíteni kell. Gazdaságosság szempontjából ezért kedvezőbb a mezofil lebontás.

A hulladékok szerves anyaga többnyire főleg növényi anyag, kémiai cellulóz, hemicellulózok, cellulóz-származékok, összetett és egyszerű cukrok, azaz a szénhidrátok. A növényi eredetű anyagokban kisebb, az állati eredetűben nagyobb arányban vannak jelen a fehérjék és peptidok, továbbá zsírok és olajok. Ezekhez képest jelentéktelen mennyiségű bonyolultabb vegyület (vitaminok, hormonok, enzimek) is van a hulladékban.

A biogáz-előállítás szempontjából a legfontosabb három fő vegyületcsoport: *szénhidrátok, fehérjék és zsírok*.

A biogáz képződés teljes folyamata alapvetően két szakaszra osztható:

- savas erjedés: a nagy molekulájú szerves anyagok lebomlása, feltárása (savképző baktériumok végzik)
- egyszerűbb vegyületek lebontása, biogáz előállítása (metanogén baktériumok).

8.a, 9.a tétel

8. A hulladékok elhelyezése

A hulladékok elhelyezése a hulladékkezelés végső művelete, mely során a jelen gazdasági-technológiai viszonyok között tovább nem hasznosítható anyagokat talajon vagy talajban tároljuk.

Rendezett lerakásról a települési szilárd, folyékony és iszaphulladékok esetében akkor beszélhetünk, ha a hulladékokat:

- az adott környezetvédelmi, környezet-egészségügyi feltételrendszer betartásával,
- előre megszabott technológiai rendben,
- talajon, vagy talajban létesített természetes vagy mesterséges üregben helyezzük el.

Rendezett biztonságos lerakásról a veszélyes hulladékok elhelyezése esetén beszélünk, amikor a környezeti kockázatok minimalizálása érdekében lényegesen szigorúbb környezetvédelmi feltételrendszer előírásai érvényesek.

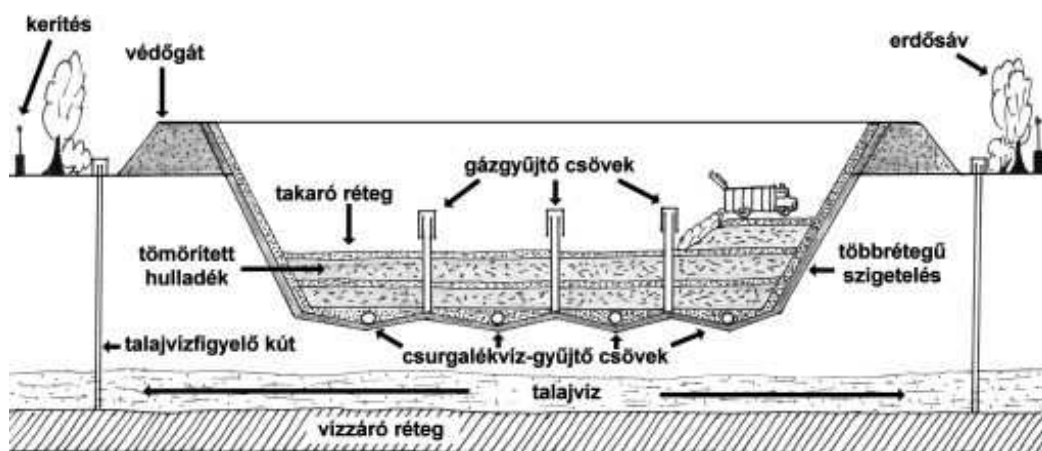
Alapvetően két módszert különböztethetünk meg:

- talajon vagy talajban
- mélyrétegben történő elhelyezést.

A rendezett lerakás illetve elhelyezés viszonylagos egyszerűsége és a korszerűbb eljárásokhoz viszonyítva kisebb költség-vonzata miatt hazánkban még hosszú ideig ezt az ártalmatlanítási eljárást lehet mértékadónak tekinteni.

A hulladéklerakók környezeti biztonságos tervezése hazánkban környezeti hatásvizsgálathoz kötött tevékenység, és ezen belül a vonatkozó előírások betarthatóságának vizsgálata, a szükséges védekezési eljárások konkrét elemzése szükséges.

8.1. Hulladéklerakás szakszerűen épített, szigetelt lerakóba



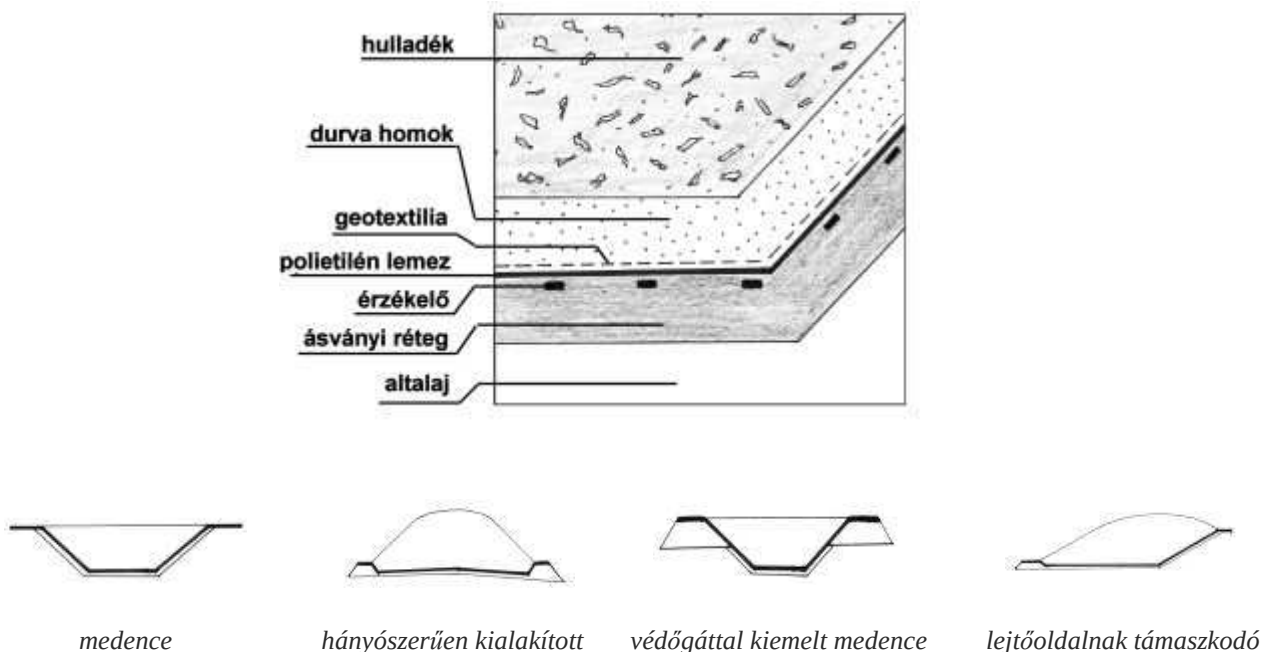
Biztonságos lerakó (depónia)

A rendezett hulladéklerakás lényege, hogy a környezet elemeitől elszigetelten, a környezetvédelmi és környezet-egészségügyi előírások betartásával helyezik el a hulladékokat.

A biztonságos lerakó (depónia) legfontosabb jellemzői, hogy van föld alatti vízszigetelés, vannak a szivárgó vizek és a keletkező gázok kezeléséhez szükséges berendezések.

Az ilyen lerakót bekerítik és őrzik is. A rendezett lerakás esetén a legkorszerűbb módszer az ún. prizmás módszer, ahol rétegesen, tömörítve történik a hulladék lerakása. (Így csökkentik a térfogatát, és megakadályozzák a rágcsálók elszaporodását.) A feltöltés közben a prizma teljes felületét folyamatosan takarják inert anyagokkal (adott körülmények között kémiai reakcióba nem lépő anyag pl. homok, törmelék). Ez a 10-25 cm-es réteg biztosítja a hőszigetelést és megköti a keletkező gázokat, valamint ezen közlekednek a szállító járművek.

A szabályos lerakókban történő hulladék elhelyezéssel sem érnek véget a gondok, ott is lejátszódnak állandó ellenőrzést igénylő folyamatok. A hulladéklerakó telepre eső csapadék, de a hulladék saját nedvességtartalma is elkezd lassan a talaj irányába szivárogni, és magával visz mindent, amit fel tud oldani. Így például a nehézfémeket, a háztartásból kikerülő savas jellegű anyagokat stb. Ezeknek a folyadékoknak útját tudják állni a szigetelőrétegek, szűrőrendszerek, de műszaki állapotuk ellenőrzése folyamatos feladat, mely a szigetelőréteg alá telepített érzékelőkkel és a lerakók körül kiépített talajvízfigyelő kutak segítségével oldható meg.



A hulladéklerakók leggyakoribb típusai

A hulladékban lévő szerves anyagok bomlási folyamata eredményeként ammónia, metángáz (depóniagáz) is keletkezik, amely légszennyezést okoz. A metángáz (más légszennyező anyagokkal együtt) jelentősen hozzájárul a globális klímaváltozáshoz.

Ha ezeket a gázokat megfelelő berendezéssel összegyűjtjük, akkor energia előállítására felhasználhatók. 1 tonna települési hulladékból 40-60 m³ gáz nyerhető ki, amely 16-24 liter fűtőolaj fűtőértékének felel meg. (Az EU szabályai szerint a lerakóba kerülő hulladékok szervesanyag-tartalmát 5% alá kell csökkenteni, ezzel kevesebb ilyen gáz keletkezik majd.) A mai kor előírásainak megfelelő települési hulladéklerakó létesítése, üzemeltetése, a betelt lerakó állapotának folyamatos ellenőrzése magas beruházási és üzemeltetési költségeket jelent. A szemétdíj rendszeres fizetésével a lerakó helyes működtetéséhez mi is hozzájárulunk.

8.2. A hulladékok lerakásának földrajzi feltételrendszere

A helykiválasztás szempontjai: - a hulladék mennyiségének felmérése,

- begyűjtési terület nagysága,
- a hulladék minősége,
- lakosság stb.

Gazdasági szempontok:

- mekkora a ráfordítás, össz. befektetés
- a műszaki védelem mennyibe kerül

Szociális-, közegészségügyi-, politikai szempontok:

- tisztázni a terület jogviszonyait,
- a hatályos jogszabályokat
- lakott területtől megfelelően távol legyen, városfejlesztési terveket figyelembe venni,
- ne érintkezzen üdülőövezettel, természetvédelmi és tájvédelmi területtel

Természeti adottságok:

- topográfiai,
- morfológiai,
- meteorológiai (fagy, páratartalom..) adottságokat figyelembe venni, uralkodó széljárást figyelembe venni
- hidrológiai, hidrogeológiai jellemzőket (talajvíz, karsztvíz), megfelelő vízzáró réteg (agyag) legyen, ne árterületre
- földrengésveszély (Mecseki Erőmű Rt. A Mecsekalja vonalon van, ami Mo.-on a legaktívabb), Magyarországon az elmúlt 400 évben jelentős nem volt, azonban minimális rengések mikrorepedéseket okoz a hulladéktárolóban (hulladék ki, víz be). 2000-ben 697 mikrorengés volt. Éppen ezért a legszigorúbb kritériumrendszer (rengési kritérium is van!) a hulladéklerakóknál van. Központi kérdés, hogy szeizmikailag inaktív területen legyen a hulladéktároló. Ilyenkor fontos az is, hogy az adott réteg önzáró-e vagy sem, vagyis a repedéseket meg tudja-e szüntetni vagy sem.

Az üledék víztartalma függ a hulladék nedvességtartalmától (a depónia belsejében a párolgás és a bakteriális tevékenység miatt meleg van), a csapadéktól, a felszín alatti vizektől. Fontos, hogy a depónia az adott talajvízszint felett legyen. A talajvízszint feletti zóna minél szélesebb, a szivárgási tényező minél kisebb legyen.

Földtani kutatás fázisai és alapelvei:**Alapelvek:**

- 1.) Érvényes a teljesség elve. Ez egyrészt térbeli értelmezés, az adott terület egészét vizsgáljuk. A felszíni és a felszín alatti képződményeket is meg kell vizsgálni.
- 2.) Fokozatosság elve: az alkalmasság megítélésében ennek érvényesülnie kell. lsd. később.
- 3.) Egyenletes megismerés elve: optimális hatékonyság a legkevesebb költséggel.
- 4.) Optimális kockázat elve.

Fokozatok:

- Előzetes kutatási fázis: már meglévő ismeretekre épít, topográfiai, földtani, szennyeződés érzékenységi térképeket használnak, ezen kívül segítséget nyújtanak a légi felvételek is. Figyelembe kell venni a talajtani jellemzőket is.
- Felderítő fázis: a területek rangsorolása, döntés a további kutatás célszerűségéről. A legelső területen kis fúrásokat (merőleges fúrások) végeznek (kommunális hulladék 15 m mélyre, veszélyes hulladék 30 m mélyre). Ez egy üledéktani feldolgozás. A nyugalmi talajvízszintet kell rögzíteni. (Megütött talajvízszint: fúrás során eltalálom. Nyugalmi talajvízszint: tömörödik, feljebb jön, kiegyenlítődik.) Ezek alapján eldönthető, hogy alkalmas-e a terület további kutatásokra.
- Részletes környezetföldtani kutatás: vizek áramlási sebességének, irányának meghatározása. Gátak megtervezése.

8.3. Hulladéklerakók létesítésének geológiai feltételrendszere

A végleges tárolók kijelölésénél két, ritkán összeegyeztethető igénycsoportot kell figyelembe venni:

1. a természeti, műszaki, infrastrukturális adottságok szerinti alkalmasság
2. a hulladék lehető legkisebb szállítási távolsága

Hulladéklerakásra alkalmas területek kiválasztásának elvei és módszerei, területminősítési rendszerek.

A feladat kétféleképpen fogalmazható meg:

- keressük a keletkezés helyéhez minél közelebb lévő alkalmas lerakási helyszínt, az adott veszélyességi fokú hulladék deponálásához;
- az adott terület milyen veszélyességi fokú hulladék lerakására alkalmas.

A veszélyes hulladéktároló létesítésére figyelembe vett területeket a következő szempontok szerint kell megvizsgálni:

- meg kell nézni, hogy a szennyezőforrás és a legközelebbi vízhasznosítási pont között mekkora a távolság
- meg kell határozni a talajvízszint mélységét (ha a talajvízszint áteresztő vagy mérsékelten áteresztő alapkőzetben van, még ha mélyebben is, nem igazán alkalmas lerakásra a terület)
- meg kell határozni a talajvízszint hidraulikus nyomáskülönbségét a szennyezőhelytől számítva

A hulladéktárolás potenciális veszélyének megítéléséhez szükséges jellemzőket három csoportba sorolják:

- a csapadékvíz beszivárgása (infiltrációs potenciál) a lerakott hulladékba a tárolt fedő talajrétegen keresztül;
- a veszélyes anyag szivárgása (szivárgási potenciál) a tároló alatti talajon keresztül a talajvízbe;
- egyéb mechanizmusok, amelyek a veszélyes anyagot a környezetbe juttatják.

8.3.1. Talajparaméterek

Infiltrációs potenciál (I_p):

Az az i vízmennyiség, amely elméletileg beléphet a lerakóhelyet fedő talajrétegbe, függ a talaj vízelnyelő képességétől. Agyagos fedőrétegbe a víz beszivárgási sebessége átlagosan 10^{-7} m/s, homokos talajok esetén $2 \cdot 10^{-5}$ m/s. azt a vízmennyiséget, amely ahhoz szükséges, hogy a csapadék átjusson a fedő talajrétegen, a fedő talajréteg b vastagsága, illetve a telítési kapacitása határozza meg. A T_a telítési kapacitás az egységnyi térfogaton való áthaladáshoz szükséges vízmennyiség a talaj száraz tömegére vonatkoztatva. A telítési kapacitás 0,05 (tisztá homok) - 0,40 (agyag) között változik.

$$I_p = i / T_a \cdot b$$

Szivárgási potenciál:

Minden természetes geológiai képződménynek van egy adott vízáteresztő képessége, ezért számolni kell azzal, hogy a szennyező anyag a tároló aljától a talajvíz felé mozog. Erre vonatkozóan ad felvilágosítást a szivárgási potenciál.

Szűrőképesség:

A tárolási biztonság szempontjából másodrendű a talajnak az a tulajdonsága, hogy kiszűri a vízben szuszpendált hulladékot. A szűrőképesség a talajszemcsék közötti pórusok méreteitől függ.

Adszorpció tényező:

A tárolóból kikerülő, vízben oldott szerves vagy szervetlen szennyező anyag a talajrétegen áthaladva elsősorban az agyag-ásványokon kötődik. Az adszorpció tényezőnek annál nagyobb a jelentősége, minél valószínűbb, hogy a szennyező anyag kijut a tároló alatti talajrétegbe.

8.3.2. Talajvíz paraméterek

Szervesanyag-tartalom:

Figyelembe kell venni a talajvíz biokémiai oxigénigényben kifejezett szervesanyag-tartalmát. Minél nagyobb valamely talajvíz szervesanyag-tartalma, annál nagyobb a lehetőség a patogén mikroorganizmusok túléléséhez, szaporodásához.

Pufferkapacitási tényező:

A savas, ill. lúgos kémhatású hulladékok nagy pufferkapacitású talajban kisebb veszélyt jelentenek a talajvízre.

Potenciális vándorlási távolság:

Arról ad felvilágosítást, hogy a talajvízbe jutott anyag mennyire veszélyezteti a tároló környezetét. Ezen azt a távolságot értjük, amelyet a szennyező anyag megtesz az érzékelhető károkozásig.

Talajvíz-sebességi tényező:

A talajvíz áramlási sebessége határozza meg, hogy milyen gyorsan terjedhet szét a veszélyes anyag a talajvízzel a környezetben.

8.3.3. Levegő paraméterek

Uralkodó szélirány:

A levegőbe kerülő toxikus anyag károsító hatása függ az uralkodó széliránytól és a lerakóhely körüli népességheloszlástól.

Népességtényező:

A lerakóhely közelében élő lakosok száma határozza meg, hogy hány embert érinthet kedvezőtlenül a veszélyes anyagoknak a környezetbe jutása.

8.3.4. Geotechnikai vizsgálatok

Fokozatai:

Alkalmassági vizsgálat: alkalmas-e deponia tárolására? Ennek eldöntése érdekében figyelembe kell venni a közet fizikai jellemzőit, azt, hogy milyen a geológiai háttér természetes szigetelőképesége jelenleg, és mire lehet számítani később. → prognosztizálás (2 évtizedre).

Ellenőrző vizsgálatok: kontrolvizsgálatok végzése (minőségbiztosítási rendszer).

Állékonyági vizsgálatok: milyen a deponia elcsúszással szembeni stabilitása (a földrengések, esőzések, felszíni, felszín alatti vizek miatt). Prognosztizálni kell az altalaj minőségét, várható-e süllyedés.

Csoportok, szempontok:

Előzőek (talajparaméterek, talajvíz paraméterek, levegő paraméterek) a következőkkel kiegészítve:

- üledékszemcse kötöttsége, összetétele
- konzisztencia jellemzők, plaszticitás, zsugorodási határ (erősen zsugorodó aljzatra nem célszerű)
- alkotófázisok arányai, szilárd és egyéb fázisok, mennyi a pólusvíz, mekkora az üledék vízfelvevő képessége (több agyagásvány → több vizet képes felvenni)

- szervesanyag-tartalom mennyisége
ha 3-5%-nál nagyobb a laza homokos rész aránya, nem lehet lerakót létesíteni
10-30% mésztartalom az ideális, ha ennél több, jóval porózusabb, a vizek mozgathatják; nyitott karsztos felszínekre (mészkö, dolomit) tilos lerakót létesíteni
- ásványok milyensége, ioncserélő kapacitás megítélése

Tömöríthetőség:

- ezt elsősorban a víztartalom határozza meg.
A filoszilikátok:
 - alacsony víztartalom esetén flokkuláltak
 - ideális víztartalomnál diszpergáltak (ha a szivárgási tényezőt figyelembe vesszük, ez jobb. A tömöríthetőséget laborban géppel mérik, a szivárgási tényező is meghatározható.
- szivárgási tényező (K), lsd. előzőek, (10^{-8} – 10^{-9} m/sec az ideális)
- nyírószilárdsági vizsgálatok: a fellépő tektonikai hatásokra hogyan reagál, a természetes háttér hatása a különböző paraméterekre: a csurgalékvíz összetétele megváltoztathatja az üledék plaszticitását, összenyomhatóságát, nyírószilárdságot stb.

2.b tétel

9. Műanyag hulladék problematikája

Mindennapi életünket behálózzák a műanyagok. Szinte nincs olyan hely, ahol ne találkoznánk valamely formájával. Ma már az egyik legfontosabb kérdés talán az, hogy ésszerűen használjuk-e fel őket, ill. valóban szükség van-e rájuk mindenütt? Az élet számos területén jól lehet a műanyagokat alkalmazni (pl. orvostudomány, elektronikai eszközök, járművek), de sokszor szükségtelenek (pl. másodcsomagolások).

A műanyagok megismerésekor nem csak praktikus felhasználási lehetőségeikre kell gondolnunk, hanem a használatot követő hulladékgazdálkodási, környezetvédelmi és természetvédelmi problémákra is. A műanyag hulladékok a talajba kerülve lassan bomlanak, sokáig terhelik környezetüket. A műanyag termékek felhasználása Magyarországon nagyon hasonlít a fejlett ipari országokéhoz: meghatározó a csomagolóipar és az építőipar, a többiek szerepe kevésbé jelentős. A műanyag felhasználás %-os megoszlása az egyes felhasználási területeken 2000-ben az alábbi volt:

Csomagolás	38,6 %
Építőipar	22,9 %
Háztartási cikk	9,1 %
Elektromos ipar	6,9 %
Mezőgazdaság	4,0 %
Járműipar	2,6 %
Bútoripar	2,6 %
Gépipar	0,5 %
Ruházat	0,4 %
Egyéb	12,5 %

A széles körű felhasználásból is sejthető, hogy a műanyagok mennyisége egyre csak növekszik, ezért fontos feladat új technológiák fejlesztése a környezeti veszélyek csökkentése, ill. új felhasználási területek kidolgozása a keletkezett hulladék ártalmatlanítására.

9.1. Műanyagok története

A műanyagok mesterségesen előállított óriásmolekulájú anyagok. Ősei már az ókorban is ismertek voltak: természetes gyanták, ill. bitumen. Óriásmolekulájú vegyületeket sokszor véletlenül állítottak elő, amiket műanyagként csak később alkalmaztak.

Polisztirolt már 1835-ben előállítottak, de műanyagként csak közel 100 év múlva kezdték használni.

1838-ban Victor Regnault laboratóriumában PVC-t állított elő. Egy évvel később Goodyear felfedezte, hogy a gumifa tejszerű nedvéből, a latex-ből kiválasztható nyers kaucsuk kénnel keverve és melegítve vulkanizált kaucsuk, azaz gumi keletkezik. Fia 1851-ben jött rá arra, hogy nagyobb kémennyiséggel keménygumi, ebonit állítható elő. 1844-ben ismerték meg a linóleumot, majd a műbőrt.

1862-ben Alexander Parks angol kémikus természetes cellulóz és salétromsav felhasználásával előállította az első műanyagot, a nitrocellulóz alapú parkeztint, majd John W. Hyatt hasonló elvek alapján a celluloidot. Az első műanyag használati tárgyak a celluloid biliárdgolyók voltak.

1867-ben Adolf Bayer, német kémikus, a polimerizáció és a kondenzáció közti különbség leírásával megalapozta a műanyagkémia, majd 1872-ben felfedezte a fenolból és formaldehidből álló műgyantát.

1897-ben Wilhelm Kirsche gyáros és Adolf Stiller technikus feltalálja a műszarut. A tejből kicsapott kazein felhasználása során előállított műanyag megkeményedés előtt jól formázható volt, így gyorsan népszerű lett.

A műanyagok fejlődése, és felhasználása a huszadik században, ill. annak második felében vált meghatározóvá. 1904-re fejlesztették ki az első hőre lágyuló műanyagokat. Backeland belga tudós találmányával; fenol, formaldehid kondenzációs alapú műgyantájával indult meg 1908-ban a nem természetes alapú szintetikus felépítésű műanyagok, a bakelit sajtolóporok gyártása. 1912-ben Fritz Klatte szabadalmaztatta a polivinilkloridot, de sokoldalú felhasználása csak 1943-tól, a lágyítószerek révén vált lehetővé.

1921-ben Pollák, osztrák tudós, a karbamid-formaldehid alapú kondenzációs termékek –aminoplasztok- felfedezésével vitte előbbre a szintetikus műanyagipart. 1922-ben Hermann Staudinger kidolgozta a polimerek elméletét.

1928-ban kifejlesztették a poli-metil-metakrilátot; 1929-ben a Bayer cég előállította az első szintetikus poliésztergyantát, amit lakkok, szigetelőanyagok, ragasztók gyártására használtak.

1933-ban, Angliában feltalálták a polietilént.

1935-től megindul a PVC termékek tömegtermelése. Wallace Hume Carothers amerikai vegyész műselyem után kutatva felfedezte a nejlont.

1936-ban Otto Bayer felfedezte a poliuretánt.

1937-ben ismerték fel a kőolaj, mint nyersanyag fontosságát, ettől kezdve a PVC még szélesebb körben elterjedt. A következő években megindult a nejlont, ill. polietilén ipari méretű előállítása.

Ezt követően a műanyagok fejlődése felgyorsult, s a mai napig tart. Jelentőségük további növekedése várható a jövőben.

9.2. Műanyagok csoportosítása, tulajdonságaik

A műanyagok olyan szerves óriásmolekulákból álló polimerek, melyeket természetes anyagok kémiai átalakításával, vagy kőolaj, szén, földgáz feldolgozása útján állítanak elő. A műanyagokat alkotó óriásmolekulák fő láncát főleg szénatomok alkotják, de hidrogén, szilícium és kén is részt vesz a felépítésben.

A műanyagok nyersanyagai

- Kőszén
- Kőolaj
A kőolajból elsősorban üzemanyagot és kenőanyagot állítanak elő, de fontos szerepe van a vegyipari felhasználásának is.
- Földgáz
A földgáz előfordulhat a kőolaj kísérőjeként és önálló földgázként. Fő össze tevője a metán, tartalmaz még etánt, propánt, butánt.
- Mezőgazdasági eredetű

A növény- és állatvilágban sokféle nyersanyag található. A mezőgazdasági termékek begyűjtése körülményes és költséges, így felhasználásuk korlátozott.

A mezőgazdasági eredetű nyersanyagok –cellulóz, furfurool, növényi olajok- további vegyi felhasználásával sokféle műanyaghoz juthatunk.

9.2.1. Fizikai tulajdonságai

Sűrűségük általában kicsi, 1300-1400 kg/m³, így alkalmazásával súlymegtakarítást érhetünk el. Mechanikai tulajdonságaik tág határok között változnak, így felhasználásuk széles körű. Kémiaiilag igen ellenállóak, vegyszereknek kitett területen is használhatóak. Kiváló elektromos szigetelők.

Jó hő- és hangszigetelők, az építőiparban is alkalmazzák. Könnyen megmunkálhatók, nem túl magas hőmérsékleten képlékennyé válnak, jól formázhatóak. Lehűlve alaktartóan dermednek.

9.2.2. Csoportosítás előállításuk szerint

Természetes alapú műanyagok

Cellulóz származékok

A cellulóz a növényi sejtek falát alkotja. Leggyakoribb cellulózból előállított műanyagok.

Vulkánfibre: Erős, szívós anyag, amely megduzzadva melegen könnyen formázható. Jól forgácsolható, szilárdsága nagy, sűrűsége kicsi.

Viszkóz: Fonalat (műselyem), fóliát (cellofán), és szivacsot készítenek belőle.

Celluloid: Átlátszó, igen tiszta, jól színezhető anyag.

Fehérje származékok

A fehérjék növényi vagy állati eredetű természetes óriásmolekulák, fő alkotóelemeik az aminosavak. A tejből nyerhető kazein – állati fehérje - 17 féle aminosavból épül fel.

Kazein alapú műanyag, műszaru: Nagyon hasonlít a természetes szaruhoz. Színezhető, polírozható, forgácsolható. Oldószerre nincs.

Vérfehérje alapú műanyag: Szintén műszaru készíthető belőle. Meggyújtva szenesedik, kellemetlen szaga van.

Kaucsuk származékok

Klórkaucsuk: Sárgásfehér színű, szemcsés, szagtalan por. Jó minőségű lakk alapanyag. Filmje korrózióálló. A sósavnak, lúgoknak ellenáll.

Hidroklórkaucsuk: Színtelen, gyantaszerű anyag.

Ciklokaucsuk: Vulkanizálással fémekhez ragasztható, csak 60 °C-ig alkalmazható.

Keménygumi (ebonit): Savaknak, lúgoknak, sóknak ellenáll. Fekete színű szilárd anyag, felmelegítve jól hajlítható.

Egyéb természetes alapú műanyagok

Bitumenek: Aszfalt alapú műanyagok.

Kátrányok: Desztillációs termékük a szurok.

Sellak: Cserjék, fák ágain pajzstetvek szúrásának hatására keletkezik. Indiából származik. Hőre lágyuló plastikus massa. Jó elektromos szigetelő.

Faktisz: A gumipar legfontosabb adalékanyaga, növényi olajból állítják elő.

Linóleum: Rugalmas, kopásálló. Jó minőségű, hézagmentes bevonatok készíthetők belőle.

Mesterséges alapú műanyagok

Mesterséges úton kis molekulákból állítanak elő óriásmolekulákat. Alapvetően három típust különböztetünk meg:

Polimerizációs műanyagok

Polimerizáció során a monomer molekulái melléktermék nélkül, a kettőskötések felbomlása után kapcsolódnak egymáshoz. A folyamat a koncentráció, a hőmérséklet, a nyomás és a fény növelésével gyorsítható. Főleg csomagolóanyag előállítására, továbbá az építőipar és a kertészet (agrofólia) céljaira hasznosítják a polimerizációs műanyagokat.

Polikondenzációs műanyagok

Kémiailag eltérő felépítésű monomerekből makromolekulák jönnek létre kis molekulájú melléktermék keletkezésével. A polikondenzáció során a monomerek egyesülésekor a melléktermék általában víz. Szerkezetük lehet lineáris, fonál alakú és térhálós.

Poliaddíciós műanyagok

Poliaddíciós műanyagok

Kémiailag különböző molekulákból makromolekulák jönnek létre melléktermék keletkezése nélkül, általában alacsony hőmérsékleten, katalizátor nélkül. Poliaddícióval keletkeznek a poliuretánok, epoxigyanták. A műanyagok adalékanyagai

A műanyagok vázát alkotó polimerlánc tulajdonságai adalékanyagokkal a célnak megfelelően módosíthatók. A legnagyobb mennyiségben felhasznált adalékanyagok a lágyítók. Ezek általában ftálsavészterek. Sok lágyítót használnak fel a PVC fóliák gyártásánál.

Hő, fény vagy mechanikai igénybevétel hatására a polimerekben szabad gyökök keletkeznek. A levegő oxigénjével könnyen reagáló szabad gyökök felgyorsuló oxidációs folyamatokat indítanak el. Az oxigén káros hatását antioxidánsokkal csökkentik. Ezek vagy az oxidáció közben képződő szabad gyököket kötik meg, vagy az oxidációs reakció felgyorsulását akadályozzák meg. Néhány aromás szekunder aminnek vannak ilyen tulajdonságai.

A látható fény legrövidebb hullámhosszú komponensei és az ultraibolya fény elegendő energiát szolgáltatnak a polimerek elsődleges kötéseinek felbontásához. Az UV fényelnyelők olyan szerves vegyületek, amelyek az elnyelt fény energiáját szabad gyököt nem termelő kémiai átalakulásokra használnak fel. Így viselkednek egyes szalicilsav származékok. A gumiknál megfelelő szerkezetű korom szolgál fényelnyelőként. A műanyagok éghetősége nagymértékben csökkenthető szerves vegyületek, pl. alumínium-oxid adagolásával.

Ha szálal anyaggal (üvegszál, szénszál) erősítik a műanyagot, akkor kompozitról beszélünk. Ezekből a nagy szakítószilárdságú, rugalmas anyagokból hajótestek, teniszütők, tetőszerkezetek, golyóálló mellények készülnek.

Ha adalékanyagokat használunk, a műanyagok alkalmazási területe és élettartama nő, így kevesebb műanyag is elegendő

9.2.3. Műanyagok csoportosítása szerkezetük szerint**Fonalas**

A fonál alakú makromolekulák egyik megjelenési alakjában a molekulaláncok rendezetlen gomolyag képét mutatják. Ebben az esetben amorf szerkezetről beszélünk.

A másik megjelenési alakjukban a molekulaláncok részben párhuzamosan rendezettek is lehetnek.

Közös tulajdonságuk, hogy oldószerben oldhatók, és melegítéskor megolvadnak. Ezek a hőre lágyuló műanyagok.

Térhálós

A térhálós molekulákban a molekularészek sokkal inkább rögzítettek, mint a nem térhálós molekulákban. Szerves oldószerben nem oldódnak, és melegítéskor nem olvadnak meg. Ezek a hőre keményedő műanyagok.

Legfontosabb műanyagok hővel szembeni viselkedés szerint:**Hőre lágyuló műanyagok**

Hő hatására az egymás mellé rendeződött óriásmolekula láncok közti kötőerők felbomlanak, és a molekulák könnyen elcsúsznak egymás mellett. Jellegzetes megmunkálási módjuk a hurkatöltésre emlékeztető fröccsöntés. A meleg és képlékeny anyagot formába préselik, ahol lehül, és megdermedve felveszi a forma alakját. Másik elterjedt feldolgozási módjuk az extrudálás, mely során a lágy nyersanyagot egy formán préselik át (hasonlóan a húsdaráléhoz), változatos keresztmetszeti formák hozhatók létre, elvileg végtelen hosszúságban (csövek, szalagok, szegőlécek). A hőre lágyuló műanyagok elvileg korlátlanul megolvaszthatóak és feldolgozhatóak. Szinte mindegyik fajtája jó elektromos szigetelő, savaknak és lúgoknak ellenáll. Szerves oldószerek többnyire oldják.

Polietilének (LDPE, MDPE, HDPE, LLDPE)

A polietilén az etilén polimerje, általában átlátszó, opálos vagy tejfehér, hajlékony, zsíros tapintású anyag. 105-110 °C-on folyékony, vízszerűen önthető. Vegyszereknek jól ellenáll, szobahőmérsékleten oldószere nincs. Nem mérgező, élettanilag ártalmatlan. Meggyújtva lassan, kék lánggal ég. Fajtái és ez által a felhasználása a gyártási technológia függvénye. A kis sűrűségű polietilén főleg fóliák, palackok (üdítő flakon), zacskók, elektromos szigetelők, csövek gyártására alkalmas. A nagy sűrűségű változata az előzőnél keményebb, így profilok, nagyobb terhelésnek kitett műszaki cikkek, széles körben használt gáz- és vízcsövek (KPE cső), padlófűtés csövek gyártásánál használatos.

Polietilén-tereftalát (PET)

A politereftalát származék olvadáspontja 210-270 °C. Jellemző tulajdonságaik a kis vízfelvétel, magas hőállóság, hidegállóság, jó kémiai ellenállás, kiváló mechanikai és villamos tulajdonságok, jó méretstabilitás. Könnyen feldolgozhatóak (szálhúzás, fóliagyártás, fröccsöntés, extrudálás, ultrahangos hegesztés és fémbeágyazás, ragasztás). Felületi keménysége, kopásállósága nagy, súrlódási tulajdonságai jók. Merev, nagy szilárdságú. Hő- és hidegállósága jó, tartósan igénybe vehető – 60 - +130 °C közötti hőmérséklettartományban. Vízfelvétele kicsi, mikroorganizmusoknak, UV- sugárzásnak ellenáll. Gyenge savak, lúgok, olajok, zsírok és aromás szénhidrogének nem támadják meg. Feszültségkorrozóra nem hajlamos. A mindennapi életben használt ásványvizes és üdítőitalos palackok is különböző PET származékokból készülnek. A hazai forgalomban lévő, vékony falú PET palackok viszonylag könnyen átengedik falukon az oxigént, így csak az alacsony gyümölcstartalmú italok tárolhatók benne és csak 9 hónapos szavatossági időt tesznek lehetővé.

Polipropilén (PP)

A propilén polimerje. Hasonló a polietilénhez, de szilárdsági értékei nagyobbak, kissé merevebb és hőállóbb. 180 °C körüli hőmérsékleten olvad, olvadáka sűrű, nem önthető vízszerűen. 100 °C felett gyorsan oxidálódik, rideggé, törékennyé válik. Fény hatására fokozatosan hajlamos az öregedésre. Nem mérgező, vegyszereknek jól ellenáll. Szobahőmérsékleten nem oldható és ragasztható. Kiválóan alkalmas szálak húzására, a legolcsóbb szintetikus szál. Felhasználják nyomócsövek (melegvízcső), szivattyúk alkatrészei, textilipari csévek, gyógyászati eszközök, játékszerek, edények (legtöbb háztartási hajlékony tárolóedény), előre gyártott kerti medencék és nagyobb szilárdságú termékek gyártására.

Polisztirol (PS)

Víztiszta, átlátszó, kemény, rideg, törékeny anyag. 80 °C körül lágyul, feldolgozási hőmérséklete 120-140 °C, nem mérgező, savaknak, lúgoknak jól ellenáll. A legtöbb oldószer oldja. Felhasználják játékok, fogantyúk, gombok, orvosságos fiolák, edények (kávéautomata pohara, üvegszerűen átlátszó konyhai edények), dobozok gyártására. Habosított változata kitűnő hőszigetelő, az építőipar széles körben használja a polisztirol hőszigetelő lemezeket, vagy hőszigetelő vakolatokban a polisztirol gyöngyöt (Hungarocell, Nikecel). Rendkívül jó hangszigetelő, elektrosztatikusan könnyen feltöltődik.

Hőre keményedő műanyagok

Előállításuk két lépcsőben történik. Először a hőre lágyuló műgyantát adalékanyagokkal összekeverve formába öntik, majd magas hőmérsékleten megkeményítik. Az így elkészített anyag szerkezete irreverzibilisen átalakul, még egyszer nem olvasztható meg, oldószerek nem oldják.

Műanyagok felhasználási terület szerinti csoportosítása:

- Tömegműanyagok (PE, PP, PVC, PS)
- Műszaki műanyagok (PA, PET, PAN, poliakrilátok)
- Speciális műanyagok (fluor-műanyagok, PSU, PPS, PPE)
- Térhálós műanyagok (feno- és aminoplasztok, epoxigyanták, PUR, szintetikus gumik)
- Természetes eredetű műanyagok (cellulóz észterek és éterek)

9.3. Műanyagok feldolgozása

9.3.1. Hőre keményedő műanyagok feldolgozása

Sajtolás

Por vagy előformázott tableta alakjában helyezzük a szerszám formaüregébe. A sajtolás során a szerszámot fűtjük, és nyomást alkalmazunk. A folyékonyvá vált műanyag kitölti a formaüregét, majd megkeményedik. A sajtolás általában 140-170 °C-on történik.

Fröccsajtolás

Olyan eszközök gyártásánál alkalmazzák, melyek fala vékony, szerkezete bonyolult –mély lyukak.

A hő hatására meglágyult műanyagot a szerszámüregtől elzárt kamrából lövellik a meleg szerszámba. A sajtolóanyagot előmelegített granulátum formájában adagolják a szerszámkamrába. A nagyobb folyóképességet a gyantatartalom növelésével biztosítják.

Előnyei: a szerszámok hosszabb életűek, kevés selejt, rövidebb keményedési idő, minimális zsugorodás, de drágább is.

Fröccsöntés

A feldolgozás csigadugattyús fröccsgépekben történik. Eleinte gumit és poliésztergyantát használtak, ma már fenoplasztokat és aminoplasztokat alkalmaznak. Az előző módszereknél ez jóval olcsóbb, és jobb minőség érhető el.

A fröccsöntéskor a hőmérséklet a plasztikáló hengerben fokozatosan növekszik, a legmagasabb a fúvókáknál lesz. A fúvókákat mindig fűteni kell. A hideg sajtolóanyag a garatból az ömlesztőhengerbe kerül, majd a csiga forgása miatt előrejut a csiga csúcsáig, miközben a súrlódási hőből megolvad. A képlékeny anyagot a csiga dugattyúként működve belöveli a szerszámüregbe.

9.3.2. Hőre lágyuló műanyagok feldolgozása

Fröccsöntés

A hőre lágyuló műanyagok feldolgozásának legelterjedtebb formája. A műanyagot először az ömlesztőhengerbe adagolják, ahol melegítik és felolvasztják. Ezután a megolvasztott műanyagot a megfelelő nyomással a hűtött szerszámba lövellik, majd a megdermedt munkadarabot a szerszámból kiveszik.

Extrudálás

A műanyagot a gép villamos fűtése az ömlesztőhengerben megolvasztja, és azt a csigaszerszámon átsajtolja. Így készülnek a csövek, rudak, lemezek, fóliák.

Kalanderezés

Kalanderezés során forgó hengerpár között alakítják az anyagot egyenletes vastagságúvá. Ezzel a módszerrel főleg fóliákat, lemezeket készítenek.

Vákuumformázás

Vákuumformázással fólia és lemez alakítása végezhető. Az alapanyagot alakítási hőmérsékletre melegítik, majd vákuummal a szerszámra húzzák és lehűtik.

Palackok előállítás a fúvással

A palackokat, ill. más üreges testeket előformából fúvással állítják elő. Az előforma alakja lehet a késztermékhez hasonló, vagy lehet cső. Az előformát behelyezik a fúvószerszámba, ahol a tüskét fűtik, hogy az előforma hőmérséklete állandó legyen. Miután elzárják a fúvószerszámot, a tüskén keresztül levegőnyomással az előformát a szerszám falára fúvatják.

9.10. Műanyag hulladékok

Napjainkban a világon évente 150 millió tonna műanyagot gyártanak. Ez az anyagtömeg –a feldolgozáshoz használt adalékanyagok mennyiségével megnövelve – előbb utóbb hulladékként jelentkezik. A műanyagok élettartalma rendkívül változó, a csomagolóanyagok esetén csak néhány napos használatától a kanalizációs csövektől elvárt több évtizedig terjedhet.

A műanyagok a megkívánt élettartam szempontjából három csoportba sorolhatók:

- rövid élettartamúak <2 év,
- közepes élettartamúak 7-15 év,
- hosszú élettartamúak > 25 év.

Az elhasználódott, hulladékba került műanyagok biológiailag nem lebonthatók, nem komposztálhatók, ilyen módon a mezőgazdaságban nem hasznosíthatók.

A műanyag hulladék lavina elkerülésére két elvi lehetőség kínálkozik. Az egyik a lebomló műanyagok előállítása, amelynek hulladékai a konyhai élelmiszerhulladékokkal együtt komposztálva lebomlanak, és így részt vesznek az anyagok természetes körforgásában. A másik lehetőség a meglévő műanyagok hulladékainak feldolgozása, hasznosítása. Mivel a lebomló

műanyagok belátható időn belül nem lesznek alkalmasak a meglévők helyettesítésére, a napjainkban képződő műanyag-hulladékok eliminálásával foglalkozni kell.

Hazai műanyagipari nagyvállalataink közül a „hulladékklavina” megelőzését, a hulladékhasznosítás jelentőségét elsőként a Pannonplast Rt vezetése ismerte fel. 1989-ben létrehozta a Recyclen Műanyagipari Kft-t, amely a vállalatcsoportnál keletkező technológiai hulladékon túl más műanyag-feldolgozó vállalatoktól vásárolt hulladékot is hasznosít. A helyes környezettudatos szemlélet kiteljesedését bizonyítja, hogy a cég számos környezetvédelmi célokat szolgáló – terméket gyárt hulladékból. Ilyenek a zajvédő-fal elemek, hő és hangszigetelő anyagok, kórházi veszélyeshulladék-gyűjtő tartályok.

Az ÖKO-Pannon Kht a 94/2002.(V.5.)számú, a csomagolásról és a csomagolási hulladék kezelésének részletes szabályairól rendelkező kormányrendeletben foglalt feltételek szerint megalakult és működő, nonprofit, hasznosítást koordináló szervezet. Feladata a vele szerződött hulladék-kibocsátóktól, azaz az 1995. évi LVI. környezetvédelmi termékdíjról szóló törvény, illetve annak hatályos módosításai szerint termékdíj fizetésére kötelezettektől a licencdíj ellenében átvállalt, külön jogszabályban előírt hasznosítási kötelezettségek teljesítésének biztosítása. Erre alapozva a műanyag-újrahasznosító cégek úgy gondolták, hogy érdekeiket egy az ÖKO-Pannon Kht. alapelveivel megegyező Kht-be tömörülve tudják eredményesen érvényesíteni. Hivatalosan 2002. Szeptember 24-én 23 taggal alakult meg a REMOPLAST Műanyag Csomagolóeszköz Hulladék Hasznosítást Koordináló Közhasznú Társaság.

A REMOPLAST Kht. - az ÖKO-Pannon Kht -hez hasonlóan nonprofit, műanyag-újrahasznosítást koordináló szervezet, amelynek feladata az idevonatkozó jogszabály alapján a műanyag csomagolási hulladékokra előírt hasznosítási kötelezettség teljesítésének biztosítása.

9.10.1. Műanyag-hulladék-fajták

Hulladékképződéssel számolni kell a műanyagok gyártása és feldolgozása, a műanyag félkész termékek (lemezek, csövek stb.) hőformázása, konfekcionálása során, és hulladékként jelentkező funkciójukat betöltött, minőségileg nem csökkent csomagolóeszközök (zacskók, hordók stb.), továbbá az elhasználódott, cserére szoruló műanyaggyártmányok (hajtatóház-fóliák, ablakkeretek, padló és falborítások stb.)

A technológiai és ipari hulladékokat együttesen primer, a felhasznált műanyagtermékek hulladékait szekunder (postkonzum) hulladékoknak szokás nevezni.

9.10.2. Műanyag-hulladékok csoportosítása

- technológiai hulladékok
- ipari hulladékok
- postkonzum hulladékok

Technológiai hulladékok – műanyaggyártók és feldolgozók hulladékai- általában nem kerülnek a környezetbe, ezeket közvetlen, vagy aprítva, őrölve visszavezetik a technológiai folyamatba.

Ipari hulladékok a műanyag félkész termékeknek többnyire a felhasználás helyén történő továbbfeldolgozása és konfekcionálása során keletkeznek. Fajtaazonosak, tiszták, hasznosításuk általában megoldott, vagy a félkésztermék-gyártók visszaveszik, vagy a hulladékok hasznosítására szakosodott cégek, felvásárolják.

Környezetterhelés szempontjából legnagyobb problémát jelentik a funkciójukat betöltött, hulladékként jelentkező műanyaggyártmányok (postkonzum hulladékok), amelyek minőségüket tekintve lehetnek:

- változatlan, jó minőségű, legfeljebb szennyezett
- esztétikailag és minőségileg elhasználódott, lényegesen csökkent értékűek.

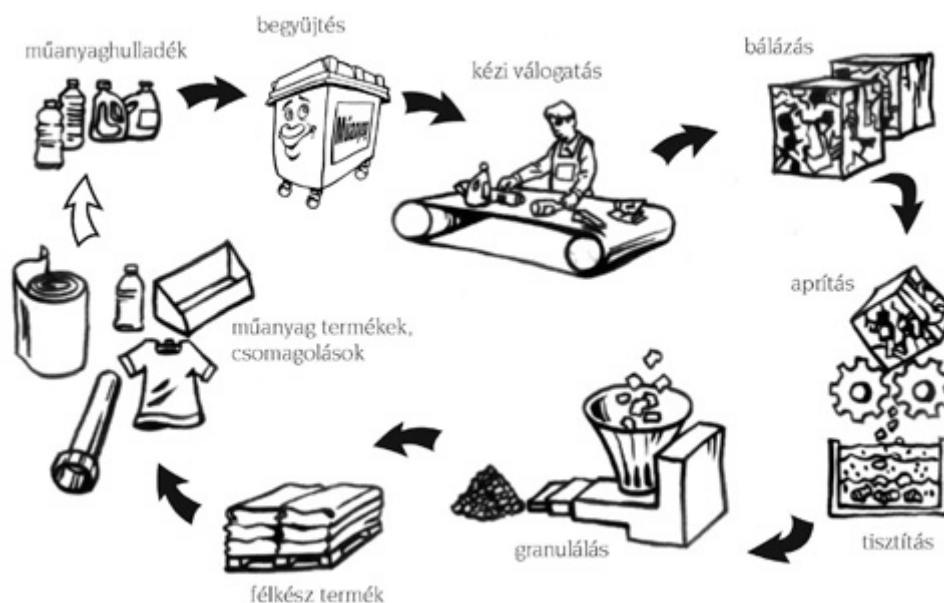
Az ilyen hulladékok megjelenési formájukat tekintve lehetnek:

- nagyobb tömegben, fajtaazonos vagy könnyen szortírozható formában és minőségben (táblázat)
- kis tételekben, vegyesen, vagy csak nehezen szortírozható formában, erősen szennyezett jelentkező (kereskedelmi, kommunális, háztartási) hulladékok.

9.10.3. Műanyag újrahasznosítása

A műanyagok újrahasznosítása komplex feladat, mert ennek az anyag típusnak számos különböző típusa létezik és van forgalomban. Gyakran ugyanannak a műanyagnak sem azonos az összetétele, mert a gyártás során erősítő anyagokat, töltőanyagokat, színezőanyagokat, stb. kevernek az alapanyagába. Emiatt a műanyagokat a szelektív hulladékgyűjtés során csak, mint vegyes műanyagot lehet gyűjteni, ezt követően, pedig feldolgozás előtt kell anyagfajták szerint szétválasztani őket.

A műanyag újrahasznosításának folyamata



A begyűjtött műanyag csomagolóanyagokat a válogatóban fajtánként válogatják szét, majd tömörítéssel bálázzák. A bálákat az újrahasznosítás helyére történő szállítás után aprítják, majd a műanyag darabkákat vegyszerek felhasználásával megtisztítják a szennyeződésektől. A megtisztított műanyagdarabkákat ezután granulálják. Az így nyert félkész terméket műanyag termékek és csomagolások előállításához használják fel újra.

A műanyagok olyan szerves eredetű, óriásmolekula struktúrával rendelkező anyagok, amelyeket szintetikus úton, vagy természetes óriásmolekulák átalakításával állítanak elő.

A műanyag hulladékok szelektív gyűjtése, újrahasznosítása

Magyarországon, mint a világon mindenütt, egyre több helyen és egyre gyakrabban alkalmazzák a műanyagokat azok előnyös tulajdonságai és sokoldalúsága miatt. Ez a trend a csomagolás területén is érezhető hatását, hiszen nemcsak azon termékek száma nőtt szignifikánsan, amelyeket műanyag csomagolóanyagban hoznak forgalomba, de a fogyasztói szokások változásával nőtt a csomagolt termékek volumene, mennyisége is. Ennek a folyamatnak az eredményeképpen, nőtt a háztartási hulladékba kerülő műanyagok aránya is.

A műanyagok gyűjtése és újrahasznosítása terén a szakemberek számára a legnagyobb kihívást a műanyagok fajlagosan nagy térfogata jelenti. Az iparilag fejlett nyugat-európai és észak-amerikai országokban a műanyag hulladékok tömegaránya a háztartási hulladékokon belül mára már elérte, sőt meghaladja a 20 %-ot. Jelentős problémát rejt az ilyen hulladékok lerakókra történő elhelyezése is, mivel anyaguk terheli a környezetet, a tárolók gyorsabban telítődnek, amely tényezők eredményeként a hulladékgazdálkodás fajlagos költségei növekedhetnek. Ezen folyamatokra való tekintettel világszerte, így Magyarországon is nagy erőfeszítéseket tesznek a műanyagok újrahasznosítása érdekében nemcsak a kormányzati szervek, de a gyártók és forgalmazók is.

1. b tétel

10. Papír és papírhulladék

A papírt már kétezer éve ismeri, készíti és alkalmazza az emberiség. A papír eredete Kínába vezethető vissza, ahol sokáig titokként őrizték készítésének módját, amely Európába csak mintegy ezer év után jutott el. Nagyon sokáig főként írásos tárgyi és történelmi emlékek megőrkítésére használták, azonban ma már fontos szerepet játszik és kiemelt jelentőséggel bír az élet egyéb területein is. Alkalmazási és felhasználási területeinek száma szinte végtelen. Elég, ha csak a papír csomagolóanyagok széles skálájára, az írott és nyomdai anyagok számtalan különböző formájára, vagy akár a szigetelőanyagokra gondolunk, de az élet olyan egyszerű ám mégis speciális területein is nap, mint nap kapcsolatba kerülünk vele, mint például a fizetőeszközök használata.

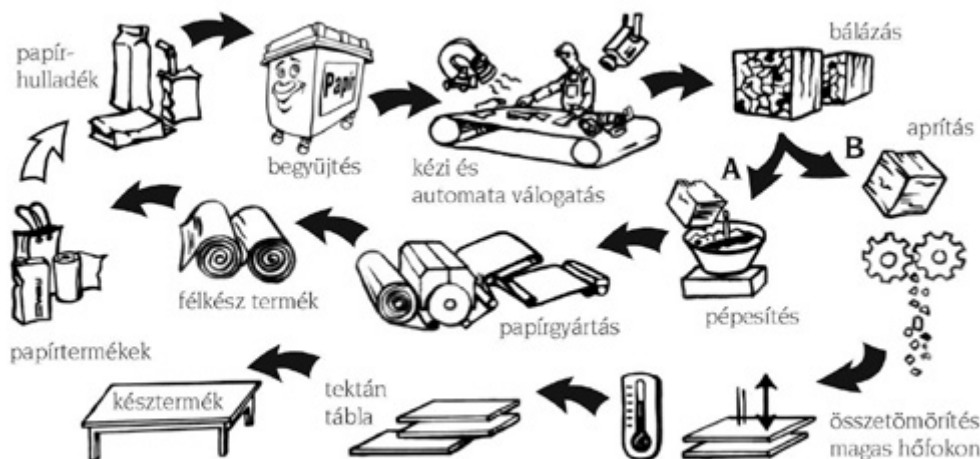
A papír alapanyagú tárgyakkal és eszközökkel valószínűleg naponta többször találkozunk, azonban mégsem biztos, hogy tudjuk, mi is az és hogyan készül valójában.

A papír általában különböző módon összerendezett növényi rostok vizes elegyéből kialakított vékony, többnyire hajlékony lap, amelynek készítése a XVIII. századig kézzel, alapvetően két féle módon merítéssel, vagy felöntéssel történt a növényi rostok felvitele szempontjából. Az így keletkezett nyers papírlapot préselték és szárították. A manufaktúráis módszerek közül a merítéses technika terjedt el az egész világon. A felöntéses technikát érdekes módon csak kis területen használták, a gépi papírgyártás alapjává azonban mégis ez az eljárás vált.

A korszerű papírgyárakban számos alapanyagtypust felhasználva, sokféle különböző minőségű papírt állítanak elő. A papírgyártás fő alapanyaga a növényi rost. Ilyen rostokat fák valamint gabonafélék szárainak feldolgozásával nyer a papíripar, amely mindenhol olyan növényt használ a papírgyártás alapanyagaként, amely az adott országban honos. Fontos alapanyag a rongyhulladék is, de a szelektív hulladékgyűjtési rendszerek elterjedésével, gazdasági és környezetvédelmi okokból, egyre jelentősebb nyersanyag a hulladékpapír, azaz az újrapapír is.

A háztartásokban keletkező papírhulladékok között nagyon sokféle és különböző minőségű papír fordul elő. Az újrahassznosítás alapfeltétele az, hogy a hulladékpapír ne legyen szennyezett. Szintén fontos, hogy a hulladékpapírok közül eltávolításra kerüljenek a fóliázott, esetleg kevert anyagú, laminált vagy felületkezelt papírok mielőtt a hulladékpapír a gyűjtőbe kerül.

A papír újrahassznosításának folyamata



A begyűjtött papírhulladékokat elsősorban anyaguk szerint (újságpapír, kartonpapír, papírtartalmú többrétegű italosdoboz) válogatják szét. A szétválogatott papírokat bálázzák. Az anyaguk szerint visszagyűjtött papírokból készülhetnek A., papírtermékek, B., italos karton alapú késztermékek.

A., A papírtermékek készítéséhez a begyűjtött papírt pépesítik, ezt követően, pedig a papírgyártás tradicionális folyamatain keresztül félkész termékeket állítanak elő belőle. A késztermékek széles skáláját az újrapapírból készített félkész termékekből állítják elő.

B., A késztermékek előállításához a begyűjtött italoskartont először összedarabolják, majd a darabkákat magas hőfokon összetömörítik, az összetömörített rendkívül szilárd anyagból ún. tektántáblákat készítenek, amelyet késztermékek előállításához használnak.

Miért kifizetődő a papír újrahassznosítása?

A papírgyártás folyamatához jelentős mennyiségű energiára van szükség. Az újrapapír készítésével viszont rengeteg vizet és energiát takaríthatunk meg. Táblázatunk a fehér papír és a szürke újrapapír anyag és energiafelhasználásának különbségét mutatja be:

1 tonna papír előállításához szükséges anyag és energia

7.sz. táblázat

1 TONNA PAPÍR ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ SZÜKSÉGES ANYAG ÉS ENERGIA	
FEHÉR PAPÍR	SZÜRKE ÚJRAPAPÍR
417 m ³ víz	100 m ³ víz
1700 kg fa	1150 kg fekete-fehér újságpapír
717 kWh energia	300 kWh energia
181 kg mészkő	
87 kg kén	
6 tonna gőz	3 tonna gőz
60 kg klór	

Forrás: Munkácsy Béla: A szeméthegeken innen és túl

3.b tétel

11. Az üveg

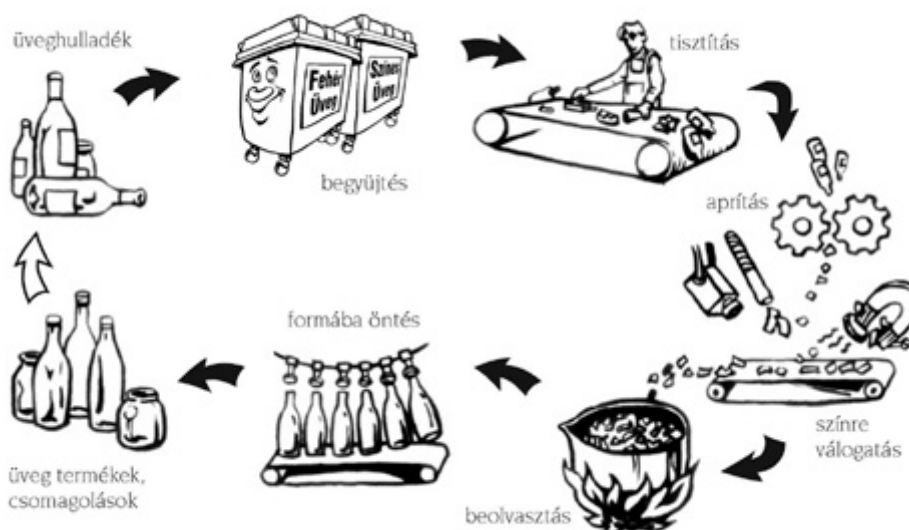
Az üveg nem szerves, olvasztással előállított, kristályosodás nélkül megdermedő, áttetsző, szilícium-oxidot és fém-oxidokat tartalmazó anyag. Az emberiség történelme során az üveg használati köre a társadalmi és ipari civilizáció fejlődésével párhuzamosan bővült. Az üveg legősibb tudatos alkalmazása a kémiai behatásokkal szembeni ellenálló képességén alapul; az üveg ugyanis nem oxidálódik, nem engedi át a vizet, nem oldódik és formatartó, amely tulajdonságai miatt ideális csomagolóanyag. Hátrányos tulajdonsága hogy rossz hővezető és emellett rideg anyag is.

Az üvegek színe szerint a csomagolóipar fehér és un. színes üveget állít elő. A fehér üvegeket elsősorban nem romlandó anyagok csomagolásához és tárolásához használják, míg a színes üvegeket a bennük lévő áruk, termékek fénytől való védettségének biztosítása érdekében gyártják, de a színes üvegek alkalmazása napjainkban már design szempontokat szem előtt tartva is megvalósul.

Üveg újrahasznosítása

Napjainkban a korábbi évtizedek többszörösére, hozzávetőlegesen 3%-ra bővült az üveghulladék aránya a háztartási hulladékokon belül. Ha szín szerint válogatva gyűjtjük az üvegeket, akkor azok szinte 100%-ban újrahasznosíthatók és a végtermék minősége is szinte azonos az új üvegekével mindamelllett, hogy a folyamat során 10-20 % energia-megtakarítás is elérhető.

Az üveg újrahasznosításának folyamata



A gyűjtőedényekben színük szerint (fehér és színes) gyűjtött üveget tisztítás után darabokra aprítják, zúzzák. Ezt követően a válogatóban mágnes segítségével eltávolítják belőle a fémdarabkákat (gyűrűk, kupakok), majd az egyes színeket elkülönítik egymástól. Ezután az üvegdarabokat beolvasztják és formába öntik, azaz újra termékeket készítenek belőle a csomagolóipar számára.

Hulladék: az az anyag (elhasználódott termék, maradvány, leválasztott szennyezőanyag, szennyezett kitermelt föld), amely az ember termelő-fogyasztó tevékenysége folyamán keletkezik, és amelyet az adott műszaki, gazdasági és társadalmi feltételek mellett tulajdonosa sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud, illetve nem kíván, és ezért kezeléséről a környezet szennyezésének megelőzése érdekében gondoskodni kell.

Hulladékgazdálkodás: az a tudatos, tervszerű tevékenység, amely a hulladék kiküszöbölése, keletkezésének megszüntetése, illetve mérséklése, az elkerülhetetlenül keletkező hulladék megfelelő gyűjtése és lehetőség szerint hasznosítása, végső esetben pedig, ártalmatlanítása és károkozás nélküli elhelyezése érdekében történik.

Hulladékhasznosítás: az elkerülhetetlenül keletkező hulladéknak, mint alapanyagként bekapcsolása valamely termelési, illetve felhasználási folyamatban és ezzel hulladék jellegének megszüntetése. A hulladékhasznosítás lehet teljes, vagy részleges, attól függően, hogy az adott hulladékmennyiség egészének, vagy csupán egy részének felhasználására kerül sor.

Az üveghulladékok újrahasznosítása, kezelése

A hulladéküvegek hasznosítása háromirányú folyamat: az újratölthető (betétdíjas) üvegpalackok hasznosítása, visszairányítás az üvegiparba, ill. az egyéb célú hasznosítás.

A használt üvegek hasznosításának előfeltétele az üvegek tiszta állapota. A tisztítást vizes mosással forgódobban végzik, és ezután kerülnek a palackozó üzembe.

A hulladéküveget beolvasztás után palackok és ipari üvegbálák készítésére használják. Az üvegipar nyersanyagának jelenleg 10-50%-a üvegcserep.

Az öblösüvegek gyártásakor az üvegtörmeléknek meghatározott minőségűnek és tisztaságúnak kell lennie. A hulladéküvegek szín szerinti osztályozása ma már optikai elven működő berendezésekkel megoldható. A szín szerinti szétválogatás azért fontos, mert a színek szerint szét nem válogatott üvegekből csak zöld üveg készíthető.

Következtetések üveghulladékok hasznosításáról, kezeléséről

A laboratóriumi vizsgálatok, és a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az üveghulladék többféleképpen alkalmazható az üvegiparon kívül is, pl.: az építő- és útépiparban. Az útépipítés során az üvegcserepet megfelelő méretűre zúzzák, cementtel vagy bitumennel keverik, és az útfelületre terítve lehengerlik. Ez azt jelenti, hogy a közúzalék egy részét őrölt üveghulladékkal helyettesítik. Az üvegaszfalt tartóssága és érdekessége a szokásos forgalmi feltételek mellett a legtöbb esetben a hagyományos aszfaltnál jobb vagy azzal egyenértékű.

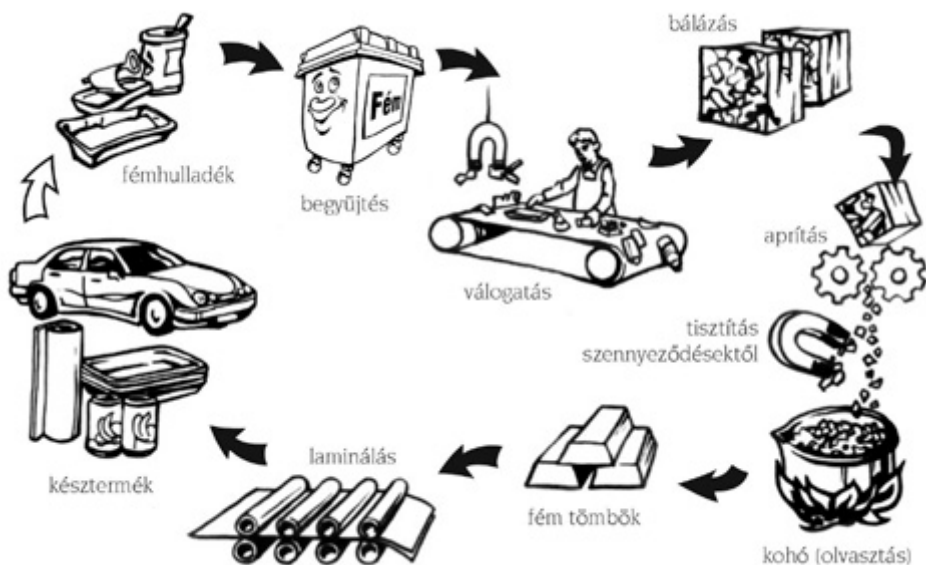
Az őrölt hulladéküveg igen sokrétűen alkalmazható az építőiparban is. A cementhez kevert üvegőrlemény növeli a nagy tömegű betontestek szilárdságát. A betonhoz adalékként adott, finom őrölt üvegpor lassítja a betonban végbemenő természetes vegyi folyamatokat, így növeli a beton tartósságát. Az üveg, mint adalékanyag a falazóelemek gyártásához szintén jól bevált. Hulladéküvegből olvasztás után szálhúzással hőszigetelő üvegyapot állítható elő.

4.b tétel

12. Fémek újrahasznosítása

Az érclelőhelyek kimerülése, a kitermelés költségeinek emelkedése valamint a fémek előállításának és feldolgozásának magas járulékos költsége egyre inkább szükségessé teszik a fém csomagolóanyagok másodnyersanyagként történő hasznosítását. A fémhulladékok újrahasznosításával nem csak nyersanyagot takarítunk meg, de jelentős mennyiségű energiát is.

A fémek újrahasznosításának folyamata



A begyűjtött fém csomagolóanyagokat a válogatóban fajtánként szétválogatják, majd tömörítéssel bálázzák. A bálákat az újrahasznosítás helyére történő szállítás után aprítják, majd mágnesek segítségével kiválasztják belőlük a más típusú fémeket. A megtisztított fémdarabokat kohókban beolvasztják és szállítható rudakba öntik. A rudakat a felhasználás helyén hengerlik, ezáltal lehetővé válik, hogy újra különböző késztermékeket készítsen belőlük a feldolgozóipar.

A vas és az acél felhasználása

A vas és az acél nagyon széleskörűen alkalmazott fém. A mindennapok során és háztartásunkban szinte minden területen találkozhatunk ezekkel a fémekkel, mivel nemcsak huzalok, csapok, csövek, lemezek, tartályok, szerszámok, kötőelemek és szerkezeti elemek, de edények is készülnek belőlük. Nagyon sok esetben más fémekkel vagy anyagokkal együtt szerelve találkozhatunk a fémekkel, ami nemcsak a szelektív gyűjtésüket, de újrahasznosításukat is nagymértékben megnehezíti.



Az alumínium felhasználási területei

Napjainkra az alumínium a legnagyobb ipari jelentőségű könnyűfémé vált. Az alumínium jól vezeti az elektromosságot és a savakkal szembeni ellenálló képessége is magas fokú. Felületén oxidréteg képződik, ami megakadályozza a korróziót. Szerkezeti anyagként az alumíniumot csak ötvözetek formájában alkalmazzák, míg csomagolóanyagként (fóliák, aludobozok, konzervdobozok, aszeptikus dobozok) számtalan helyen, formában és mennyiségben fordul elő.

A réz felhasználása

A réz jó elektromos vezetőképessége és forraszthatósága miatt előszeretettel alkalmazzák elektronikai berendezésekben és eszközökben (pl.: érintkezők, elektromos vezetékek, kapcsolók, stb.), míg használata szinte rendszeres ipari szerelvények, csövek és lemezárak készítése során. A réz anyagok felületén zöldes színű, réz-oxid bevonat keletkezik, ami megvédi az alatta levő rétegeket a további korróziótól.

A fémek gyűjtése

Az érclelőhelyek kimerülése, a kitermelés költségeinek emelkedése valamint a fémek előállításának és feldolgozásának magas járulékos költsége egyre inkább szükségessé teszik a fém csomagolóanyagok másodnyersanyagként történő hasznosítását. A fémhulladékok újrahasznosításával nem csak nyersanyagot takarítunk meg, de jelentős mennyiségű energiát is.

A kommunális vagy háztartási hulladékok 2-3 tömegszázalékát a fém csomagolóanyagok alkotják, amelyekből legjellemzőbb módon italos aludobozok, vas és alumínium konzervdobozok, alumíniumcsomagoló fóliák, üvegtekők és kupakok készülnek. A hulladékok összvolumenéhez viszonyítva ez a mennyiség nem szignifikáns, azonban mégsem elhanyagolható. Anyagukat tekintve a fémhulladékok főleg alumíniumból, vasból, rézből és ólomból készülnek.

Ugyan a fémek kommunális hulladékból történő kiemelésére léteznek technológiák (pl.: mágneses szelekció), mégis fontos, hogy már a hulladék keletkezésének helyén külön gyűjtsük a fém csomagolóanyagokat azok anyagfajtái szerint. Az iparilag fejlett országokban és érett fogyasztói társadalmakban magas az alumínium dobozok aránya a csomagolási hulladékokon belül, ezért ott külön begyűjtő hálózata van az ebből a fémből készülő dobozoknak, csomagolóanyagoknak.

6. b tétel

13. Mezőgazdasági hulladékok kezelése, elhelyezése, hasznosítása

Magyarországon évente 60 millió tonna mezőgazdasági hulladék termelődik. A növényi hulladék 14,5 millió tonna, ebből hasznosított kb. 7 millió tonna. Az állati eredetű hulladék 45 millió tonna, ebből 22 millió tonna kerül hasznosításra.

Megmaradt a hulladékok kezelésének hagyományos környezetfenntartó gyakorlata, a talajerő-megőrzés, a bomlékony szerves anyagoknak a talajba való visszapótlása révén. A növénytermesztés hulladékait silózva, szárítva vagy eredeti állapotban állattakarmányozásra, nem megfelelő minőség esetén trágyázásra igyekeznek felhasználni. Újabb tendencia a növényi hulladékból (préslés extrakcióval, élesztősítéssel stb.) fehérjedús takarmány-kiegészítő anyagok előállítása.

A mezőgazdasági hulladékok hasznosítása számos területen és módon történhet. A hulladék jellegéből, sokrétűségéből adódóan ezek a területek a következők: ipar, mezőgazdaság, energetikai hasznosítás.

13.1. Mezőgazdasági hasznosítás

A mezőgazdasági melléktermékek, hulladékok hasznosítására három területen kínálkozik lehetőség: takarmányozás, trágyázás, talajjavítás.

A mezőgazdasági melléktermékek helyben megtalálható másodlagos takarmányforrások vagy eredeti állapotukban, vagy különféle kezeléseket után kerülnek feletetésre. Ilyen üzemszerűen alkalmazott takarmányozási célú hasznosítás lehet: cukorrépafejetetése frissen és silózva; kukoricaszár silózása, pogácsázása, pelletállása szarvasmarhák számára; zöldborsószár takarmányozása; napraforgótányér takarmányozása kerdőzölkkel; zöldség- és gyümölcshulladék feletetése. A mezőgazdasági hulladékok trágyázási célú hasznosítása a következő: az érlelt, almos istállótrágya, valamint a szecsakázott gabonaszalma, kukorica és hígrágya keverékének talajba dolgozása; a gabonaszalma és kukoricaszár szecsakázása és talajba forgatása; a venyige és fanyesedék, valamint a sertés- és baromfitrágya keverékének komposztálása és szerves trágyaként való felhasználása. A mezőgazdasági hulladékok talajjavító hatásúak: növelik a szervesanyag készletet, hatásuk tartós, csökkentik a talajművelés energiaigényét, javítják a talajok szerkezetét és biológiai állapotát.

Szalmaelőkészítés takarmányozásra.

Ma a szalma iparilag előkészített takarmányadalék. A szalmát pelletkészítés előtt 40 mm-es darabokra vágják. A tápértéket növelheti a nátronlúgos vagy az ammónium-hidroxidos feltárás, de még ennél is jobb a termomechanikai kezelés, mert ez által a vegyszerhasználat mellőzhető. A 2500x800x700 mm méretű, kb. 250 kg-os bálákat targoncával a munkasztalra helyezik, és ott kézzel fellazítják. A szalmát felaprítják, majd különféle ízesítésű anyagok hozzáadása és hőkezelés közben csigaprésszel átdolgozzák. Az agglomerált részeket átszítálgják, miközben újabb aromásításra nyílik lehetőség. A készterméket 35-40 kg-onként papírzsákba adagolják.

Következtetések a szervesanyag talajerő pótlás előnyéről

A szervesanyag talajerő pótlásra való alkalmazásával elkerülhető a talajok rosszul és felesleges műtrágyázása miatti savanyodása és a talajvizek nitrátosodása.

13.2. Ipari hasznosítás

Az ipari hasznosításra világszerte számos technológiát dolgoztak ki a hulladékok üzemszerű feldolgozására. A mezőgazdaság hulladékok ipari hasznosítása az alábbiak szerint lehetséges: boripari törkölyből cserzőanyagok; napraforgó- valamint rizshéjből furfural kinyerése; napraforgótányérból pektin; szalmából cellulóz gyártása; dohányipari hulladékokból ipari nikotin kivonása.

13.2.1. Energetikai hasznosítás

A mezőgazdaságban keletkező anyagok minden esetben szerves anyagok. Energetikai hasznosításuk minden esetben három módon történhet: égetéssel, pirolízissel, biogáznyeréssel.

Különböző biomasszafajták energetikai összetevői

8. sz. táblázat

Biomassza	Kémiai összetevők %					Fűtőérték HJ/kg	Hamu %	Illóanyag %
	C	H	O	N	S			
Búzaszalma	45	6,0	43	0,60	0,12	17,03	74,0	6,0
Kukoricaszár						17,5	76,0	3,5
Fa	47	6,3	46	0,16	0,02	16,5	85,0	0,5
Kéreg	47	5,4	40	0,40	0,06	16,2	76,0	9,0
Fa, kéreggel	47	6,0	44	0,30	0,50	18,1	82,0	0,8
Miscanthus	46	6,0	44	0,70	0,10	17,4	80,0	3,0
Repceolaj	77	12,0	11	0,10	0,00	35,8	10,0	0,0
Etanol	52	13,0	25	0,00	0,00	26,9	10,0	0,0
Methanol	38	12,0	50	0,00	0,00	19,5	10,0	0,0

Forrás: Energie aus der Landwirtschaft, Resstoffe und speziell produzierte Rohstoffe, Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1991. December, p 26.

13.2.2. Hulladéktüzelés

A mezőgazdaságban hulladékként jelentkező, tüzelésre alkalmas anyagok a fanyesedék, szalma, napraforgószár, nád stb. Ezeknek az anyagoknak tüzelőanyagként való felhasználását fűtőértékük és tüzeléstechnikai alkalmazásuk határozza meg (lásd 6. táblázat). A fűtőérték az anyag éghető komponenseitől függ.

A szalmafélek tüzeléssel fűtési célú melegvíz előállítására, hőcserélőn keresztüli léghűtésre, ill. villamos energiatermelésre használjuk fel. Különböző présekkel a szalmából biobrikettet is előállíthatunk.

Következtetések a brikett használat előnyéről

A brikett a hagyományos lakossági tüzelőberendezésekben ugyanolyan hatásfokkal elégethető, mint a szén. Hamuja környezetbarát, sem a füstjének, sem a koromjának nincs kéntartalma.

13.2.3. Pirolízis

Levegőhiány mellett fellépő részbeni elégetés, amikor a keletkező oxidációs hő hatására, éghető gázzá való anyagbomlás történik. A gázosító berendezések főleg a nagy cellulóztartalmú növényi részek és a melléktermékek (fahulladék, dió- és mogyoróhéj, rizshéj, ocsú, szalma) esetében használhatók.

13.2.4. Biogáz előállítás

Biogáz előállítására valamennyi természetes eredetű szervesanyag alkalmas (trágya, zöld növényi részek, háztartási hulladék). A biogázképződéshez szükséges feltételek a folyamatos és kellő mennyiségben képződő szerves anyag; levegőtől elzárt anaerob környezet; metánbaktériumok jelenléte; állandó kiegyenlített hőmérséklet; folyamatos keverés; valamint a metanogén és az acidogén baktériumok megfelelő aránya. A keletkező gáz összetétel: metán 60-65%, szén-dioxid 35-40%. Működési módjuk szerint kétféle biogáz-előállítási eljárást különböztetünk meg: szakaszos és folyamatos. A szakaszosan működő berendezéseket egyszer töltik meg kiindulóanyaggal és oltóiszappal, majd a lezárt készülékben a fermentációs folyamat beindul. A folyamatosan működőeket, rendszeresen megtöltik nyersanyaggal, amely azonos mennyiségű kiinduló iszapot szorít ki a fermentáló tartályból.

Következtetések a biogáz hasznosításáról

A gáztermelés mellett, környezetvédelmi szempontból nem lényegtelen, hogy a metánbaktériumok tevékenysége következtében az anaerob rothasztás alatt a szerves hulladékok higienizálása is végbemegy.

A biogáztermelési technológiák továbbfejlesztésével lehetőség nyílna a mezőgazdasági környezetben lévő települések kommunális, valamint mezőgazdasági hulladékainak együttes anaerob fermentációja, az így nyert biogáz koordinált hasznosítása.



Az alternatív energiaforrások soraiba került a zöld energia. Ha hőtermelő berendezésekben hasznosítjuk (mezőgazdasági-, erdei-, faipari hulladékok), akkor vele megkíméljük a környezetet attól a szennyeződéstől, amelyet ugyanannyi ásványi eredetű energia termelése okoz.

A gazdaságossági szempontokon kívül a talaj, a víz, a levegő szennyeződésének csökkentése is ösztönzi a zöld energia hasznosítását. Ahhoz, hogy gazdaságosabbá váljon a zöld energia, még több olyan technológiára van szükség, amelyben közvetlenül, további energiabefektetés nélkül tüzelhető el a növényi hulladék. A kimondottan ilyen célra termesztett energiaerdőkkel már ma is gazdaságos lehet az energia felhasználás. Ezek létesíthetők lennének azokon a földterületeken, amelyek kikerülnek a mezőgazdasági művelésből. Az energiaárak emelkedése, a környezetszennyező gázok csökkentése - amelyet a Riói egyezményben is vállaltunk - rákényszerít bennünket a zöld energia hasznosítására.

14. Radioaktív hulladékok képződés, kezelés, elhelyezés, ártalmatlanítás

Radioaktív hulladék definíciója:

Olyan hulladék, mely a sugárvédelmi jellemzők alapján nem kezelhető közönséges hulladékként.

Minden olyan anyag, amely valamilyen tervezett nukleáris tevékenység (radioizotóp felhasználás) során keletkezik, de további felhasználásra már nincs igény, ugyanakkor a benne lévő radioaktív izotópok cc.-ja meghaladja a környezetbe történő és biztonságosnak tekintett kibocsátás vagy kihelyezés határértékeit.

Radioaktívan szennyezett anyag:

A radioaktív anyag mennyiségében van különbség! Ez kihelyezhető a környezetbe, mert kicsi cc.-jú.

Radioaktív hulladékok keletkezése:

1954-ben érkezett meg a Szu.-ból az első ilyen szállítmány.

1959-ben helyezték üzembe az első kísérleti atomreaktort (Csillebérc: KFKI)

1972-ben BME: oktató és kutató reaktor (az előző és ez is lehetővé tette az előállítást).

1982: I.

1984: II. blokkok üzembe helyezése E-termelés céljából Pakson.

1986: III.

1987: IV.

1980-as évek közepe: Debrecen: ciklotron (újabb izotóp előállítási lehetőség nyílt meg).

Energiatermeléssel kapcsolatos RH:

Üzemviteli hulladék (a működéssel kapcsolatos), kiégett fűtőelemek (nagy aktivitást képvisel, de azért nem RH, mert reprocesszállással kinyerhető belőle, csak nekünk ilyen üzemünk nincs). 1996-ig a Szu.-ba visszaszállították a kiégett fűtőelemeket.

Atomerőművek lebontásával kapcsolatos, során keletkezett RH.

Orvosi forrásból származó:

- nyomjelzés diagnosztikus céllal,
- radioizotópok terápiás alkalmazása.
- kutatási céllal, oktatási céllal történő használat során keletkezett RH.

14.1. A hulladékok fajtái

Az atomerőművek működése során különböző típusú radioaktív hulladékok keletkeznek, melyek különböző mértékű problémát okoznak. A mindennapi működés és a leszerelés során nagy mennyiségben keletkező kis- és közepes aktivitású hulladék csak kevés radioaktív anyagot tartalmaz, amelyek kb. 600 éven belül elbomlanak. Ilyen időtávlatban vitán felül megoldható biztonságos elhelyezésük. A komolyabb problémát a nagyaktivitású hulladékok, konkrétan a kiégett üzemanyag jelenti. Az ebben, nagy mennyiségben található veszélyes, sugárzó izotópok közül nem egynek nagyon hosszú a felezési ideje, így több mint 1 millió éves tárolására lenne szükség, mire elveszíti veszélyességét. Ez is megoldható ugyan, mégis jó lenne egy olyan alternatíva, amely megszabadít minket az ennyire hosszú távra való tervezés szükségességétől, és az ezzel járó kockázatokról is.

RH osztályozása:

- ♣ eredet szerint (katonai célú, békés felhasználás)
- ♣ keletkezése alapján (előzőek)
- ♣ halmazállapot szerint: szilárd, légnemű, folyékony (tűzveszélyes, nem tűzveszélyes), biológiai (állattetek kísérletek után)
- ♣ dózisteljesítmény szerint: $\mu\text{Gy/h}$, kis, kp.-es, nagy
- ♣ felezési idő szerint: $T_{1/2}$, (30 nap alatt: kis), (30 nap – 30 év: kp.-es), (30 év felett: nagy)
- ♣ aktivitás szerint: kBq/kg , kis, kp.-es, nagy

14.2. Radioaktív hulladékok kezelései

RH kezelése:

Rh kezelés célja: - térfogat csökkentés,
- szilárdítás, és a végleges tárolókban történő elhelyezés.

Rh gyűjtés:

A keletkezés helyén edényekben, tárolókban a végrehajtandó osztályozásra megszabott szempontok szerint. Külön a folyékony, a szilárd és a biológiai hulladékot. A folyékonyt műanyag ballonba vagy olyan üvegballonba, melynek van vastokja alul és felül. A szilárdat műanyag zsákkal bélelt fémtartóba, melynek lábbal mozgatható a teteje. Max. 10 kg-ig vagy 10 cm-re a felületétől levegőben a dózisteljesítménynek kisebbnek kell lennie 20 $\mu\text{Sv/h}$ -nál. Fel kell címkézni: dátum, radioaktív izotóp fajtája.

Rh átmeneti tárolás:

A keletkezéstől a végleges elhelyezésre, vagy rövid felezési idejű hulladék esetében a lebomlásig való tárolás (keletkezés helyén, vagy intézménytárolóban).

Rh feldolgozása:

A hulladékszállításra, végleges elhelyezésre való előkészítése. Ilyen lehet a bepárlás, préselés, elégetés zárt térben.

Csomagolás:

Olyan burkolattal való ellátás, mely kielégíti a radioaktív anyagok szállítására, végleges elhelyezésére vonatkozó előírásokat.

Szállítás:

Üzemben, intézményen belül, telephely és a végleges elhelyezésre szolgáló létesítmény közötti közúti, vasúti, vízi szállítás, a szállítási szabályok szerint.

Rh végleges elhelyezése:

Magyarországon Püspökszilágyon (1976-ban nyitották). 5000 m^3 a V-a, ebből 50 m^3 van szabadon ma. Kis és közepes aktivitásra szolgál.

14.3. A transzmutáció fogalma (radioaktív hulladékok átalakítása, ártalmatlanítása)

Transzmutáció alatt legáltalánosabb értelemben magátalakulást értünk, vagyis azt a folyamatot, amikor egy magreakció hatására egy atom magjának proton vagy neutronszáma megváltozik, és így egy új atom jön létre. Ha a protonszám is változott, akkor egy új elem, ha csak a neutronszám, akkor az adott elem egy másik izotópjá jön létre. Az atomreaktorokban rengeteg ilyen magátalakulás történik, mivel a neutronok és különösen a lassú (termikus) neutronok nagy valószínűséggel váltanak ki különböző magreakciókat. Az egyik legvalószínűbb ilyen reakció a neutronbefogás, vagyis amikor egy neutron megkötődik a magban, annak neutronszámát eggyel növelve. A magátalakulások során létrejövő izotópok nagyon gyakran radioaktívak, ez tehát a nukleáris hulladékok keletkezésének egyik oka. Azonban már az atomenergetika hőskorában felmerült, hogy a transzmutáció egyben a megoldás útja is lehet. Ha ugyanis sikerül a hulladékban található hosszú felezési idejű izotópokat rövidebb felezési idejűekké vagy stabilakká alakítani, akkor lényegesen lerövidíthető a szükséges tárolási idő. A transzmutáció legújabb jelentése tehát a radioaktív hulladékok átalakítása, ártalmatlanítása.

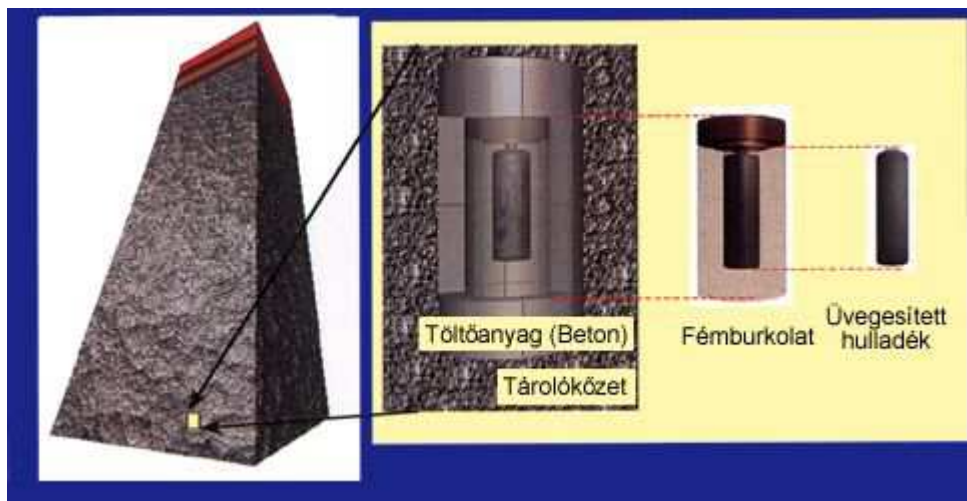
A transzmutáció folyamata

Első lépésként bonyolult kémiai eljárásokkal szét kell választani a kiégett fűtőelemekben található különböző elemeket aszerint, hogy tartalmazznak-e hosszú felezési idejű izotópokat, netán üzemanyagként hasznosíthatók, vagy csak rövid felezési idejű ill. stabil izotópokból állnak és így csak biztonságos tárolásukról kell gondoskodni. Ez a szétválasztás valójában a reprocessálás továbbfejlesztett, kifinomultabb változata. Ezután a hasadóanyagokat az üzemanyaghoz keverik (ld.: fűtőelem gyártás), a transzmutálandó anyagokból, pedig speciális fűtőelem pálcákat készítenek, amiket besugárzásra különböző reaktorokba helyeznek. A besugárzás során az anyagok egy része a fent ismertetett magreakciók útján a kívánt formába alakul, más részükből azonban újabb hosszú felezési idejű izotópok keletkeznek, vagy éppen változatlan formában maradnak. Ezért megfelelő idejű besugárzás után (néhány év) a pálcákat kiemelik és újra kémiai feldolgozásnak vetik alá. A keletkezett gyorsan bomló izotópokat a tárolóba helyezik, a többit, pedig újra pálcákba töltik, és így tovább... Természetesen a cél az, hogy egy ciklusban a transzmutálandó izotópok minél nagyobb hányada alakuljon át. Ez a felhasznált reaktorok nagyon gondos tervezését igényli.

14.4. Végleges elhelyezés

Közepes és hosszú élettartamú hulladékok olyan, a célra létesített tárolóban való elhelyezése, ahol biztosítható, hogy az előírt tárolási időn belül mind normál, mind rendkívüli körülmények között a személyzet és a lakosság sugárterhelése a mindenkor érvényes előírásban meghatározott dóziskorlát alatti legyen.

A feldolgozott hulladékot úgy kell elhelyezni, hogy hosszú ideig megbízhatóan el legyen zárva minden élőlénytől, környezeti hatástól és talajvíztől. Erre a célra olyan talajvízmentes geológiai képződményeket kell találni, amik földtörténeti koron keresztül változatlanok maradtak. Egyik lehetőség ilyen célra egy sóbánya: ha van só, biztos, hogy nincs víz a közelben, és ha a sóréteg összefüggő, biztos, hogy földrengés sem veszélyezteti a környéket.



A végső elhelyezésnél is érvényesül a reaktoroknál megismert "mélységi védelem" elve. A hulladékot többszörös túlbiztosítással (matrjoska-baba szerűen) helyezik el a földkéregben. A radioaktív anyagok így visszakerülnek oda, ahonnan az uránércet a folyamat elején kinyertük.

14.5. Reprocessálás

A szó a kiégett fűtőelem feldolgozását, és a benne maradt (^{235}U), illetve az üzem során képződött (^{239}Pu , ^{241}Pu) hasadóanyagok újrahasznosítását jelenti. Veszélyes és nehéz művelet, mivel nagy aktivitású anyagokkal kell dolgozni. Ezért automatikus gépekkel, vagy manipulátorokkal végzik a különböző lépéseket. A legalább 5 évet pihent fűtőelem-kötegeket feldarabolják, és salétromsavban feloldják. Az oldathoz egy TBP (tributil-foszfát) nevű extrahálószer kevernek (valamilyen szerves oldószerben, pl. kerozinban feloldva). A TBP-molekula magához köti az urán- és a plutóniumatomokat. A szerves oldat sűrűsége kisebb, mint a salétromsavasé, ezért a keverés abbahagyása után magától elkülönül és szétválaszthatóvá válik a két (savas és a TBP-s) fázis. Az elválasztott, hasadóanyagot tartalmazó részt a további lépésekben UO_2 -dá és PuO_2 -dá alakítják. A keverékből a már ismertetett módon új fűtőelem gyártható (ez a MOX, Mixed-OXid fuel, vagyis kevert oxid üzemanyag).

Megjegyezzük, hogy ma a világban keletkezett kiégett üzemanyagnak csak egy részét használják fel újra a reprocessálás segítségével. Sok országban egyelőre nem használják ki a kiégett üzemanyagban rejlő lehetőségeket

Irodalomjegyzék

1. A.S.A, (1995) Hódmezővásárhely Köztisztasági Kft.: Maroslelei úti hulladékdeponáló és kezelő létesítmények üzemeltetési utasítása. Hódmezővásárhely.
2. A.S.A, (2000): Hódmezővásárhely Köztisztasági Kft.: A hódmezővásárhelyi hulladéklerakó telep környezeti hatástanulmánya. Hódmezővásárhely.
3. ALEXANDER, M. (1985): Biodegradation of organic chemicals. *Env Sci Technol*, 19/106-111.
4. ÁRVAI, J.(1993): Hulladékgazdálkodási kézikönyv. Műszaki Kiadó, Budapest.
5. BAGCHI, A. (1989): Design, construction and monitoring of sanitary landfill John Wiley and Sons, p. 285
6. BAKOS, B.(1996): Hulladékgazdálkodás. In: Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazda kiadó, Budapest.
7. BARÓTFI, I.(2000): Környezettechnika kézikönyv. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
8. BARÓTFI, I.(1993): Energia Felhasználói Kézikönyv. Környezettechnikai Szolgáltató Kft., Budapest.
9. BARÓTFI, I.(1998): A biomassza energetikai hasznosítása. Energia Gazdálkodási Kézikönyv IX, Budapest.
10. BARÓTFI, I.-FENYVESI, L.-KOC SIS, K- MAROSVÖLGYI, B (1998): Biomassza energetikai hasznosítása, Energia-gazdálkodási kézikönyv Phare. 9., p. 51-63, Budapest.
11. BARTA, I. (1995): Az összes szerves települési hulladék és melléktermék komplex, a biogáz és biotrágya hasznosításával együttes kezelése, Hidrológiai Közöny.
12. BAI A.(2005): A biogáz előállítása - Jelen és jövő, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
13. BAI, A.(2007): A biogáz; Száz Magyar Falu Könyvesháza Kht., Budapest.
14. BAI, A. – LAKNER, Z. – MAROSVÖLGYI, B. – NÁBRÁNDI, A. (2002) A biomassza felhasználása. Agroinform Kiadó, Budapest.
15. BAAS, H.:(2003) Biogas utilization and operating experience with modern gas engines;VIth International Scientific Conference Gas Engines, Poland.
16. BÁNHEGYI, I. (1993): Biológiai hulladékkezelés. Hulladékgazdálkodás (szerk. Árvai J.), Műszaki Könyvkiadó, pp.39-423
17. BERE CZ, E.(1996): Hulladékdepóniák megújítása. Környezetvédelmi füzetek. Országos Műszaki Információs Központ és könyvtár, Budapest.
18. BERE CZ E. (1991):Biztonságos hulladéklerakók. Természetes és mesterséges szigetelőanyagok kiválasztása a hulladékkal való kompatibilitás függvényében Környezetvédelmi füzetek, 9. sz.
19. BERE CZKY, Á. (2006): Gázmotor mérési segédlet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Budapest.
20. BIACS, P.-CSUTORA, M.-HORNYÁK, M.- HORVÁTH, A.-ILLÉS, Z.-LÁBODY, J.-PRÉM, K.-RÉDEY, Á.-SZABÓ, I.- SZEKÉR, K.-TAMASKA, L.-TÓTH, G.-ZIMLER, T.:Hulladékgazdálkodás alaptankönyv, Tertia Kiadó Budapest, ISBN 9639387118, 2003
21. BILITEWSKI, B.-HÄRDTLE, G.-MAREK, K. (1990):Abfallwirtschaft, Springer Verlag
22. BONYAI, Z. – HORVÁTH, L. – OLESSÁK, D.(1981): Települési hulladékok kezelése. Építésügyi Központ, Budapest.
23. BONYAI, Z. – OLESSÁK, D.(1990): Hulladékgazdálkodás (Tanfolyami jegyzet, Vízgazdálkodási Intézet.
24. BOROS, T. (2002): Szilárd települési hulladék kezelésének életciklus-elemzésen alapuló rendszerei - optimálás program és modellszámítás segítségével. - In: Műszaki információ. Hulladékok és másodnyersanyagok hasznosítása, ISSN 0209-729X , 12. sz., 3-18. p
25. BRANDL, H. (1989.):Geotechnische und bauliche Aspekte bei der Neuanlage von Abfalldeponien Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, 134. Jg. H.3. pp. 123-163
26. CHRISTENSEN, TH.H -KJELDSEN, P. (1989):Basic biochemical process in landfills Sanitary Landfilling (ed.: CHRISTENSEN, TH.H.-COSSU, R.-STEGMANN, R.) Academic Press, pp. 29-48.)
27. CSETE, J.(2007): REDUBAR egy európai uniós project a biogáz érdekében; Gázberendezések, gázfelhasználás 2007/2008, Info-Prod Kiadó és Kereskedő Kft.
28. DANIEL (1987): Earthen liners for land disposal facilities Geotechnical Practice for Waste Disposal '87, Geotechnical Special Publication, No. 13. ASCE. pp. 21-39.
29. DÉRI, L. – HUDÁK, I. – REITH, I. – SZABÓ, I. – NAGY, GY.(2002): A települési szilárd hulladéklerakók beruházásához, üzemeltetéséhez, és bezárásához, Köztisztasági Egyesülés Tervezési segédlet, Budapest.
30. EHRI G, H.-J. (1980): Beitrag zum quantitativen und qualitativen Wasserhaushalt von Mülldeponien Veröffentlichungen des Institutes für Stadtbauwesen, H. 26. TU-Braunschweig
31. EHRI G, H.-J. (1989): Sickerwasser aus Hausmülldeponien. Menge und Zusammensetzung Müll-Handbuch, Loseblattsammlung, Lieferung I/89. Erich Schmidt Verlag
32. EHRI G, H.-J. 1994 Gasprognosemodelle bei unterschiedlichen Deponietypen, Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 6, Economica Verlag, 1994
33. EÖRSI, T. G. (2006): A hulladéklerakókból kidiffundálódó depóniagáz szerepe az üvegházhatásban, MVM ERBE Zrt., Budapest.
34. ELANGO, D.- PULIKESI, M.- BASKARALINGAM, P.- RAMAMURTHI, V.- SIVANESAN, S. (2006): Production of biogas from municipal solid waste with domestic sewage, Department of Civil Engineering, Hindustan College of Engineering, Padur 603 103, India b Department of Chemical Engineering, Anna University, Chennai 600 025, India Received 25 March 2006; received in revised form 3 July 2006; accepted 4 July 2006

35. EPA (1988): Waste minimization opportunity assessment manual. United States Environmental Protection Agency (EPA/625/7-88/003) Cincinnati, Ohio.
36. FARKAS F.(2011): Biohajtóanyagok felhasználásának lehetőségei és korlátai. Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban konferencia. Miskolc-Egyetemváros, 2011. május 18. p. 205-214.
37. FARKAS F.(2010): Climate change – biofuels. „Natural and artificial ecosystems in Somes-Cris-Mures-Tisa rives basins”. Nemzetközi konferencia, Arad, 2010. május 7-8. p. 172.
38. FEHÉR L. (1984):Veszélyes hulladékok, Műszaki Könyvkiadó, Bp
39. FENYVESI, L.-MÁTYÁS, L.(1997)::Új megoldások kutatása a megújuló energiaforrások hasznosítása területén. Biogáztermelés és hasznosítás. Jelentés, FMMI, Gödöllő.
40. FOGARASSY, C. – TÓTH, L. – SCHREMPF, N. – TÓTH, N. (2008) Biogáz termelés és felhasználás műszaki – gazdaságossági kérdései (előadás). MTA AMB 2008. XXXII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő.
41. FRANZIUS, V. (1987): Bedeutung von Oberflächenabdichtungen für Gas-und Wasserhaushalt von Deponien Fortschritte der Deponietechnik. Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis pp. 167-173. Erich Schmidt Verlag
42. FUCHSZ, M. –LENGYEL, A – SOMOSNÉ, N. A. – SZÁRSZÓ, T. – SZOLNOKY, T. (2010): A biogáz szerepe a vidékgazdaságban, P.29-31, Budapest.
43. GARAI, T.(2002): Biogázok előállítása szennyvíziszapból és más hulladékból, BME Kiadvány Hulladékok energetikai és biológia hasznosítása, Budapest.
44. GÁCS, I. (2003): Cogeneration in gas engines, OGÉT 2003, XI. Nemzetközi Gépész Találkozó, 11th International Conference in Mechanical Engineering, p. 84, 2003május 8-11 Kolozsvar
45. GÁCS, I.(1991): Fűtőerőművek környezetvédelmi vonatkozásai. Előadás a "Szombathely város egységes hőellátása és a kapcsolt villamosenergia-termelés lehetősége" c. szemináriumon. Szombathely, 1991. december 3.-4.
46. GÉMESI, ZS.(2009): Anaerob fermentációval előállított biogáz megtisztítása-metán leválasztása és gázellátó vezeték-hálózatba való betáplálás, vagy motorhajtóanyagként való felhasználása OBEEK Tudományos szakmai kiadványok (4/12), ISBN 978-963-269-150-3, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.
47. GÖNCZ, I. (2005): Depóniagázzal működő gázmotoros kiserőmű kivitelezése az A.S.A. Hódmezővásárhelyi Köztisztasági Kft. szilárdhulladék lerakó területén. Hatástanulmány, Kecskemét, 2005
48. HAJDÚ, J. (2009): Biogázüzemek működése és biogáz üzemi technológiák, OBEEK Tudományos szakmai kiadványok (11/12), ISBN 978-963-269-157-2, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.
49. HAJDÚ, J. (2009) Alternatív energiatermelés a gyakorlatban. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, p. 20-21.
50. HÓDI, J. (2006):Biogáz tisztítás és hasznosítás. II. Magyar Biogáz Konferencia, Gödöllő.
51. HÓDI, J. (2000): Debreceni depóniagáz és hő hasznosítás, Megvalósíthatósági tanulmány, Budapest.
52. HÓDI, J. (2006): Biogáz tisztítás-energetikai hasznosítás. IV. Nemzetközi Energetikai Konferencia, Debrecen.
53. HÓDI, J. (2008):Depóniagáz, mint hasznosítható energia XVIII. Nemzetközi Köztisztasági Szakmai Fórum Szombathely, 2008. április 22-24.
54. HÓDI, J. (2009): Depóniagáz kutak problémái, megoldási lehetőségek XIX. Nemzetközi Köztisztasági Szakmai Fórum, Szombathely, 2009. április 21-23.
55. HEYER, K.U. (2003): Emissionsreduzierung in der Deponienachsorge, Hamburger Berichte 21, Abfallwirtschaft, Technische Universität Hamburg-Harburg
56. IPPC, (2002): Goodd practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories emmission from waste incineration, intergovernmental panel on climate change, Montreal.
57. JESSBERGER, H.L. (1994):Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponien und Altlasten" der Deutschen Gesellschaft für Erd-und Grundbau e.V. Bautechnik, 1994. H.9. pp. 527-552
58. JUHÁSZ J. (1990): Vízkutatás, vízbeszerzés, vízgazdálkodás I. kötet. Tankönyvkiadó Bp., Egyetemi jegyzet.
59. KACZ, K.-NEMÉNYI, M.(1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
60. KALTWASSER, B.J. (1983): Biogáz- előállítás és hasznosítás. Műszaki Könyvkiadó, ISBN 963-10-4990-6 Budapest, p.145.
61. KAJNER P.(2000): Magán- és közszféra együttműködése a települési hulladékgazdálkodásban Magyarországon X. Országos Köztisztasági Szakmai Fórum és Kiállítás, Szombathely 2000. április 18-20. pp. 83-89.
62. KAPROS, T. (20008): Biogáztüzelés az ipari berendezésekben, TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE), Budapest.
63. KENDI, P. (1999): Kettős üzemű gázautók; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1999
64. KERÉNYI, E.(1995): Általános környezetvédelem. Globális gondok lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió, Budapest.
65. KERÉNYI, E.(1990): Környezetvédelem Műszaki Értelmező Szótár. Akadémiai Kiadó, Budapest.
66. KERÉNYI, E.(1998): Környezetvédelem, környezetgazdálkodás és környezettudomány Akadémia Kiadó, Budapest.
67. KERTÉSZ, GY. – MANN, T.(1991): A hulladék végső elhelyezése. In: Hulladékgazdálkodási kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
68. KISSNÉ QUALICH, E.(1983): A biogáz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
69. KISS G. (1992):Szilárd kommunális hulladékok felszíni elhelyezése, Miskolci Egyetem, Hidrogeológiai Mérnökgeológiai Tanszék, Diplomaterv
70. KOVÁCS, K. (2007): A biogáz ipar helyzete és perspektívái Magyarországon, Magyar Biogáz Egyesület; III. Magyar Biogáz Konferencia; Budapest, 2007. december 4.

71. KOVÁCS, V. – MEGGYES, A.(2009): Biogázok energetikai hasznosíthatóságának vizsgálata belsőégésű motorban; OGÉT .
72. LOLL, U.(2001): Biogaspotenziale im Klärschlamm und anderen biogenen Abfällen, KA Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, 48. k. 10. sz. 2001. p. 1424-1429.
73. LU, A.(2005): Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia, Widjaya International Technologies Centre, Australia Accepted 15 September 2005 Available online 8 November 2005
74. MOLNÁR, T. (2001):Tervezze meg egy városi hulladéklerakó telep technológiai megoldásait különös tekintettel a szivárgó víz kezelésére, évfolyamdolgozat, Szent István Egyetem, Gödöllő, Gépészmérnöki Kar, Környezettechnika Tanszék, Hódmezővásárhely.
75. MOLNÁR, T. (2002): Biogáz kinyerés és hasznosítás a hódmezővásárhelyi hulladéklerakó telepen, SZIE- Gépészmérnöki Kar, Környezettechnika és Épületgépészeti Tanszék Diplomamunka, Gödöllő.
76. MOLNÁR T., SALLAI L., BARNA V., KISS K. (2007): Energetikai célú biomassza-potenciál vizsgálata a Hódmezővásárhelyi kistérségben. SZTE-MGK Hódmezővásárhely.
77. MARKÓÉ MONOSTORY, B.(1998): Kommunális és ipari hulladékok biológiai kezelése. Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest.
78. MAROSVÖLYI, B.(1995): A megújuló energiaforrások mezőgazdasági termelését és hasznosítását előkészítő elemzés az externális költségek feltárásával. Gate Gödöllő.
79. MÁRMAROSI, I. (2009): Biogáz-, avagy hogyan teremthetünk forrást a hulladéklerakók rekultivációjához, ENER•G Energia Technológia Zrt „Az önálló energiagazdálkodás – Feladat vagy lehetőség?” Önkormányzati Konferencia, Budapest
80. MEGGYES, A.– BEREZKY, Á. (2007): Kapcsolt gázmotorok energetikai vizsgálata. X. Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelési Konferencia, Visegrád.
81. MOGYORÓSI, P.-ÁNYOS, J.(2003): Hulladéklerakóban keletkező biogáz. Debrecen
82. McDONALD S. – BISHOP A. G. – PRENZLER P. D. – ROBANDS K. (2004):Analytical chemistry of freshwater humic substances. Review. *Analytica Chimica Acta*, 527: 105-124. p.
83. MURHY, J.D.- McKEOGH, E. (2003):Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste, Department of Building and Civil Engineering, Cork Institute of Technology, University College Cork, Ireland Received 8 September 2003; accepted 3 December 2003
84. NAGY I.- RÁKOSI J.: (1999): Települési szilárdhulladék-gazdálkodás céljai és finanszírozási rendszere, ÖKO, 1999. X. évf. 1-2. szám, pp. 1-22.
85. NAGY, V. (2010): A biogáz előállítási eljárások hatása a gázmotor üzemére, különös tekintettel a károsanyag kibocsátásra. Doktori disszertáció Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Pattantyús-Ábrahám Géza Doktori Iskola, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Budapest, p.19-29
86. NAGY, V.– MEGGYES, A. (2008): Biogázok alkalmazása belsőégésű motorok üzemeltetésére. Poszter, MTA AMB XXXII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő 2008. január 22., CD kiadvány, 6 p
87. NAGY, V.– MEGGYES, A. (2007): Utilization of biogas in gas engines. Előadás, 8th International Conference on Heat Engines and Environmental Protection (Hőerőgépek és Környezetvédelem Nemzetközi Konferencia); Balatonfüred 28-30 May, 2007.,Proceedings p 95-100
88. OLESSÁK, D. – SZABÓ, L.(1984): Energia hulladékokból. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
89. OLESSÁK, D.(1998): Hulladék hasznosításának és ártalmatlanításának korszerű módszerei(Tanulmány), Vízgazdálkodási Intézet, Budapest.
90. OECD (1996): Waste Prevention and Minimisation. Berlin
91. EUROBSERV'ER (2008) Biogas Barometer, July 2008
92. OWEIS, I.S. - KHERA, R.P. (1990): Geotechnology of Waste Management Butterworths, p. 273
93. PERSSON, M., Ö. JÖNSSON, A. WELLINGER (2006) Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection. IEA Bioenergy Task 37.
94. RAMKE, H.G. (1991): Hydraulische Beurteilung und Dimensionierung der Basisentwässerung von Deponien fester Siedlungsabfälle, Leichtweiss-Institut für Wasserbau der TU Braunschweig, Mitteilungen, H. 114. p. 326.
95. RASCHKE, C., 1987. Bodenverunreinigung durch Gasmigration. Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, eittgemäße Deponietechnik, II, 97-105 pp
96. REEVE, J.N. (1992):Molecular biology of methanogens. Annu Rev Microbiol, 1992/46.
97. RETTENBERGER, G.-SASSE, T.-URBAN, S. (1988): Konzeption der Oberflächenabdichtung an der SAD Gerolsheim Zeitgemäße Deponietechnik II. Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 29., pp. 39-61. Erich Schmidt Verlag
98. RETTENBERGER,G., (1982):Beeinflussung des Gashaushaltes durch externe Vorgänge. Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen der TU Braunschweig, 377 - 392 pp.
99. RETTENBERGER, G. (1987): Gashaushalt von Deponie Deponie I, Ablagerung von Abfällen, EF Verlag,
- 100.RETTENBERGER, G. (1995): Betriebshandbuch Deponiegas Hrsg. RUK Ingenieurgruppe, Stuttgart
- 101.RYDING, S. O. (1994): Environmental management handbook. IOS Press, US;New Ed edition. 798. p
- 102.SEMBERY, P – TÓTH, L. (2004): Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó, Budapest, p. 274-279.
- 103.SVÁB, J. (1981): Biometria módszerek a kutatásban, Mezőgazdasági Kiadó, ISBN 9632310136, p.50-51., Budapest
- 104.SZABÓ, L. – OLESSÁK, D.(1983): Hulladékhasznosítás – szilárd hulladékok feldolgozása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

- 105.SZABÓ, I.(1994.a):A hulladéklerakók aljzatszigetelő rendszerének kialakítása,Műszaki irányelv tervezet. Kézirat
- 106.SZABÓ, I.(1994.b):A hódmezővásárhelyi kommunális hulladék-lerakóhely talajmechanikai szakvéleménye, ME. Hidrogeológiai-mérnökgeológiai Tanszék. Kézirat.
- 107.SZABÓ, I.(1995): Hulladékelhelyezés I-IV, „Ipar a környezetért” Alapívány, Budapest
- 108.SZABÓ, I (1999): Hulladékelhelyezés, Miskolci Egyetemi Kiadó, Egyetemi tankönyv, p.400
- 109.SZUNYOG, I.:(2008) Elméleti biogáz potenciál – Egy európai uniós kutatási projekt részeredményei, Miskolci Egyetem Köolaj és Földgáz Intézet Gázmérnöki Intézeti Tanszék.
- 110.SZUNYOG, I. (2009): Az egyes biogáz típusok magyar földgázrendszerbe történő betáplálásának minőségi korlátai. In: Energiagazdálkodás. 50. évfolyam, 3. szám, 2009. p. 20-25.
- 111.SZUNYOG, I. (2010): A biogáz hasznosítása villamos energiatermelés, földgázhálózati betáplálás és hajtóanyag célú hasznosítás FARMAGAS Szakmai Továbbképzési Konferencia Kecskemét, 2010. szeptember 23.
- 112.SCHENKEL, W. (1974):Die geordnete Deponie von festen Abfallstoffen. Theoretische Grundlagen und praktische Durchführung Beihefte zu Müll und Abfall, H.9. Erich Schmidt Verlag
- 113.SELMECI, J.(1998): Inert tartalmú gázok eltüzelésével kapcsolatos kísérleti tevékenység, XXXIV. Ipari Szeminárium, Miskolc.
- 114.STIEF, K. (1985) Anforderungen an die Wirksamkeit von Deponiebasisabdichtungen Deponiebasisabdichtung mit Kunststoffdichtungsbahnen, Beihefte zu Müll und Abfall, H.22. pp. 9-13.
- 115.STEGMANN, R. – SPENDLIN, H.-H., (1987.): Vorgänge in kommunalen Abfalldeponien Grundlagen der chemisch-physikalischen und biochemischen Prozesse. Deponie. Ablagerung von Abfällen. EF-Verlag, Berlin
- 116.STACHOWITZ, W. H. (2004): „Berechnung“ oder Abschätzungen von Gasproduktionsmengen Gasprognose
- 117.STACHOWITZ, W. H (2005): Grundlagen der Fassung und Entsorgung von Deponiegas, DAS – IB GmbH Stand: Juli 2005
- 118.SHIMA, S. E.WARKENTIN, R.K. THAUER, és U. ERMILER, (2002): Structure and function of enzymes involved in the methanogenic pathway utilizing carbon dioxide and molecular hydrogen. J Biosc Bioeng, 93:519-530
- 119.SCHULZ, H. – EDER, B. (2005) „Biogázgyártás”; CSER Kiadó, Budapest
- 120.TABASARAN, O.(1980):Überlegungen zum problém deponiegas, müll und abfall, 8.sz.1980.p.204-210.
- 121.TABASARAN, O.- RETTENBERGER, G (1987) Grundlagen zur planung von entgasungsanlagen handbuch müll und abfall, Kennz. 4547, Lieferung 1/87, E. Schmidt Verlag
- 122.TABASARAN, O. (1981):Gas production from landfill. In: Bridgewater AV, Lidgren K, editors. Household waste management in Europe, economics and techniques. New York: Van Nostrand Reinhold Co.; 1981. p. 159–75.
- 123.TCHOBANOGLIOUS, G.-THEISEN, H.-VIGIL, S. (1993):Integrated solid waste management Mc Graw-Hill Inc., p. 913.
- 124.THYLL, SZ.(1996): Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- 125.THOME-KOZMIENSKY, K.J. (1987):Deponie. Ablagerung von Abfällen EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH
- 126.VAJDA, B.- NEMESTÓTHY, N.-GUBICZA, L.-BÉLAFINÉ,B. K. (2008): Biometán előállítás membránok segítségével, Pannon Egyetem, Műszaki Kémiai Kutató Intézet
- 127.VERMES, L.(1998): Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 128.WEBER, B. (1990): Minimierung von Emissionen der Deponie, Veröff. des ISAH, Univ. Hannover, Heft 74.
- 129.WEBER, B. (1993) Gas- und Wasserhaushalt von Deponien, Abfallwirtschaftsjournal, Jg. 5, Heft
- 130.WILSON, E. J.(2002): Life cycle inventory for municipal solid waste management. = Waste Management & Research, 20. k. 1. sz. 2002. febr. p. 16-22.
- 131.WILSON, E. J.(2002): Life cycle inventory for municipal solid waste management. Part 2: MSW management scenarios and modeling. Waste Management & Research, 20. k. 1. sz. 2002. febr. p. 23-36.
- 132.WOPERÁNÉ SERÉDI, Á – TANKA, S.(2011): Hulladéklerakóban keletkező biogáz hasznosítása, Miskolci Egyetem, Tüzeléstani és Hőenergia Intézeti Tanszék, Anyagmérnöki Tudományok, Miskolc, 36/1. kötet. pp. 79–90
- 133.WULF S.- JAGER, P.- DOHLER, H. (2005): Balancing of greenhouse gas emissions and economic efficiency for biogas-production through anaerobic co fermentation of slurry with organic waste, Institute of Plant Nutrition (IPE), University of Bonn, Karlrobert-Kreiten Str. 13, D-53115 Bonn, Germany b Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Bartningstr. 49, D-64289 Darmstadt, Germany Available online 26 October 2005
- 134.ZEHNDER, ABJ.(1998): Biology of Anaerobic Microorganisms. New York: John Wiley and Sons, 1988.
- 135.ZEHNDER, A.J.B. - INGVORSEN, K. - MARTI, T. (1982): Microbiology of methane bacteria Anaerobic Digestion (ed: HLIGHES et al.), pp. 45-68.) Proc. of the Second Int. Symp. of Anaerobic Digestion, Travemünde, 6-11 Sept. 1981. Elsevier
- 136.20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről
- 137.242/2000. (XII. 23.) Korm. rendelet a települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szakmai szabályairól
- 138.22/2001. (X. 10.) Köm rendelet a hulladéklerakás, valamint a hulladéklerakók lezárásának és utógondozásának szabályairól és egyes feltételeiről