

Schuller Tibor
Levelező fizika szakos hallgató

Szelektív hulladékgyűjtése
Szakdolgozat

PTE, Fizikai Intézet
2008

Témavezető dr. Német Béla

I. Bevezetés

A témaválasztás indoklása

Mottó: „Két ember alkotta tárgy látszik az úrből, a kínai nagy fal és a New-Yorki szemételep.”

Nem véletlenül választottam dolgozatom mottójául a fenti idézetet, amelyre a Kukabúvár című újság egyik számában találtam. Az emberiség elképesztő mennyiségű hulladékot halmoz fel a Földön, akár az ipar, a mezőgazdaság termelési hulladékát, akár a háztartásokban létrejövő kommunális szemetet nézzük. Már-már teljesen elborít bennünket a felhalmozódott „melléktermék”. És ezzel egyidejűleg pusztul a Föld élővilága, szennyeződik a talaj, a levegő, a vizek.

Márpedig hulladék keletkezik, és ezzel valamit tenni kell. Össze kell gyűjteni, el kell szállítani, és amennyiben ez lehetséges értelmes módon fel kell használni, újra kell hasznosítani.

Én a sokféle keletkezett hulladékból a kommunális hulladékot választottam. Ezzel vagyunk mindannyian közvetlen kapcsolatban, minden nap „létrehozzuk”, ez okoz számunkra a legtöbb „kényelmetlenséget”. És ez az a terület, amelyet a tanítás során a legjobban körül tudunk írni, hisz a gyerekek nem tudnak igazán ipari méretekben gondolkodni. A közvetlen környezetünkben kell kiindulni, otthon kell kezdeni, hogy azután a felnőtt tanítványok talán már jobban teszik a dolgukat, mint mi, jobban vigyáznak közvetlen és közvetett környezetükre.

Dolgozatomban kitérek a kommunális hulladék fogalmára, csoportosításaira, mennyiségi viszonyaira. Megmutatom, milyen jogszabályi háttér áll rendelkezésre Magyarországon, az Európai Unióban, a világon. Kitérek a gyűjtés, szállítás lehetőségeire, a hasznosítás formáira. Az egyik fejezetben kitekintek a világba, hogyan végzik ezt más országokban. Bővebben szólok egy konkrét hasznosítási lehetőségről, hogyan nyerhető villamos energia gazdaságos és környezetkímélő módon hulladékból. A következő részben érdekes, elképesztő, elrettentő esetek bemutatását teszem meg, majd a dolgozat végén bemutatom, hogy hogyan birkózunk meg ezzel a feladattal a mi iskolánkban, a marcali Noszlopy Gáspár Általános és Alapfokú Művészetoktatási Iskolában.

II. A kommunális hulladék fogalma, osztályozása, mennyiségi megoszlása

A települési hulladékok fogalma:

Az ember termelő-fogyasztó tevékenysége folyamán mindig keletkezik hulladék, amelyet adott műszaki, gazdasági és társadalmi feltételek mellett tulajdonosa sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud, illetve nem kíván.

A kommunális hulladékot mindenki ismeri: ez az, ami otthon keletkezik. Egyik része a kukába kerül, majd a szemételepre, másik része a lefolyókon keresztül a szennyvízhálózatba jut. Ezzel a hulladékkal a legnagyobb probléma annak hatalmas mennyisége. A Környezetvédelmi Minisztérium adatai szerint Magyarországon évente 4-5 millió tonna szilárd települési hulladék és 20 millió tonna kezelt folyékony települési hulladék keletkezik.

A települési hulladékok összetétele és mennyisége jelentős mértékben függ az életszínvontól, az életmódtól és ezen belül a fogyasztási szokásoktól. Ezt befolyásolja: az igények túlzott növekedése, a fejlődés és az életszínvonal, a jólét fogalmának téves értelmezése. Napjaink legtragikusabb tévedése, miszerint az anyagi javak halmozása egyenes arányban van a jóléttel, a katasztrófa felé vezet a világot nem csak a hulladékhegyek tekintetében. A baj tehát az, hogy túl sok hulladék keletkezik. Ennek alapvető oka a mértéktelen fogyasztás, az anyagi javak hajszolása. A gyárak abban érdekeltek, hogy minél több terméket adjanak el, ezért reklámokkal manipulálják az igényeinket. Mi pedig lassan mindent elhiszünk, és mindent megveszünk, majd kidobunk.

A települési hulladékok csoportosítása:

- települési szilárd hulladékok,
- települési folyékony hulladékok,
- inert hulladékok,
- biohulladékok.

Szilárd hulladékok fizikai, kémiai, biológiai jellemzői

Települési szilárd hulladékok mindazok a különböző méretű és összetételű szerves és szervetlen anyagok (ill. ezek keverékei), amelyek

- a települések lakóépületeiben (lakóházi szemét),
- közintézményeiben (intézményi szemét),
- közforgalmi és zöldterületeken (utcai, piaci stb. szemét, kerti hulladék) keletkeznek.

Ezeken felül az egyes gazdasági vállalkozásoknál keletkező, a háztartási hulladékhoz hasonló jellegű és összetételű, veszélyesnek nem minősülő hulladékok is ide tartoznak.

Fizikai jellemzők:

a) Mennyiség

A településszerkezet adottságától függően jelentős különbség adódik a főváros, a nagyobb városok és a községek hulladék-kibocsátása között: 0,6 -1,2 m³ / lakos / év. Az életmódtól és az életszínvontól, a fogyasztói szokásoktól függő települési szilárd hulladék mennyisége jelenleg Magyarországon évente kb. 21 millió m³ (kb. 4,6 millió tonna). Ennek mintegy kétharmada a lakossági eredetű háztartási hulladék, a többi az intézményeknél, szolgáltató egységeknél és gazdálkodó szervezeteknél jelentkezik, mint a háztartási hulladékkal együtt kezelhető hulladék.

A tapasztalatok szerint a települési szilárd hulladékok mennyisége éves átlagban 2-3 %-kal nő, és ez a tendencia hosszú távra is várható.

b) Sűrűség (egyed irodalmakban térfogatsűrűség)

A hulladék sűrűsége döntően a csomagolóanyagok arányának növekedése és a fűtési módok változása miatt, fokozatosan csökken. Jelenleg az átlagos sűrűség 0,2-0,25 t/m³, ami a városokban 0,15-0,2 t/m³-re módosul.

c) Összetétel, minőség

A hulladék összetétele folyamatos változásban van megfigyelhető egy évszakos ritmus és egy éven átívelő tendencia egyaránt. Az utóbbi évtizedekben egyre nő a papír, fémek és a műanyagok aránya, ennek eredménye a szemét gyors térfoghat növekedése. Sajnos a veszélyes alkotók is egyre gyarapodnak, a reklámok túl sok vegyszert és mérget (tisztító- és illatszert, pipercikket) erőltetnek ránk. A veszélyesnek minősülő összetevők elhasznált vegyi anyagok, gyógyszermaradékok, kémiai áramforrások stb. részaránya átlagosan 0,7-1 tömegszázalék, ami a hulladék kezelésénél különös gondosságot igényel.

Kertes környezetben előforduló leggyakoribb hulladék-összetevők átlagos arányai:

komposztálható hulladék télen 10-20 %, máskor 40-50 %;

papír 15-20 %, szelektív gyűjtéssel aránya akár 1 % alá is szorítható;

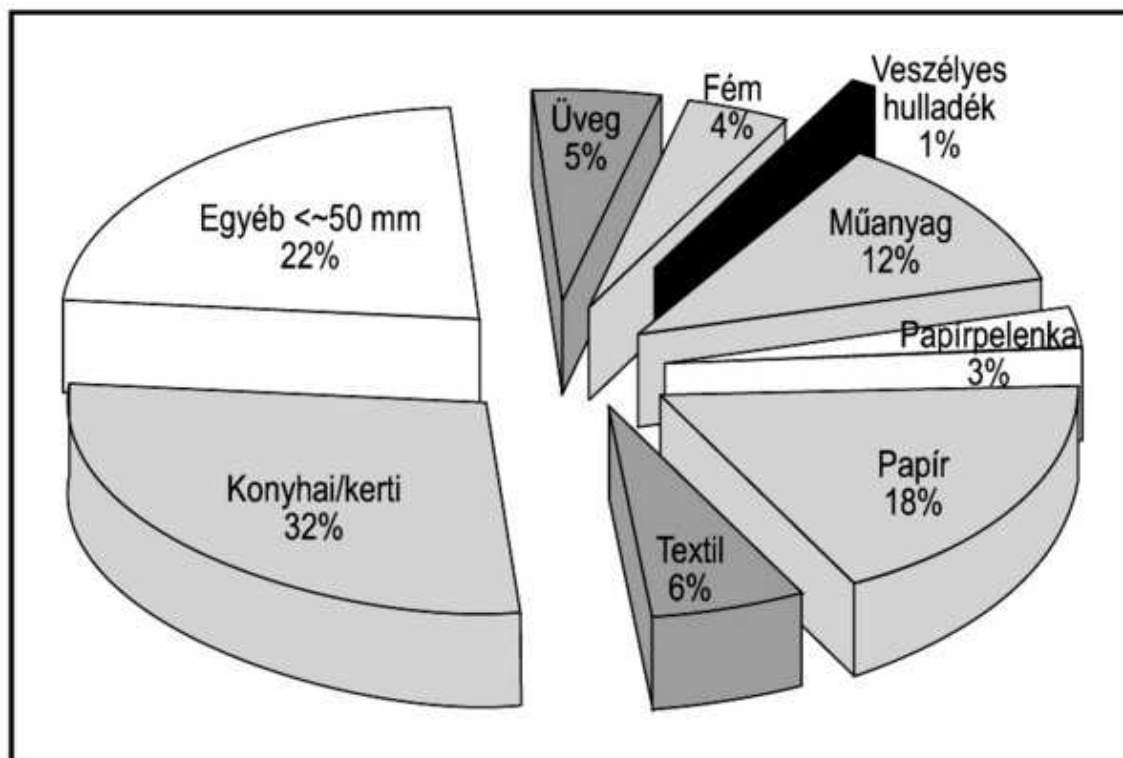
műanyag a leggyorsabb ütemben gyarapodó hulladékalkotó. Aránya ma 5-10 %, de ha a többi hulladék zömét hasznosítani tudjuk, akkor a maradékban a 30 %-ot is elérheti;

fém hulladék átlagosan 3-5 %, aránya azonban sajnálatosan gyorsan nő. Egyes kevésbé környezetbarát háztartásokban akár 10-15 %-ot is elérhet. A csomagolóipar termékei a konzervdobozok és a manapság oly divatos alumínium italos dobozok, melyek előállítására nagy környezeti terheléssel jár (bányászat, timföldgyártás, energia, szállítás, vörösiszap keletkezése) igen nagy mennyiségben keletkeznek;

üveghulladék átlagosan 4-5 %, de aránya folyamatosan nő, mert egyre ritkább a visszaváltható csomagolás, helyette terjednek az eldobó üveg- (és műanyag-) csomagolások, amelyek a gyártás nagy energiaigénye miatt jelentős környezeti terhelést okoznak;

kombinált összetételű hulladék legjobb példája a tartós tejet, vagy gyümölcslevet tartalmazó doboz, ami fémet, műanyagot és papírt egyaránt tartalmaz, de leginkább a csomagolóanyag-ipar tevékenységének köszönhetően számtalan más változata is létezik. Mivel az ilyen hulladék alkotóelemeinek szétválasztása, feldolgozása nehézkes és gazdaságtalan, célszerű az ilyen csomagolású termékeket kerülni;

veszélyes hulladék részesedése csupán 1 % körüli, de az általuk okozott környezeti kár igen jelentős.

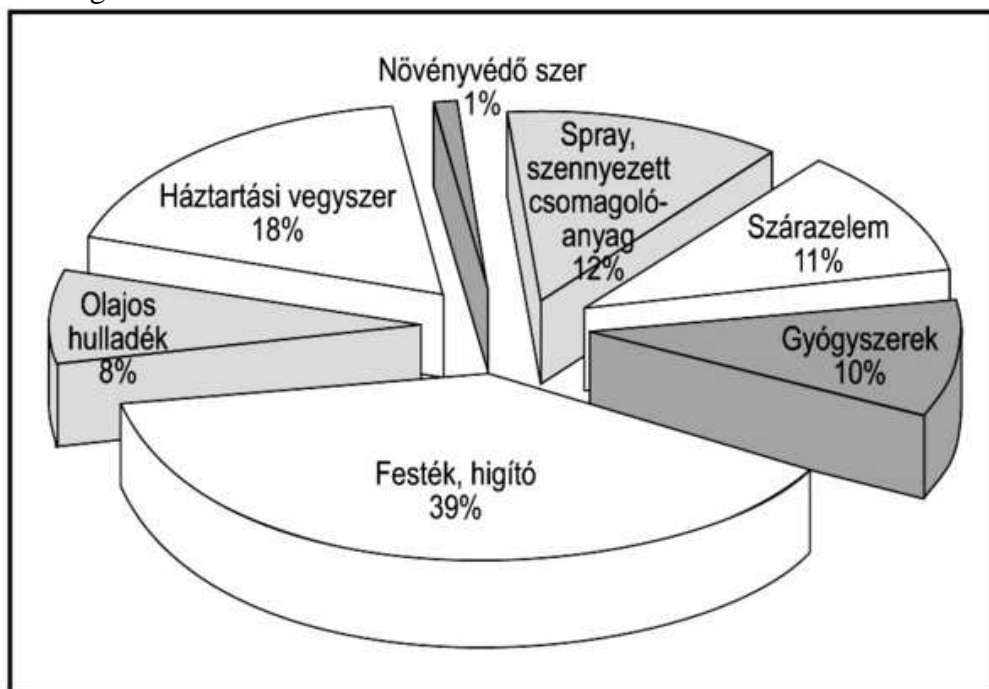


1. ábra

A fővárosi települési szilárd hulladék anyagcsoport szerinti megoszlása 1998. évben (m/m%)

A Fővárosi Közterület-fenntartó Vállalat tájékoztató vizsgálatokat végzett a települési szilárd hulladékban fellelhető kémiai jellegű veszélyes hulladékok mennyiségének felmérésére.

A felmérések szerint az ilyen anyagok részaránya 0,8–1,0 tömeg %-nak mutatkozott, a 2. ábra szerinti megosztásban.



2. ábra

A fővárosi települési szilárd hulladék 1 m/m %-ában lévő veszélyes hulladék 1998 évben

A hazai települési szilárd hulladék átlagos összetételét tekintve, 2010-ig tendenciájában várható, hogy:

- erőteljesen növekszik a papír (várhatóan 23-25 %-ra), és a műanyag (várhatóan 10-12 %-ra) részaránya,
- enyhébben nő az üveg és a fém részaránya,
- csökken a szerves maradványok (várhatóan 20 % alá) és a biológiailag bontható szerves összetevők (várhatóan 30-35 %-ra) részaránya,
- a hulladék fűtőértéke a jelenlegi 6000-6500 kJ/kg-ról 7500-8000 kJ/kg-ra növekszik.

A csomagolási hulladék az ipari területekről származó hulladék (ún. pre-consumer hulladék) a legértékesebb, ez tulajdonképpen a csomagolóanyag gyártás hulladéka és ennél fogva egyszerű, tiszta (nincs töltőanyag szennyezettség) és a legkönnyebben újrahasznosítható (az összetett anyagokat kivéve). Viszonylag tiszta hulladék-csoportot képeznek a hivatalokból, üzletekből stb. származó csomagolóanyag-hulladékok is. Legszenyettebbek a kommunális hulladékból elkülönített (u.n. post consumer) csomagolási hulladékok, mert élelmiszerekkel, vegyszerrel stb. szennyezettek, keverték azért recikláláshoz szelektálni kell őket. Az EU országokban évente mintegy 50 millió tonna csomagolási hulladék keletkezik, ebből kb. 41 millió tonnát nem hasznosítanak. A csomagolási hulladékoknak több mint a fele a háztartásokból kerül ki. A háztartási szemétnél 35-40 %-a csomagolási hulladék. A csomagolási hulladék 18-20 %-a műanyag. Az EU országokban a csomagolási hulladék kb. 20 %-át hasznosítják valamilyen formában. A csomagolási hulladék megoszlása (papír, fa, üveg, műanyag, fém, textil) alapján a nem, vagy alig lebomló műanyagok aránya 20-30%.

Kémiai jellemzők

Három jellemzőt emeltem ki a kémiai jellemzők közül:

- a kémhatást
 - a nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmat (a hulladék mezőgazdasági hasznosítása szempontjából, a trágyaérték megítéléséhez szükséges)
 - a szén-nitrogén arányát (komposztálásos ártalmatlanítás és a biogáz előállítás alkalmazásakor van jelentősége)
- A pH-mérés alapján 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 komposztálásos ártalmatlanítás alkalmazásakor a *C:N arányának* fontos jelentősége van.

Biológiai jellemzők

A mikroorganizmusok jelenléte, köztük a fertőző betegségeket terjesztő kórokozók jelenléte a hulladékban.

- A különféle forrásokból származó hulladékokban gyakran megtalálhatók a legkülönbözőbb mikroorganizmusok, köztük fertőző betegségeket is terjesztő kórokozók (vírusok, baktériumok, féregpeték stb.). Megfelelő körülmények között a kórokozók a hulladékokban hosszabb ideig (napok-hónapok) életképesen megmaradnak, onnan a talajba, a vízbe kerülhetnek, és közvetlen érintkezés útján is fertőzést okozhatnak. 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 hatáselemzés megállapításait is figyelembe kell venni.
- Az 1. táblázat adatai jól szemléltetik a hulladékokban előforduló kórokozók és az általuk okozott betegségek sokféleségét. Az értékek jól érzékeltetik a hőhatás fontos szerepét a hulladékok kezelése (ártalmatlanná tétele) során. A hulladékokban hőhatás nélkül, természetes körülmények között egyes kórokozók igen hosszú ideig (hónapokig, sőt egy éven túl is) életképesen megmaradhatnak, különösen a spóráképzők és a bélféregpeték. Meg kell azonban jegyezni, hogy a kórokozók a hulladékokban csak a fertőzés lehetőségét jelzik, az ilyen hulladék, fertőzést terjesztő közegnek tekinthető.

Megnevezés	A kórokozó által okozott betegség	Nedves közegben való elpusztításához		Életképessége	
		szükséges hőmérséklet, °C	behatási idő, min.	hulladékokban, talajban	nap
Salmonella typhi	hastífusz	55-60	5-30	szennyvíz	6
				szemét	4-115
Salmonella paratyphi B.	paratífusz	60	15-20	szemét	24-136
				szennyvíz	23
Escherichia coli	coli	60-80	15-20	szennyvíziszap	180-360
				termőföld	200
Shigella dysenteriae	bacilláris dizentéria	55	60	szemét	10-40
				szennyvíz	2-5
Mycobacterium	tuberkulózis	55-65	5-60	köpet	120-200

tuberculosis				termőföld	150–180
Clostridium tetani	tetanusz	100	5–60	termőföld	évekig
Vibrio cholerae	kolera	50	30–60	szemét	1
				szennyvíz	2–5
					20–30
Leptospira ictero haemorrhagiae	Weil betegség			szennyvíz	60
Poliomyelitis bírus	gyermekbénulás	50-60	10-30	szennyvíz	8–180
Hepatitis vírus	fertőző májgyulladás	60	140	szennyvíz	180
Ascaris (pete)	orsóférgesség	50-55	60	ürülék	120
				szennyvíz	90
			5-7	szennyvíziszap	30
				termőföld	évek
Trichinae spiralis (lárva)	borsóféreg	66,5	1	szemét	100–180
Entamoeba histolytica	amőbás dizentéria	45	30	szemét	40–50
		50	5		

1. táblázat

A hulladékokban előforduló kórokozók és az általuk okozott betegségek

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.

Folyékony települési hulladékok jellemzői

Folyékony hulladék az a hulladékká vált folyadék, amelyet nem vezetnek el és nem bocsátanak ki szennyvízelvezető hálózaton, illetve szennyvíztisztító telepen keresztül.

Települési folyékony hulladék tehát a:

- közcsatornára nem kötött emberi eredetű szennyvízből származó,
- kommunális szennyvizet befogadó közüzemi csatornák és árkok, szennyvíztelepek fenntartásából és tisztításából származó hulladékok, így a kommunális szennyvíz tisztításából származó nyers, rothasztott szennyvíziszap is. Nem tartozik ide a termelési tevékenységből származó folyékony hulladék.

Inert hulladékok jellemzői

Az inert hulladék fogalmát a gyakorlatban (eddig jogszabályi definiálatlansága miatt) leginkább építési és bontási hulladékként, kitermelt földként vagy síttként szoktuk emlegetni.

Jogszabályi definíciót a 213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet tartalmaz: "Inert hulladék: az a hulladék, amely nem megy át jelentős fizikai, kémiai vagy biológiai átalakulásra. Jellemzője, hogy vízben nem oldódik, nem ég illetve más fizikai vagy kémiai módon nem reagál, nem bomlik le biológiai úton, vagy nincs kedvezőtlen hatással a vele kapcsolatba kerülő más anyagra oly módon, hogy abból környezetszennyezés vagy emberi egészség károsodása következne be, további csurgaléka és szennyezőanyag tartalma, illetve a csurgalék ökotoxikus hatása jelentéktelen, így nem veszélyeztetheti a felszíni vagy felszín alatti vizeket".

Az inert hulladék lerakására vonatkozóan speciális szabályok vannak életben (amelyek a 22/2001. (X.10.) KöM rendelet-ben található meg). Ennek megfelelően az inerthulladéklerakók műszaki védelem szempontjából alacsonyabb kategóriába soroltak, mint a települési hulladéklerakók, ezáltal kialakításuknak – és így az ott lerakott hulladék kezelésének – költsége alacsonyabb, miközben az inert hulladékok tulajdonsága következtében a környezeti kockázat nem növekszik. Az inert hulladék kezelésének egyéb megoldásai esetében a hulladékok kezelésére vonatkozó általános szabályok szerint kell eljárni.

Az inert hulladék kategórián belül leggyakrabban az építési és bontási hulladékot említik. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy igaz ugyan, hogy a keletkező építési és bontási hulladék legnagyobb hányada inertnek tekinthető, de ez nem a teljes mennyiségre igaz, azaz az "inert hulladék" és az "építési és bontási hulladék" kategóriák nem egymás helyettesítői.

Biohulladékok jellemzői

a) biohulladék: minden olyan növényi és állati eredetű szerves hulladék, amely aerob vagy anaerob úton biológiailag lebomlik vagy lebontható;

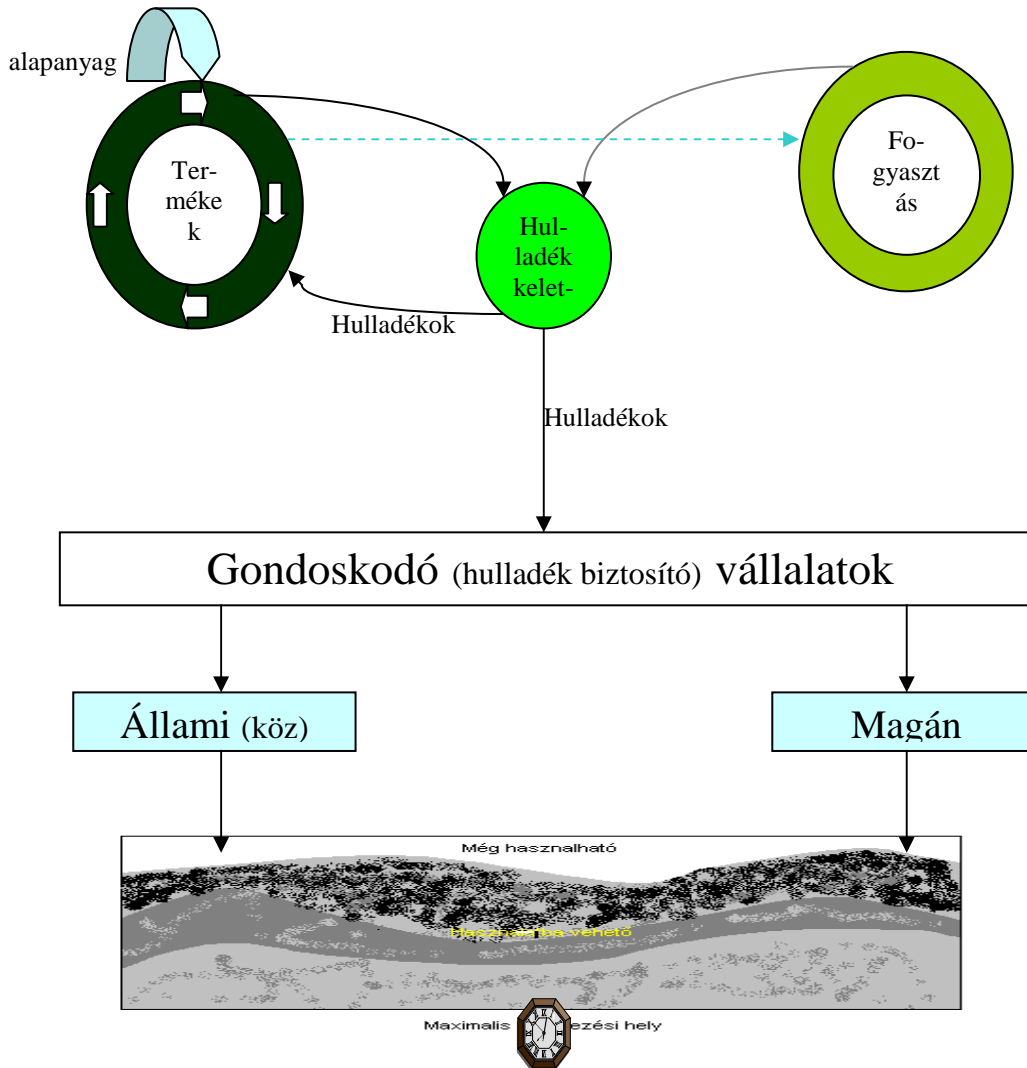
b) zöldhulladék: olyan növényi hulladék, amely kertekből, parkokból származik (fanyesedék, ág, gally, fű, lomb, fűrészpor, faforgács stb.), a külön jogszabályban meghatározott úttisztításból származó hulladék kivételével;

c) maradék hulladék: a hasznosítható és veszélyes összetevők keletkezés helyén történő elkülönítése után a települési szilárd hulladéknak a külön jogszabályban meghatározott megmaradt része;

III. Hulladékgazdálkodás

A kommunális hulladék kezelése
Gyűjtés, tárolás, szállítás, feldolgozás

A hulladékbiztosítás feladatai



3. ábra

A hulladékbiztosítás feladatai

Végső célul egy modern hulladékgazdálkodást kell kitűzni. Elsősorban a hulladékok keletkezését kell elkerülni. Amennyiben ez nem lehetséges akkor gondoskodni kell annak környezetbarát felhasználásáról. Ha a felhasználás sem lehetséges, akkor a környezetbarát elhelyezést kell biztosítani. A központi probléma a nagy mennyiségű hulladékkal szemben álló

csekély létszámú gondoskodó, hulladékbiztosító létesítmény, valamint egy részletes, jó hulladékgazdálkodási törvény hiánya.

A hulladékgazdálkodás egyéni, helyi, területi és országos feladatainak hatékony végzése csakis összehangoltan, egymásra épülve, az elvégzendő feladatok megfelelő szintre helyezésével történhet. Indokolt tehát egy olyan átfogó hulladékgazdálkodási törvény kialakítása, amely kezelni tudja mind a hulladékokban rejlő potenciális környezeti veszélyeket, mind az anyagi gazdasági lehetőségeket

A hulladékgazdálkodási törvény célja, hogy a hulladékgazdálkodás eszközeivel segítse elő a természeti és épített környezet megóvását és a fenntartható fejlődés biztosítását.

A törvény céljainak elérése, a hulladékgazdálkodás alapelveinek és prioritásainak érvényesülése csakis a gazdasági érdekeltségen, a piaci mechanizmusokon keresztül lehet sikeres. A hulladékgazdálkodás finanszírozását tehát olyan gazdasági szabályokkal kell megoldani, amelyek biztosítani tudják a hulladékkezelési költségek (kötelezettségek) fedezetét, és a környezetvédelmileg kívánatos megoldások egyúttal gazdaságosak is legyenek.

A megfelelő kezelő kapacitások kiépítéséhez és a hulladékok okozta veszélyek elkerülése érdekében átfogó statisztikai adatszolgáltató rendszerre van szükség, amelyből megállapítható a keletkező hulladékok mennyisége és minősége, valamint a hulladékok további sorsa (a hulladék helye, kezelése, kezelési módja, tárolása).

A jelenleg legelterjedtebb gyűjtési, kezelési és szelektálási módszerek:

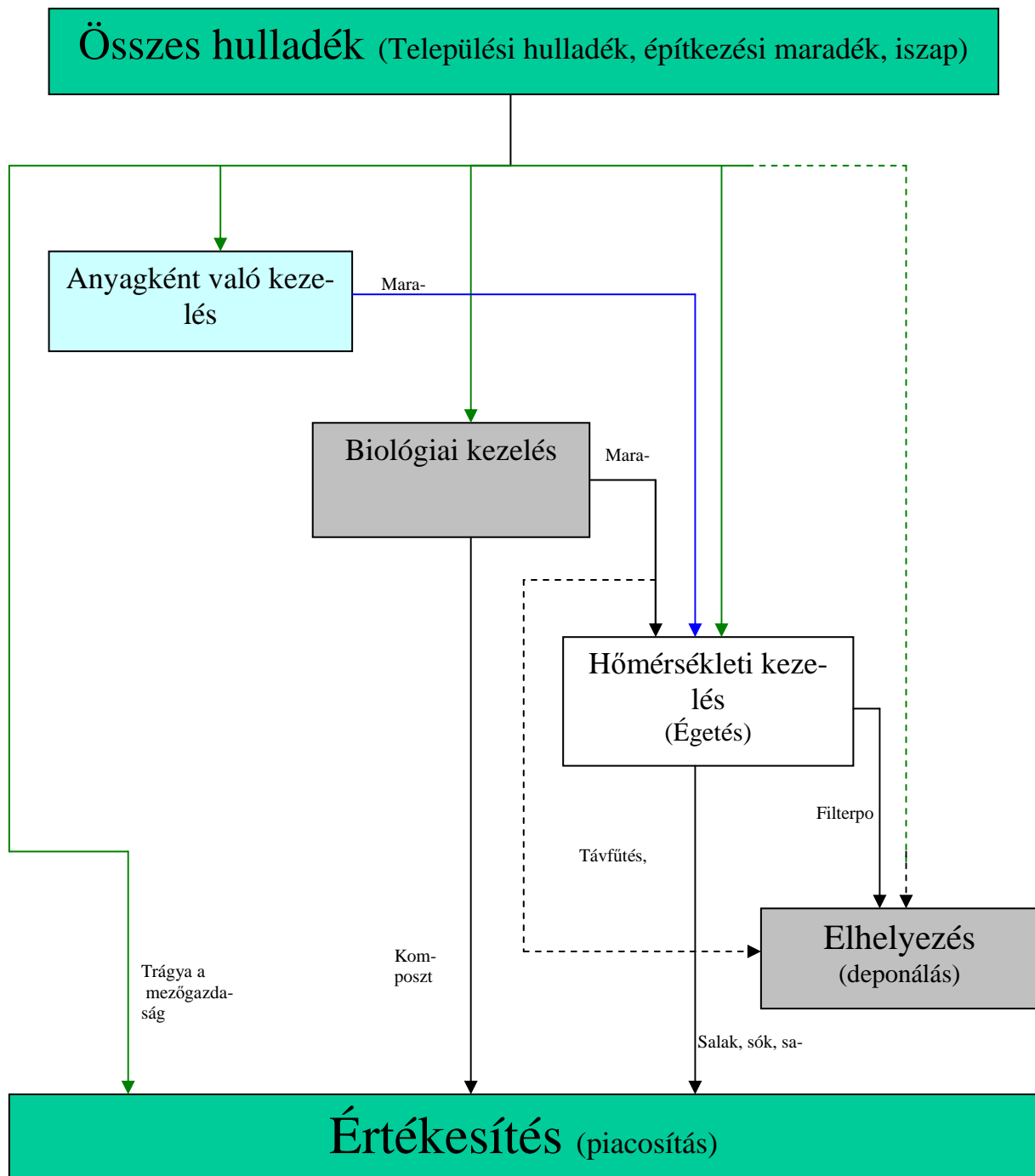
elsődleges feldolgozás azonos termék előállítására eredeti formában.

másodlagos termék előállítására új termék de kisebb használati értékű

harmadlagos pirolízissal hidrolízissal hulladék eredeti építőanyagra bontása

negyedleges égetéskor keletkező hő energia hasznosítása.

Hulladékgazdálkodási koncepciók



4. ábra
Hulladékgazdálkodási koncepciók

A hulladékokról való gondoskodás egyik koncepciója a települési szemét összefogásán alapul. Ez a következő részekből tevődik össze:

1. Stratégiák a hulladék elkerülésére
2. A magánháztartások hulladékainak rendszerezett gyűjtése, a problémás hulladékokról való gondoskodás
3. Összegyűjtés, szétválogatás, előkészítés, értékesítés (piacosítás)
4. A maradékszemét termikus kezelése a hozzá kapcsolódó kezelésekkel és a maradékanyag lehetőség szerinti értékesítése

5. A nem értékesíthető maradékanyagok környezetbarát módon való elhelyezése (deponálás)

Ezek a koncepciók gyakran a termelés és kereskedelem átalakítását igényelnék. A hatékony hulladékgazdálkodáshoz elkerülhetetlenül szükség van átalakításokra, a nyílt folyamatokról a kvázi zárt folyamatokra való áttérésre. Az ideális képet egy sokoldalú, technikai ökológiai és ökonómiai akadályokat elkerülő zárt körfolyamat-gazdálkodás adja.

A legfontosabb komponensei az összevont hulladékgazdálkodásnak az anyagként való kezelés, a biológiai kezelés, termikus vagy hőmérsékleti kezelés és az elhelyezés, deponálás. Ezek az ún. komponensek egymással szoros összefüggésben állnak. Ezekkel a módszerekkel lehet a hulladék minden fajtáját szétválasztani és ismét a piaci körforgás rendszerébe visszajuttatni. Ezekkel a gondoskodó, biztosító létesítményekkel komoly mennyiségű nyersanyagot és energiát lehet megspórolni. Ezen koncepciók megvalósítása a háztartások és üzemek területén tisztább hulladék-elkülönítést biztosítanak.

A tisztaszap egy részét, mint trágyát a mezőgazdaság alkalmazni tudja. Az elhasznált papír, üveg, fém összegyűjthető és a körfolyamatba könnyen visszavezethető. Pl. a műanyagot anyagként lehet kezelni és a hozzá kapcsolódó műveletekkel a körfolyamatba ez is visszavezethető. Biológiai kezeléssel, azaz komposztálással a növényi eredetű hulladékok bioszemetek stb. a háztartások rendelkezésére állíthatók. A komposztok nem minden része értékesíthető. A komposztművekből származó maradékanyagokat termikus kezelésnek kell alávetni. A deponálás illetve elhelyezés módszerét csak a legvégső megoldásként szabad alkalmazni mivel ennek a módszernek vannak legkevésbé környezetbarát tulajdonságai.

Hulladékkezelési tevékenységen a Hulladékgazdálkodási törvény (Hgtv.) a hulladék gyűjtését, begyűjtését, szállítását, előkezelését, tárolását, hasznosítását és ártalmatlanítását érti.

Gyűjtés

A gyűjtés, a további kezelést (hasznosítás, átmeneti tárolás, ártalmatlanítás) igénylő hulladék tárolása a környezetet nem szennyező módon. Megszervezésekor ismerni kell a hulladékkezelési/elhelyezési folyamatot, és ehhez igazodva kell meghatározni a gyűjtés módját és részleteit.

A gyűjtés megvalósítható:

- keverten
- szeparáltan, hulladék fajtánként.

A szelektív hulladékgyűjtés megszervezésének az a célja, hogy a települési szilárdhulladék-áram veszélyes és hasznosítható összetevői, valamint a biológiailag lebomló szervesanyag-tartalmú hulladék (biohulladék) minél kisebb arányban kerüljön a lerakóra, történjék meg előbbiek ártalmatlanítása, utóbbiak hasznosítása. Szelektív gyűjtéssel a települési szilárd hulladék több, mint felét lehet külön kezelni, majd hasznosítani vagy ártalmatlanítani.

A kontroll a gyűjtés fázisában valósítható meg legfontosabb a mérgező, veszélyes anyagok kiszűrése, különválasztása. A sikeres szelektív gyűjtéshez egyformán fontos a jó szervezés, és a meginduláshoz szükséges anyagi befektetés.

A megvalósítás történhet:

- *hulladékgyűjtő udvar* kialakításával (ahová a hulladékot a lakos viszi el, és ahol szakértő személyzet segít a lakosnak a szelektálásban),
- házhoz menő *szelektív begyűjtőjárat*tal,
- *gyűjtősziget*ekkel (kialakítása nem zárt területen történik, és mivel veszélyes hulladék őrizetlenül nem hagyható, gyűjtőszigeten a hulladékudvarral ellentétben nem lehet veszélyes hulladékot gyűjteni),
- utólagos *válogatás*sal.

Bármely módon is van megszervezve a szelektív gyűjtés, sikere (minősége) mindig a résztvevők fegyelmezettségén múlik. A lakosok nagyobb hányada közreműködése érdekében

minden közösségben meg kell keresni az igényeket leginkább kielégítő szelektív gyűjtési módszert.

Az illető régió feldolgozóiparának fogadókészségén múlik, hogy mely frakciókat érdemes külön válogatni. Ezek általában a következők:

- fémek
- üveg
- papír
- szerves (növényi eredetű, komposztálható) hulladék
- műanyag
- háztartási veszélyes hulladék
- vegyes.

A szelektív gyűjtés hosszú távú környezeti és gazdasági haszonnal jár:

- a deponált hulladék mennyisége csökken és a hulladéklerakók élettartama nő,
- a szelektíven gyűjtött frakció másodnyersanyagként való feldolgozásával elsődleges nyersanyagot takarítunk meg,
 - a másodnyersanyagból készült termék előállításakor kisebb a környezetterhelés mint a primer nyersanyagból készült esetében,
 - a deponált hulladék veszélyessége csökken a veszélyes komponensek eltávolítása által,
 - a szelektív gyűjtésben résztvevők szemlélete környezettudatos irányban változik,
 - a szelektíven gyűjtött frakciók (minőségétől függően) bevételt hoznak.

A kezelő telepek létrehozását államilag segíteni szükséges a folyamatok megindítása érdekében, de működésük kizárólag gazdasági alapon tervezhető.

A teljes gyűjtött települési hulladékmennyiségnek átlagosan jelenleg kb. 15-20 %-át gyűjtik szelektíven az európai országokban, de néhány esetben (pl. Németország, Hollandia, Svájc, Svédország, Ausztria) ez az arány eléri a 25-30 %-ot.

Begyűjtés

A hulladék begyűjtése során a hulladékkezelő a hulladékot a birtokosától rendszeresen összeszedi és elszállítja a begyűjtőhelyre, a hasznosítás vagy ártalmatlanítás helyére.

Szállítás

Az elhordásos rendszer változatai a gyűjtés-szállítás technológiájának függvényében a következők:

- ürítéses rendszer (félpormentes és pormentes),
- cserekonténeres rendszer,
- zsákos rendszer.

A szállítás eszköze lehet helyhez kötött (csővezeték, szállítószalag) és mobil (targonca, közúti, vasúti jármű). Az elszállított hulladék állapota: ömlesztett vagy csomagolt. A kétütemű hulladékgyűjtési és szállítási rendszer bevezetése akkor válik szükségessé, ha a (pl. nagyváros körüli) környéken levő hulladéklerakók már beteltek. Ún. átrakóállomások létrehozásával teszik gazdaságosabbá a hulladékok gyűjtését, és fokozzák a szállítás teljesítményét.

Az ország területére hulladékot csak hasznosítás céljára, a környezet állapotát nem veszélyeztető, nem szennyező módon, károsodásának kizárásával, a környezetvédelmi hatóság engedélyével lehet behozni.

Hulladékhasznosítás

A hulladékhasznosítás történhet:

- a hulladék anyagának ismételt felhasználásával (*újrafeldolgozás*),
- a hulladék valamely feldolgozható összetevőjének leválasztásával és alapanyaggá alakításával (*visszanyerés*),
- *energetikai hasznosítással*.

A fentiek alapján a komposztálás és a biogáz előállítás is hulladékhasznosítás.

Az újrafeldolgozás, visszanyerés és energetikai hasznosítás tárgyalása a IV. fejezetben történik.

Komposztálás

A komposztálás aerob biokémiai eljárás szilárd és iszapszerű kommunális, illetve bizonyos élelmiszeripari és mezőgazdasági hulladékok feldolgozására. A folyamatban résztvevő mikroorganizmusok a szerves anyagokat biológiai oxidáció útján lebontják. A komposztálás során a szerves anyag lebomlása több lépcsőben megy végbe, az anyagösszetételtől függően eltérő sebességgel.

A komposztálást befolyásoló tényezők:

- hulladék összetétele (toxicitás, lebonthatóság)
- nedvességtartalom (szennyvíziszap adagolással növelhető)
- aerob viszonyok (forgatásos homogenizálás, levegőztetés szükséges)
- C/N arány (városi szemétnél nitrogéntartalmú műtrágya bekeverésével javítható)
- hőmérséklet (a hulladékban előforduló kórokozók elpusztítása csak tartósan magas hőmérsékleten, 55 °C felett valósítható meg)

- szemcseméret (optimális: 25-40 mm)

- pH (a komposztálásban résztvevő mikroorganizmusok pH-tartománya 4-9 közé esik).

A komposztálás megvalósítható komposztálóüzemekben és házilag.

Végterméke egy földszerű, kb. 40-50 % nedvességtartalmú anyag, a komposzt.

A komposzt jellemzői:

- magas biológiai értékű (szervesanyag-tartalma miatt humuszképző növényi tápanyag),
- optikailag kifogástalan,
- fertőző csírától mentes,
- szagtalan (vagy elfogadható szagú),
- minimális a károsanyag-tartalma.

A biológiailag lebontható szervesanyag-tartalom komposztálással történő hasznosításának európai átlaga kb. 6-8 %.

Biogáz előállítás

A szerves anyagok anaerob erjedése során, elsősorban metanogén baktériumok jelenlétében biogáz képződik. A települési hulladékok hasznosítása mellett, széles körben alkalmazott a szennyvíziszapok kezelésénél, mezőgazdasági hígtrágyák és egyéb mezőgazdasági hulladékok feldolgozásánál is.

A biogáz lényegében a természetes szerves anyagokban tárolódó napenergia egy részének közvetett átalakítása az anaerób rothasztás révén nyert gáznemű energiahordozó. Biogáz előállítására valamennyi természetes eredetű szerves anyag alkalmas, mint a trágya, az élelmiszeripari melléktermékek, a hulladékok, valamennyi zöld növényi rész, háztartási hulladék, kommunális szennyvizek és iszapjaik stb. A biogáz-képződés alapfeltétele a rendelkezésre álló szerves anyag, a levegőtől (oxigéntől) elzárt környezet, valamint a metánbaktériumok jelenléte. Ilyen körülmények között a biogáz-képződés spontán végbemegy, de az intenzív biogáz-termeléshez szükséges még az állandó és kiegyenlített hőmérséklet, a folyamatos keverés a kellően aprított szerves anyag, továbbá az acidogén és metanogén baktériumok egymással szimbiózisban tevékenykedő törzseinek megfelelő aránya.

A biogáz energiatartalma erősen függ a kiindulási szerves anyagoktól és az alkalmazott technológiától, de átlagos értéként a 22600kJ/kg értékkel szoktak számolni.

A túlnyomóan mezőgazdasági eredetű anyagokat feldolgozó biogáz-telepek termelését számosállatra szokás vetíteni. Általában elfogadott érték szerint 1 számosállat (vagyis 500kgtesttömegű állat) napi trágyamennyiségéből termelhető biogáz energia 0,8kg tüzelőolajjal egyenlő. A gyakorlatban elérhető szélső értékek: 0,2... 1,0kg tüzelőolajnak megfelelő energia-termelés. A számításokban 1 szarvasmarha napi trágyatermelését 6,4kg szerves anyagnak, 1 sertés 0,51kg szerves anyagnak veszik, amelynek szárazanyag tartalma 0,75 szorzóval számítható.

A túlnyomóan kommunális eredetű szerves hulladékok biogáz-termelését a lakosegyenértékre, ill. szárazanyag-tartalomra vetítve szokás megadni.

Működési mód szerint kétféle biogáz előállítási eljárást különböztetünk meg: a Batch-eljárást és a folyamatos módszert. A Batch-berendezéseket egyszerre töltik meg a kiinduló anyaggal és oltóiszappal. A lezárt készülékekben megy végbe a fermentációs folyamat, amely meghatározott ideig tart. Ezek a legegyszerűbb biogáz-készülékek, elsősorban a rostos és szalmaszerű anyagok kirohasztására használják ezeket. A folyamatos rothasztó berendezéseket rendszeresen megtöltik nyersanyaggal, amely azonos mennyiségű kirohadt iszapot szorít ki a tartályból. Ezeknek a készülékeknek az előnye az, hogy a baktériumok rendszeres ellátása révén megközelítőleg állandó a gáztermelés, és a folyamatot befolyásoló egyéb tényezők is jobban figyelembe vehetők, szabályozhatók. A kétféle berendezés kombinációját valósítják meg a kétfokozatú biogáz-készülékek: az első fokozatban intenzív gázképződés indul meg, a másodikban pedig befejeződik a szubsztrátum kirothasztása.

A biogáz képződése két lépésben megy végbe:

szerves anyagok → szerves savak → szén-dioxid, metán, biokomposzt.

A biogáz előállítást befolyásoló tényezők:

- hulladék összetétele (szerves anyag),
- nedvességtartalom (70-75 % felett),
- C/N arány (20-30 között),
- szemcseméret,
- pH (7-7,5 körüli),
- anaerob viszonyok (zárt rendszerű bioreaktor),
- hőmérséklet.

A biogáz összetétele:

- metán (50-85 térfogatszázalék),
- szén-dioxid (50-15 térfogatszázalék),
- hidrogén, nitrogén, kén-hidrogén (egyenként 0-0,02 térfogatszázalék),
- a hulladék nedvességtartalma miatt, mindig vízgőzzel telített.

Képződési paraméterei:

- idő: 2 óra - 100 nap (15-20 nap alatt már 90 %-os a lebomlás),
- pH: 7 - 7,2,
- hőmérséklet: 4-58 °C,
- kihozatal: 1 kg szerves anyagból 300-900 liter (0,25-0,9 m³) metán nyerhető.

A biogáz hasznosítása:

- fűtési célokra történő elégetés (a víztartalom kondenzálása után),
- földgáz minőségű terméké alakítás (tisztítás és dúsítás után).

Hátránya, hogy termelése egyenletes, míg a gázigény időszakos.

Előnyei:

- olcsó szennyvízkezelési mód,
- újrahasznosítja a trágyát, szerves hulladékot,
- energiaforrás,
- környezetterhelést csökkenti,
- mellékterméke, a biokomposzt, szerves trágyaként használható.

Másodnyersanyag visszanyerés

A települési szilárd hulladékok az ipar számára potenciális nyersanyagforrást jelentenek. Az újrahasznosítható anyagok visszanyerésére kifejlesztett technológiák meghatározott szeparációs és anyag előkészítési műveletek.

A szeparációs műveleteknél az alkotók eltérő tulajdonságait (méret, alak, sűrűség, vezetőképeség, nedvesíthetőség stb.) mint elválasztható tulajdonságokat hasznosítjuk. Az egyes

technológiai változatok nagyban különbözhetnek egymástól (légosztályozók, elektrodinamikus szeparátorok, mágneses szeparátorok, flotáló készülékek stb.), a főbb műveletcsoportok sorrendje azonban csaknem mindegyiknél azonos: előkészítő részfolyamat, könnyű és nehéz anyagcsoportokra bontó részfolyamat, könnyű anyagokat továbbító és kikészítő, nehéz anyagokat továbbító és kikészítő, valamint ártalmatlanítási részfolyamat. A kikészítő műveletek feladata a visszanyert anyagfeleségek utótisztítása, szükség szerinti minőségjavítása és értékesíthető formába hozása.

Az ártalmatlanítás a gépesített visszanyerési technológiák elmaradhatatlan tartozéka. Általában rendezett lerakás, de ez lehet kombinálva égetéssel, komposztálással is.

A gyakorlatban (a gazdasági korlátok miatt) csak a papír, üveg, takarmányként hasznosítható szerves maradékok, vas, alumínium, esetenként a műanyagok egy része és a textilhulladék értékesíthető jól másodnyersanyagként. Ezek jelenlegi részaránya a fővárosban és a nagyobb városokban 40-45 tömegszázalék, országos átlagban 25-30 tömegszázalék.

A fejlett iparú európai országokban a települési szilárd hulladék másodnyersanyagként vagy energiahordozóként hasznosítható anyag tartalma a hazai relációhoz képest lényegesen kedvezőbb (pl. a papírtartalom a 35-45 tömegszázalékot, a műanyag tartalom a 10-15 tömegszázalékot, az üvegtartalom a 8-10 tömegszázalékot eléri), míg a biológiailag bontható szervesanyag-tartalom általában 20-25 tömegszázalék alatt marad. Nem véletlen tehát, hogy az utóbbi évtizedben kiemelt szerepet kaptak ezekben az országokban a különböző hasznosítási technikák és a hasznosítást segítő elkülönített (szelektív) hulladékgyűjtési megoldások.

Európában a hulladék másodnyersanyagként való, illetve energetikai hasznosítását kívánják elősegíteni a tagállamok számára kötelező irányelvek, amelyek egyrészt a csomagolóanyagokra, csomagolási hulladékok kezelésére (94/62/EK irányelv), másrészt a lerakásra kerülő hulladék biológiailag bontható szervesanyag-tartalmának redukálására (99/31/EK irányelv) vonatkoznak. (A hivatkozott irányelvekben előírtak hazai jogrendszerben történő érvényesítésére a jogszabályok megszülettek: 22/2001. (X. 10.) KöM rendelet és 94/2002. (V. 5.) Korm. rendelet).

A hosszú távú hazai célkitűzéseket ezek figyelembe vételével határozták meg. A feladatok teljesítése a szelektív gyűjtéssel kapcsolatos másodnyersanyag hasznosítással és a szerves anyagok komposztálásával, valamint a termikus hasznosítási eljárások alkalmazásával érhető el.

Hulladékártalmatlanítás

Amennyiben a hulladék keletkezését nem tudtuk megelőzni, a képződött hulladékot nem tudtuk teljes mennyiségében hasznosítani, a termelésbe visszaforgatni, ekkor és csak ekkor van helye a hulladék környezetkímélő ártalmatlanításának.

A hulladékártalmatlanítás történhet:

- hulladéklerakóban történő lerakással,
- termikus ártalmatlanítással, (IV, fejezet)
- más kémiai, biológiai vagy fizikai eljárással.

Lerakás

Három különböző típusú lerakót különböztetünk meg: kommunális, veszélyes és inert hulladékok fogadására.

A települési hulladékokat rendezett lerakással kommunális hulladéklerakón helyezik el. A rendezett lerakás viszonylagos egyszerűsége miatt ez a hulladékártalmatlanítási eljárás a jellemző Magyarországon. A települési szilárd hulladék 2000-ben 4,6 millió tonna volt, ennek 2/3-a (kb. 3 millió tonna) lakossági eredetű, és további 1/3-a intézményi. Mindezek 90%-a szervesen begyűjtött és kezelt, de 85 %-a lerakóba kerül.

Hulladéklerakó (települési szilárdhulladék lerakó telep) alatt értjük a műszaki védelemmel létesített, folyamatos ellenőrzést biztosító rendszerrel ellátott, a szilárd hulladék föld felszínén vagy földben történő ártalmatlanítására szolgáló műtárgyak és kiszolgáló létesítmények összességét.

A rendezett lerakóhelyeken a szilárd, folyékony és az iszapszerű települési hulladékokkal együtt minden más termelési hulladék is ártalmatlanítható a környezetvédelmi és közegészségügyi előírások és technológia szerint, amelynek összetétele, anyagi jellemzői az előbbi hulladékokhoz hasonló. Nem helyezhetők el viszont a veszélyes kategóriába tartozó termelési hulladékok.

Egy 2002-ben végzett felmérés adatai szerint 1367 lerakó üzemelt Magyarországon, és további kb. 1300 működtetésével az utóbbi években (évtizedekben) hagytak fel. A jelenleg üzemelők közül 42 rendelkezik megfelelő kapacitással és kiépítettséggel ahhoz, hogy 2009. után is működhessen. További 136 kb. 2009-ig maradhat üzemben. A fennmaradó 1189 lerakó üzemeltetését a lehető leghamarabb, de legkésőbb 2009-ben be kell szüntetni.

Az Országos Hulladékgazdálkodási Terv szerint el kell érni, hogy az országban legfeljebb 100 lerakó, illetve maximum 6, az egyes tervezési régiók nagyvárosai körzetében megvalósuló égető köré szerveződött komplex kezelőrendszer jöjjön létre, amely egyben hozzájárul a lerakás-csökkentési és a hasznosítási célok megvalósulásához is. A komplex regionális kezelőrendszer legfőbb létesítményei a szelektív gyűjtéshez kapcsolódó utóválogató-művek, a szállítási költségeket csökkentő átrakó állomások, a biohulladék kezelését szolgáló komposztáló telepek és végül a maradék hulladék biztonságos ártalmatlanítását szolgáló lerakóhelyek vagy égetőművek.

A területfeltöltéses hulladék-elhelyezés egyik legkorszerűbb módszere a prizmás rendszerű lerakás. A hulladékprizma trapéz keresztmetszetű hasáb. A hulladék lerakása tervszerűen és ellenőrzött módon, rétegesen történik. A prizma teljes felülete (koronasík és oldalrészük) időben folyamatosan takarásra kerül.

A hulladéklerakás munkafázisai:

- ürítés
- egyengetés
- takarás (a lerakással egyidejű folyamat, rétegvastagsága 10-15 cm, feladatai: hőszigetelés, bűzlekötés, gépkocsi közlekedés biztosítása, légszennyezés csökkentése).

Rendezett lerakótelepek létesítésekor egyik legfontosabb környezetvédelmi szempont a környezet felszíni vizeinek és a talajvíznek a védelme. A szivárgó vizek az elhelyezett hulladékokból a talajba ill. talajvízbe juthatnak. A szivárgó vizek okozta ártalmak elkerülésére szigetelni kell a lerakó alatti talajréteget (altalaj tömörítése és műanyagfóliás szigetelés). A szivárgó vizek megfelelő összegyűjtése és elvezetése alagszóvezéssel oldható meg. A vízszennyező hatás elkerülésének ellenőrzésére a talajvízáramlás irányának figyelembe vételével megfigyelő kutatkat kell létesíteni. A lerakás befejeztével a lerakóhely teljes felületét humuszos termőtalajjal kell beborítani (módszerét a rekultivációs terv tartalmazza).

További ellenőrzési követelmények: a lerakott hulladékból keletkezett gázok és azok terjedése, a lerakott hulladék tömörödése miatt bekövetkező terepsüllyedés, a takaróréteg víz- és széléróziója. Az ellenőrzést addig kell folytatni, míg a helyzet a lerakóban és környezetében nem stabilizálódik (min. 5-10 évig).

A területfeltöltés (gödörfeltöltés) mellett, alkalmazható a dombépítéses lerakás is, ahol a tájrendezési előírások megengedik a terepviszonyok megváltoztatását. Előnye, hogy talajszigetelést csak a domb talpfelületén kell végezni, hátránya, hogy magasabb költséggel rekultiválható a felület.

Bár a hulladékártalmatlanítási eljárások között messze a lerakás a legkevésbé támogatott, alapvetően támogatható a monodeponia elv, ami abból indul ki, hogy egynemű, megfelelően elhelyezett, a környezetből izolált anyagok abban az esetben, ha biztosítani tudjuk azt, hogy más hulladékokkal nem keverednek esetleg később, évtizedek múlva az akkori technológiai fejlettség mellett már alapanyagforrások lesznek.

Folyékony települési hulladékok kezelés, hasznosítása

A települési szennyvizet (lakótelepülések csatornahálózatain összegyűlő és a kellően előtisztított ipari szennyvíz keveréke) oly mértékben kell megtisztítani, hogy az élővízbe, talajba juttatása esetén, ipari, mezőgazdasági vagy egyéb célokra való felhasználásánál az előírt határértékeknek képes legyen megfelelni. A legfontosabb mutatók: a dikromátos oxigénfogyasztás, ammónia- ammónium-ion, összes foszfor, nitrát mennyisége. A szennyvíztisztítás megoldható kisberendezésekkel is (leggyakrabban adagolókkal, szikkasztókkal, fertőtlenítőkkal), kis szennyvízhozamok esetén. A közcatornarendszerrel rendelkező települések szennyvizeinek kezelését a szennyvíztisztító telepek végzik.

A települési folyékony hulladékok mezőgazdasági elhelyezéssel egybekötött hasznosítása a kevert trágya előállítására:

- lakóházak, üzemek, közintézmények folyékony hulladékgyűjtő berendezéseinek tisztítása során kitermelt fekália,
- szennyvíztisztítóknál kitermelt nyers vagy kirothasztott iszap,
- ipari üzemek alkalmas szerves iszapja (amely trágyakészítésre alkalmas, nem mérgező pl. szeszgyári, húsipari, cukorgyári méziszap), és valamilyen keverőanyag (bármilyen keverőanyag felhasználható, ha általa a szabvány szerinti trágyaminőség elérhető) pl. tőzeg, kukoricaszár, fűrészpor felhasználásával történik.

A jelenlegi magyar gyakorlat a települési folyékony hulladékkezelés területén a földmúzeumban történő elszikkasztás, az ún. nyárfás öntözés vagy rossz esetben az illegális leürítés. Sok esetben a települési szilárd lerakóhelyen történik meg az ürítés, ami a műszaki védelem hiánya esetében nagy környezeti kockázatot jelent és a továbbiakban nem folytatható.

A szennyvíziszap több mint 50 %-a a lerakóra kerül. A biohulladék lerakásának csökkentésére vonatkozó szabály miatt azonban ez nem folytatható, hanem iszapkezelőket kell létesíteni (víztelenítés, sterilizálás és égetés vagy komposztálás).

Feladatok:

- A termőföldön történő hasznosítás fokozása mellett, szükség van a fogadóképes szennyvíztisztító telepeken a leürítést lehetővé tevő csatlakozási pontok kialakítására,
- Regionális kezelőtelepeket kell létrehozni a biztonságos kezelés (fizikai-kémiai vagy biológiai módszerek) érdekében.

IV. A termikus és biológiai-mechanikai maradékszemét kezelése, mint a feldolgozás lehetséges módjai

Kritérium	Termikus	Biológiai-mechanikai maradékszemétkezelés
Térfogati	*nagy az eredeti térfogat 10%-ára	*közepes az eredeti térfogat kb. 50%-ára
Emisszió	*van de a szerves károsanyagokat	*van nem roncsolja a szerves károsanyagokat
-	*nincs	*van
Maradékanyagok	*van szerveetlen károsanyag koncentráció, ebből a maradékanyagkezelés környezetbarát értékesíthető anyagot nyer.	*van környezetre veszélyes elhelyezés gondoskodó intézkedés nélkül
Kapilláris-, szivárgó víz	*csekély nem kell kezelni	*van hosszan kezelni kell
A kezelés biztonsága	*nagy évtizedes kutatások és üzemi tapasztalatok	*csekély rövididejű tapasztalatok

2. táblázat

A termikus és biológiai-mechanikai maradékszemét kezelése összehasonlítása

A háztartási és egyéb települési szemetekről való gondoskodás évről-évre csak kis mértékben növekszik. A nagymértékű háztartási szeméthelyezés az alapja az ellenőrizhetetlen biokémiai reakcióknak. Ez nem csak a levegőt károsítja a gázformájú káros anyagokkal, hanem a különböző oldóanyagok a talajvízbe is bekerülhetnek.

Az utóbbi időben a termikus maradékszemét-kezelés mellett (égetés) a biológiai maradékszemét-kezelés is szerepet kap. A komposztálást követően a biohulladékot egy adott felületen szét lehet teríteni, azaz a mezőgazdaságban, mint trágya felhasználható. Sajnos a komposztáló művek nem tudják betartani az izzáskár paraméterét, ami megmutatja száraz hulladék égetés során, mint gáz eltávozó tömegrészt. Az ilyen módon elhelyezett hulladék több mint 20 súlyszázalék izzáskárt tartalmaz, ami azt jelenti, hogy a reaktív szénanyagot is tartalmaz, ami deponálást követően káros kémiai folyamatokat vált ki.

A maradékszemét-égetők egyértelmű előnye a térfogat redukálása. A kimenő rész mindössze 10%, aminek egy része egy további kezelést követően értékesítésre kerülhet. Az égetőüzemek területi igénye is kisebb, mint a komposztáló műveké. A biológiailag kezelő üzemek éppen a csekély térfogati redukció miatt tartanak igényt nagyobb területre.

A modern hulladékégető üzemek képesek szétrombolni a maradékszemétben lévő szerves káros anyagokat is, mint pl. a dioxidok és a furán. Ugyan a termikus kezelés után található káros anyagrészt a hulladékban, de ez a termék némi utókezelés után ismét értékesíthető és így visszavezethető a gazdasági körfolyamatba. A hulladékégetők ugyanakkor veszélyes anyagokat bocsátanak ki. A hulladék rengeteg energiát tartalmaz. A szemétégető-pártiak is ezt szajkózzák, de nem nagyon akarják figyelembe venni, hogy a hulladék különböző összetevőit újrahasznosít-

va sokkal több energiát lehetne kinyerni. A hulladékégetők nagyon drágák. Hatalmas beruházást igényelnek, nagyságrendekkel nagyobbat, mint egy szelektív hulladékgyűjtési/újrafeldolgozási rendszer, szemléletformálással és tömegettájékoztatással együtt.

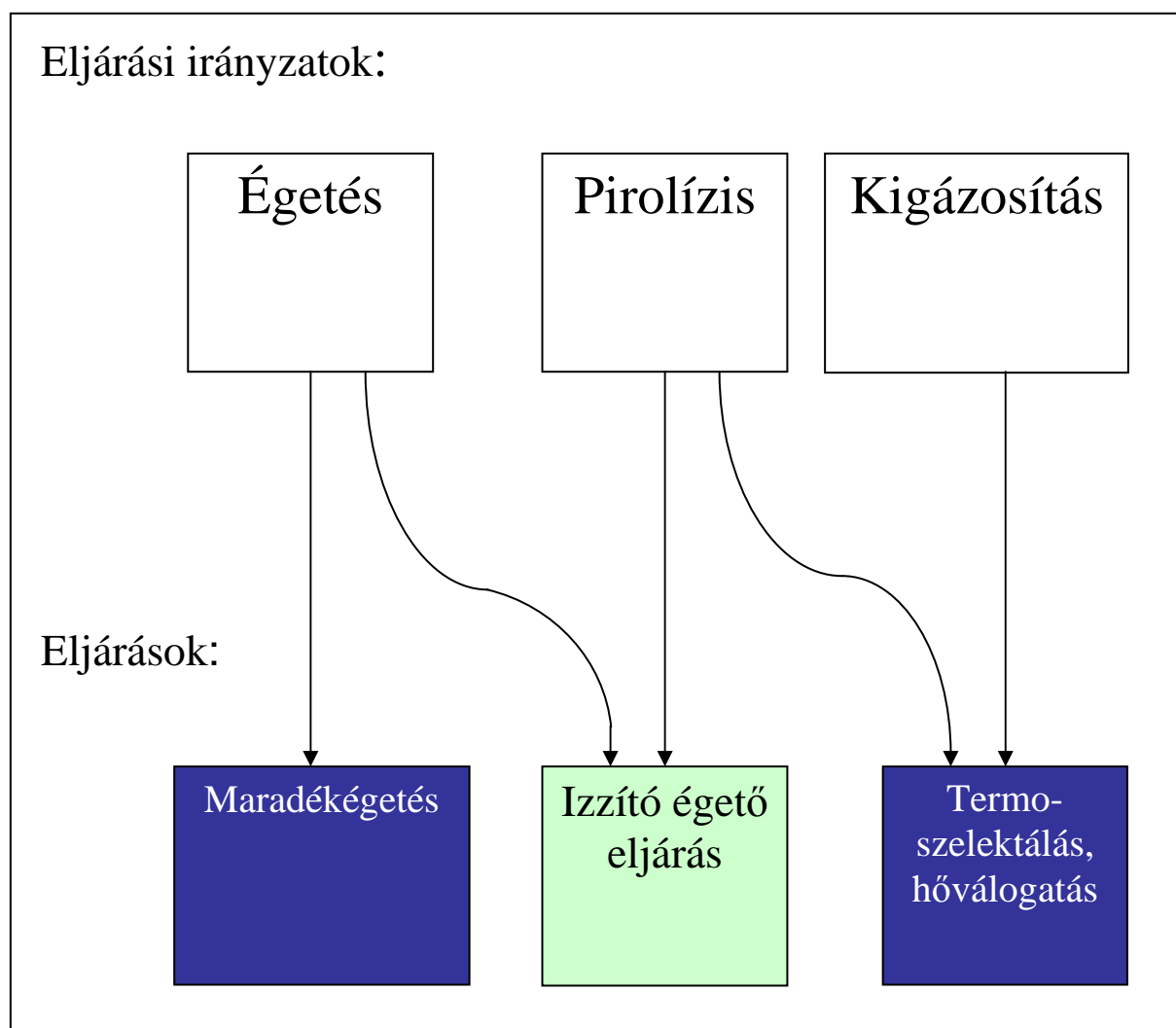
Az orvosok ellenzik a szeméttégetést. Ennek okai:

1. A hulladékégetés folyamán új vegyületek sora keletkezik és eddig csak néhányukat azonosították. Köztük a legveszélyesebb méregként számoltartottak a dioxidok és furánok.
2. A szilárd hulladék gázneművé ég s így kerül szét tonnaszám a környező területen.
- 3 A régi technológiák szerinti hulladékégetés során keletkező anyagok rákkeltő, ill. magzatkárosító hatása nem zárható ki.
4. A hulladékégetéskor keletkező mérgező anyagok évekig szennyezik a környezetet kelő hulladéktisztítás hiányában.
5. A hulladékégetőknek is szükségük van lerakóra. A visszamaradó salakot éppúgy el kell helyezni, mint a füstgáztisztításnál keletkező veszélyes hulladékot, ha nem tudják értékesíteni.
6. Az üvegházhatás egyik fő okozója az atmoszférában megnövekvő szén-dioxid-tartalom. Egy tonna hulladék elégetéséből kb. 1,2 tonna szén-dioxid keletkezik.

A mezőgazdaságban az egyik leggyakoribb eljárás a komposztálás. A komposzttrágyázás különösen a szerves trágya hiányától sújtott talajokban javítja a talaj szerkezetét, életfolyamatait, víztartó képességét. A jó minőségű komposzt kellő átlevégőztetéssel készül. A tökéletlen levegőztetés metán-, széndioxid- és ecetsav felhalmozódással járhat, ami a minőségét rontja és talajba bedolgozva a növények fejlődését is zavarhatja. A komposztsilót nehéz tökéletesen átlevégőztetni (helyi anaerob zónák alakulhatnak ki); de levegő átszívatásával jobb eredményeket lehet elérni. Végső célul egy kifogástalan minőségű és jól értékesíthető komposzt-előállítási eljárást kell kitűzni. A közemberek segítségével meg kell akadályozni, hogy a komposztálható hulladék az egyéb háztartási szemetekkel összekeveredjen.

Külföldön már komoly próbálkozások folynak villamos energia előállítására biogázból is. Aholfingban (Straubing, Bajorország) négy gazdálkodó és a falu fogott össze egy biogázüzem felépítésére. Az üzemet szennyvíztisztítómu mellett helyezik el, amelynek évi 66 000 kWh áramszükségletét fogja fedezni. A többi termelt áramot az elektromos hálózatba táplálják. Az ugyancsak termelt hőenergia valószínűleg háztartási és épületfűtési célokat szolgál majd. A biogázüzem 120 m³-es tárolójában híg és istállótrágyát kevernek össze, ehhez a betonsilóból egyéb szerves anyagokat (burgonyahulladék, cefre, fűnyiradék) adnak. A tárolóból naponta több alkalommal töltik az 500 m³ befogadóképességű, átfolyó rendszerű, 35-37 °C-on tartott betoneresztőt, amely talpfűtéssel és keverővel működik. A befogadó épület tetőterében kap helyet a 100 m³-es gáztartály, a kiejedt trágyakeveréket pedig két, egyenként 500 m³-es kerek betontartályban tárolják. A napi 4 m³ trágyát 50 szarvasmarha és 25 sertés szolgáltatja, de tartálykocsi-val 2 km-es körzetből begyűjtött hígtrágyát is felhasználnak. A tervezett évi biogáz termelés 213 000 m³; ebből egy blokkfűtőmu áramfejlesztőjében 30 % elektromos energiát és 60 % hőenergiát termelnek, ami évente kb. 536 000 kWh hőnek és 277 000 kWh elektromos energiának felel meg.

A maradékszemét termikus kezelése



5. ábra

A maradékszemét termikus kezelése

A szemét keletkezését mint, már említettem elsősorban el kell kerülni de, amennyiben erre nincsen mód akkor energetikailag értékesíteni kell. A nem értékesíthető megmaradó káros anyagrészt pedig kezelés után el kell helyezni. A termikus hulladékkezelés célkitűzései:

- a szerves káros anyagok lerombolása
- a szerves káros anyagok koncentrációja
- a térfogati redukáláson keresztüli minimalizálás
- az értékesíthető anyagok értékesítése (salak gipsz sósav)
- energiaként való értékesítés (áram távfűtés)

A maradékszemét termikus kezelésének alapvető módszerei:

- égetés
- pirolízis
- gázosítás

Az égetés a levegő alatti, míg a pirolízis a maradékszemét vákuum alatti átalakítását jelenti. Végül a gázosítás a maradékszemét átalakítását jelenti, pl.: oxigén alatt.

Az üzemi technológiákban ezek optimális arányaiból összeállított eljárást alkalmaznak. A manapság legelterjedtebb technológia a rostélyégetés. Ezzel a módszerrel jelenleg a világon

300 üzem dolgozik (ebből 50 Németországban). Az hevítő-égető eljárás pirolízisből és égetésből áll. A termoszelektáló eljárás a pirolízis és a gázosítás kombinációja.

Minden termikus kezelés emissziót okoz. Az emisszió nagysága az égetendő anyag homogenitásával irányítható. A tökéletlen vagy nem megfelelő égetési eljárás okozza a környezetbe kibocsátott káros anyagokat az ún. káros anyag terhet. Ez a kibocsátás azonban a füstgáztisztítással erősen csökkenthető. A füstgáztisztítás feladata a gáz vagy részecske formájú káros anyagok kiválasztása. A hulladékokban található káros anyagok az égetésnél való befolyásolhatóság szempontjából három csoportba sorolhatók:

- nem befolyásolható
- részben befolyásolható
- befolyásolható

Az égetendő anyag által tartalmazott CO₂ és SO₂ gázok nem befolyásolhatóak az égetés során. A nitrogéndioxidot és a port bizonyos mértékben korlátozni lehet ún. tűztechnikai mértékvétellel. A szénhidrogén, szén, szénmonoxid, az égetés során tökéletesen befolyásolhatók. A maradékszemét-égetők füstgáztisztítási előírásai is jóval szigorúbbak mint pl. egy szénerőmű. Ez szükséges is a káros anyagok nagy koncentrációja miatt. A füstgáztisztítási rendszerek a káros anyag fajták szerint négy csoportba oszthatók:

- por (elektrofilter, szövetfilter)
- savas káros anyagok (HCl, HF, SO₂)
- dioxid, furán, nehézfémek (aktívszenes eljárás)
- nitrogénoxidok (SNCR-, SCR-eljárások)

Pirolízis:

A mezőgazdasági termék-előállítás folyamataiban keletkező anyagokból azok célirányos feldolgozása során nemcsak folyékony és szilárd, hanem gáz halmazállapotú energiahordozók is előállíthatók. A zárt térben, magas hőmérsékleten (pirolízis) és a még magasabb hőfokon végzett gázosítás végterméke az ún. fagáz egyaránt csak szorosan vett helyi hasznosításra való. Bár a 14-21 MJ/kg energiatartalmú mezőgazdasági melléktermékek 85%-os hatásfokkal átalakíthatók gázzá, ami azt jelenti, hogy a szilárd melléktermék energiájának 85%-a „átmegy” a képződő gázba. A keletkező gáz relatíve alacsony fűtőértékű: vagyis 5000-7500kJ/m³ energia tartalmú gáz termelődik, ami a természetes földgáz energiaértékének csak heted-, ill. ötödrésze.

A gázosító berendezések főleg a nagy cellulóztartalmú növényi részek és melléktermékek, így pl. a fahulladék, a fűrészpor, a dió- és a mogyoróhéj, a rizshéj, az ocsú, a szalma, kukoricaszár és csuhé a szalmás trágya feldolgozására készültek, de számos élelmiszeripari melléktermék esetében is használhatóak.

A száraz növényi termékek és melléktermékek égetésekor keletkező füstgázok ugyancsak tartalmaznak bizonyos mennyiségű hőenergiát, de fűtőértékük alacsony s ezért csak nem túl igényes felhasználó helyeken, ill. folyamatokban szigorúan a keletkezés helyén és időpontjában hasznosíthatók, rendszerint kiegészítő jellegű energiaforrásként. A világ különböző részein üzemszerűen működő pirolízis üzemek 25/50tonna/nap hulladék- ill. melléktermék feldolgozó kapacitással dolgoznak.

Biogáz nyelés:

(Részletesen a III. fejezetben található)

Égetés:

Napjaink gyakorlata számára kellően kifejlesztett, kiforrott eljárás az égetés, amely a szerves hulladék közvetlen eltüzelésével vagy megfelelő előkészítő eljárással szilárd energiahordozóvá alakítás útján valósítható meg. A biomassza anaerob lebomlása révén keletkező bio-

gáz jelentősége megnövekedett az utóbbi időkben. Az éghető komponensek a levegő oxigénjével való reakció után füstgáz formájában távoznak a rendszerből. Az éghetetlen anyag rész salak illetve pernye formájában visszamarad. A víz és hamutartalom jelentősen befolyásolja az égési folyamatot. A víztartalom sok esetben szárítási folyamatszakasz beiktatását igényli, növeli a gyulladási késedelmet, csökkenti az égési késedelmet, növeli a füstgázok harmatpontját. A hamutartalom egyrészt csökkenti a fűtőértéket, másrészt a hamu heterogenitása miatt igen kellemtelen és nehezen behatárolható olvadási jelenségeket okoz a tüztérben. Ez részben a hőátadási viszonyok romlásával jár részben, korróziós fészkek kialakulását teszi lehetővé a fűtőfelületeken.

A szilárd hulladékok önálló éghetőségének feltételei:

- legalább 20-25 tömegszázalék éghető anyagtartalom
- legfeljebb 60 tömegszázalék hamutartalom
- legfeljebb 50-55 % víztartalom
- legalább 4200 kJ/kg fűtőérték

A hulladékégetés tüzeléstechnikai követelményei:

A hulladékok kifogástalan égetéséhez megfelelő hőmérsékletet, megfelelő áramlási viszonyokat és tartózkodási időt, valamint a szokásosnál nagyobb mennyiségű levegő bevezetését kell biztosítani.

A hőmérséklet szempontjából a hulladékégető tüztérben mindenkor biztosítani kell legalább a 800 °C hőmérsékletet a bűzmentes tökéletes égés érdekében. A tüztér hőmérséklete nem haladhatja meg az 1000... 1050°C értéket. Az égetés 1200... 1700°C hőmérsékleten is végezhető, ilyenkor salakolvasztásos hulladékégetésről beszélünk.

A tüztér-hőmérséklet szabályozásának lehetőségei:

- A többletlevégő mennyiségének növelésével csökken a tüztér-hőmérséklet, viszont nő a füstgáz mennyisége.

- Hőelvonás közvetlenül a tüztérbe beépített besugárzott fűtőfelületekkel

- Hőmérsékletcsökkentés kis fűtőértékű hulladékok, vagy víz betáplálásával. A hőmérséklet növelése nagyobb fűtőértékű hulladék betáplálásával vagy póttüzeléssel lehetséges vagy az égetési folyamat megbontásával, elkülönített égésterekben.

A szilárd kommunális hulladék fűtőértéke jelenleg Közép-Európában 5000-11000 kJ/kg értéktartományban mozog. Az éghető anyagtartalom 30-50 %, a víztartalom 25-50 %, a hamutartalom pedig 20-40 %. Ebből is látszik, hogy a hulladékégetéshez a gyakorlatban a legkülönbözőbb típusú anyagok elégetését kell biztosítani, ehhez megfelelő áramlási viszonyok kellene, megfelelő tartózkodási idő az égéstérben, s a szokásosnál több levegő bevezetése. Mindebből látható, hogy a szemétegető kazánjának tervezésekor jóval több szempontot kell figyelembe venni, mint a fosszilis anyagokkal dolgozó hőerőművek esetében, mert ez utóbbiaknál az energiahordozó minősége viszonylag állandó.

A hulladék minél jobb elégetéséhez az égéstérben az átkeveredéshez szükséges turbulens áramlási viszonyokat kell létrehozni. Ezt mechanikai módszerekkel (mozgó rostélyokkal, forgókemencével és bolygató rendszerekkel) lehet elérni. Minden szemétegető berendezésnél megtalálható a szemétszárító és előkészítő, a szemétbunker, az égető tér, a füstgázhűtő, a füstgáztisztító és a salakmentesítő. A rostélytüzelésű berendezéseknél a szokásos légfelesleg-tényező 1,6...1,9, a forgó dobkemencénél 2...2,5 nagyságrendű. Rostélytüzelésű berendezéseknél az égéslevegő kb. 70-80%-át vezetik a tüzelőanyagon keresztül, míg rostélytüzelésű berendezéseknél a szekunder levegő arányát a kedvezőbb áramlási viszonyok fenntartása érdekében kb. 40...50%-ra is megnövelik. Az égetendő anyagot mechanikai módszerekkel állandó mozgásban tartva biztosítják a levegő oxigénjével való intenzív érintkezését és a hulladék gyors kiszáradását, valamint minimálisra csökkentik a salak összesülésének valószínűségét, és biztosítják a kiégett szilárd maradékoknak az égési ágyból ill. a tüztérből való folyamatos eltávolítását. Ahol a

füstgázok tökéletes elégetése a tüztérben nem valósítható meg, ún. utóégetőtér hozzákapcsolása szükséges

A hulladékégetés technológiai folyamatai

Szárítási, kigázosodási, gyulladási-elégetési és kiegészítői folyamatszakaszról áll. A szárítási szakaszban a hulladék a láng és falazat hőszugárzása, ill. a felmelegített levegő és a forró füstgázok hatására nedvességtartalmának nagy részét elveszti, kiszárad. A kigázosodási szakaszban a hulladékból gáz- és gáznemű anyagok lényegében pirolitikus jellegű reakciók következtében szabadulnak fel és eltávoznak. A redukáló közegben a hulladékból eltávozó gázok már 250... 350°C tartományban meggyulladnak. nagy széntartalmú maradékok gyulladási hőmérséklete kb. 750-800°C. az égés eredményeképpen szennyezett füstgáz és szilárd maradékanyag (salak, pernye) keletkezik. A szilárd maradékanyag mennyisége a hulladék típusának a függvénye. Az olyan szilárd anyag-keverékeknél mint a kommunális és ahhoz hasonló termelési hulladékok, a szilárd maradékok mennyisége 25...40tömegszázalék. Salakolvasztásos égetésnél 15...25 tömegszázalékra csökkenthető. A tüztérből a salakot víz- vagy levegőhűtést követően mechanikus úton távolítják el.

Hulladékok égetés előtti kezelése:

Az égetőműbe szállított hulladékot tárolóbunkerbe, ill. tárolótartályba ürítik, amelyek részben a beszállítási és elégetési munkafázisok közötti kapacitás-eltéréseket, torlódások kiegyenlítését, részben a tárolt anyag bizonyos fokú összekeverését, homogenizálását szolgálják. Az egyes hulladékfélésegek tárolási és mozgatói módjai

- szilárd hulladékokat megfelelően kialakított bunkerekben tárolják. Mozgatóikat polipmarkolós híddaruval végzik.
- a nem szivattyúzható iszapszerű és pasztás hulladékokat alkalmasan kiképzett bunkerekben tárolják. Mozgatóikat serleges markolóval végzik.
- A szivattyúzható iszapszerű és pasztás hulladékokat fűthető, zárt tartályokban tárolják, mozgatóikat szivattyúval végzik
- a folyékony hulladékokat fűthető, zárt tartályokban vagy hordókban tárolják, mozgatóikat szivattyúval végzik

az ürítőhelyeket jól záró, villamos motorokkal működtetett bunkerkapukkal választják el a bunkertértől. A kiürített hulladék vagy rézsűn vagy, speciális adagoló mechanizmussal kerül be a bunkertérbe. Magas és mély bunkereket különböztetünk meg aszerint, hogy milyen mélyen helyezkedik el a bunker fenéksíntje a külső talajszinthez képest. A bunkerek készülhetnek osztatlan és osztatlan belső térrel. A bunkerek az ürítéskor keletkező por valamint a tárolási bűzös gázok kiáramlásának megakadályozása céljából enyhe megszívás alatt állnak. A hulladékot keverik, homogenizálják. A kevert homogenizált hulladékot a daru az adagoló garatba táplálja. A garatokat általában vízzel hűtik. A garatból a hulladék gravitációs csúszik az adagoló berendezésbe. Az adagoló folyamatosan juttatja a hulladékot. A mindenkori tüzeléstechnikai és terhelési viszonyoknak megfelelő mennyiségben és ütemben a tüztérbe. A szilárd és nem szivattyúzható hulladékokat égetés előtt amennyiben az eljárás megköveteli, aprításnak kell alávetni. Aprítóberendezésként aprítóollókat és aprítómalomokat használnak. A tárolótartályok szükség szerint keverő-homogenizáló berendezéssel vannak ellátva, és többnyire fűthetőek. A folyékony és iszapszerű hulladékok az égetés előtt legtöbbször valamilyen előkezelést igényelnek. Ezek általában: méregtelenítés és semlegesítés; ülepités; víztelenítés; emulzióbontás; homogenizálás. A víztelenítésre mechanikus-vegyes és termikus eljárásokat egyaránt alkalmaznak. A méregtelenítést és semlegesítést követően végzik az emulziókba került egyéb olajhulladékok felúsztatását és leföldözését, valamint a szilárd szennyezők leválasztását és kiülepitését.

A hulladékégetésre alkalmazott tüzelőberendezések

A hulladékok heterogén összetételével és változó tulajdonságaival magyarázható hogy különböző tüzelőberendezéseket fejlesztettek ki. A rostély tüzelésű berendezéseket elsősorban szilárd hulladékok és bizonyos korlátozásokkal iszapszerű hulladékok égetésére fejlesztették ki. A rostély nélküli hulladékégetők döntően folyékony és iszapszerű, ill. pasztás hulladékok égetésére használatosak, azonban egyes megoldások szilárd hulladékokhoz is megfelelőek.

A rostélyok feladata egyrészt hogy biztosítsák a hulladék állandó keveredését, mozgását, másrészt elvégezzék a hulladék száradási, kigázosodási, égetési és kiégetési zónákon való egyenletes átszállítását, továbbá biztosítsák az égéságy megfelelő levegőztetését. Az egyik legkorszerűbb a hengerrostély. A volt szocialista országokban létesített berendezések nagy részénél is alkalmazták így Budapesten is. A különböző sebességgel esetleg változtatható forgásiránnyal. A forgó hengerek bolygató hatása következtében egyenletes jó kiégés érhető el.

A visszatoló rostély elve régóta ismert a szénttüzelés gyakorlatából. A ferde felépítésű, álló és mozgó elemeket felváltva tartalmazó rostélymegoldás, ahol a hulladék teljes égetési folyamata egyetlen rostélyon játszódik le. A visszatoló rostélynál minden második pálcasor bizonyos ütemben visszatoló mozgást végez, szemben a lejtőn haladó égésanyaggal.

Az előtoló rostély ferdén kialakított rostély, amely vízszintes egymás felett elhelyezkedő pálcasorból áll. A pálcasorok közül minden második periodikus előtoló mozgást végez, és így továbbítja a hulladékot fokozatosan előre. A hulladék lépcsőről lépcsőre hullása fokozza a jobb átkeveredést.

A lépcsős vándorrostélynál a hulladék lépcsősen egymás után helyezett vándorrostélyokon ég el.

A billenő rostélynál egymás után elhelyezett szegmensszerű rostélyelemek billentő mozgása bolygatja és szállítja tovább a hulladékot

A hulladékégetők tűzterében füstgázok keverednek a levegővel és elégnak. A tűzterek átlagos termikus terhelhetősége 400-1000MJ/m³·h tartományban van. A helyesen kialakított tűztérboltozatok kedvező áramlási és sugárzási viszonyokat biztosítanak, amelyek magakadályozzák a redukáló füstgázpázmák kialakulását, és elősegítik a száradási és begyulladás folyamatot. A füstgáz-levegő áramlási iránya szerint megkülönböztetünk: egyenáramú, ellenáramú és kombinált áramú tűztérformákat. Az egyenáramú füstgázvezetés a szárítás hatékonyságát csökkenti, de a kiegészítő viszonyokat javítja. A hulladékégetésnél az égetendő anyag ingadozó fűtőértéke miatt nem nélkülözhető a póttüzelés, amit olaj vagy gázéggel biztosítanak.

A tűzterek szerkezeti megoldása alapján a rostély nélküli égető-berendezéseknél az alábbi típusokat különböztetjük meg:

- forgó dobkemencék
- égetőkamrák
- emeletes kemencék
- fluidizációs (örvényágyas) kemencék
- egyéb speciális tűzterek.

Füstgáz hűtés. A hulladékégetés füstgázai a tűztérből 900... 1000°C hőmérsékleten távoznak, és azokat a tisztítóberendezések hőtűrő képessége és a harmatponti korrózió elkerülése érdekében 250... 350°C-ra le kell hűteni. A közvetlen módszereknél a füstgázt levegőbefúvással vagy vízbepermetézéssel végzik, a közvetlen módszereknél pedig hőcserélőt alkalmaznak.

A korszerű hulladékégető kazánok hatásfoka 70... 75% között van. A szilárd kommunális és ahhoz hasonló hulladékok égetésekor fűtőértéktől függően 1kg hulladékból átlagosan 1,5... 3kg gőz termelhető. A hulladékégetők alapvető feladata, hogy a keletkezés ütemének megfelelően, lehetőleg folyamatosan ártalmatlanítsák a hulladékot. A hulladékégetők üzembiztonsága, azaz az éves elméleti üzemóraszám tényleges kihasználása ma átlagosan 65... 75%.

Hőhasznosítási lehetőségek

A hőhasznosítás lehetősége és módja a hulladék mennyiségének, jellemzőinek, valamint a helyi hőértékesítési feltételek ismeretében határozható meg. A nagyteljesítményű kommunális és ipari hulladékégetők felszabaduló hőenergiájának hasznosítására a következő főbb hasznosítási rendszerek terjedtek el:

1. Fűtőműves változat. A termelt kisnyomású gőzt távhőszolgáltatásra vagy ipari gőzszolgáltatásra hasznosítják.

2. Fűtőerőműves változat. Az előző megoldáshoz hasonló, azzal a kiegészítéssel, hogy a hulladékégető műben ellennyomásos turbina is létesül. A termelt hőt először az ellennyomásos turbinában expandáltatva villamosenergia-termelésre hasznosítják, majd a távozó hőt távhőhálózatba vagy hőcserélőbe vezetik az így termelt villamos energia fedezni az égetőmű önfogyasztását.

3. Kondenzációs erőműves változat. A hulladékégetők telepítési helyének kiválasztását döntően befolyásolják a szállítási költségek. Előfordulhat, hogy a termelt gőzt nem lehet a közelben lévő erőműnek vagy a távhőszolgáltatásnak átadni. Ebben az esetben a hőhasznosítás egyedüli módja kondenzációs turbina felhasználása, azaz a gőz kizárólagos villamosenergia-termelésre való hasznosítása. 1tonna hulladékból max. 350... 450kWh villamos energia termelhető.

4. Fűtőerőműves változat elvételes kondenzációs turbinával. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a hulladék égetőmű gőztermelése a hőfogyasztók változó igényéhez illeszthető legyen.

Különleges esetekben a termelt hőenergia részben vagy teljesen szennyvíziszap termikus hőkezelésére ill. szárítására alkalmas.

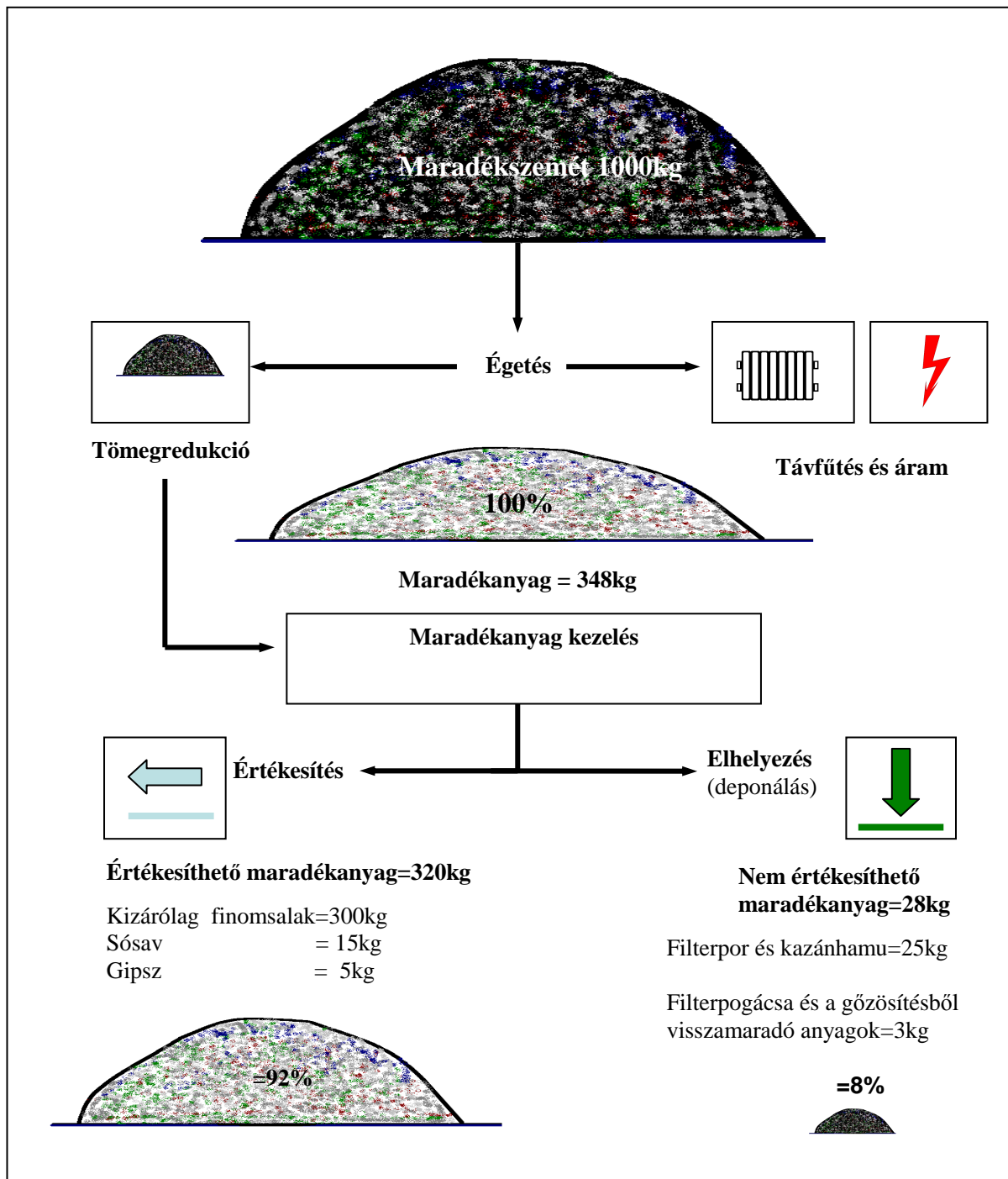
A hulladékégetés előnyei, hátrányai, fő fejlesztési irányok:

A hulladékégetés viszonylag kis helyigényű hatékony eljárás, amelynél az ártalmatlanítási folyamat időben rendkívül gyors és tökéletesen higiénikus, bűzmentes. Az égetéssel a hulladékok térfogata minimum 85... 90%, maximum 95... 98%-ára tömege minimum 60... 70%, maximum 90... 95%-ára csökkenthető. A képződő hőenergia hasznosítható, a szilárd maradékok rendezett lerakóhelyen nehézség nélkül elhelyezhetők, sőt bizonyos körülmények között hasznosíthatók. A hulladékégetés a legtöbb hulladékféleség ártalmatlanítására alkalmas, sőt bizonyos hulladékok csak égetéssel dolgozhatóak fel. Hátrányos viszont az eljárás nagy létesítési és üzemeltetési költsége.

Hazai alkalmazás feltételei és lehetőségei:

A korszerű és széleskörűen alkalmazott, hengerrostéllyal rendelkező komplett égetőműveket a volt KGST országokban is alkalmazták. Ilyen rendszerű a Budapesten felépített első hazai kommunális hulladék égetőmű is. A jelenleg mintegy 300 ezer t/év-re becsült veszélyes hulladékmennyiség korszerű ártalmatlanítására regionális kiszolgálást biztosító létesítményekből álló hálózat tervét dolgozta ki az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal és Környezetvédelmi Intézet. A forgó dobkemencék hazai gyártását a Jászberényi Aprítógépgyár végzi. Az országban jelenleg három forgódobkemencével üzemelő vállalati veszélyes ipari hulladékot égető üzemel. A budapesti kommunális hulladék égetőmű fajlagos beruházási költsége 1t/h beépített teljesítményre vonatkoztatva kb. 33millió Ft. A három ipari égetőmű (Dunai Kőolajipari Vállalat 37.5GJ/h Tiszai kőolaj-feldolgozó vállalat 17GJ/h Nitrokémiai ipartelepek 13.5GJ/h) Egységnyi beépített hőteljesítményre vonatkozó beruházási költsége kb. 2.5-4.5millió Ft/GJ/h

Az égetésnél keletkező maradékanyag hasznosítása (Példa 1000 kg maradékszemétre)



6. ábra
A maradékszemét termikus kezelése

Azt a szemetet, ami anyagként nem értékesíthető maradékszemétnek nevezzük Maradék-szemét-égetésre azok az anyagok kerülnek, amelyek részben értékesíthetőek ill. részben környezetbarát elhelyezést igényelnek. A maradékszemét vegyes összetétele miatt az eljárás szelektálással (válogatással) kezdődik.

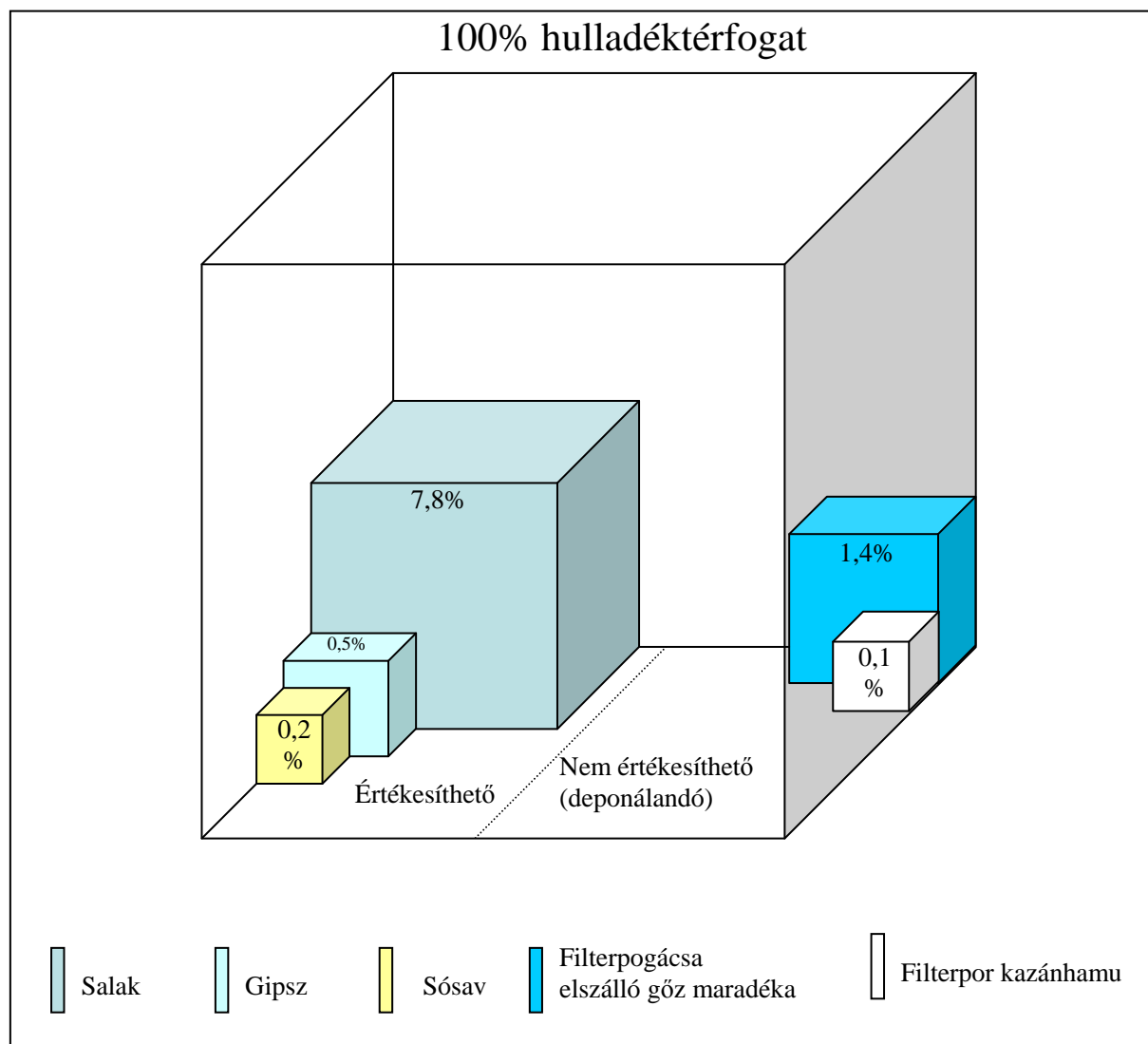
1000 kg maradékszemétből a hulladékégetést követően mindössze 350 kg maradékanyag marad. Ezt a folyamatot, ami az égetés során végbemegy nevezük tömegredukciónak. Az így

keletkezett maradékanyag 92%-a értékesíthető és csak 8%-át kell deponálni (elhelyezni). A maradékanyag kezelése során salak, fém, sörét, sósav gipsz keletkezik (a kvalifikált füstgáz és szennyvíz kezelésből). A példához visszatérve az 1000 kg maradékszemétből ilyen módon 300 kg salak, sörét és fém keletkezik. Egy utólagos kezelést követően a salak majdnem 100%-ban értékesíthető. Ez az értékesítés csaknem kizárólag az utak építésénél való felhasználást jelenti. Az utókezelés annyit jelent hogy a salakból mágnesszeperátorral kiválasztják a sörétet, az egyéb fémeket pedig örvényáramos eljárással választják ki. Ennek az eredményessége kb. 90%-os. A sörét és a fémek tisztítás után értékesíthetővé válnak. Így kb. 33 kg sörét és 3 kg fém keletkezik.

A kloridokból speciális eljárásokkal nyerhető ki a sósav, ami a példában kb. 15kg anyag résznek felel meg. A füstgázok második tisztítási fokozatánál jelen van még kéndioxid, amit kalcium-hidroxiddal megkötve gipsz nyerhető. Az így keletkezett gipsz jó minőségű, következésképpen eladható, értékesíthető. A gipsz tömege a példánál maradva az 1000 kg-ból 5 kg-ot tesz ki. Ezzel együtt az értékesíthető maradékanyag 320 kg-ot tesz ki, ami a teljes hulladék 92%-ának felel meg.

Deponálni (elhelyezni) mindössze csak a szövetfiltert és a kazánhamut kell, de ezek különleges lerakóhelyet igényelnek. Valamint a kisebb értékű salak (mint a kazánhamu, filterpor, a szennyvíz és füstgáztisztításnál keletkező sár) sem értékesíthető. A maradékanyagokat minden esetben deponálni kell.

Térfogati redukció a maradékszemét égetésénél

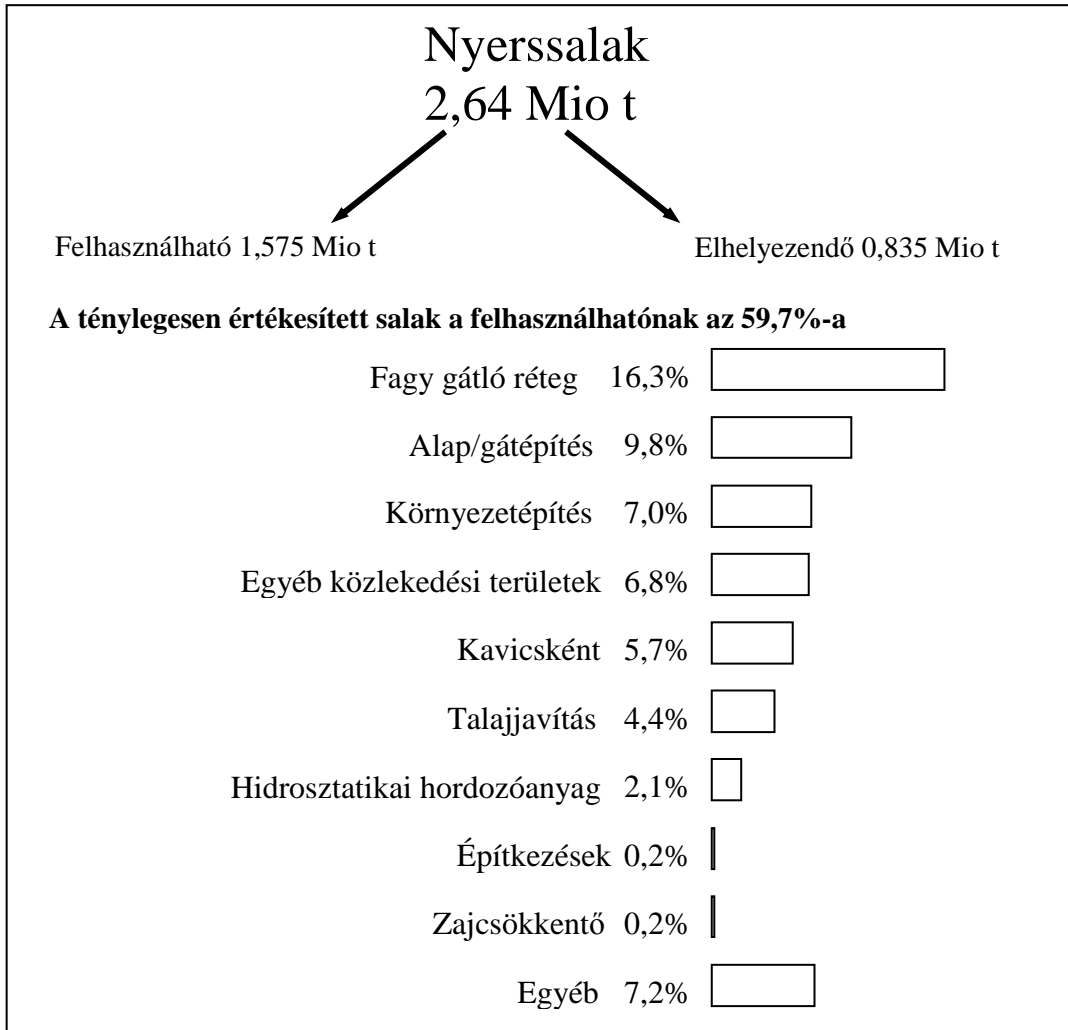


7. ábra

A maradékszemétegető-üzemekben keletkező hulladék értékesítése

A hulladékégetés nagy előnye, az hogy a nem értékesíthető ill. elkerülhetetlen hulladékok térfogata minimalizálható, amivel további szállítása, elhelyezése megkönnyíthető. Valamint az égetés során hasznos energiát is nyerhetünk (villamos áram, távfűtés, gőz) majd a megmaradó anyagok egy része még értékesíthető is. A modern szemétegetők ezek közül mindegyik feladatot ellátják. A térfogati redukciót legjobban egy szemétkockával lehet illusztrálni. Egy közepes méretű üzem egy év alatt 250 000t hulladékot rak ki. Átlagban 0,34t/m³ sűrűséggel számolhatunk, ami akkor az esetünkben 735 000m³ hulladéktérfogatot jelent. Ez a mennyiség egy 90m élhosszúságú kockának felel meg. Az égetéssel kb. 90%-os térfogati redukció érhető el, ami tartalmazza az értékesíthető és az értékesíthetetlen anyagrészt is. Ez egy 42m élhosszúságú kockának felel meg. Ennek a mennyiségnek 85%-a értékesíthető ami azt jelenti, hogy az eredeti térfogat mindössze 1,5%-a kerül elhelyezésre. Az értékesíthető maradékanyag nagy részét az égetés során a tüztérben keletkező salak jelenti. Ez a maradékszemét-térfogat 7,8%-át teszi ki. Valamint nyerhető gipsz és sósav is kisebb mennyiségben. A nem értékesíthető rész egy 22m élhosszúságú kockát tesz ki ami a filterport, a kazánhamut, a filterpogácsát, és az eltávozó gőzt tartalmazza. Ezeknek az elhelyezését biztosítani kell. Ilyen módon csökkenthető az elhelyezési térfogat és a hulladékilleték.

A maradékszemétegető-üzemekben keletkező hulladék értékesítése



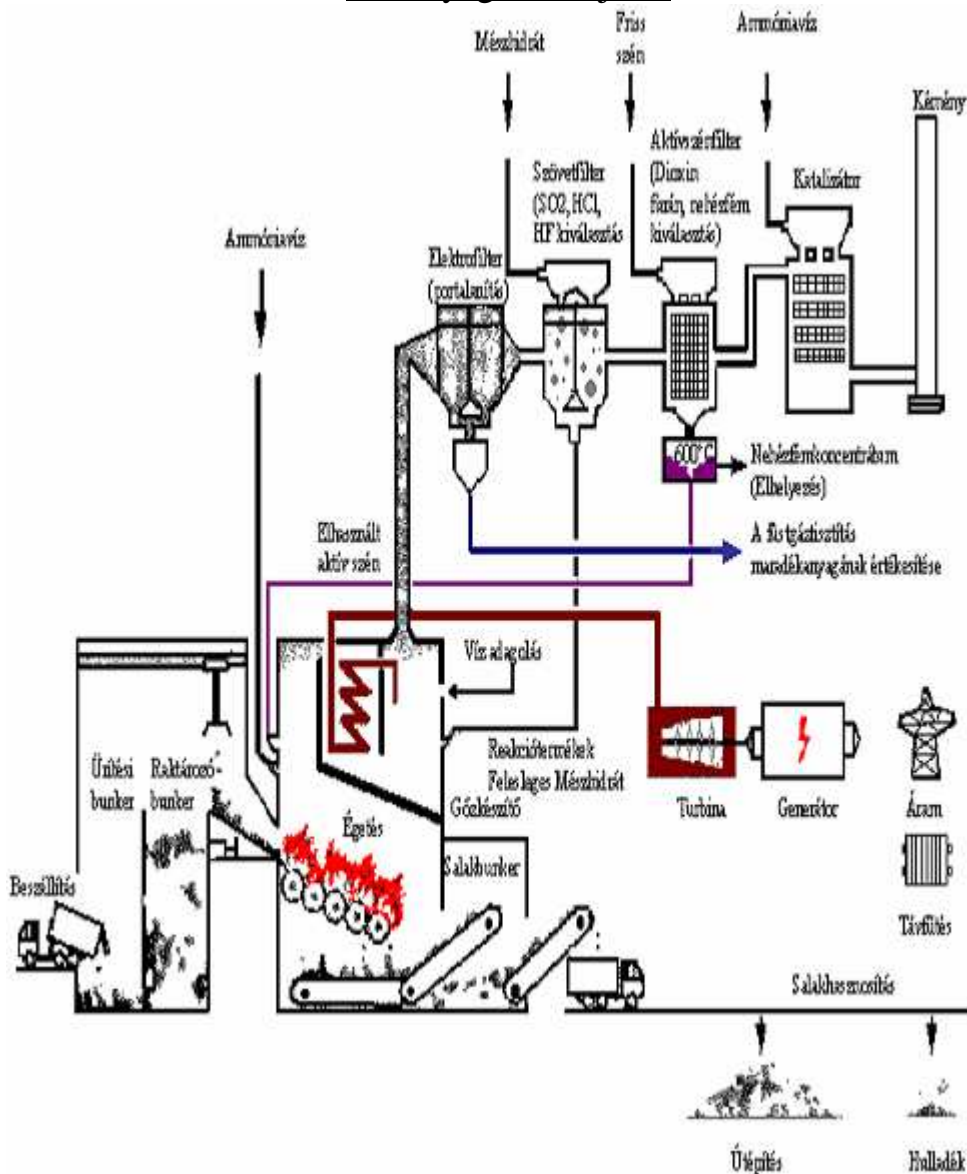
8. ábra

A maradékszemétegető-üzemekben keletkező hulladék értékesítése

Egy német egyetemi tanulmányban merült fel a maradékszemétegető üzemek vizsgálata. A bázisadatok 1989-ből származnak így csak a régi Németország területére vonatkoznak. Akkor még a Németország területén lévő 47 üzemből csak 36 foglalkozott a nyerssalak hasznosításával. A tanulmány szerint 1989-ben a 1,6 millió tonna nyerssalak mindössze 60%-a lett hasznosítva. Ez a rossz arány főként abból adódott, hogy 11 vállalat egyáltalán nem foglalkozott a salak kezelésével, hanem csak közvetlenül elhelyezték. A salak legnagyobb részét az útépités során használják fel. A legnagyobb részt ebben az esetben az utca vagy egyéb közlekedési megerősítés fagyálló, és alsó hordozó rétege képezi. További részeket az ipar használ fel, mint építési anyagot. De a tájépítés és a talajjavítás során is használnak fel salakot. A maradékszemét kiegészítési foka az alapja a nyerssalak értékesíthetőségének. Ez az építőanyag jóságát direkt befolyásolja. Egy közepes tárolási idő után ami kb. 12 hét éri el a nyerssalak az optimális állapotát az egyéb anyagok salakból való kiválasztásához. A salak felkészítési eljárása mechanikai és egyéb folyamatokból áll.

Annak a salaknak, amit másodlagos nyersanyagként alkalmaznak viszonylag jó szemcsekeveréknek kell lennie, maximum 32mm-es szemcsemérettel. A salaknak csak csekély része az ún. nagyszemcse (magnagyság 40-500mm) amit a szűk szétválasztási lehetőségek miatt el kell helyezni. Ez a rész 10%-a a nyerssalaknak. Azonban manapság már kidolgozott eljárások vannak ennek a résznek az utánkezelésére is. Ennek az értelmében a deponálási térfogat még inkább lecsökkenthető.

Termikus maradékszemét kezelés Rostélyégetési eljárás



9. ábra

Termikus maradékszemét kezelés – Rostélyégetési eljárás

A legnagyobb tapasztalatok jelenleg a rostélyégetési eljárás területén vannak. A telephely szerint különböző féle üzemek építhetők, ahol az egyes üzemszervek szabály szerinti egymás mellé építésével kapják meg az egységes eljárási folyamatot. Ilyen üzem található pl. Németország területén Hameln-ben. Ebben az üzemben három különálló égetési vonal található. Ezek közül az egyik tartalékot képez. Minden részben található égetőrostély, izzítókazán, valamint többfokozatú füstgáztisztító.

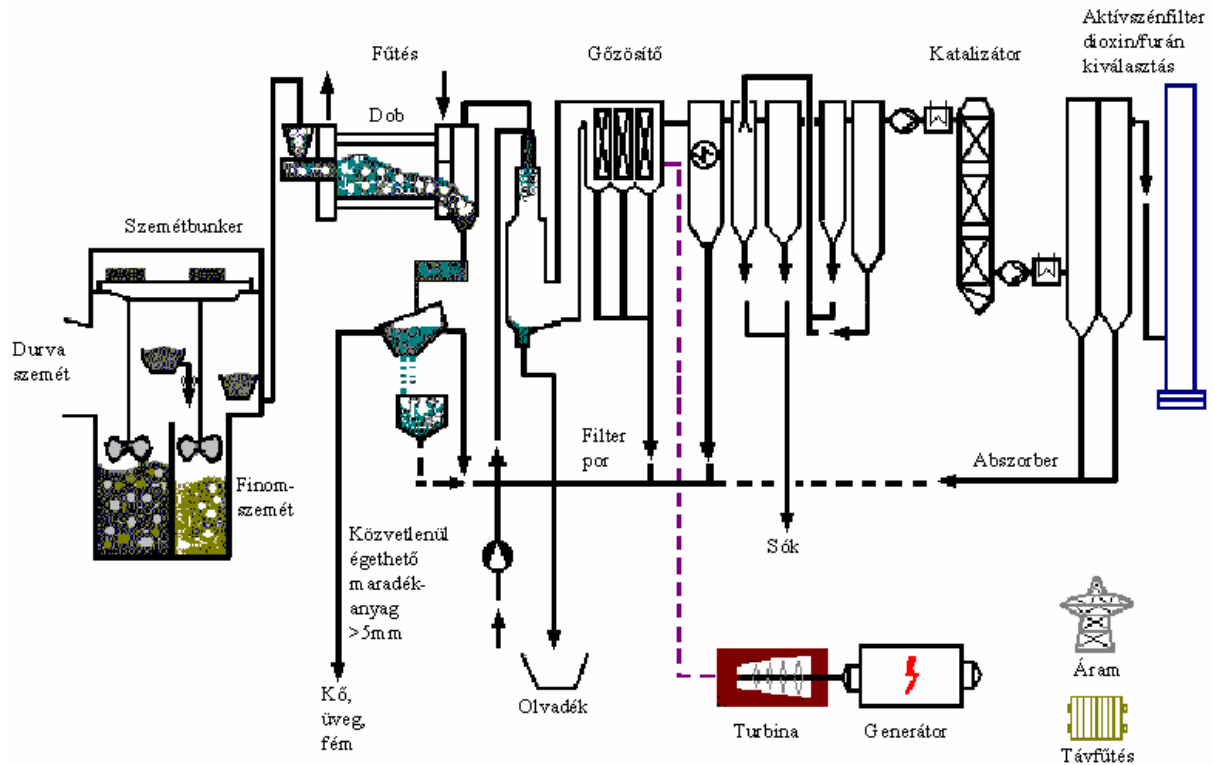
A szemétszállító járművek a szemétbunkerbe érkeznek a hulladékkal. A bunkerben elhelyezett daru keveréssel homogenizálja a hulladékot, hogy abból jó hőértékű égésanyag váljon. A bunker levegőjét folyamatos „porszívózással” tisztítják. Így oldják meg a portalanítást, valamint a kellemetlen szagok eltávolítását.

A daru szállítja tovább a hulladékot az égéstér betöltő-tölcséréhez. Onnan hidraulikus nyomás alatt a hengersorhoz ill. az előtoló-rostélyhoz érkezik a hulladék. A hengersor két sorban van felszerelve. Ezt követi az automatikus égető, ahol a hulladék mellé tüzelőolajat is adagolnak, mert csak így érik el a megkívánt 850°C-os hőmérsékletet. Az elégett szemét (ekkor már salak) vízfürdőbe esik, ahonnan a lehűlést követően a salakbunkerbe kerül. Innen teherautókkal szállítják az előkészítő, feldolgozó üzemekbe, ahol kiválasztják belőle a fém szerkezetű részeket és külön-külön értékesítik.

Az első füstgáztisztítást mindjárt az égéstérben végzik el: ammóniavizet fújnak az égéstérbe (SNCR-eljárás). Ezután a füstgázt elektrofilteren vezetik át, amin megmaradnak a por formájú részecskék. Ez a filterpor egy ún. maradéksilóba kerül és szintén értékesíthetővé tehető.

A következő fokozat során a füstgázt kénezik, ahol hidrogénreakcióval kötik meg a széndioxidot. A megmaradó anyagokat (HCl, HF) a szövet-filterrel fogják fel (ez az ún. száraz-eljárás). A hidrogénreakcióból származó maradékanyagot a kazánba vezetik és elektro-filterrel kötik meg. A dioxidok és a furánok az aktívszén-filteren való átlépéskor annak koksztétegén abszorvál és az aktívkoksz finom porában maradnak. A káros anyag lerakódás erősen függ a szén életkorától. A kiválasztott maradékanyagot nitrogén nyomása alatt 600°C-ra hevítik. Ekkor a megtapadt dioxidok és furánok szétrombolódnak. Az elhasznált, öreg kokszot megőrlik és az égéstérbe fújják. Az utolsó fokozata a füstgáztisztításnak a fullasztó. Ekkor a füstgázt egy katalizátorba vezetik és csak ezután engedik ki a kéményen keresztül a környezetbe. Az elpárologtatott ammóniavizet a füstgázba fújják; a nitrogénoxidok vízzé és nitrogénné alakulnak (SCR-eljárás). Az ilyen módon létesített üzemeknél nincs probléma a környezetbe kiengedett káros anyagok mennyiségével, azok jóval az előírtak alatt vannak.

Hevítő-égető eljárás



10. ábra
Termikus maradékszemét kezelés – hevítő-égető eljárás

A hevítő-égető eljárás egy modern technológiai folyamat. Elsősorban a háziszemét és ahhoz hasonló zárt hulladékok és a tisztításból származó salakanyagok értékesíthető formájúvá alakítására szolgál. Ez az eljárás a pirolízis és az égetés kombinációjából alakult ki (6. ábra). Ez az eljárás a füstgáztisztításból megmaradó csekély mennyiségű hulladéktól eltekintve, anyagként juttatja vissza a maradékszeméteket az értékesítési körfolyamatba.

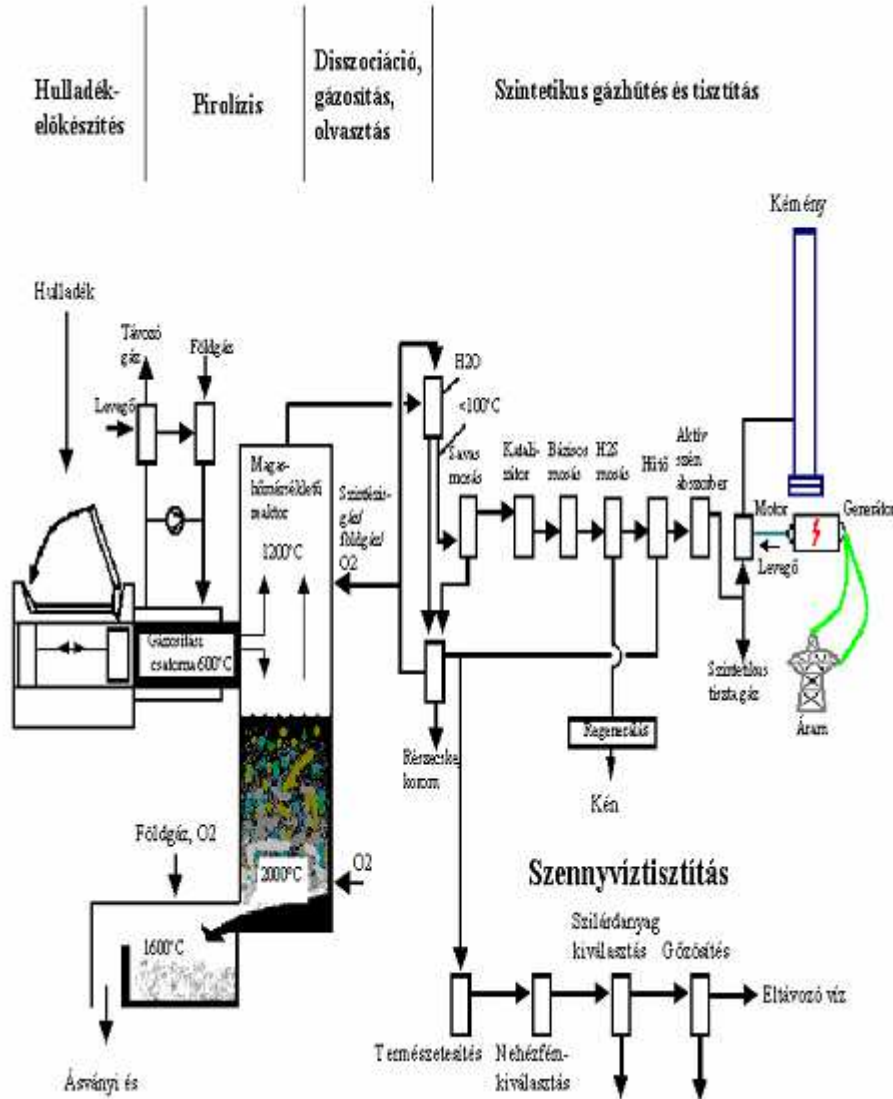
A hevítő-égető eljárás egy különösen hatékony üzemben hozza össze a pirolízist és a magas hőmérsékletű égetési eljárást. A pirolízisben ill. az átalakulási folyamatban éghető gázok és széntartalmú porok együtt égnek kb. 1300°C-on.

Az átalakulási folyamatban vegyes összetételű, aprított hulladékok légköri nyomás mellett 450°C-on izzanak miközben egy dob forgatja kb. 3/min fordulatszámmal. A dobban lévő fűtőcső hőt ad át a hulladéknak, ami közben jól összekeveredik és szemcse nagyság alapján is szelektálódik. A keletkező pirolízisgázt közvetlenül az égéskamrába vezetik míg a szilárd maradékanyagot eltávolítják. Egy 5mm-es lyukszélességű szitával választják szét a maradékanyagot egy durva részre, ami főként fémeket tartalmaz és egy finom részre, ami a porszilóba kerül. Ez a finom szerkezetű rész a dobból származó szénnek a 99%-át tartalmazza.

Minden olyan szemcse amelyik 1mm-nél nagyobb hengeres törőn megy keresztül és a porszilóba kerül. Innen az égetőkamrába kerül ahol a pirolízisgázzal együtt 1300°C-on elégetik. Ez az égetési hőmérséklet kb. 100-150°C-kal a hamu olvadáspontja felett van. A magas hőmérséklet és az elegendő tartózkodási idő okozza a káros anyagok lerombolását, hatástalanítását. Az olvadtan folyó salak az égési kamrát elhagyva vízfürdőbe kerül. Itt salakgranulátumként megszilárdul és közvetlenül minden kezelés nélkül értékesíthető. A hevítő-kemencéből és az elektrofilterből származó filterport visszavezetik az égéskamrába, ott megolvasztják, majd lehűlve beleszórják a salakba. Az eljárás mindezek mellett még egy jó füstgáztisztítást igényel és ilyen

módon ezzel a módszerrel is be lehet tartani minden környezetvédelmi előírást. Ezzel az eljárással a szemét által megtestesített energia 75%-a kinyerhető abból. A nettó energianyerés ugyanannyi, mint az égetéses eljárásnál. Ezt az eljárást nagyüzemileg még nem alkalmazzák, de hamarosan már talán arra is sor kerül.

Termoszelektálási (hőváltási) eljárás



11. ábra

Termikus maradékszemét kezelés – termoszelektálási (hőváltási) eljárás

A termoszelektálási eljárás egy új hatékony technológiai eljárás a maradékszemét és a tisztításból származó salakanyagok kezelésére. Az üzemi maradékanyagok több mint 99%-át, mint pl. az üveg-granulátumokat, kén, sókat, az ipari termelés fel tudja használni. A hulladékban rejlő energiát pedig gőzzé alakítva, villamos áram ill. hő nyerhető.

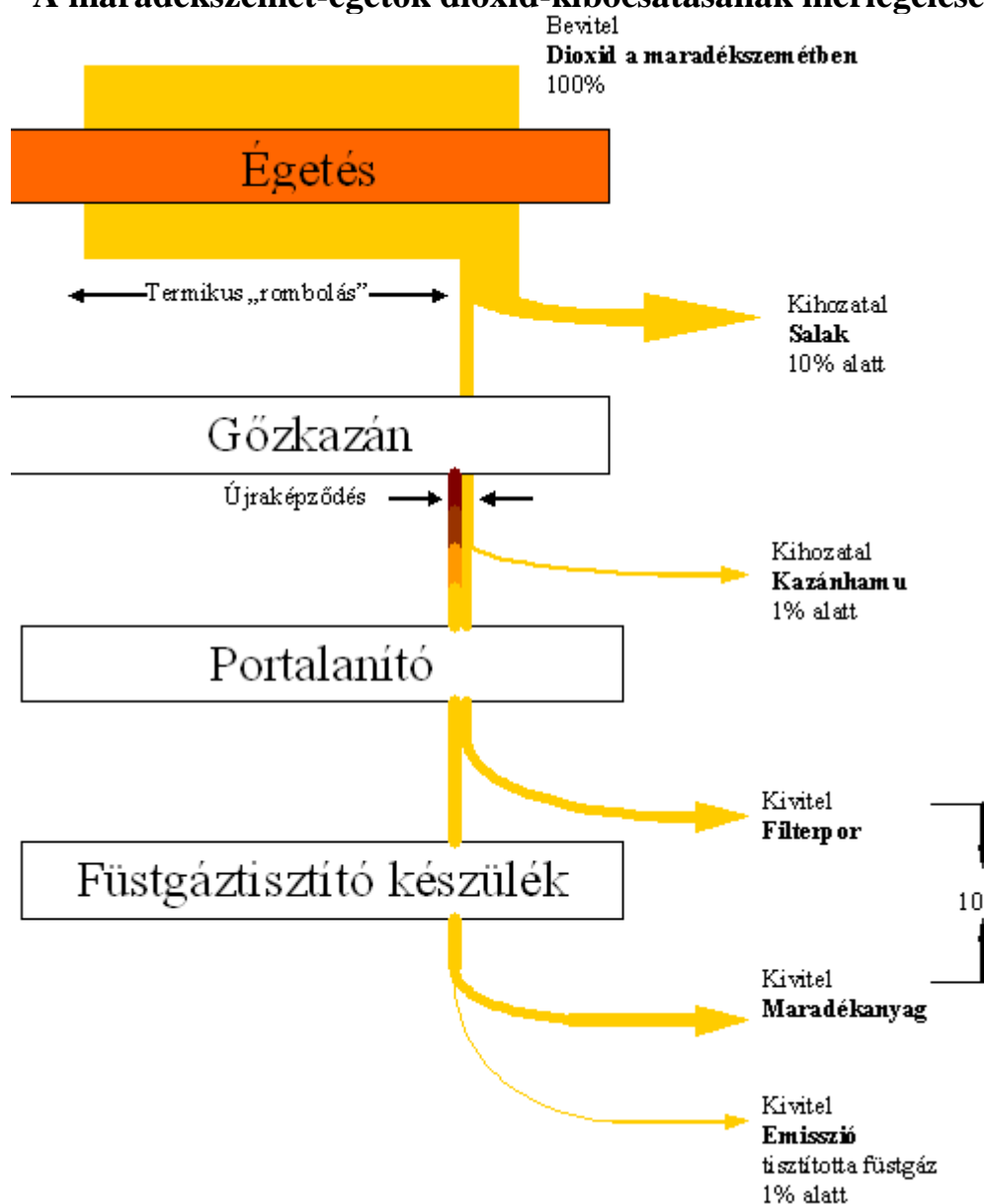
A maradékszemetet eredeti térfogatának 10%-ára préselik össze. A gázosító csatornában az összenyomott hulladékot 600°C-ra hevítve légmentes környezetben kigázosítják. A maradékszemét szerves része ekkor széné alakul át. A maradékszemét fémes és ásványi részét pedig tovább hevítik 600°C fölé. Az összenyomott, kigázosított széntartalmú brikett - ami a gázosítócsatornában mindenkor jelen van - eljut a magashőmérsékletű reaktorba. Ezt a szenet és egyéb gázosítási termékeket oxigén hozzáadása mellett 2000°C-ig hevítve energiában igen gazdag szintézisgáz nyerhető. A nem gázosítható anyagrészt magas hőmérséklet mellett folyósításra ke-

rül. Az olvadékot homogenizáló reaktorba szállítják majd vízfürdőbe helyezve, lehülve granulátum alakul ki belőle. Ezeket az üveg- és fémszerű granulátumokat az építőipar, ill. az útépités használja fel.

A magashőmérsékletű reaktor felső részében rombolják szét az anyag szerves részeit kb. 1200°C mellett. Végül a szintézisgáz tisztításra kerül. A magashőmérsékletű reaktorban nem levegővel hanem oxigénnel dolgoznak mivel a szintézisgáz térfogata ott már nagyon csekély.

A szintézisgáz tisztításának első lépése a hirtelen lehűtés 1200°C-ról 100°C alá. Ez az energia, amit ekkor a gáz lead, sajnos nem hasznosítható. De a hirtelen hűlés és a kevés oxigén megakadályozza a furánok és dioxidok képződését. A szükséges tisztítási folyamatok után olyan szintézisgáz nyerhető mely motorokkal áramoltatható. Az ilyen módon működő üzemek jóval a megengedett környezetvédelmi határértékek alatt dolgoznak. Az első ilyen termoszelektáló eljárással dolgozó üzem Verbania-ban (Olaszország) épült. Ez az üzem 4,2 tonna hulladékot dolgoz fel óránként.

A maradékszemét-égetők dioxid-kibocsátásának mérlegelése



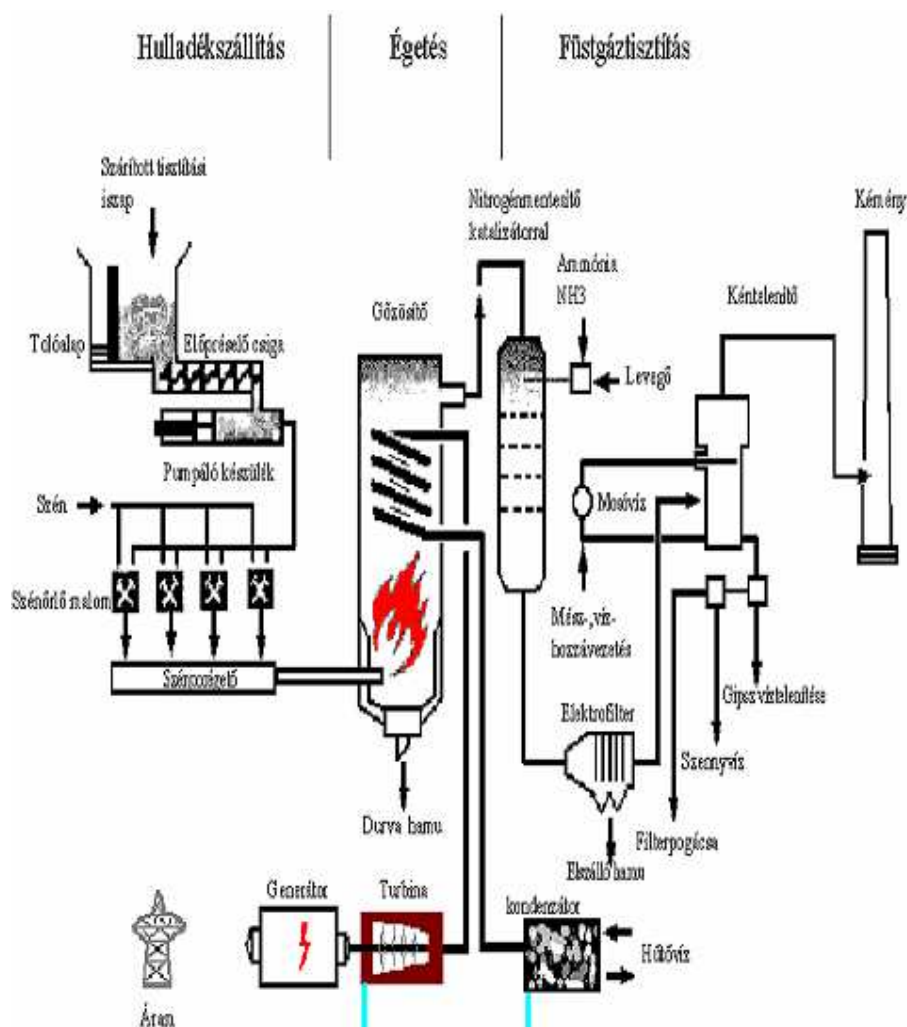
12. ábra

A maradékszemét-égetők dioxid-kibocsátásának mérlegelése

Az elmúlt években igen nagy hangsúlyt fektetnek a környezetvédelemre, ezek közül is elsősorban az üzemek dioxid kibocsátására. Nagy jelentőséget tulajdonítanak a dioxidok eredetének felkutatására és az elsődleges cél azok kialakulásának megakadályozása, vagy ha ez nem lehetséges, akkor azok megsemmisítése (füstgáztisztítás). A dioxidok a maradékszeméttel együtt kerülnek az égetőbe. A dioxid „rombolás” legújabb elmélete az, hogy azt először nem 1200°C-on bomlasztják, hanem csak 300°C-on. Ezután már csak nagyon csekély rész kerül a füstgázba. A dioxid újraképződését a forró gázok hűtésével akadályozhatjuk meg. A dioxidok lehetséges reakciópartnerei a szén, kloridok és a fémaktiválók. A dioxid újraképződésének legvalószínűbb okozója a kiégett filterporok (ezt a folyamatot nevezik de-novo-szintézisnek). A de-novo-szintézis elkerülését a technika már lehetővé teszi, mégpedig a füstgáztisztítással és a maradékanyagok kezelésével. A portalanításból, abszorpcióból és oxidatív rombolásból álló eljárás-kombináció egy igen alacsony toxkális együtttható eredményez. Káros anyag tulajdonképpen koncentráltan lép fel a filterporban, de ez kezelhető. Ezek egy kezelés után elhelyezhetővé vagy értékesíthetővé válnak. Ez az utánkezelés szilárdításból, mosásból és lágýtásból áll.

Így a szeméttel bekerült 100% dioxidtartalomtól mindössze 1% távozik a füstgázzal mint emisszió. 200 000 tonna maradék hulladékban kb. 10g dioxid található és ebből a környezetbe mindössze 0,1g távozik.

Az iszap égetése a szénerőművekben



13. ábra
Az iszap égetése a szénerőművekben

A kommunális iszapokat ez idáig a mezőgazdaság használta el vagy deponálásra kerültek. De a gondoskodásnak ez az útja egyre nehezkesebbé vált. Az iszap mennyisége évről évre nőtt és a kommunális tisztítóüzemek nem tudták már fogadni az összes iszapot. Valamint a mezőgazdaság igényei is végesek. Mindezekhez még hozzáadódik, hogy az elhelyezésre alkalmas területek mennyisége is kicsi. Németországban már törvény van arra, hogy az energiatermelő üzemeknek segíteniük kell a kommunákat azok szemeteinek elhelyezésében. Így került sor arra, hogy a szén-erőművekben a szénrel együtt tüzelik el az iszapot is. Így alakult hogy a PreussenElektra is megkísérelte ezt az eljárást az egyik erőművében. Egy szélsőséges esetet választva a tisztítási iszap szárazanyag tartalma 25%, a szénhez való maximális adagolása 5:100. Ezek az adatok alapján elvégzett kísérlet a következő eredményekhez vezetett:

- az erőművek energiatermelését nem csökkentette
- a füstgázemisszió értéke a nem mutat eltérést a tisztán széntüzelésű erőművekhez képest
- az erőművi maradékanyag értékesítését nem csökkentette (pl. gipsz).

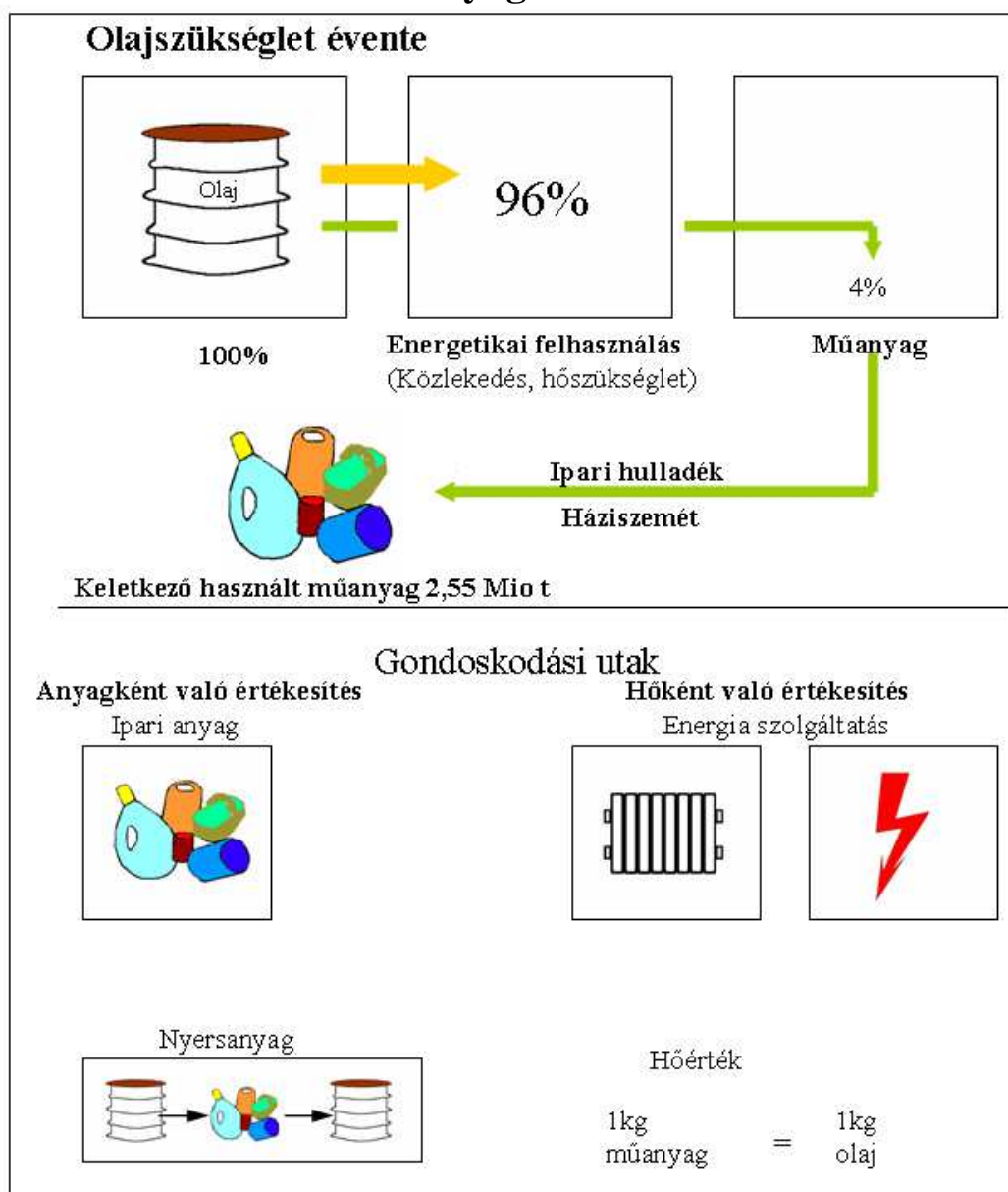
A szén és a hulladék együtt égetése a szén-erőműben csak szárított és mechanikusan vízmentesített iszappal valósítható meg. Az iszap szárítása és szállítása költségként jelentkezik de ez gazdasági alapkából biztosítható.

Hulladékégetők Magyarországon

Cég	Település	Engedély	Állapot
Fűzfői Hulladékégető Szolgáltató Kft	Balatonfűzfő	van	működő
Békés megye Önkormányzata	Békéscsaba	nincs	tervezett
DDC Kft. (Cementmű)	Beremend	van	működő
FKF Rt., HUHA	Budapest	van	működő
SEPTOX Kft.	Budapest	van	működő
HAJDÚKOMM Kft.	Debrecen	van	működő
ONYX Magyarország Kft.	Dorog	van	működő
Győri Hulladékégető Kft.	Győr	van	működő
Progress Bp.o Kft.	Kistarcsa	van	működő
HOLCIM Rt. (Cementmű)	Lábatlan	van	működő
BORSODKOMM B.A.Z. Megyei Önkormányzat Kommunális Kft. (2 berendezés)	Miskolc	van	működő
Holcim Hungária Zrt	Nyergesújfalú	nincs	tervezett
Dél-Kelet Alföldi Hulladékgazdálkodási Társulás	Orosháza	nincs	tervezett
Pannon Power	Pécs	nincs	tervezett
Huntsman (Nitroil) Rt.	Pétfürdő	van	működő
Hungaropac Zrt.	Rudabánya	van	tervezett
ÉMK (Sajó) Kft.	Sajóbábony	van	működő
ATEV Fehérjefeldolgozó Rt.	Solt	van	működő
MOL Rt. Dunai Finomító	Százhalombatta	van	működő
SZOTE Kht.	Szeged	van	működő
BEGAS AG	Szentgotthárd	nincs	tervezett
MEGOLDÁS Kft. (2 berendezés)	Szombathely	van	működő
Duna-Vértes Hulladékgazdálkodási Rendszer	Tatabánya	nincs	tervezett
MOL Rt. Tiszai Finomító	Tiszaújváros	van	működő
ECOMISSIO Kft.	Tiszaújváros	van	működő
ECOMISSZIÓ Kft.	Tiszavasvári	van	működő
Duna-Dráva Cement- és Mészművek Rt.	Vác	van	működő
Közép-Duna Völgyi Hulladékgazdálkodási Társulás	Várpalota	nincs	tervezett
Mátrai Erőmű Rt.	Visonta	van	működő

3. táblázat Magyarországi hulladékégetők

V. Jelszó: újrafelhasználás (recycling) Példa: műanyag hulladék



14. ábra
Az újrafelhasználás lehetőségei

A műanyagot manapság minden területen használják. A használat sokféleségének megfelelően csak egyedi gondoskodási utak léteznek. A „kikerülés” „csökkentés” és az „értékesítés” elveit kell érvényesíteni a hulladékrendezés során. A műanyagról minden esetben környezetbarát módon kell gondoskodni. Az elhelyezés ökológiailag nem értelmes ezért kizárható.

Az anyagként való értékesítésnél a következő lehetőség adódik: Nyersanyag újrafelhasználás. Ennek akkor van értelme ha az elhasznált anyagok nagy mennyiségben, tisztán állnak rendelkezésre. Praktikus ha az üzem belüli hulladékot közvetlenül, helyben vezetik vissza az ipari folyamatba. A többi hulladékot speciális újrafelhasználó üzemek fogadják be. Ezek szintén sok fajta összetevőből állhatnak, mint pl.: nem értékesíthető termelésből származó hulladék, háziszemét, csomagolási habok és fóliák.

A nyilvánosság figyelmét és a politikát is ide kell koncentrálni, hogy ennek a hulladéknak jelentős része származik a piszkos, keveredett, nem higiénikus háziszemétekből. Az újra fel-

dolgozott nyersanyaggal az a fő probléma hogy sokan ezt úgy kezelik, mint valamiféle csökkentett értékű, kevesebbet érő anyagot. Mivel a technológia magas kvalifikációt igényel ezért nem elég ha az újrahasznosított anyag csak csökkentet értéken adható el.

A nyersanyag újrahasznosítás az anyagként való hasznosítások csoportjába tartozik és annyit jelent, hogy az elhasznált anyagok kémiai folyamatok során alakulnak át nyersanyaggá. A körfolyamat: nyersolaj – műanyag – nyersolaj. Ezeket a technológiákat előnyben kell részesíteni a gázosítási-, pirolízis és égetési eljárásokkal szemben.

Az olajvisszanyerést az elhasznált műanyagok depolimerizációjával érik el. De sajnos ez a folyamat igen költséges. Ennek a finanszírozását Németországban, pl. a „zöld pont” (Grüner Punkt) módszerével oldják meg, ami azt jelenti, hogy a vevő illetéket fizet azokért a termékekért amin ez a jelzés megtalálható (ez benne van a termékárában).

A lakosság által kevésbé akceptált út az égetéssel való energianyerés. A nyersolajnak mindössze 4%-ából lesz műanyag a többit a közlekedési, és az energiaszektor használja fel. Végül pedig 1 kg műanyag hőértéke ugyan annyi, mint 1 kg nyersolajé.

VI. Kitekintés a világra

Ebben a fejezetben olyan cikkek, írások, képek között válogattam, amelyek arra utalnak, hogyan teszik, (vagy nem teszik) ezt a feladatot Európa, illetve a világ más országaiban. Van-e tanulni valónk, vagy eszünkbe ne jusson a másolás. A válogatásban nincs rendszer, egyszerűen csak az érdeklődésemet keltették fel, vagy borzasztottak el a látottak, olvasottak.

1) Milton Keynes 200 ezres város Londontól 60 km-re északkeletre. Szeméttlerakóira minden évben 10 millió kidobott papírpelenka kerül. Ez az összes háztartási hulladék térfogatának 6 %-át teszi ki. A képviselő-testület 1999-ben úgy ítélte meg, hogy mindent meg kell tennie a sajátos hulladékáram képződésének megakadályozásáért. Kampányt indítottak a mosható pamutpelenkák elterjesztése érdekében. A számítások szerint a szülők anyagilag is jól járnak, hiszen ha valaki otthon mossza a gyermeke pelenkáit, 2,5 év alatt 360 eurót takaríthat meg. Milton Keynesben a szülők kényelmes mosodai szolgáltatásokat is igénybe vehetnek. A pelenkákért a mosoda házhoz jön. Természetesen a szolgáltatás igénybevétele jelentősen növeli a pelenkázás költségeit, de még így sem kerül többre, mintha egyszer használatos pelenkákat használnának. Ugyanakkor a természetes anyagú pamutpelenka nagy előnye, hogy a felszívódást vegyszerek nem segítik. A szülők ingyenes bemutatón vehetnek részt, sőt a textilpelenkát ki is próbálhatják. 2002 óta arra is van lehetőség, hogy a kismama még a szülés előtt előjegyezze a mosodai szolgáltatást, amit aztán a kórházból hazatérve kedvezményes áron vehet igénybe.

2) Az egyik leglenyűgözőbb hulladékégető kéménye Tokió egyik ultramodern lakótelepének negyedének közepén magasodik. A házak között nem járnak kukásautók - a toronyházak szemétdobóit és az utcai gyűjtőket is közvetlenül, sűrített levegővel működő „csőpostával” csatlakoztatták égetőbe. A csöveket speciális csőgörényekkel tartják tisztán, a nagyobb dugókat pedig tojásdad „biliárd golyókkal” lövik szét. Az égető belül kórházi tisztaságú, kis kiállítás mutatja be működését, különféle kijelzők mutatják a kéményben mért kibocsátásokat. Sokadik rákérdezésre sem kaptunk választ arra, hogy miért akkorák a határértékek, amekkorák és miért gondolják a kéményben *belül* kimutatott vegyi anyagok a levegőbe kerülve „nem állnak össze” újra határértékeket meghaladó szennyezéssé.

3) A világ hét „szemétsodájából” három:

Az első csoda a San Francisco és Hawaii között félúton lebegő, zömében plasztik palackokból álló szemétsziget, amelynek kiterjedése nagyobb, mint Texas államé. Az óceáni áramlások gyűjtik össze erre a területre a szárazföldről és a hajók rakományából kikerülő szemetet. Egy kutató beszámolója szerint egy hétig hajózott a szemétsziget között, ahol a horizontól-horizontig mindent szemét borított.



A Csendes Óceáni Szemét-sziget

A második csoda. Minden New-Yorki iskolás tudja, hogy a világúrból két ember alkotta műtárgy látszik, az egyik a kínai nagy fal, a másik a New-Yorki szemétklerakó, amely 67 méter magas, közel 9 millió négyzetméter területű. A lerakó amely, fénykorában mintegy 30 ezer tonna hulladékot fogadott naponta, most rekultivációra vár.



New York szemétklerakója



És a harmadik. Manila hulladéklerakója, melyet hivatalosan 1995-ben bezártak (nevét a lerakóról felszálló metánról kapta). A Füstös hegység egy a számtalan Fülöp-szigeteki lerakó közül, ahol 155 ezer ember talál „megélhetést”. Gyerekek, férfiak és asszonyok élnek a világ talán legszörnyűbb gettóiban, amelyek nem mások, mint a hulladéklerakók

Füstös hegység, Fülöp-szigetek, Manila

4) New York város a köztisztasági helyzet javításában is számít a polgárok aktív részvételére. Arra biztatják a lakókat, hogy egy-egy utcai szemétkgyűjtőt fogadjanak örökbe. Az örökbe fogadó önkéntestől azt várják, hogy ha a szemeteszsák háromnegyed részig megtelik, akkor cserélje ki a várostól kapott új zsákkal. Utcai szemetest nem csak örökbe fogadni lehet, de arra is van lehetőség, hogy ha valakinek valahonnan nagyon hiányzik egy szemétkgyűjtő, akkor befizeti az árát, és az edényt garantáltan a megadott helyre helyezik ki. A szemetesen az adományozó nevét vagy a cég logóját tábla jelzi. A Tiszta Közösség Kampanyba bekapcsolódhatnak cégek, civil szervezetek és lakosok. A cél az, hogy mindezen szereplők összefogásával csökkenjen a szemetelés, és erősödjön a polgárok környezetük iránt érzett felelőssége.

5) Nincs hulladék, csak rossz helyre került használt anyag, ezt a mottót is választhatta volna Szingapúr, hiszen nemcsak az elhasznált és feleslegessé vált hulladékot gyűjtik sikeresen, hanem mindebből még turisztikai látványosságot is próbálnak varázsolni. Fenséges gém csapkod

szárnyával egy betongáton ülve, színes tengeri csillagok, apró rákok díszítik a fővenyt, a partköz-
zelben korallzátony növekszik, miközben buldózerek és dömperek fülsértően zúgnak és dolgoz-
nak. Isten hozta Önöket Semakuban, ami a szingapúri kormány tervei szerint hamarosan az első
olyan sziget lesz a világon, amely szeméten és szemétből épül fel. Az ide látogatókat a hulladék
bűzén és a sós tengerillaton túl hamarosan egy egyedülálló ökoturisztikai központ is várja majd
a szingapúri döntéshozók elképzelése szerint, írja a fejlesztésről a Vad Szingapúr, környezetvé-
delmi holnap. Minden látszat ellenére, ezen a területen virágzik a természet. A 350 hektáros part
menti terület alig 20 perc hajóútra van a szárazföldtől, melynek gazdasági fejlődése és gyors
modernizációja tetemes mennyiségű szemetet termel. Semaku 63 millió köbméter hulladékot
képes elnyelni, ami megoldja Szingapúr szemetgondját egészen 2045-ig.

VII. A marcali Noszlopy iskola

VIII. Jogszabályi háttér

A hulladékgazdálkodással kapcsolatos elfogadott jogszabályok 2003-tól

§ 11/1991. (V.16.) KTM rendelet a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeinek és az azok alkalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról

2003.12.12

§ 241/2000. (XII. 23.) Korm. rendelet a hulladékkezelési közszolgáltató kiválasztásáról és a közszolgáltatási szerződésről

2003.12.12

§ Rendelet a települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szakmai szabályairól

2003.12.12

§ Rendelet a hulladékolajok kezelésének részletes szabályairól

2003.12.15

§ 9/2001. (IV.9.) KöM rendelet az elemek és akkumulátorok , illetve hulladékaik kezelésének részletes szabályairól

2003.12.15

§ 98/2001. (VI.15.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről

2003.12.15

§ 213/2001. (XI.14.) Korm. rendelet a települési hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről

2003.12.15

§ Rendelet a jegyző hulladékgazdálkodási feladatairól

2003.12.15

§ 271/2001. (XII.21.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási bírság mértékéről, valamint kiszabásának és megállapításának módjáról

2003.12.15

§ 16/2001. (VII.18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről

2003.12.16

§ 22/2001. (X.10.) KöM rendelet a hulladék lerakás, valamint a hulladéklerakók lezárásának és utógondozásának szabályairól és egyes feltételeiről

2003.12.16

§ 3/2002. (II.22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a hulladékégetés technológiai határértékeiről

2003.12.16

§ 5/2002. (X.29.) KvVM rendelet a települési szilárd hulladék kezelésére szolgáló egyes létesítmények kialakításának és üzemeltetésének részletes műszaki szabályairól
2003.12.16

§ 126/2003. (VIII.15.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási tervek részletes tartalmi követelményeiről
2003.12.16

§ 16/2002. (IV.10.) EüM rendelet a települési szilárd és folyékony hulladékkal kapcsolatos közegészségügyi követelményekről
2003.12.16

§ 15/2003. (XI. 7.) KvVM rendelet a területi hulladékgazdálkodási tervekről
2003.12.16

§ 192/2003. (XI.26.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló 98/2001. (VI.15.) Korm. rendelet módosításáról
2003.12.17

§ 164/2003. (X.18.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről
2003.12.29

§ 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról
2004.03.30

§ 22/2004. (XII. 11.) KvVM rendelet a hulladékok jegyzékéről szóló 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet módosításáról
2005.01.13

§ 94/2002. (V. 5.) Korm. rendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladék kezelésének részletes szabályairól
2005.04.05

§ 164/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről
2005.05.20

§ A környezetvédelmi és vízügyi miniszter 27/2005. (XII. 6.) KvVM rendelete a használt- és szennyvizek kibocsátásának ellenőrzésére vonatkozó részletes szabályokról
2005.12.19

§ 15/2004. (X. 8.) KvVM rendelet az elektromos és elektronikai berendezések hulladékai kezelésének részletes szabályairól
2006.04.19

§ 264/2004. (IX. 23.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikai berendezések hulladékainak visszavételéről
2006.10.09

§ 99/2006. (IV. 25.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikai berendezések hulladékainak visszavételéről szóló 264/2004. (IX. 23.) Korm. rendelet módosításáról
2006.10.09

§ 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról
2006.10.25

§ 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről
2006.10.25

§ A települési szilárdhulladék-gazdálkodás támogatási stratégiája
2007.11.23

§ Tervezet - a települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szabályairól szóló kormányrendeletéről
2007.12.21

IX. Fogalom meghatározások

Abszorber (gázelnyelő):

Olyan anyag, amely a káros anyagokat megköti. Pl.: a füstgáztisztítási technikában a $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 vagy NaOH abszorbere a SO_2 , HCl , és HF káros anyagoknak. Ismert példa az abszorberre az aktívszén, amely egyszerű tojásszén vagy barnaköszén is lehet. Ezek olcsók és egyutas abszorberként megengedett a használatuk.

Aerob eljárás:

Biológiai eljárás, ami levegő alatti (nincs vákuum) területen dolgozik. A szerves hulladék-rész CO_2 -dá alakul.

Anaerob eljárás:

Biológiai eljárás, ami vákuum alatt dolgozik. A szerves hulladék-rész biogázzá alakul.

De-Novo-szintézis:

Az anyagok újraképződése, itt dioxid újraképződés.

Dioxid és furán:

Poliklóros szerves kötés, ami két benzolgyűrűből áll, ami két tiszta atomon (dioxid) vagy egy tiszta atommal (furán) kötődik. A klóratom számától és pozíciójától függően 75 különböző dioxidot és 135 különböző furánt különböztetünk meg. Ezeknek az ún. izomereknek különböző kémiai, toxikológiai és fizikális hatásai vannak. Az izomerek különböző hatásait a biológiai szervezetekre a toxikális ekvivalens adja meg.

Emisszió (kibocsátás):

Azok a káros hatások, amit a létesítmények a környezetbe kibocsátanak (gázok, zajok, sugárzás, meleg).

Finomszemét:

8mm alatti szemcse nagyság.

Háziszemét:

Szilárd hulladék a háztartásokból és a ház körüli műhelyekből.

Hőérték:

Az égésanyag egyértelmű elégekor felszabaduló hőmennyiség és az égésanyag tömegének a hányadosa által kifejezett mennyiség. Tekintetbe veszi a nedves anyagból az égetés során eltávozó párát is. A hőértéket a szilárd égésanyagoknál kJ/kg-ban vagy MJ/kg-ban adják meg.

Hulladék:

A hulladék fogalma a mindennapokban azt az anyagot vagy tárgyat jelenti, amit már nem használunk és ezért kidobásra kerül. Ez részben igaz de valójában különbözik a hulladék igazi fogalmától mivel feldolgozó üzemek az így meghatározott hulladék egy részét ismét használhatóvá varázsolják. Ebből látszik, hogy a hulladék fogalma jóval bonyolultabb és összetettebb, mint az első pillantásra látszik.

Hulladéktörvények:

Lásd. VIII. fejezet

Hulladékgazdálkodás:

Ez egy gyűjtőnév minden olyan tevékenységre, amely kitér a hulladékok anyagként való vagy energetikai felhasználására, kezelésre és raktározásra.

Immisszió:

Az emberekre, állatokra, növényekre, földre, vízre, atmoszférára, kultúrára és hasonló dolgokra ható levegőszennyezés, rázás, fény, meleg, zaj és hasonló környezeti hatások.

Izzásvesztesség:

Megmutatja hogy mennyi az izzó szárazanyagból, mint gáz eltávozó anyag-rész (adott hőmérsékleten és idő alatt). Az izzásvesztesség utal a megmaradó reaktív szénre, ami a talajvízbe kerülhet és itt káros kémiai folyamatokat válthat ki.

Katalizátor:

Anyagok melyek kémiai reakciót okozhatnak, anélkül hogy maradandó változást tapasztalnánk.

Középszemét:

8 és 40cm közötti szemcsenagyság

Maradékszemét:

Ezt a fogalmat főként az olyan hulladék szinonimájaként használják, amit nem tudnak anyagként felhasználni. A maradékszemetet a szabályok szerint az elhelyezés előtt termikusan kezelik.

Maradékanyag:

Ezt a fogalmat olyan anyag szinonimájaként használják, ami biológiai-mechanikai kezeléssel esett át.

Nagy szén:

A szemcsenagyság nagyobb, mint 40mm. A nagymag a nyerssalakban egy heterogén anyagkeverék, ami el nem égett anyagrészekből áll.

Pirolízis:

Nagyobb molekulájú anyagok átalakulása kisebb molekulájúakká 650-900°C-on. Szerves anyagokat az adott hőmérsékleten vákuumban bontják. A pirolízis szinonimái még a „gázosítás”, „izzás” és a „száraz desztilláció”.

SCR eljárás:

Az SCR eljárás megköveteli a nitrogénoxid redukcióját 260-350°C-os katalizátoron és füstgázba fújt ammónián keresztül.

SNCR eljárás:

Az SNCR eljárásnál a nitrogénoxidot 850-1000°C-on redukálják

Szintézisgáz:

Az a gáz, ami a gázosításnál, pl. a hulladékból, a levegővel egyesülve keletkezik.

Települési hulladék:

A települési hulladékon értjük a háziszemetet, utcai szemetet, piaci hulladékot, építkezési hulladékot és omladékot, földkiemelési és műhelyekből származó szemetet, tiszta iszapot és a speciális termelési hulladékokat

Toxikális ekvivalens:

A mérgek relatív megadása a dioxidokhoz képest

Üzemérték:

Az üzemekben keletkező káros anyag mennyisége a füstgázban (g/m³). Az üzemértéknek biztos be kell tartani egy előre meghatározott értéket

X. Záró gondolatok (Pedagógus szemmel nézve)

A folyamat megállíthatatlannak tűnik. A háztartási hulladékok témaköre lassan nálunk is "felnő" a természetismeret mellé és - miként tőlünk nyugatabbra - a hazai iskolai környezeti nevelés egyik legjelentősebb tevékenységi területévé válik. A téma iskolai karrierje nem véletlen, hiszen egy olyan általános környezeti problémáról van szó, amely:

- a gyermekeknél közvetlen érintettséget biztosít ("élet közelsége" személyes cselekvésre motivál és felébreszti az ép környezet iránti felelősségtudatot)
- egyike a legsokoldalúbban feldolgozható környezeti témának. Gyakorlatközpontúan oktatható és számtalan akciózási lehetőségre nyújt alkalmat,
- kiválóan alkalmas rendszerben való feldolgozásra: a folyamatok végiggondolására, az alapvető ökológiai és társadalmi összefüggések megértetésére.

Ez utóbbi adottság kijelöli egyben az iskolai hulladékos oktatás célját is:

- megismertetni a gyerekekkel a hulladék keletkezés és növekmény valós okait, a másodnyersanyag értékét és az értelmes beavatkozási lehetőségeket
- hogy a fogyasztás és a hulladék közötti összefüggések feltárásával tegyük érthetővé a megelőzés elsődlegességének, a kritikus fogyasztói magatartás kialakításának fontosságát.

Már az óvodáskorú korosztály képes azon alapvető tények befogadására, hogy:

- a mindennapi életvitelünkhöz javakra van szükségünk, melyeket meg kell termelnünk és vennünk,
- majd' minden, amit megveszünk egyszer hulladékká lesz (mert elhasználódik, tönkremegy, ódivatúvá válik vagy, mert egyszer használatosra készítették, miként a kólás dobozt)
- és fordítva: majd' minden, amit ma a szemétkébe dobunk, nemrég megvettük vagy megvetettük.

Mindez szoros összefüggésben van egyrészt a Föld rohamosan fogyó nyersanyagkészleteinek problémájával (a pazarlással) - másrészt a termelés mikéntjével, a fogyasztás motivációival és módjával.

A hulladékprobléma feldolgozása tehát óhatatlanul igényli annak adott gazdasági-társadalmi közegben való elhelyezését. Hálátlan pedagógiai feladatnak tűnik, de nem árt a gyerekekkel több ismeretet közölni a szükségletek mibenlétéről, az eldobó társadalom működéséről és a fogyasztás valódi (ökológiai, szociológiai, stb.) áráról. Ez utóbbi elvontabb összefüggések, tények megértéséhez persze már - korosztálytól függően - más-más feldolgozási taktika, hangneme és gyakorlati foglalkozás szükséges.

Megítélésem szerint a kisiskolás korosztály értelmileg már elég fogékony, helyes értelmi-érzelmi megközelítéssel pedig alkalmassá tehető annak megértésére, hogy:

- értelmetlenül pazarló módon bánunk a Föld értékeivel és ennek árát a jövő generációval fizettetjük meg,
- a reklámok könnyű áldozatai lettünk. Nemcsak a korlátlan gazdasági növekedés lehetetlen, de illúzió az attól várt nagyobb boldogság is,
- gondosabban kell bánni az anyaggal: csak annyit termeljünk és fogyasszunk, amennyire valóban szükségünk van és amennyit károsodás nélkül tud visszafogadni a Föld.

A környezeti nevelő tudatformáló munkájának az összefüggések, alapproblémák feltárására kell irányulnia. A tudatformálás két pólusát nézve: ha a pedagógus személye nem hiteles, sok esélyünk nincs, hogy a gyermek változtasson. A gyermekre pedig itt is érvényes: minél előbb sikerül vele elsajátíttatni a környezettudatos cselekvési/fogyasztási formákat - annál előbb válnak azok számára természetessé.

Kár, hogy sokszor maga az iskolavezetés is inkább elrontja, mintsem segíti a környezeti nevelő munkájának hatékonyságát (gondoljunk csak az iskolabüfék választékára, a gyerekek divat cuccolására, a megkívánt írószerekre, az iskolai rendezvények milyenségére).

A téma feldolgozása során alapvető, hogy tiszteljük a gyermek önérzetét, meglévő értékrendjét. Igazi óvatosság azonban akkor szükséges, ha a családi háttérhez kell nyúlnunk. A gyermeket megelőzésre (tehát lemondásra) nevelni mindaddig meglehetősen reménytelen, amíg ebben a számára fontos felnőttek nem mutatnak példát. Ilyen szempontból nagy jelentőséggel bírna, ha az (öntudatból vagy pénzszüke miatt) kritikus fogyasztóvá vált szülő gyermekét gyakrabban vinné el magával a boltba és ott magyarázná el vásárlási döntéseinek motívumait.

A jelenlegi fogyasztási modell következményeit megértetni fontos ugyan, de eredményességében kétséges, ha termékekben, életvitelben, gondolkodásmódban nem tudunk hiteles alternatívákat felmutatni. Nem vitás: az általunk kínált környezettudatos életmód lemondással jár. Alternatíváinkat tehát kíséreljük meg a gyerekeknek oly módon "eladni", hogy azok némi kárpótlást jelentsenek a lemondással járó pillanatnyi "hátrányokért".

Ábrajegyzék, felhasznált irodalom