Új termikus technológiák és hagyományos hulladékégetők

Válaszúton
Hagyományőrző és Környezetvédő
Alapítvány

Új termikus technológiák és hagyományos hulladékégetők

"Válaszúton Alapítvány"
www.valaszuton.hu
www.legszennyezes.hu

5233 Tiszagyenda, Ságvári E. 10.
valaszuton@valaszuton.hu

A kiadványt írta:
Szuhi Attila, geográfus

A kiadvány megjelenését támogatta:
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium

Felelős kiadó:
Válaszúton Alapítvány
Minden jog fenntartva!
A kiadvány oktatási célra szabadon másolható a forrás megjelölésével.

2009. augusztus

Bevezetés

Hulladékégető művek új generációja jelent meg világszerte és hazánkban is az elmúlt néhány esztendőben. Az új égetők a pirolízis, elgázosítás és plazma-technológia néven váltak ismertté. Noha jelenleg is számos ilyen üzem áll környezetvédelmi engedélyezés alatt hazánkban, ezekről az új technológiájú égető művekről alig tudunk valamit. Kevés információ áll rendelkezésünkre a környezeti hatások kapcsán és nem világos az sem, hogy az új technológia mennyivel jobb, mint a hagyományos hulladékégetés. Az új technológiát gyakran zéró emissziósnak, szennyezés-mentesnek nevezik, amely a hulladékból energiát és üzemanyagot állít elő. Gyakran kapja meg a technológia terjesztőjétől a klíma- és környezetbarát jelzőt is. Jelen kiadványunk célja, hogy rövid áttekintést adjon az új termikus hulladékkezelési technológiákról, elsősorban oly módon, hogy összehasonlítjuk azokat a hulladékok égetésével. Kiadványunkban nem vagy csak érintőlegesen foglalkozunk az egyéb hulladékkezelési megoldásokkal, mivel elsődleges célunk az égetés és az új technológiák összehasonlítása. Ám meggyőződésünk, hogy a hulladék keletkezésének megelőzése, az újrahasználat, az újrahasznosítás és összefoglaló nevén a nulla hulladék vagy zero waste koncepció jelenti a valódi lehetséges megoldást a hulladékprobléma kezelésére.

A Technológia

Legelőször is fontos leszögezni, hogy az új termikus hulladékkezelési eljárások jogi értelemben hulladékégetőknek minősülnek. Noha a technológia forgalmazói rendre kerülik a pejoratív hulladékégetés szót és helyette számos egyéb jelzővel illetik a technológiát, a hazai jogi szabályozás szerint az új termikus eljárások hulladékégető műveknek minősülnek. A 3/2002 KöM rendelet, amely a hulladékégetés kérdéskörét szabályozza, az alábbiakban definiálja a fogalmat:
„hulladékégető mű (égetőmű): minden olyan - helyhez kötött vagy mobil - műszaki létesítmény és hozzátartozó felszerelés, amely a hulladékok, hulladékgázok égetésére létesült, vagy arra használják, és az égetéskor keletkező hőt hasznosítják vagy nem hasznosítják. Ide kell érteni a hulladék oxidációjával történő égetést és az egyéb termikus kezelési eljárásokat, például a ***pirolízist, az elgázosítást vagy a plazmaeljárásokat****, amennyiben a kezelés során keletkező anyagokat azt követően elégetik."*

A jogszabály szövegéből egyértelműen látszik, hogy a pirolízis, az elgázosítás és a plazma eljárás is hulladékégető műnek minősül és annak is neveztetik. A jogharmonizációnak köszönhetően természetesen hasonló a helyzet az unióban is, ahol szinte szó szerint azonos megfogalmazásban szintén égetőműnek neveztetik mindhárom technológia (Office Journal, 2000). És érdemes megjegyezni, hogy hasonló a helyzet az Egyesült Államokban is (USEPA 2008b).

A hulladékégetésnek számtalan technológia megoldása van, itt mi elsősorban a pirolízisre és az elgázosításra koncentrálunk, megemlékezve a plazma-technológiáról is. Mindhárom technológia megegyezik abban a hagyományos égetéssel, hogy a fölöslegessé vált anyagokat szilárd és folyékony maradékanyagokká, valamint gáz emissziókká alakítja, miközben hőt fejleszt, amely villamos áram előállítására is alkalmas. Számottevő különbség azonban, hogy az égetés során egy kamrában oxigén jelenlétében történik az égetés, addig az új technológiáknál egy oxigénmentes vagy szegény kamrában hevítik a hulladékot, majd egy másik kamrában elégetik a keletkező gázokat.

A pirolízis akárcsak a hagyományos hulladékégetés a termikus eljárások közé tartozik, ahol magas hőmérsékletet alkalmaznak a hulladék lebontására. Ugyanakkor mégsem tekinthető teljesen azonosnak az égetéssel. Az égetéshez ugyanis három dolog szükséges, úgymint éghető anyag (itt hulladék), oxidáló (itt levegő) és hő. A pirolízisnél is jelen van a hő és az éghető anyag, ami a különbséget jelenti, az az oxigén hiánya. A valóságban, valamennyi oxigén jelen van az eljárásban, hiszen a hulladék maga is tartalmaz oxigént, ezért van szén-monoxid, kén-oxid és nitrogén-oxid és dioxin-furán kibocsátás, de elméletileg lényegesen alacsonyabb, mint a hagyományos égetési eljárások során. A pirolízis abban is különbözik az égetéstől, hogy míg ez utóbbi exoterm folyamat, azaz hőt termel, addig a pirolízis endoterm folyamat, azaz hő bevitelet igényel a folyamat fenntartásához. A pirolízis során, a különböző kémiai reakciók eredményeként számos vegyület jön létre, például hidrogén és metán, amely közül számos tüzelőanyagként hasznosítható.(Jorge 2001).

Ellentétben tehát a jogi értelmezéssel műszaki értelemben a pirolízis üzem nem tekinthető hulladék „égetőnek", azonban a jog ezzel szembe helyezkedik. Ennek részben az is lehet az oka, hogy a pirolízis üzem szintén termikus eljárás, kibocsátásai, környezeti-társadalmi-gazdasági hatásai közel azonosak a hagyományos égetőkéhez.

Az egyes új termikus eljárások között a fő különbség az alkalmazott hőmérséklet és a bevitt oxigén mennyiségén alapszik. Ha durván definiálni akarnánk a három különböző eljárást az alábbi módon tehetnénk meg:

Az elgázosítás az anyagok gyors hőbontásán alapszik parciális oxidációval kis mennyiségű oxigén vagy levegő hozzáadása mellett. Az átlagos hőmérséklet jellemzően 750 C fok felett van.
A pirolízis szintén az anyagok gyors hőbontásán alapszik, oxigén vagy levegő hozzáadása nélkül (ugyanakkor természetesen a hulladék maga tartalmaz oxigént). A hőmérséklet 250-700 C fok között alakul.
A Plazma-eljárás szintén az anyagok gyors hőbontásán alapszik parciális oxidációval kis mennyiségű oxigén vagy levegő hozzáadása mellett. Ez a technológia villamos áramot és magas hőt (1000-4500 C fok) alkalmaz. Ezt az eljárást gyakran az elgázosítás egy speciális esetének tekintik.
Általánosságban elmondható, hogy míg a pirolízis oxigénmentes környezetben működik, addig az elgázosításnál az oxigén jelen van. A keletkező gázok mellett piroolaj és pirokoksz is keletkezik, míg az elgázosításánál gáznemű anyagok mellett inkább a szilárd maradékanyag jellemzőbb. A magas hőmérsékletű elgázosításnál vagy plazma-elgázosításnál jellemzően üvegesített salak marad hátra.

Hogyan működik?

A hőbontás (pirolízis) a szerves anyagú hulladék megfelelően kialakított reaktorban, hő hatására, oxigénszegény vagy oxigénmentes közegben – esetleg inert gáz (pl. nitrogén) bevezetés közben – szabályozott körülmények között bekövetkező kémiai lebontása. (Barótfi 2000). A folyamat végeredményeként általában folyékony végtermék (un. pirolízis olaj) és/vagy gáznemű végtermék (un. pirolízis gáz) és/vagy szilárd végtermék (pirolízis koksz/salak) keletkezik. Az hogy a három fő végtermékből melyik és milyen arányban képződik az nagyban függ az adott technológiai eljárástól (Barótfi 2000). A keletkező (szintézis)gáz használatára négy fő módszer létezik:

- a második kamrában elégetik a kezeletlen gázt és a hőt hasznosítják
- a gázt lehűtik és tisztítják és gázmotorban vagy turbinában égetik el.
- a gázt egy másik erőműben együttégetik
- vegyiparban hasznosítják (Fictner 2004)

A pirolízis általában 300-800 Celsius fokon megy végbe. Fontos tundni, hogy a hagyományos égetőkkel ellentétben ez a mód energiát igényel, azaz a reaktort fűteni kell.

A legtöbb pirolízis és elgázosítási eljárás négy lépcsőből áll:

- a hulladék előkészítése, a kalóriaértékkel nem bíró anyagok kiszelektálása
- a hulladék hevítése oxigénmentes környezetben, ahol a szénvegyületek gázfázisba mennek át, amely jelentős része elpárolog, gáz halmazállapotba megy át
- a gáz tisztítása egy utóégető kamrában magasabb hőmérsékleten
- a gázból elektromos áram, vagy egyes esetekben hő előállítása

Pirolízis vagy elgázosítás?

A hőbontásos eljárás egy speciális típusát jelentik az elgázosítási eljárások. Ez abban különbözik a fent leírt pirolízistől, hogy itt magasabb hőmérsékleten (min 750 C-tól akár 1600C-ig) és segédanyagok jelenlétében (oxigén, vízgőz, levegő) történik a hőbontás (Barótfi 2000). Az oxigén bár jelen van de mennyisége nem elegendő a teljes oxidációhoz. Jellemző végterméke a szintézis gáz, amelynek fő égethető összetevői a metán, a szén-monoxid és a hidrogén. A szintézis gáz kalóriaértéke lényegesen alatta marad a földgázénak. A gáznemű végtermék mellett szilárd maradékanyag képződésével is számolhatunk. Tipikus elgázosítási eljárású üzem a Thermoselect-technológiája.

Az új termikus technológiák mellett általában az alábbi érveket szokták felhozni:

- a kisebb oxigén-használat miatt kevesebb az emisszió
- az üzem végtermékei (szintézis gáz, olaj, koksz, stb.) sokkal hasznosabbak, mint a hagyományos égetőké, hiszen tüzelőanyagként ill. a vegyiparban hasznosítható
- az üzem modulokból épül fel, ha nő vagy csökken a hulladékáram a modulok miatt sokkal rugalmasabban tud reagálni a változásra (egy modul bezárásával vagy hozzáépítésével)
- az itt termelt energia fosszilis tüzelőanyagokat vált ki (ez az érvelés a hagyományos égetőknél is megjelenik)

A pirolízis üzemekkel ***szemben*** az alábbi érveket szokták felhozni:

- a füstgáz és a salak-maradék hasonló a hagyományos égetőkéhez
- az üzem olyan hulladékokat igényel a hatékony működéshez (papír, fa, ételmaradékok), amelyek éppen a komposztálás legjobb alapanyagai
- az újrahasznosítás több munkahelyet teremt
- a hulladékok újrahasznosításával több energiát takarítunk meg, mint amennyit a pirolízis során nyerünk

- a szintézis gáz, olaj felhasználása komoly emisszióval jár

- a hagyományos égetőkkel szemben a pirolízis viszonylag új technológia, nem bizonyított és sok a nem üzemszerű működés. A kibocsátásokkor gyakran a próba és referenciaüzemek eredményeit extrapolálják, ami nem biztos, hogy a valódi helyzetet mutatja.

A hulladékégetők és az új termikus technológiák környezetterhelésének összehasonlítása

Az új termikus technológiákat a gyártó, forgalmazó cégek gyakran úgy mutatják be, mint olyan technológiákat, amelyek esetében nem kell semmiféle környezeti kibocsátással számolnunk. Teljesen zárt technológiáról beszélnek, zérus kibocsátással. A pirolízist, elgázosítást, plazma technológiát sokszor a hulladékégetőkkel szemben próbálják meg definiálni, és hangsúlyozzák az égetők légszennyező anyag kibocsátását, és az új technológiák szennyezés mentességét. Az alábbiak illusztrálására bemutatunk néhány hazai példát a fentiek illusztrálására:

„Az általunk ajánlott, szabadalommal védett innovatív amerikai technológia lényege az ***alapanyag teljesen zárt technológia****i rendszerben zajló magas hőmérsékletű, oxigén szegény környezetben történő pirolitikus gázosítása és a keletkezett gázok égetőkemencében történő másodlagos kiégetéses tisztítása, aminek* ***köszönhetően a légszennyező és fertőző anyag kibocsátás elkerülhető.*** (Ebpower, 2009)

„A pirolízis régóta ismert és méltán elismert eljárás, amely mutatóit tekintve ***minden esetben jobb és előnyösebb, mint az égetés…..Amint az érzékelhető, zárt technológiáról van szó. A technológia sajátosságainak köszönhetően károsanyag kibocsátásról nem, vagy csak a törvényi szint minimumának tört részét elérő mennyiségben beszélhetünk.”*** **(NewEnergy, 2009)**

„A hőbontás…légszennyező hatása jelentősen kisebb, mint a hulladékégetésé ….. kijelenthetjük, hogy a légkörbe egészséget veszélyeztető mennyiségű anyagok nem kerülnek, és rákkeltő anyagot nem tartalmaznak ” **(D& T Architect, 2009)**

A példák felsorolását természetesen lehetne folytatni, ám talán ennyi is elegendő annak illusztrálására, hogy a technológia terjesztésében érdekelt vállalkozások milyen módon mutatják be az eljárást és annak környezetre gyakorolt hatását. Egyértelmű, hogy két

nagyon fontos elem van a leírásoknak. Az egyik, hogy nincs vagy elenyésző a kibocsátás, míg a másik az, hogy a kibocsátás mindenképpen lényegesen kevesebb, mint a hulladékégetőké. Az alábbiakban ennek a két állításnak a valóságtartalmát vizsgáljuk meg.

Ezen a téren az első és legfontosabb dokumentum az Európai Bizottság hulladékégetőkre vonatkozó IPPC BAT referencia dokumentuma, amely így fogalmaz a kérdésben: *"Az ilyen létesítmények [pirolizálók és elgázosítók] égetési szakaszából a levegőbe történő kibocsátások BAT-hoz kapcsolódó szintjei megegyeznek a hulladékégető létesítményekre megállapított kibocsátási szintekkel."*(Európai Bizottság, 2005). Az emissziók jellegét a Tellus Intézet a Massachussettsi Környezetvédelmi Hivatal számára készült tanulmányában alábbiak szerint határozta meg: *" A pirolízis kis mennyiségű légszennyező anyagot bocsát ki, amelyben szilárd részecskék, illékony szerves vegyületek, dioxinok, kén-dioxid, HCl, higany és furánok találhatóak (Az emissziók lényegében hasonlóak a hagyományos égetők kibocsátásához)"*(Tellus, 2008)

Az elgázosítás során az alábbi légszennyező anyagok távozásával kell számolnunk az EPA emissziós faktorai alapján: *"szén-monoxid, széndioxid, részecskék, kén-dioxid, nitrogén-oxidok, HCl, higany, nikkel, króm, ólom, kadmium, arzén, PCDD/PCDF"* (USEPA 2009)

Már ebből a néhány forrásból is kitűnik, hogy az új termikus technológiákból származó légszennyező anyag kibocsátások jellegüket tekintve hasonlóak a hagyományos égetők kibocsátásához.

Noha a légszennyező anyagok jellege azonos, sokkal érdekesebb kérdés azok mennyisége, vagyis, hogy a pirolízis és egyéb üzemek valóban alacsonyabb kibocsátással rendelkeznek-e? Az alább látható táblázatban összefoglaltuk több forrás alapján a hagyományos égetők és néhány konkrét pirolízis illetve elgázosító üzem kibocsátási adatát. (Fichtner 2004, Dominic H. 2007, RPS-MCOS 2005)

	Égető	pirolízis ill. elgázosító üzemek							
szennyezőanyag (mg/m3)	Elérhető Legjobb Technológiájú (BAT) égető	Compact Power - pirolízis	ENERGOS elgázosító üzem (Norvégia)	Thermoselect (pirolízis és pirolízis)	Thermoselect/ Kawasaki - elgázosítás	Pirolízis+ Vitrifikáció (Mitsui R21) - Siemens	Pirolízis Noell/Technip/ TechTrade	WasteGen - pirolízis	Energos - elgázosítás
por	<1	2	<0,04	<2	0.2	<0,05	<1	1	0.01
CO (szén-monoxid)	<10	<2	0.2	<6	<3	<2,3	<5	<10	0.1
TOC (összes szerves szén)	<2	<1	0.6	<1,5	2	<1	<1	1.6	1
HCL (hidrogén-klorid)	<1	2	<2	<1,5	<0,2	<0,5	<0,5	5	1.2
HF (hidrogén-fluorid)	<0,1	<0,1	<0,2	<0,15	<0,1	<0,05	<0,1	0	0.0082
SO2 (kén-dioxid)	<5	<1	12	<6	<1	<0,7	<5	20	17
NOx (Nitrogén-oxidok)	<80	<37	72	<45	<10	<70	<10	167	128
higany	<0,001	0.006	0.00014	<0,01	0.007	0.006	<0,006	0.011	0.0001
nehézfémek	<0,05	0.01	<0,018	0.01	<0,04	<0,05	<0,04	0.054	0.024
dioxinok (ng/m3)	<0,05	<0,003	0.008	0.0005	<0,02	<0,005	<0,01	0.001	0.0009
Tl/Cd	<0,001			0.0002	<0,002	<0,002	<0,0035	0.006	0.001

A fenti adatok alapján a két technológia közötti lényegi különbséget nemigen lehet felfedezni. Az új technológiák talán a szén-monoxid és a nitrogén-oxid kibocsátásban mutatnak kedvezőbb adatokat. A nehézfémek kisebb kibocsátás annak köszönhető, hogy az alacsonyabb hőmérséklet miatt azok kevésbé párolognak. Ugyanakkor emiatt a salakban nagyobb lesz a nehézfém koncentráció. A fenti adatoknak némileg ellentmond a Kaliforniában működő pirolízis referencia üzem, valamint az államban működő hulladékégetők emisszióinak összehasonlítása. A California South Coast Air Quality Management District által mért adatok alapján a pirolízis üzem számottevően több illékony szerves vegyületet, dioxint és szilárd részecskét bocsát ki, mint a hagyományos égetők (Chen J.,2006).

A dioxinok és furánok a hulladékégetés legkritikusabb vegyületei. Az új termikus technológia gyártói gyakran azt állítják, hogy az általuk alkalmazott technológia során nincs PCDD/PCDF kibocsátás. Így például a Sajóbábonyba tervezett pirolízis és energiatermelő üzem összevont engedélyezési dokumentációjában egyetlen szó sem esik az üzem dioxin és nehézfém kibocsátásáról. Ugyanakkor a dioxinok kibocsátása jól látható a fenti táblázatokban is. A Journal of Applied and Analytical Pyrolysis c. folyóirat 2009. évi számában megjelent tanulmány szerint a PCDD/PCDF keletkezés mint az égetésnél, mind a pirolízis során jelen van, sőt a pirolízis esetében a teljes toxicitás még jelentősebb is lehet (J.A Conesa et al., 2009). A Chemosphere-ban

megjelent 2001. évi tanulmány szerint a pirolízis során már a 2%-os oxigéntartalom mellett is jelentős volt a PCDD/PCDF keletkezés (63).

Az új termikus hulladékkezelési eljárások egyik speciális kérdése a keletkező végtermékekből (gázok, olajok, mint tüzelőanyagok) származó emissziók. Egyrészt az így keletkező tüzelőanyagokat gyakran más helyen és más technológiával használják fel, amelynek emissziós határértékei gyakran sokkal lazábbak, mint a hulladékégetőké. Így például az égetőkre vonatkozó nitrogén oxidok kibocsátási határérték 200 mg/Nm3, ugyanez a dízelmotorokra 2000 mg/Nm3. Hazánkban a Sajóbábonyba tervezett pirolízis üzemben keletkező piroolajat kívánták ugyanazon a helyen dízelmotorokban felhasználni. Mivel a dízelmotorokra sokkal enyhébb a kibocsátási határérték ezért az ilyen módon keletkező energia lényegesen nagyobb levegőterheléssel járt volna, mintha az energiát egy hagyományos hulladékégetőben termelték volna meg (gőz + villamos energia) mivel ott a kibocsátásokra kizárólag a szigorú határértékek vonatkoznak. Az alább látható táblázatban bemutatjuk a tervezett sajóbábonyi pirolízis üzem és a tervezett inotai hulladékégető emisszióit. A P1-P3 a pirolízis, míg a P5-P14 a pirolízis üzemhez tartozó dízelmotorok kibocsátását mutatja.

kg/év	P1-P3	P5-P14	Összesen Sajóbábony 40.000 t/év kapacitás	Inotai hulladékégető 100.000 t/év kapacitás
SO2	182	238 000	238 182	27 680
CO	307	80 000	80 307	68 480
NOx	4 929	321 000	325 929	123 040
Pm10	80	24 000	24 080	8 960
HCl	1 280	24 000	25 280	10 640
HF	128	4 000	4 128	250
TOC	51	16 000	16 051	na
CO2	4 337	120 000	124 337	na

Az adatokból jól látszik, hogy bár az inotai égetőmű 2,5-szer nagyobb kapacitású, ám a légkörbe juttatott szennyezőanyagok mennyisége lényegesen kevesebb. És ha figyelembe vesszük a megtermelt villamos energia különbségeket is, akkor is kiderül, hogy fajlagosan is nagyobb a sajóbábonyi üzem légszennyezőanyag kibocsátása, mint a hulladékégetőé (Szuhi A., 2008). További érdekes kérdés, hogy a keletkező végterméknek mi is pontosan az összetétele, félő ugyanis, hogy a piroolajok toxikus anyagtartalma, (pl. nehézfémek) lényegesen magasabb, mint az általa kiváltott tüzelőanyagoké, így az ezek elégetéséből származó levegőterhelés is kritikusabb. Az Egyesület Királyságban a pirolízis üzemben előállított szintézisgázt felhasználó

gázmotor kibocsátásainak az égetőkre vonatkozó kibocsátásoknak kell megfelelni (Fichtner, 2004). E tekintetben két gyártó, a Thermoselect illetve a GEM teszt adatai ismertek (Fichtner, 2004) ezek alapján úgy tűnik, hogy a szintézisgázzal működő gázmotorok nem tudják teljesíteni a hulladékégetőkre vonatkozó határértékeket nitrogén-oxidok és szén-monoxid tekintetében sem.

Itt jegyeznénk meg, hogy egy összefoglaló tanulmány szerzője e kérdésben kifejti, hogy nem ismer olyan új termikus technológián alapuló üzemet, ahol a keletkező folyékony üzemanyagot kereskedelmi léptékben hasznosítanák. (David C., 2009). Ez jól mutatja a technológia kiforratlanságát (lásd később).

Fontos azt is megemlíteni, hogy a tapasztalatok alapján, noha több ízben a pirolízis-üzemek napi átlagkibocsátásai jobbak, mint az égetőké, azonban a rövid idejű kibocsátások sokkal szélesebb skálán mozognak, ezért ezekre fokozott figyelmet kell fordítani az ilyen üzemeknél.

A fentiek alapján az új termikus technológiák környezeti hatásait igen nagy óvatossággal kell kezelni. A légköri emissziók a rendelkezésre álló adatok alapján nem kedvezőbbek, mint a hulladék égetése.

Az égetők és az új termikus technológiák üzemeltetésének tapasztalatai

A hulladékok pirolízise, elgázosítása viszonylag új technológia, szemben a hulladékok égetésével, amely szinte már egy évszázados múltra tekint vissza (ipari méretekben történő alkalmazása ennél természetesen rövidebb időtávval rendelkezik). Az új termikus technológiák gyártói az általuk népszerűsített megoldást gyakran mint kiforrott, kipróbált technológiát mutatják be. Ennek illusztrálására álljon itt néhány példa:

„A pirolízis régóta ismert és méltán elismert eljárás...”(NewEnergy 2009)

„MES have delivered three plants in Japan, which are all operating successfully” (AMitsui Engineering and Shipbuilding Ltd (MES) ezidáig három üzemét telepítette Japánba, amelyek mind sikeresen üzemelnek) (Mitsui, 2005)

„[[Thermoselect]Existing operational experience: 100 (on a scale of 100)” (A [Thermoselect] eddigi működési tapasztalata 100 pontot ér egy 100 pontos skálán)(URS , 2005)

Természetesen a sor folytatható lenne hazai és nemzetközi példákkal is. (A fenti mondatok kapcsán csupán annyit jegyeznénk meg, hogy a pirolízis valóban régóta ismert eljárás, ám hulladékkezelésre nem régóta használják. A MES a Siemens R-21-es

sikertelen pirolízis technológiáját vette át, a Thermoselect esetében pedig nagyon komoly üzemzavarok voltak, a németországi üzemet a technológiai problémák miatt be is kellett zárni.)

Itt természetesen nem az a célunk, hogy egyes kiragadott mondatok állításait cáfoljuk. Célunk annak megvizsgálása, hogy azon állítás mely szerint az új termikus technológiák megbízhatóak valósnak tekinthető-e az eddigi tapasztalatok függvényében illetve megbízhatósága összemérhető-e a hagyományos égetőkével.

Első lépésként bemutatjuk a világszerte működő jelentősebb pirolízis és elgázosító üzemeket azok üzembe állításának évével és a technológia gyártójával egyetemben (Theodore, 2007, Fichtner, 2004)

Helyszín	**Technológia**	**Üzemkezdet**	**Kapacitás**
SVZ, Németország	Envirotherm	2001	275.000 TPY
Ibaraki, Japan	Nippon Steel	1980	500 TPD
Aomori, Japán	Ebara	2001	500 TPD
Kawaguchi, Japán	Ebara	2002	475 TPD
Akita, Japán	Nippon Steel	2002	440 TPD
Oit, Japán	Nippon Steel	2003	428 TPD
Chiba, Japán	Thermoselect/JFE	2001	330 TPD
Ibaraki #2, Japán	Nippon Steel	1996	332 TPD
Ulashinai City, Japán	Hitachi Metals	x	300 TPD
Kagawa, Japán	Hitachi Zosen	2004	300 TPD
Nagareyama, Japán	Ebara	2004	229 TPD
Narashino City, Japán	Nippon Steel	2002	222 TPD
Itoshima-Kumiai, Japán	Nippon Steel	2000	220 TPD
Kazusa, Japán	Nippon Steel	2002	220 TPD
Ube City, Japán	Ebara	2002	218 TPD
Sakata, Japán	Ebara	2002	217 TPD
Kagawatobu-Kumiai, Japán	Nippon Steel	1997	216 TPD
Lizuka City, Japán	Nippon Steel	1998	198 TPD
Tajimi City, Japán	Nippon Steel	2003	188 TPD
Chuno Union, Japán	Ebara	2003	186 TPd
Genkai Envir. Union, Japán	Nippon Steel	2003	176 TPD

Iabarki #3, Japán	Nippon Steel	1999	166 TPD
Ishikawa, Japán	Hitachi-Zosen	2003	160 TPD
Kocki West Envir, Japán	Nippon Steel	2002	154 TPD
Nara, Japán	Hitachi-Zosen	2001	150 TPD
Tokoyama Union, Japán	Nippon Steel	2003	144 TPD
Mutsu, Japán	Thermoselect/JFE	2003	140 TPD
Minami-Shinshu, Japán	Ebara	2003	155 TPD
Iryu-Kumiai, Japán	Nippon Steel	1997	132 TPD
Maki-Machi-Kumiai, Japán	Nippon Steel	2002	132 -td
Kamaishi, Japán	Nippon Steel	1979	110 TPD
Takizawa, Japán	Nippon Steel	2002	110 TPD
Seino Waste, Japán	Nippon Steel	2004	99 TPD
Kameyama, Japán	Nippon Steel	2000	88 TPD
Nagasaki, Japán	Hitachi-Zosen	2003	58 TPD
Aalen, Németország	PKA	2001	27000 TPY
Gifu, Japán	Hitachi-Zosen	1998	33 TPD
Avonmouth, Nagy-Britannia	Compact Power	2002	9000 TPY
Toyohashi City, Japán	Mitsiu Babcock	2002	440 TPD
Hamm, Németország	Techtrade	2002	353 TPD
Koga Seibu, Japán	Mitsiu Babcock	2003	286 TPD
Yame Seibu, Japán	Mitsiu Babcock	2000	242 TPD
Izumo, Japán	Thidde/Hitachi	2003	70000 TPY
Nishi Iburi, Japán	Mitsiu Babcock	2003	230 TPD
Kokubu, Japán	Takuma	2003	178 TPD
Kyouhoki, Japán	Mitsiu Babcock	2003	176 TPD
Ebetsu City, Japán	Mitsiu Babcock	2002	144 TPD
Oshima, Japán	Takuma		132 TPD
Burgau, Németország	Technip/Waste Gen	1987	40000 TPY
Itoigawa, Japán	Thidde/Hitachi	2002	25000 TPY
Wollongong, Ausztrália	Brightstar Environment	2001	25000 TPY
Swarze Pumpe, Németország	British Gas-Lurgi	1993	500000 TPY
Ranheim, Norvégia	Energos	1998	10000 TPY
Averoy, Norvégia	Energos	2000	30000 TPY

Hurum, Norvégia	Energos	2001	35000 TPY
Sarpsborg, Norvégia	Energos	2002	70000 TPY
Forus, Norvégia	Energos	2002	37000 TPY
Minden, Németország	Energos	2002	37000 TPY
Castellon, Spanyoország	Enerkem//Novera	2002	25000 TPY
Vermon, USA	FERCO	1997	165000 TPY
Lahti, Finnország	Foster Wheeler	1998	80000 TPY
Bridgeend, NagyBritannia	GEM	X	60000 TPY
Rudersdorf, Németország	Lurgi	1996	x
Furth, Németország	Siemens	1995	x
Kalsruhe, Németország	Thermoselect	2002	225000 TPY
Greve-in-Chanti	TPS Termiska	1992	67000 TPY

(TPD: tonna per nap; TPY tonna per év)

A táblázatból jól látszik, hogy a pirolízis és elgázosító üzemek jelentős része az ezredforduló táján kezdte el működését. Csupán néhány gyártó-egy-egy üzeme, amely egy-két évtizednél hosszabb működési időre tekint vissza. A fentiek alapján az új termikus technológiák túlnyomó része semmiképpen nem nevezhetőek kipróbált és kiforrott technológiáknak. Különösen igaz ez a pirolízisre, mivel az elgázosítás már valamivel kiforrottabb technológia. A hagyományos hulladékégetők száma világszerte több ezerre tehető, a különböző gázosító üzemek száma mintegy 100 körül alakul, míg a pirolízis és plazma technológia alkalmazása ennél ritkább (a fentebb leírtak a kereskedelmi gyakorlatban használt üzemekre és kommunális szilárd hulladék illetve maradék hulladék kezelésére vonatkozik.) (Juniper, 2008)

A másik figyelemre méltó tény, hogy az üzemek jelentős része igen kis kapacitású. Az üzemek döntő hányada 100.000 tonna/év kapacitás alattiak. Ennek oka részben az, hogy az üzemek, nem kis része referenciaüzem, és több esetben egy-egy gyártó egy vagy csupán néhány üzemmel rendelkezik. Az egyetlen számos üzemmel rendelkező gyártó a Nippon Steel.

Ezzel szemben a hulladékégetők igen hosszú múltra tekintenek vissza. Az Egyesült Államokban 1885-ben helyezték üzembe az első hulladékégetőt, de a dániai hulladékégetés is több mint száz éves történelemre tekint vissza (Heron 2007). Az égetés nagyléptékű tömeges használata azonban az 1970-es évekhez kapcsolódik. Ezt a szakaszt az új termikus technológiák még mind a mai napig nem érték el, hiszen kevés kivételtől eltekintve elsősorban referenciaüzemek működnek világszerte. Az égetés a kapacitás tekintetében is lényegesen megelőzi a pirolízis üzemeket. Az égetők esetében

nem ritka a félmillió tonnát meghaladó éves kapacitás sem. (Természetesen mindez nem jelenti azt, hogy a hulladékégetés problémamentes lenne).
Az új termikus technológiák esetében a rövid működési idők természetesen nem jelentenének hátrányt, amennyiben ezen rövid idő alatt kirajzolódnának a technológia előnyei és megbízhatósága. Sajnos az eddigi tapasztalatok alapján erről nem lehet beszámolni, sőt éppen ellenkezőleg a technológia kiforratlanságából adódó problémák és környezetterhelések regisztrálhatóak..

Sajóbábonyban a 40.000 tonna/év kapacitású gumi és műanyag hulladékot pirolizáló üzemet, mint tüzelőberendezést próbálták meg engedélyezni. Mint az engedélyezési eljárás során kiderült az olasz referenciaüzem emissziós adatai alapján a tervezett üzem nem lett volna képes megfelelni a hulladékégetésről szóló rendelet kibocsátási határértékeinek. Kazincbarcikán a tervezett pirolizis üzem már a várossal történt egyeztetés során elbukott, többek között azért, mert a technológia kínai gyártója által megadott emissziós adatok erősen hiányosak voltak.
A Gyöngyösre tervezett Thermoselect típusú üzem végül nem épült fel, többek között azért sem, mert fény derült a technológia rossz külföldi tapasztalataira (Hatvani, ?)
A többi hazai pirolízis üzem kapcsán nem rendelkezünk adatokkal, de azok működnek, így elméletileg működésük megfelelő.
Egy brit tanulmány, amely az új termikus technológiákat vizsgálta így fogalmaz a technológiák kapcsán: *"A pirolízis és elgázosítás előnyei az égetéssel szemben végül megalapozatlannak bizonyultak. Ezek a vélelmek a nem megfelelő összehasonlítás eredményei voltak, amelynek oka általában a megfelelő minőségű információk hiánya volt"* (Fichtner, 2004)
A pirolízis jellemzője, hogy jól előkészített hulladékot igényel. A CIWMB jelentése szerint: *"A technológiai kockázat megmarad, ha heterogén és nagy variabilitású hulladék kerül pirolizálásra vagy elgázosításra. Éppen ezért a hulladék megfelelő előkészítése és elő-feldolgozása alapvető a technológia sikeres alkalmazása során"* (Theodore, 2007)
A fentiek jól mutatják az új technológiákkal kapcsolatos fő problémákat; ezek a rövid működési tapasztalat, a kis kapacitás, és az előkészített hulladék igény. Mindezek miatt egyelőre a technológia nem versenyképes a hagyományos égetőkkel azok kiváltására nemigen alkalmasak.
Sajnos a technológia kiforratlanságából adódó problémák jól megmutatkoznak az eddigi üzemelési tapasztalatokból. Ezeket a teljesség igény nélkül az alábbiakban gyűjtöttük össze. Fő célunk ezzel, hogy a nem megbízható technológiák ismertek legyenek hazánkban, hogy azok telepítését el lehessen kerülni. Az összeállítás egy korábbi munkánk frissítése és külföldi adatok alapján történt: (Szuhi, 2007, Fichtner,

2004, RPS, 2007, Dominic 2007, Greenaction 2006a, Arena-Mastellone 2005, Greenaction 2006b):

Allied Technology Group

A cég által birtokolt és üzemeltetett richlandi (USA) plazma-elgázosító üzem 2001-ben bezárásra kényszerült az emissziós problémák és anyagi gondok miatt. Az üzem sosem volt képes teljes kapacitáson működni (Stang, 2008)

Asian Pacific Environmental Technology

A cég Honoluluban működő egészségügyi hulladékot ártalmatlanító plazma-íves üzeme, mindösszesen nyolc hónapot üzemet, amikor is 2005-ben bezárták a „hőálló és elektróda" problémák miatt (Environmental Science, 2005)

Brighstar Environmental – SWERF

2001-ben Ausztráliában kezdte el működését a wollongongi-i referenciaüzem, azonban azóta is csak szakaszosan üzemelt és a tervezett 100 ezer tonnás kapacitásának csak a negyedét tudta elérni. Az ausztráliai üzem nem tudta teljesíteni az uniós szintű előírásokat, és bár a cég arra törekedett, hogy a füstgáz tisztítás hatásfokát növelje, ez nem sikerült. Az Energy Development Limited a Brighstar 88%-os tulajdonosa kijelentette, hogy az ausztráliai fiaskó után nem támogatja tovább a technológia fejlesztését. Mindezek ellenére Nagy-Britanniában az eljárást továbbra is reklámozták, ahogy Ausztráliában, Indiában és az Egyesület Államokban is. 2004-ben a wollongongi üzemet bezárták, többek között azért mert határérték felett bocsátott ki kénsavat, arzént, nitrogén-oxidokat és számos technológiai problémán nem sikerült úrrá lenni. A technológia számos gyártónak modellként szolgált, így a kudarc jelentős csapás volt az új technológiára.

Compact Power (Brit)

Egyetlen kis méretű referenciaüzem működik Nagy-Britanniába, Avonmouth-ban, amely 8 ezer tonna klinikai hulladékot ártalmatlanít.

Ebara

A japán gyártó elgázosító üzemei elsősorban Malajziában kaptak jelentős kritikát. Bár a cég zéró emisszióval hirdeti magát Japánban működő hagyományos égetője több ízben kapott büntetést a szennyvizek dioxinnal való szennyezettsége miatt.

Energos (Norvég-Német)

Öt működő üzem Norvégiában (Ranheim, Averoy, Hurum, Sarpsborg,Forus) és egy Németországban (Minden). Az egyes üzemek jellemzően 10-35 ezer tonna kapacitásúak (a Sarpsborgi egyedül 70 ezer tonnás). Az Energos kiemelkedik a többi gyártó közül azzal, hogy viszonylag sok üzeme működik Bár a működéséről kevés információ van, a Minden-i üzem ellen, a hely civil szervezet a Bimi – Bürgerinitiative Minden (www.bimi.info) kampányol és három alaklommal leállították az üzemet a határérték feletti kibocsátások miatt. Az eljárás az elgázosítást ötvözi az égetéssel. 2004-ben az Energos részben csődbe ment

Enerkem /Novera (Kanada)

A technológiát az Enerkem dolgozta ki, a piacra a Novera vitte Európában. A spanyolországi Castellonban 2002 óta működő referenciaüzeme 25 ezer tonna hulladékot ártalmatlanít. Ezen kívül van egy kis mintaüzeme a Kanadai Quebecben.

FERCO

A Ferconak egyetlen demonstrációs üzeme van az Egyesült Államokbeli Vermontban, amely 165 ezer tonna hulladékot ártalmatlanít

Foster Wheeler – elgázosítási eljárás

Két üzeme van, egyik a Finnországi Lahtiban, amely 116 ezer tonna hulladékot kezel, egyelőre próbaüzemmódban illetve a Finnországi Varkausban, ahol alumínium hulladékot ártalmatlanít. Emellett másutt így Svédországban, Belgiumban is vannak üzemei. A cég napjainkban a hulladék helyett a biomassza égetésre tér át.

GEM – Graveson Energy Management

A Bridgeendi tesztüzem nem üzemel, a gázmotor kibocsátásai meghaladták a határértékeket és a próbaüzemre speciális engedély kellett kérnie.

IET Energy/Entech

Az Entech 5 referenciaüzemmel rendelkezik világszerte (Hong Kong, Malaysia, Lengyelország, stb.) azonban az üzemek legnagyobbika sem éri el a 25 ezer tonnás kapacitást. A cég plazma –eljárású üzemeinél több problémát is észleltek

Interstate Waste Technologies/Plasco Energy Group

A plazma elgázosítási eljárás kommunális szilárd hulladékkal nem tudott megfelelően működni

Lurgi

A pozitív tapasztalatok és a már működő Rügersdorfi üzem ellenére a Lurgi kivonult a piacról, mert meglátása szerint a technológiai problémák miatt az eljárás még középtávon sem versenyképes

Mitsui Babcock

A Mitsui technológiája a Siemens R21-es – sikertelen – technológiájának a továbbfejlesztése. Hat üzemet építettek fel, mindet Japánban, de igyekeznek Európában is piacot szerezni.

Neoteric Environmental Technologies

A cég Kaliforniai Romolandbe épített üzeménél merültek fel súlyos aggályok, az üzem NOx, PM10 kibocsátásai meghaladták a hagyományos égetőkét

Siemens

A Siemens Fürth-i üzeme képtelen volt normális üzemmenetben működni, ezért a cég felhagyott a technológiával, bár Japánban ezt az eljárást továbbfejlesztették (Mitsui-Babcock)

Techtrade/Wastegen

Burgau/Németország és Hamm-Uentrop/Németország-ban találhatóak referenciaüzemek.

Thermoselect

Három üzeme működik, egy a németországi Kalsruhe-ban, a másik kettő Japánban (Mitsui, Chiba). A Thermoselect eljárást sokáig nagy várakozás kísérte, azonban nagy csalódást okozott Az olaszországi Verbaniában működött félüzemi berendezés. Az itt szerzett tapasztalatok alapján 1996-ban a németországi Kalsruhe-ban megindult egy 225.000 t-év kapacitású három párhuzamos egységből álló üzem felépítése. Az égető végül 2002-ben kezdte el működését, de a várt eredményeket nem hozta. A nagyon sok üzemzavar mellett kiderült, hogy sem a beruházási, sem a működtetési költségek nem kedvezőbbek, mint a hagyományos égetőké. Végül 2004-ben bezárták az üzemet, amely 500 millió dollár veszteséget termelt. Az üzemzavarok sorában toxikus gáz és szennyvíz kikerülése a környezetbe és robbanás is előfordult. A Kalsruhe-i üzem bezárásában az is fontos szerepet játszott, hogy határérték felett bocsátott ki, többek között szálló port, nitrogén-oxidokat, hidrogén-kloridot és elégetlen szerves szént.
Az itáliai Fontodoce üzemben, amely az első ilyen üzem volt a Thermoselect menedzsmentjét elítélték környezetszennyezés miatt, amelyet a Thermoselect üzeme okozott (egy tavat szennyeztek klórral, cianidokkal, és nitrogén-vegyületekkel). Azóta Európában nem épült új égető a Thermoselect eljárással.

TPS Termiska

A svéd gyártónak ismereteink szerint egyetlen referenciaüzem működik Olaszországban (Greve in Chianti). Az üzem azonban nem teljes siker, technológia problémák ma is vannak. Az Angliába tervezett üzem meghiúsult, a szintézis gáz tisztításának nehézségei miatt

Von Roll

A gyártó egyelőre nem jelent meg a piacon, mert nyilatkozata szerint amíg a technológia nem teljesen megbízható addig nem akar piacra lépni

Thide Environment

Két francia és és három japán üzem 6-7 ezer tonna kapacitásig

Ze-Gen

Az Egyesült Államokbeli New Bedfordban üzembe helyezett elgázosító mintaüzem folyamatosan működési problémákkal küszködik. Az első üzemnapot követően nyolc hónapra leállították, majd azt követően fa-pellet elégetésére állt át. Azóta egy ízben újra leállásra kényszerült az üzem (Ciplet, 2009)

További gyártók a teljesség igénye nélkül: PKA (3 németországi gyár), Serpac, Bass e sembre (1 izlandi üzem), Okadoa (1 japán teszt üzem), Noell (később Future Energy Gmbh), Hermite System Limited (egy teszt üzem), ABB, AWE, McMullen, Alcyon, Mitsui, Andco, Torrax, MTCI/Thermochem, Ande, NESA, B9, Energy, Nexus, Borsig, NKK,Babcock Wilcox, Nippon Steel, Balboa, Noell, Battelle, Ferco, Organic Power, Beven, Recycling, PEAT, BG Systems, PRME, BPI, Pyrovac, TG Technology, Resorption, Chemrec, RGR, Ambiente, CPL, Sacone, Serpac, Conrad/ Kleenair, Shell, Gasification Dynamotive, Sumitomo, EPI, Takuma, Enerkem, Technip, Ensyn, Thermogenics, ESI / Enersludge, Texaco, GEM, Thide, GTS, Duratek/ Proler, TPS, Hebco, Traidec, Heuristic, UET, Host, Waste Conversion Systems, JND,Waste Gas Technology (UK) Ltd, Kara, Waste to Energy, Krupp, Prenflow, Waterwide, Krupp, Polysius, Weidleplan, Kvaerner, Wellman.

A fenti példák sora jól mutatja, hogy az új technológia számos gyártójánál komoly problémákkal szembesültek, amelyek egy részét nem sikerült megoldani, és több cég jelentős veszteség után csődbe is ment. A technológia kiforratlanságát jól mutatja, hogy olyan nagy gyártók, mint a Siemens, a Von Roll, vagy éppen az egyik legjelentősebb hulladékégető gyártója a Lurgi is felhagyott a technológia gyártásával, vagy éppen még nem lépett a piacra.

Ezen tények alapján ilyen technológia telepítésénél még nagyobb óvatossággal kell eljárni, mint a hulladékégetők esetében és külön figyelmet kell fordítani a referenciaüzemek működési tapasztalataira, különösen azért mert a nem megfelelő működés, a nagyon jelentős tőkebefektetés elvesztése mellett komoly környezeti és egészségügyi károkat is jelenthet.
Meglátásunk szerint a jelenlegi állapotban a termikus technológiák közül az égetés, a problémái ellenére is megbízhatóbb, mint az új termikus technológiák, mint a pirolízis illetve az elgázosítás.

Az új termikus technológiák és a klímaváltozás

A globális éghajlatváltozás ma vitathatatlanul az egyik legfontosabb, ha nem a legfontosabb környezeti probléma. Természetesen, mint ilyen súlyú kérdés, megkerülhetetlen a hulladékégetők kapcsán is. Nem véletlen, hogy az egykor hulladékégetőknek nevezett létesítményeket ma már „hulladék hasznosító erőműveknek", „zöld égetőknek", „hulladékkonvertáló üzemeknek", stb. nevezik az iparágban érdekeltek (külföldön: Waste to Energy – WtE).
A hulladékégetőket (WtE) tömörítő Energy Recovery Council honlapján az alábbi tájékoztatást adják az érdeklődőknek, arra a kérdésre, hogy az WTE-k hogyan hatnak az üvegházhatású gázokra (wte.org, 2009):" *Waste-to-energy reduces greenhouse gas emissions.*" (fordítás: A WtE-k csökkenti az üvegházhatású gáz kibocsátását). Arra a kérdésre pedig, hogy a megújuló energiáról van-e szó, az alábbi megállapítást teszi a honlap:" *Yes. Waste-to-energy is renewable because its fuel source---garbage---is sustainable and non-depletable*." (Fordítás: Igen a WTE megújuló, mivel a tüzelőanyag forrása a hulladék fenntartható és nem kimerülő forrás).
Természetesen nem csak a hulladékégetők pályáznak a klíma megmentője címre. A pirolizis és elgázosító üzemek hasonlóképpen hirdetik magukat. Így pl. a norvég Energos: "reduction in landfill disposal and global warming".(csökkenti a hulladéklerakást és a globális felmelegedést" (Energos, 2009), vagy az Interstate Waste Technology, amely:" Significantly reduces greenhouse gas emissions. (fordítás: számottevően csökkenti az üvegház gáz kibocsátást) (IWT, 2009) szintén, mint az éghajlatváltozás elleni harc egyik fontos szereplőjeként mutatja be az új termikus technológiákat.
Jelen fejezetbe, azt vizsgáljuk meg, hogy a fenti állítások mennyire helytállóak, és milyen szerepet játszanak az égetők a globális klímaváltozásban. Most nem csupán az

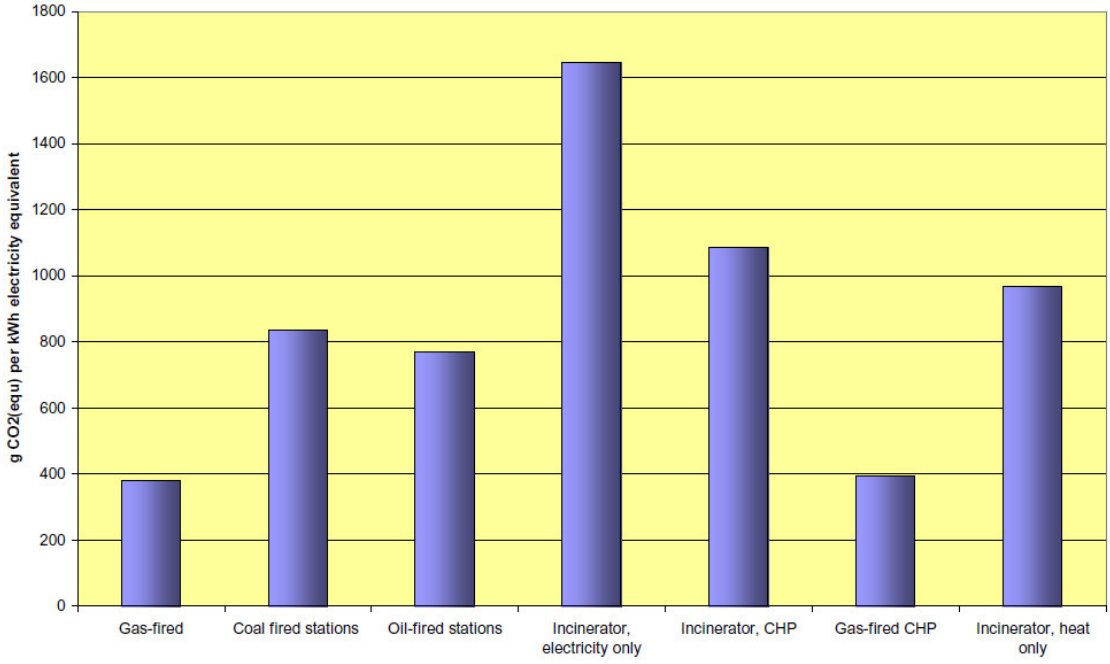
égetőket és az új termikus technológiákat vizsgáljuk, hanem röviden kitekintünk más hulladékkezelési eljárásokra is.

Az égetőknek az az állítása, mely szerint azok a klímaváltozás elleni harc letéteményesei azon alapulnak, hogy az égetés során energia keletkezik, amellyel szén tüzelésű erőműveket váltanak ki. A másik hivatkozási pont, hogy az égetés miatt a hulladék nem lerakóba kerül, így elkerülhető az ottani metánképződés. Végül az égetés során a fémek egy részét kinyerik, így azok újrahasznosíthatók. Noha ezek az állítások önmagukban igazak, azonban figyelmen kívül hagyják azokat a tényeket, mely szerint a hulladék mennyiségének csökkentése, az újrahasználat, hasznosítás, komposztálás lényegesen jobb megoldások, mint az égetés. Ráadásul az elégetett hulladék jelentős része szintén fosszilis alapú (így pl. a műanyag, amely kőolaj alapú), valamint az égetőkben termelt energia igen gyakran nem a széntüzelésű erőműveket váltja ki, hanem a valódi megújuló energiaforrásoknak (szél, nap, stb.) teremt konkurenciát.)

Az első amit tisztázni érdemes, hogy az égetők igen nagy mennyiségű direkt üvegházhatású gázt (szén-dioxidot, valamint dinitrogén-oxidot) bocsátanak ki. Az Egyesült Államokban az EPA jelentése szerint (USEPA 2006) a hulladékégetők a 15 legnagyobb üvegházgáz kibocsátó ágazat között találhatóak (21,3 Tg CO2 eq 2005-ben). E mellett igen jelentős az indirekt üvegház-gázok kibocsátása is (nitrogén-oxidok, nem metán illékony szerves vegyületek, stb.). Ezek a számok azonban csupán az elégetett fosszilis alapú hulladékokat veszi számításba. Ha a valós helyzetből indulunk ki, tehát, hogy biomasszát, fát, ételmaradékot, papírt stb. is égetnek az égetőkben akkor a hulladékégetők sokkal rosszabb képet mutatnak. Az egy megawatt óra előállított energiára több szén-dioxid kibocsátás jut, mint ha ugyanezt az energiát egy szén-tüzelésű erőműben állították volna elő. Az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal adatai szerint ezek az értékek 2,249 font kibocsátott CO2/MWh (1020kg/MWh) a szén tüzelésű

Erőmű-típus	kg CO2/MWh CO2 eq
Gáz tüzelésű erőmű	382
Szén-tüzelésű erőmű	835
Olaj tüzelésű erőmű	770
Égető, csak villamos energia termeléssel	1645
Égető, kombinál villamos energia és hőtermelésse	1086
Gáz tüzelésű kombinált ciklusú erőmű	395
Égető, csak hőtermeléssel	967

erőművek esetében, míg a hulladékégetőknél 2,899 font kibocsátott CO2/ MWh (1314kg CO2/ MWh)(USEPA 2008). Egy brit tanulmány ehhez nagyon hasonló adatokat kapott (Eunomia 2006):



A táblázatból jól látszik, hogy (a nem fosszilis szén figyelembevételével) a hulladékégetők a listán igen kedvezőtlen pozíciót töltenek be. Egy MWh előállított energia az égetők esetében jár a legtöbb üvegház gáz kibocsátással. Még a szén és olajtüzelésű erőművek is jobban teljesítenek, mint a hulladékégetők.

A hulladékégetés igazából akkor bukik el a klímaváltozás elleni harcban, amikor más alternatív hulladékkezelési eljárásokkal hasonlítják össze. Átlagszámban a hulladék újrahasznosítása 3-5–ször annyi energiát spórol meg, mint amennyit az adott hulladék elégetéséből nyerünk. Ennek az az egyszerű oka, hogy az adott termék előállítása rendkívül sok energiát emészt fel a nyersanyag kidolgozásától, feldolgozásától számítva, amely megspórolható ha az adott nyersanyagot újra hasznosítjuk. Az égetés esetében azonban ez az energiamennyiség elvész, és csupán az adott hulladék energiatartalma hasznosul. Egy példával élve: 1 tonna hulladék elégetés révén 8200 MJ energia nyerhető, amennyiben ezt a hulladékot újrahasznosítjuk, úgy 35.200 MJ energia spórolható meg (J. Morris, 1992). Ebből a számból is jól látszik a hasznosítás elsőbbsége a felmelegedés elleni küzdelemben. Az USEPA felmérése szerint a vizsgált 18 különböző termékcsoport mindegyikében a hasznosítás kedvezőbb megoldás, mint az égetés az üvegház-gáz kibocsátás tekintetében.
Számunkra természetesen a legérdekesebb kérdés, hogy a pirolízis és elgázosítás kedvezőbb megoldás-e, mint a hulladékégetés. A Tellus Intézet által végzett kutatás

alapján az új termikus technológiák kis mértékben kedvezőbb értékeket mutatnak az üvegházgáz kibocsátásában, mint a hagyományos hulladékégetők. A tanulmány ugyanakkor megjegyzi, hogy az új technológia kapcsán egyelőre nem állnak rendelkezésre kellő számú adatok, így ez az eredmény mindenképpen fenntartásokkal kezelendőek. (Tellus 2008). Amint majd később bemutatjuk az új technológia kevésbé hatékony az energiatermelésben, mint a hagyományos égetés, a hulladék előkezelésére, illetve a folyamat fenntartásához gyakran igényel külső energiaforrást, így könnyen lehetséges, hogy a technológia klimatikus lábnyoma jelentősebb, mint a hulladékégetésé.

Az Eunomia Consulting Ltd. kiszámította (Eunomia, 2006) egy „átlagos" pirolízis üzem üvegházgáz mérlegét, figyelembe véve a kibocsátott szén-dioxidot, az energiatermeléssel elkerült kibocsátást (feltételezve, hogy azt az energiát egy földgáz tüzelésű erőműben állították volna elő) valamint azt, hogy a fémek kinyerésével azokat nem kell újra kibányászni és feldolgozni. A lerakóra kerülő maradékanyag széntartalmat nullának vették, mivel az csak több száz év alatt kerül ki a lerakóból és mennyisége jelentéktelen a többi tényezőhöz viszonyítva. Eredményeiket a lenti táblázatban közöljük. Ebből jól látszik, hogy egy tonna pirolízis üzemben kezelt hulladék 550-639 kg szén-dioxidot juttat a légkörbe figyelembe véve minden tényezőt. Összehasonlításképpen, egy komplex mechanikai-biológiai kezelőüzem esetében a szén-dioxid emisszió egy tonna hulladékra 288-332 kg-nak adódott.

Szén-dioxid mérleg Pirolízis üzemre (kg/tonna hull

Forgatókönyvek	**Alacsony**	**Magas**
Közvetlen kibocsátás	916	916
elkerült áram termelés	-304	-215
elkerült kibocsátás (az anyagok kibányászása, feldolgozása)	-62	-62
lerakott maradékanyagok	0	0
mérleg	**550**	**639**

Forrás:Comparison Between Pyrolysis / Gasification and MBT to Landfill Systems, Eunomia, 2005

Fontos hangsúlyozni, akár az égetés, akár az új termikus hulladékkezelési eljárásokat vizsgáljuk, hogy azok éghajlatvédelmi szempontból kedvezőtlenebbek, mint az újrahasznosítás. Mind az Európai Unió, mind az US EPA, mind az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) és számos egyéb intézmény kijelentette, hogy éghajlatvédelmi szempontból az újrahasznosítás a legkedvezőbb hulladékkezelési megoldás (Smith et al, 2001, IPCC 2005, ETAAC 2008).

Energiahatékonyság

Hazánkban a számottevő méretű új termikus hulladékkezelő üzemek telepítése során a település és beruházók felé kommunikált legfontosabb érv a pirolízis üzemek energiatermelő képessége, és az értékesíthető villamos energia. Így például a pirolízis üzemben pirolaj, pirogáz illetve pirokoksz keletkezik, amely alkalmas lehet például dízel motorok meghajtására, amely segítségével villamos energia állítható elő. A fő kérdés az energiatermelés tekintetében a hatékonyság. Azaz, hogy az új termikus technológiák hatékonysága megelőzi az újrahasználat révén megspórolt energiát, illetve hatékonyabb-e, mint a hagyományos hulladékégetés?

Az új termikus technológiák és a hulladék hasznosítása közötti összehasonlításra nem akarunk részletesen kitérni. Mint azt az éghajlatváltozási fejezetben már leírtuk a hulladék hasznosításával 3-5-ször több energia spórolható meg, mint amennyi a hulladék elégetésével nyerhető (hivatkozásokat lásd ott).

A lényegi kérdés most számunkra az, hogy az égetés vagy a hulladék pirolízise/elgázosítása-e a jobb megoldás?

Az Egyesült Királyságban készült az új termikus technológiák életképességét vizsgáló tanulmány szerint: *"Az elgázosítási és pirolitikus eljárásokat újravizsgálva az átalakítási hatékonyság általában alacsonyabb volt, mint amit egy modern hulladékégetőben el lehet érni"* (Fichtner, 2004). Egy 2008-ban publikált tanulmány még a fenti jelentésnél is kritikusabb:" *A legtöbb gázosító/pirolízis üzem esetében, az üzem működtetéséhez szükséges energia alig kevesebb, mint az általuk termelt energia" (Dalai, 2008)*

Az új termikus technológiák alacsony hatékonysága a technológia sajátosságából fakad. Először is az elgázosítás, pirolízis, plazma eljárás előkezelt hulladékot igényel. A hulladék előkezelése (aprítása, szárítás, stb.) jelentős energiaigényű. Másodszor a hulladék égetése oxigént igényel, de jó esetben nem igényel pótlólagos energiabevitelt a folyamat fenntartására (kivételt jelenthet az alacsony fűtőértékű hulladék, az emissziók teljesítése miatt szükséges energiabevitel stb.). Ezzel szemben az oxigénmentes vagy

szegény termikus technológiák nem energiatermelő, hanem energia-fogyasztó technológiák, azaz a folyamat fenntartásához pótlólagos energiabevitelt igényelnek. Ez legtöbbször valamely fosszilis energiahordozó felhasználását jelenti. Természetesen az új termikus technológiák által termelt gáz/olaj vagy koksz energia előállítására alkalmasak. A kérdés hogy az itt előállított energia kompenzálja-e a folyamat működtetéséhez szükséges energiát?

A nettó villamos hatásfokkal számolva (net electrical efficiency) a hulladékégetők hatékonyabban működnek. (A nettó energetikai hatásfok azt számolja ki mennyi az üzembe bevitt hulladék ill. kiegészítő tüzelőanyag kalóriaértéke és ezt hasonlítja össze az üzemből kimenő villamos árammal). A hagyományos égetők legjobbja 27 %-os hatékonysággal működik, míg a pirolízis üzemek 13-24% körül teljesítenek. Elméletileg a pirolízisüzemeknél kombinált ciklusú gázturbinák alkalmazásával 27% fölé lehetne emelni a hatékonyságot, ugyanakkor mind a mai napig ilyen üzem nem épült és nem ismerjük a gyakorlati tapasztalatokat. A szintézisgáz hagyományos erőműben történő felhasználásával lehetséges még a hatékonyság javítása (Fichtner 2004, Dominic 2007)

Termikus eljárás	**égetőmű**	**pirolízis-elgázosítás**			
energiatermelés	gőz-ciklus	gőz-ciklus	gáz-motor	kombinált-ciklusú gázturbina	hagyományos erőműben történő együttégetés
nettó elektromos hatékonyság	19-27%	9-20%	13-24%	23-26%	27-35%

Forrás: The Viability of Advenced Thermal Treatment of MSW in the UK, Fichtner Consulting Ltd,2004

A pirolízis során általában jelentős mennyiségű szilárd maradékanyag (koksz) marad hátra, amelynek igen jelentős a széntartalma és a bevitt hulladék energia tartalmának számottevő részét tartalmazza. Ez az anyag felhasználható energianyerésre, sőt amennyiben a technológia energiamérlegét javítani akarják akkor szinte kötelező a felhasználása. Ebben az esetben azonban azzal kell számolni, hogy a koksz elégetésével jelentős mennyiségű légszennyezőanyag jut a légkörbe. Ugyanez a probléma a piroolaj illetve a pirogáz elégetésénél is.

A plazma technológia némileg eltér a pirolízistől energiamérlegét tekintve azonban szintén nem tűnik kedvező megoldásnak. A plazma rendkívül magas hőfokon üzemel, amely igen nagy mennyiségű energiát igényel. Noha a technológia gyártói szerint ez a technológia is pozitív energiamérleggel rendelkezik, jelenleg nincs olyan független adat, amely bizonyítaná, hogy a plazma-eljárás képes villamos energia értékesítésére.

Gyakran elhangzik az az állítás is, hogy az új termikus technológiák megújuló energiát állítanak elő, mivel a hulladék megújuló és nem kimerülő források (lásd korábban). Ezek az állítások figyelmen kívül hagyják, hogy a hulladék jelentős része fogyó nyersanyagokból és fosszilis energiahordozókból áll össze és így semmiképpen nem nevezhetők sem megújulónak, sem kimeríthetetlennek. Nem célszerű tehát megsemmisítésük (elégetésük és lerakásuk sem) hanem fő feladatunk azok visszaforgatása a gazdaságba vagy természetbe tulajdonságuk szerint.
A fentiekből jól látható, hogy az új termikus technológiák jelenleg a hagyományos hulladékégetéssel szemben sem versenyképesek az energiahatékonyság terén. Lévén, hogy a hulladékok újrahasznosítása/újrahasználata és általában a „zero waste" koncepció energetikailag lényegesen kedvezőbb, mint az égetés, ezért kijelenthető, hogy az új termikus eljárások szintén nem versenyképesek a hulladék újrahasznosításával.

Egyéb környezeti hatások

A fentieken bemutatottakon túl természetesen az új termikus technológiák a többi környezeti elemre is hatással vannak (táj, zaj, víz stb.) ugyanakkor ezek kevésbé jelentősek illetve túl kevés adat áll ahhoz rendelkezésre, hogy a hatások érdemben értékelhetőek legyenek. Az alábbiakban az eddig nem vizsgált környezeti hatásokra térünk ki nagyon röviden.
A pirolízis üzemek tájra gyakorolt hatása összehasonlítva a hagyományos égetőkkel elsősorban méretfüggő. A pirolízisüzem modulos felépítése miatt kis és közepes kapacitás esetén általában kisebb helyigénnyel bír, mint a hagyományos égetők, de éppen e miatt a kapacitás növekedésével, egyre gyarapodik a helyigényé és nagy kapacitás mellett már nagyobb a területfoglalása, mint a hagyományos égetőké. Az épületek magassága számos tényező függvénye, általában azonban alacsonyabbak, mint a hagyományos égetők és ez elmondható a kéménymagasságról is (Ficthner 2004, Dominic 2007)

Technológia	Területfoglalás (hektár)	Épületmagasság (m)
Hagyományos égető (Lurgi)	1,5	37
Pirolízis (Novera/Enerkem)		17
Pirolízis (GEM)	1,5	11
Pirolízis(ComapactPower)	1,5	10
Pirolízis(BrightStar)	2	16

Területfoglalás és épületmagasság 100 ezer tonna hulladék kezelést feltételezve

A különböző technológiák felszíni és felszín alatti vizekre gyakorolt hatása erősen eltérő. A legtöbb hatás azonos a hagyományos égetőkével (pl. nedves füstgáztisztítás, csapadékgyűjtés, stb.). A különböző technológiák víz input-outputja erősen elérő. Így például a Brightstar, a Thermoselect a Waste Gen jelentős vízfelhasználó, míg pl. az Energos nem. Százezer tonna hulladékra vetítve a víz output 0-60.000 tonna között változik technológiától függően. (Fichtner 2004).

Érdemes néhány mondat erejéig az új termikus technológiák használata során keletkező szilárd maradékanyagokra is kitérni. A pirolízis üzem maradékanyaga az eredetileg bevitt hulladék 14-40 tömegszázalékát érik el (Fichtner 2004). Két nagy csoportra oszthatóak, úgymint salakanyagok illetve füstgáztisztítási maradékanyagok. Az előző adja a maradékanyagok meghatározó részét. A füstgáztisztítási maradékanyagok általában veszélyes hulladéknak minősülnek, de jellemző módon a hátramaradó salakanyagok veszélyessége is nagyobb, mint a hagyományos égetők esetében, mert az alacsony hőfok miatt kevesebb nehézfém megy át gázfázisba. Pirolízis üzemek esetén a hátramaradó salak, a nem éghető komponensek mellett, jelentős akár 40%-os széntartalommal is rendelkezhet, amit további energianyerésre lehet felhasználni. Ennek kapcsán azonban jelentős légköri emissziókkal is kell számolni. Az alábbiakban bemutatjuk néhány technológia során keletkező maradékanyagok mennyiségét:

	Lurgi	Compact Power (előkezelés nélkül)	Compact Power (előkezel éssel)	Brightstar	Waste Gen	Foster Wheeler	Thermoselect	Energos
Technológia	égetés	pirolízis	pirolízis	pirolízis	pirolízis	gázosítás	pirolízis-elgázosítás	gázosítás
Salak/koksz	21353	19598	13065	23400	27090	30351	23390	34526
Gáztisztítási maradékanyag	2265	945	630	500	2257		3583	3823
Összesen	***23618***	***20543***	***13695***	***23900***	***29347***	***30351***	***26973***	***38349***

A fentiek alapján az új termikus technológiák szilárd maradékanyagainak mennyisége lényegében megegyezik a hagyományos égetés során keletkező maradékanyagokkal mennyiségével.

A többi környezeti elemre gyakorolt hatás kapcsán értékelhető mennyiségű adat nem áll rendelkezésre az új technológiákról, így ezekkel itt nem áll módunkban foglalkozni.

Társadalmi-gazdasági szempontok

Noha jelen kiadványunkban elsősorban az új termikus technológiák környezeti hatásaira koncentrálunk egy fejezet erejéig kitérünk a társadalmi-gazdasági hatásokra is. Egyrészt mert ezek a szempontok nyilvánvalóan meghatározóak egy üzem telepítésénél másrészt a hatásvizsgálati eljárás része az üzem okozta környezetállapot változás társadalmi-gazdasági hatások feltárása is, mégha itt mi elsősorban közvetlenül az üzem hatására koncentrálunk is.

Ebben a témában az első és legfontosabb kérdés, hogy az új technológiák olcsóbbak-e, mint a hagyományos égetők, illetve gyorsabb-e a megtérülési idejük?

Mind a hazánkban, mind külföldön az új termikus eljárások népszerűsítése során az egyik meghatározó érv annak nyereségessége. A Sajóbábonyba tervezett üzem esetében a megtérülési időt például csupán néhány évre becsülték a tervezők, elsősorban a villamos áram kötelező és magas áron történő átvétele miatt. A legtöbb hazai nem veszélyes hulladékot égető tervezett pirolízis üzem elsősorban ebből reméli bevételeinek meghatározó hányadát, amely a jelenlegi szabályozás mellett nem illúzió, hiszen a hulladékból előállított áram kötelezően és magas áron átveendő. Ez a helyzet azonban évről-évre változik, így mindenképpen óvatossággal kezelendő.

Az új termikus technológiák életképességét vizsgáló tanulmány szerint:" *nincs okunk elhinni, hogy ezek az új technológiák bármivel is olcsóbbak lennének, mint az égetés és a jelenleg rendelkezésre álló információk alapján, valószínűsíthető, hogy a komplexebb folyamat miatt a valóságban drágábbak*" (Fichtner, 2004)

Az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma megvizsgálta, hogy a vegyi fegyverek semlegesítése esetén a hagyományos égetés vagy a pirolízis/plazma eljárás-e a gazdaságosabb. Eredményeik szerint a telepítés költségei közel azonosak, vagy az új eljárások esetében magasabbak, míg a fenntartási, üzemeltetési költségek az új eljárások esetében mintegy 15-20 százalékkal magasabbak (U.S. Department 1999).

Az új termikus eljárások esetében figyelembe kell venni a technológia kiforratlanságát, az eddig bekövetkezett üzembezárásokat, technológia hibákat is, ami nagymértékben növeli az üzleti kockázatot is. Az Európai Bizottság jelentése szerint: *"A jelentés készítésének idejében az új termikus eljárások technológia kockázata számos hulladék esetében lényegesen magasabb, minta hagyományos égetők esetében "* (EC 2006)

A plazma-eljárással hasonló a helyzet. Az egyetlen kommunális szilárd hulladékot kereskedelmi léptékben kezelő rendszer a Japán Utashanaiban működő üzem gazdaságilag veszteséges az ígéretek ellenére is.

A Columbia Egyetem Los Angeles városának megbízásából 14 különböző új termikus eljárás költségét vetette össze. Ezek közül a valóban működő rendszereknél azt találták, hogy egy tonna hulladék kezelésének költsége (beleértve a telepítés, üzemeletetés stb. költségeit) lényegesen magasabbak, mint a hagyományos égetésé, vagy például az anaerob rothasztásé (Theodore S.P. 2007).

Egy tonna hulladék kezelési költséges, dollárban, USA	
Ebara	289
Thermoselect	185
Nippon Steel	145
Geoplazma	172
Anaerob rothasztás (Valorga)	67
Égető (átlagos, amerikai)	62

Összegezve a fentieket látható, hogy az új termikus technológiák bekerülési és üzemeltetési költségeiket tekintve összességében nem kedvezőbbek a hulladékégetőknél. Hazai tapasztalatok egyelőre nincsenek, mert bár több ilyen üzem áll engedélyezés alatt az eddig üzemelők igen kicsik és elsősorban veszélyes hulladékot égetnek.

Fontos kérdés a hulladékégetők és az új termikus technológiák munkahelyteremtő képessége is. Noha az új technológiákra vonatkozóan nincsenek részletes adataink, a foglalkoztatottság lényegesen nem tér el a hagyományos égetőkétől. Mindkettő alapvetően tőke és nem munkaerő-igényes ágazat. A Sajóbábonyba tervezett pirolízis üzem 40 ezer tonnás kapacitás mellett például mindösszesen 30-40 munkahelyet teremtett volna. Az új termikus technológiákat e tekintetben nem elsősorban az égetéssel, hanem a hulladék újrahasznosítással érdemes összehasonlítani. A különböző adatok szerint a hulladék hasznosítása átlagosan tízszer annyi munkahelyet teremt, mint a hulladékégetés vagy lerakás. Száz új munkahely az újrahasznosító iparban pedig összesen 13 munkahelyet szüntet meg az egyéb szektorokban (hulladékgazdálkodás, fakitermelés, stb.) (Addressing 2004). A hasznosító ipar jelentőségét jól mutatja az a szám, hogy az USÁ-ban ebben az iparágban már 1,1 millió ember dolgozik, ami összemérhető az autóiparban foglalkoztatottak számával. Nyilvánvaló, hogy az égetés ekkora nagyságú munkaerő foglalkoztatására soha nem lesz képes. (D. Ciplet 2009)

Felhasznált irodalom:

Barótfi et al: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, 2000

Chen, J. (2006, April 17). IES Romoland Emission Tests, status update. South Coast Air Quality Management District, Emerging Technologies Forum.

D & T Architect (2009): A barcikai ipari park területén létesítendő műanyag és gumiújrahasznosító komplexum létesítéséhez kapcsolódó környezeti tanulmány és a megvalósuló technológia leírása, Kazincbarcika Város Önkormányzatának Képviselő-testület előterjesztése

Dalai, A., et al.,(2008): Gasification of refuse derived fuel in a fixed bed reactor for syngas production. Waste Management. Article in Press. doi:10.1016/j.wasman.2008.02.009

Dominic Hogg (2007): Comparison Between Pyrolysis /Gasification and MBT to Landfill Systems, eunomia Research and Consulting Ltd

Ebpower **(**2009): http://www.ebpower.eu/hu/biomassza.html

Energos (2009): http://www.energ.co.uk/energy_from_waste , 2009-07-31

Environmental Science and Policy Research Team, School of International and Public Affairs and the Earth Institute Master of Public Administration Program in Environmental Science and Policy, Columbia University. (2005). Solid Waste Management Alternatives for the City of New York. Workshop in Applied Earth System Policy Analysis. P. 53.

ETAAC (2008): Recommendations of the Economic and Technolgy Advancement Advisory Committee (ETAAC): Final Report on Technologies and Policies to Consider for Reducing Greenhouse Gas Emissions in California, A Report to the California Air Resources Board (February 14, 2008), pp. 14-15, 4-16.

Eunomia (2006): A Changing Climate for Energy from Waste?, FoE

Európai Bizottság (2005): Az elérhető legjobb hulladékégetési technikákra vonatkozó referenciadokumentum összefoglalója, vii p.

Fichtner Consulting Engineers Ltd (2004).: The Viability of Advenced Thermal Treatment of MSW in the UK, Fichtner Consulting Engineers Ltd.

Greenaction for Health Environmental and Justice (2006a): Incinerators, Global Alliance for Incineartion Alternatives: In Disguise - Case Studies of Gasification, Pyrolysis, and Plasma in Europe, Asia, and the United States

*Greenaction(*2006b): Thermoselect Reality Check

Hatvani Környezetvédő Egyesület (?): A Hatvani Környezetvédő Egyesület véleménye a Gyöngyösre tervezett hulladékégetőről, www.matrahegy.hu/termvede/termvede.php?id=102

David Ciplet (2009): An Industry Blowing Smoke, Global Alliance for Incineretor Alternatives

J.A. Conesa, R. Font , A. Fullana, I. Martı n-Gullon, I. Aracil, A. Galvez, J. Molto´, M.F. Gomez-Rico. (2009) Comparison between emissionsfrom the pyrolysis and combustion of different wastes, Journal of Applied and Analytical Pyrolysis 84 (2009) 95–102

Jorge Emmanuel et al (2001): Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies, Health Care without Harm,

Heron Kleis,Wilcox Vølund (2007): 100 Years of Waste Incineration in Denmark

IPCC(2005): Fourth Assessment Report: Climate Change. Working Group 3,
Chapter 10 Executive Summary p. 587

IWT (2009): http://www.iwtonline.com/about-us/faqs.html, 2009-07-31

J. Morris et al (1992): Recycling Versus Incineration: An Energy Conservation Analysis (Seattle: Sound Resource Management Group, 1992).

Juniper Consultancy Services Limited (2008): Briefing document on Pyrolysis and Gasification)

*Mitsui Babcock Energy Ltd.(*2005): Mitsui Babcock Energy Limited Submission to Greater London Authority City Solutions Stakeholders On Municipal Waste Management

NewEnergy (2009): http://www.newenergy.hu/newenergy-tev.html

Office Journal of European Communities (2000): Directive 2000/76/EC of the European Parlament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste

RPS-MCOS Ltd (2005).: Feasibility Study of Thermal Waste Treatment/Recovery Options in the Limerick/Clare/Kerry Region

Smith et al (2001): Waste Management Options and Climate Change: Final report to the European Commission, DG Environment: Executive Summary," July 2001.

*Stang, J. (*2001, November 21). Union Says ATG Owes Severance Pay. Tri-City Herald.

Szuhi A. (2007): Pirolízis és elgázosítás: Az új termikus hulladékkezelési eljárások zöld szemmel, Hulladék Munkaszövetség

Szuhi A. (2008): Észrevételek a Piro-Energia Kft Sajóbábonyba tervezett pirolízis és energiatermelő üzemének összevont engedélyezési dokumentációjához, Válaszúton Alapítvány

Tellus Institute (2008): Assessment of Materials Management Options for the Massachusetts Solid Waste Master Plan Review, p. 27 http://www.mass.gov/dep/recycle/priorities/dswmpu01.htm

Theodore S. P. (2007): Waste Conversion Technologies: Emergence of a New Option or the Same Old Story? (presentation) Federation of New York Solid Waste Associations' Solid Waste & Recycling Conference May 9, 2007

Umberto Arena and Maria Lura Mastellone(2005): Pyrolysis and Gasification of Solid Wastes in Fluidized Bed Reactors

U.S. Department of Defense. (1999). Assembled Chemical Weapons Assessment Program: Supplemental Report to Congress Department of Defense.

URS (2005): Conversion Technology Evaluation Report for the County of Los Angeles, August 18, 2005, page 2-26

USEPA (2006): Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks, 1990-2005, p. 2-3.

USEPA (2006b): U.S. EPA, Solid Waste Management and Greenhouse Gases, EPA530-R-06-004 (Washington, DC: U.S. EPA, September 2006), pp. ES-14.

USEPA(2009): Emissions Factors & AP-42, Chapter 2 Solid Waste Disposal, Table 2.1-9, http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42

USEPA (2008): U.S. EPA Clean Energy web page, "How Does Electricity Affect the Environment," http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/air-emissions.html, 2008 Március 13,

USEPA (2008b): U.S. Environmental Protection Agency. Title 40: Protection of
Environment, Hazardous Waste Management System. General, Subpart B
– definitions, 260.10. Current as of February 5, 2008.

Wte.org (2009): http://www.wte.org/faq#GHG, (2009. július 31.)

*EC (*2006): Waste Incineration and Public Health (2000), Committee on Health Effects of Waste Incineration, Board on Environmental Studies and Toxicology, Commission on Life Sciences, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., pp. 6-7. Addressing the Economics of Waste, Organisation for Economic Cooperation and Development, 2004, p. 137.

A Válaszúton Alapítvány eddigi kiadványai

A cementgyárak környezeti hatása, (2006), 20 p.

Mondjunk nemet a hulladékégetésre!, (2008), 68 p.

Környezetterhelő üzemek társadalmi-gazdasági kára (2009), 54 p.

A Dorogi-medence levegőállapota (2009), 58 p.

Magyarországi légszennyező üzemek egészségügyi hatásai (2009) 32p.

Honlapjaink:

www.valaszuton.hu
Szervezetünket bemutató honlap, főbb tevékenységeinkkel, nyilvános dokumentumainkkal, képgalériával.

www.gyenda.hu
Hírek, információk és közösségi oldal Tiszagyendáról és tágabb térségéből. Az oldalon megismerkedhet az Alapítványunk által üzemeltetett faluházzal és az ott zajló programokkal

www.legszennyezes.hu
Egy hiánypótló weboldal, amely a környezetvédelem egyik ágával a légszennyezéssel foglalkozik. Bemutatja a légszennyező anyagokat, a terhelő iparágakat, az aktuális levegőminőségi helyzetet.

Válaszúton Alapítvány

Alapítványunk 2005-ben jött létre, azzal a szándékkal, hogy működésünk nyomán létrejöjjön egy, a helyi közös-ségeken és erőforrásokon alapuló, a múltban gyökerező, emberi és környezeti szempontból is élhető és fenntartható társadalom.
Alapítványunk országszerte tevékenykedik a környezetvédelem területén, különös tekintettel a levegőszennyezés és az iparvállalatok civil kontrollja témakörében.
Hagyományőrző tevékenységünk szín-tere a Nagykunság, amelynek tisza-gyendai táj- és faluházunk a kiindulópontja.

Látogasson el honlapjainkra, ahol bővebben megismerkedhet tevékenységeinkkel:

www.valaszuton.hu
www.legszennyezes.hu
www.gyenda.hu

Kérjük, támogassa közhasznú tevékenységünket!

Adószámunk: 18615551-1-16
Bankszámla: 61200261-11048912

Válaszúton
Hagyományőrző és Környezetvédő
Alapítvány