



## Települési szilárd hulladékok energetikai hasznosítása

### Lesz-e második hulladéktüzelésű fűtőerőmű Budapesten?

Az Energetikai Szakkollégium Zipernowsky emlékfélévének 2013. március 28-i előadásán a települési szilárd hulladékok kezelésének európai és a magyarországi helyzetéről hallhattunk, kiemelten Magyarország egyetlen hulladékhasznosító fűtőerőműjének példáján keresztül. Az előadás megtartására Bánhidya Jánost, a Fővárosi Hulladékhasznosító mű nyugalmazott igazgatóját kértük fel, akit méltán nevezhetünk a téma szakértőjének.

### A hulladékkezelés Európai Unió és magyarországi helyzete

A hulladékkezelés problémája a technológiai fejlődés és az életszínvonal növekedésével egyre nagyobb mértékben jelentkezett. Sokáig a deponálásban látták a nagy mennyiségű szemét kezelésének megoldását. Bár Angliában már az 1870-es években kísérleteztek a hulladékégetéssel, és a XIX. század elején az európai nagyvárosokban működtek hulladékégetők, az 1960-as évekig a deponálás (lerakás) dominált. Az 1970-80-as évekre terjedt el az a nézet, miszerint a hulladékok elégetése a kezelési probléma egyetemes megoldása. Ebben az időszakban Európa-szerte nagy iramban létesültek hulladékégető művek. Ezek egy része az égetés során nyerhető energiát nem hasznosította, fő cél a hulladék mennyiségének csökkentése volt.

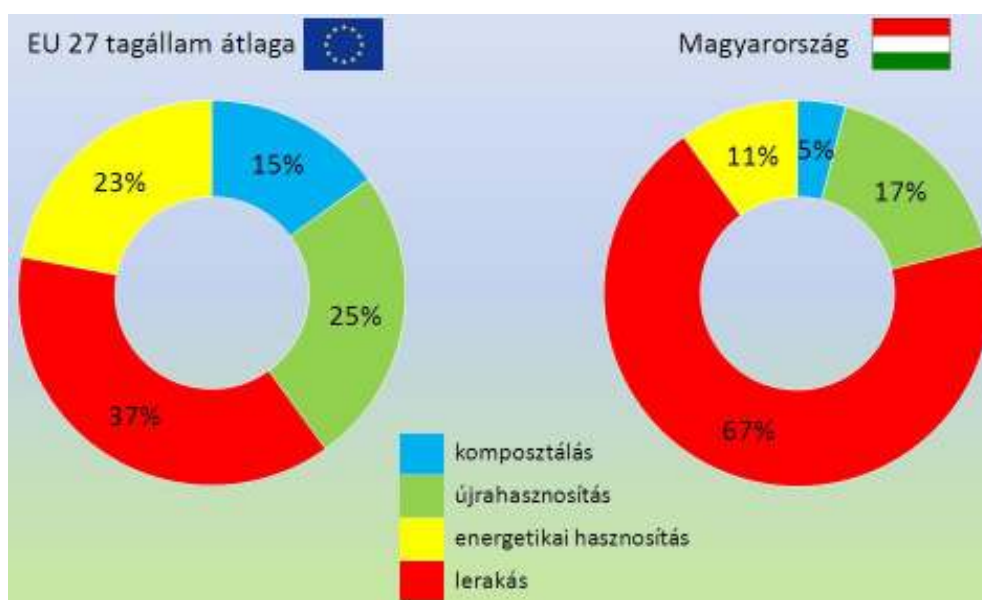
Ahogy a klímaváltozás kérdése egyre jobban előtérbe került, és a különböző eszközök, üzemek károsanyag-kibocsátása fontos szemponttá vált, a hulladékégetők szerepe felülvizsgálatra került. A legtöbb égetőmű ugyanis a keletkező füstgázból csak a port választotta le, és így több



1. ábra – Hulladékkezelési hierarchia

gáznemű környezetszennyező anyagot tisztítás nélkül juttatott a levegőbe. Nemzetközi szabályozás keretében szigorú kibocsátási korlátozásokat vezettek be, ezzel komoly követelményeket, elvárásokat támasztva az égetőművekkel szemben. Az egységes jogszabályok kidolgozása igen hosszan elhúzódott, de a 2000-es évek végére kialakult egy integrált, hierarchikus hulladékkezelési rendszer. Alapjaiban véve az 1. ábrán látható fordított piramisban rögzített rendszer az, ami a hulladékok kezelésének prioritását reprezentálja, és az EU-s irányelv e szemléletmód szerint próbálja szabályozni a hulladékkezelés problémáját. Az eljárások alkalmazása viszont a gyakorlatban országonként igen különbözően alakul.

Magyarország a 2011. évi EUROSTAT adatok szerint a keletkező hulladékmennyiség csupán 11%-át hasznosítja energetikailag, 22%-át hasznosítja újra vagy komposztálja, és a megmaradó mennyiség, 67%, a legegyszerűbb, de környezetvédelmi szempontból legrosszabb módon, deponálásra kerül. Ezen szám adatok az EU átlaghoz viszonyítva is nagyon elmaradnak, de még szignifikánsabb eltérések figyelhetők meg Nyugat-Európa államaihoz képest.



2. ábra – Települési szilárd hulladékok kezelése (EUROSTAT 2011)

Európa fejlett országaiban a hulladéklerakás mértéke szinte elhanyagolható 1-5% között alakul. Az északi államokra (Svédország, Norvégia, Dánia) a nagyobb hőigény miatt az energetikai hasznosítás a jellemzőbb, míg a német ajkú államokban az anyagában való hasznosítást preferálják. Mindenképp fontos felhívni a figyelmet arra, hogy a hulladékok energetikai hasznosítása alapvetően a lerakás alternatívája, és nem csökkenti a szelektív gyűjtés, illetve az anyagában történő hasznosítás hatékonyságát.

Ország	Anyagában történő hasznosítás (beleértve a komposztálást) [%]	Energetikai hasznosítás [%]	Lerakás [%]
Svájc	50	50	0
Németország	62	37	1
Hollandia	60	39	1
Svédország	48	51	1
Belgium	56	43	1
Norvégia	40	58	2
Ausztria	62	35	3
Dánia	43	54	3

1. táblázat – Hulladékkezelés alakulása az EU államaiban

Ahogy az 1. táblázat adataiból látható, az anyagában történő és az energetikai hulladékhasznosítás a fejlett európai országokban kéz a kézben jár. Európában több mint 460 égetőmű található, amelynek több mint 50%-án három ország, Franciaország, Németország és Olaszország osztozik. A legtöbb energiát Németországban nyerik hulladéktüzelésű erőművekből, éves szinten 18 millió MWh hő- és 8 millió MWh villamos energiát termelnek. Európában az energiatermelésre hasznosított hulladék mennyisége évi 73 millió tonnára rúg, ami 31,3 millió MWh villamos energiát és 219 millió GJ hőenergiát jelent. Ez a mennyiség 8 millió háztartás villamos, és 5 millió lakás hőszükségletét képes ellátni. Így 10 milliárd m<sup>3</sup> földgáz váltható ki.

## A hulladékégetésre vonatkozó jogszabályok

A hulladékégetés szempontjából a legfontosabb EU-s jogszabályok és dokumentumok az alábbiak:

- [2000/76/EK](#) - Irányelv a hulladékégetésről (3/2002(II.21.) KöM rendelet)
- [2008/98/EK](#) -Hulladék Keret Irányelv (WFD)
- [2009/28/EK](#) - Irányelv a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról
- [2010/75/EK](#) - Irányelv az ipari kibocsátásról (IED)
- [BREF](#) - Dokumentáció a hulladékégetésre, mint az IPPC által megkövetelt Elérhető Legjobb Technika (BAT) megfogalmazása és alkalmazása

A fent említett dokumentumok legfontosabb pontjainak részletei az alábbiakban fejthetők ki.

A 2000/76/EK – Irányelv a hulladékégetésről EU-s direktíva a kibocsátási értékek maximumát határozta meg, melyet később a még ma is hatályos KöM rendeletben rögzítettek. A 2008/98/EK Hulladék Keret irányelv fektette le az új ötlépcsős elsőbbségi sorrendet (fordított piramis), ami szerint az energetikai

hasznosítás egyértelműen elsőbbséget élvez a lerakásos ártalmatlanítással szemben. Emellett a keretirányelvben meghatározásra került egy energiahatékonysági képlet (R1 képlet), mely alapján eldönthető, hogy egy adott égetőmű hasznosító létesítménynek, vagy ártalmatlanító létesítménynek számít. Így lehetőségessé vált a kategorizálás, mely fontos a különböző elbírálások során.

2009/28/EK - A megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról szóló irányelv rögzíti, hogy az ipari és települési hulladékok biológiailag lebomló hányada biomassza kategóriába tartozik. Így az energiatermelő hulladékégető művekben eltüzelte hulladékok jelentős hányada megújuló energiaforrásnak számít. A Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve című dokumentumban rögzített, az energiafogyasztás fedezésére vonatkozó 14,65%-os megújuló részarány eléréséhez hozzájárulhat a hulladéktüzeléssel termelt energia megújuló hányada. Ez a rendelet elősegítheti az energetikai hulladékhasznosítás helyzetének megerősödését, és megítélésének javulását. A Nemzeti Energiastratégia 2030 megnevezésű dokumentum is rögzíti, hogy hazánkban a külföldi példát követve a hulladék hulladékégetőben való hasznosításának irányába kell elmozdulnia, hiszen a hasznosítás nélküli deponálás nem fenntartható.

## A Fővárosi Hulladékhasznosító Mű

Fontos tisztázni, milyen előnyök származnak a nagyvárosok számára egy hulladékhasznosító mű üzemeltetése során.

A hulladékégetőkben előállított villamos energia és távhő jelentős szerepet kap a városok energiaellátásában. Emellett a kommunális hulladékok tüzelése során keletkező CO<sub>2</sub> 50-60%-a „klímaseleges”, azaz nem fosszilis eredetű karbonból származik, így nem növeli az üvegházhatás mértékét. Máskülönben a hulladéklerakókban keletkező metán 21-szer nagyobb mértékben járul hozzá az üvegházhatás kialakulásához, mint az égetéskor keletkező CO<sub>2</sub>. A korszerű technológia kielégíti a legszigorúbb környezetvédelmi előírásokat, melyek szigorúbbak a fosszilis vagy biomassza erőműveknél elvártaknál, így a közhiedellel ellentétben ebből a szempontból egy ilyen erőmű „tisztább”, mint fosszilis társai. Ezáltal a nagyvárosok úgy szabadulhatnak meg a jelentős mennyiségű hulladék tömegetől, hogy a nehézkes, bonyolult szállítási infrastruktúrát igénylő deponálás helyett, egy környezetbarát energiatermelő alternatívát alkalmaznak.

Magyarország egyetlen kommunális hulladéktüzelésű erőműve a Fővárosi Hulladékhasznosító Mű (FHHM) Rákospalotán található. A létesítményt 1982. május 28.-án helyezték üzembe, így immár több mint 30 éve szolgálja Budapest hulladékgazdálkodását és járul hozzá a főváros villamos energiával és távhővel

való ellátásához. A Hulladékhasznosító Mű a létesítés idején megfelelt az előírásoknak. Időközben folyamatosan változtak, jelentősen szigorodtak a környezetvédelmi és energetikai követelmények, ezért szükségessé vált új füstgáztisztító berendezés létesítése és a kazánok felújítása a legkorszerűbb műszaki színvonalnak megfelelően. 2002 decemberében a tervezéssel megkezdődött Magyarország egyik legnagyobb környezetvédelmi beruházása. Fővállalkozó, a német Lurgi Lentjes AG., lebonyolítója a hazai ERBE Energetika Mérnökiroda Kft. volt. A 2005-ben befejeződött rekonstrukciót követően a Mű kapacitása nőtt, évi 420 ezer tonna kommunális hulladék termikus hasznosítását teszi lehetővé, és ezzel 13 ezer lakás fűtéséhez szükséges gőzt és 45 ezer lakás éves villamosenergia-igényét állítja elő. [1] A rekonstrukció eredményeképpen ma a Fővárosi Hulladékhasznosító Mű Európa több mint 450 működő kommunális égetőműve között a legkorszerűbb 25 közé tartozik.



3-4. ábra – A hulladékhasznosító mű 1982-es üzembe helyezésekor (balra) és napjainkban (jobbra)

		Korszerűsítés előtt	Korszerűsítés után
Égetési teljesítmény	t/év	350.000	<b>420.000</b>
Kazánok száma		4	4
Égetési teljesítmény kazánonként	t/h	15	15
Gőz teljesítmény kazánonként	t/h	40	40
Tüzelőberendezés		hengerrostély	<b>hengerrostély (legújabb konstrukció)</b>
Gőzparaméterek	bar/°C	40/400	40/400
Kazánkonstrukció		háromhuzamú	<b>négyhuzamú</b>
Kazán hatásfok	%	73	<b>83</b>
Füstgáztisztítás		elektrofilter	<b>félszáraz eljárás</b>
Füstgázhőmérséklet kémény előtt	°C	270	<b>140</b>
Turbina-generátor teljesítmény	MW	24	24

2. táblázat – A FHMM műszaki adatai a korszerűsítés előtt és után

A FHMM üzembe helyezésétől napjainkig mintegy 9 millió tonna kommunális hulladékot tüzelt el és hasznosított energiatermelésre. Ez a mennyiség, ha a Margitsziget területén lett volna elhelyezve, akkor ma 30 méter magasságban borítaná be a szigetet. Az ebben az időszakban termelt villamos energia (2,7 millió MWh) jóval több, mint Budapest 1 éves összes lakossági

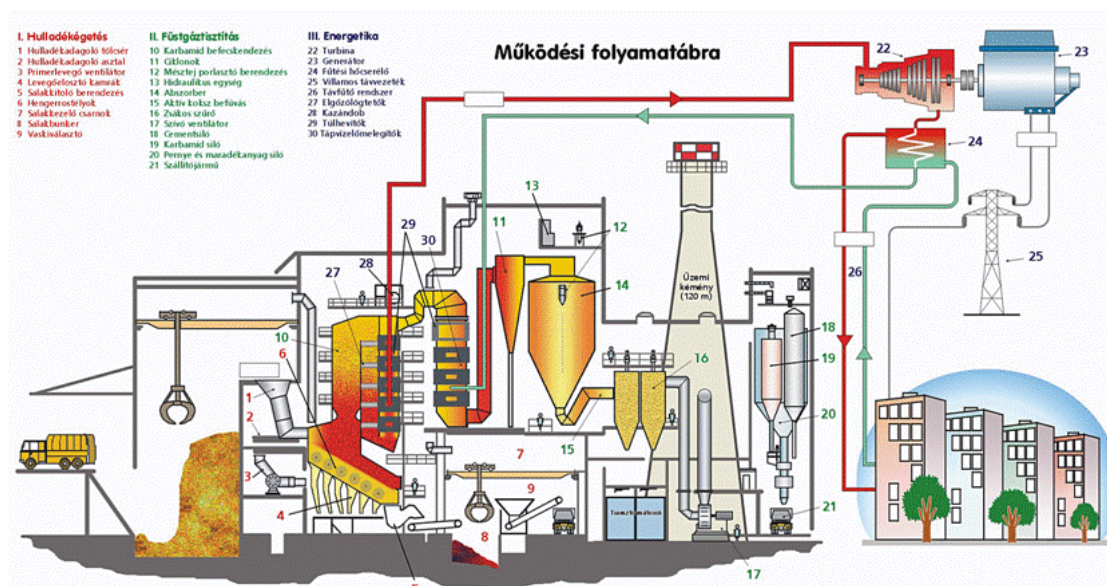


villamosenergia-fogyasztása, míg az értékesített hőenergia (8500 TJ) fedezné a távfűtéssel rendelkező összes fővárosi háztartás egy éves hőigényét.

## A Fővárosi Hulladékhasznosító Mű működése

Az előadás legelején egy videót tekintettünk meg, mely részletesen bemutatta a rákospalotai hulladékhasznosító erőmű működését. A főbb folyamatokat végigtekintve az alábbi módon zajlik a szemétből való energiatermelés.

A hulladékbeszállító járműveket a teherportán kialakított hídmérleggel mérlegetik és a beszállított hulladékmennyiség regisztrálásra kerül. A mérlegelést követően a hulladékgyűjtő járművek a hulladékot a zárt terű hulladékbunkerbe ürítik. A 10 000 m<sup>3</sup>-es hulladékbunker-térben 2 db 10 tonnás polipmarkoló hídvaru homogénizálja a hulladékot és a kazánok garatjába adagolja. A kazánok az égéslevegőt a bunkertérből szívják el, ez a megoldás a bunkerben az ürítéskor keletkező por és a bűzös bomlási gázok kiáramlását megakadályozza. A bunkertér a vezénylőből kamerás megfigyelőrendszeren keresztül ellenőrizhető. A garatban a hulladék gravitációsan jut le az adagoló asztra, ahonnan adagoló dugattyú nyomja be a hulladékot a tűztérbe. Itt a hulladékok tüzelése egy speciális, 30°-os lejtésű, hat hengerből álló rostélyrendszeren történik. Az egyes rostélyhengerek fordulatszáma külön-külön fokozatmentesen szabályozható. A bunkertérből elszívott és gőzkaloriferen kb. 140 °C-ra előmelegített primer levegőt külön ventilátor nyomja át a rostélyhengereken keresztül a tűztérbe. Az egyes rostélyhengerekhez a tüzeléstechnikailag szükséges levegőmennyiséget külön-külön lehet szabályozni.



A tűztér felső részében kialakított szűkületben két oldalról az égéshez

5. ábra – FHHM keresztmetszeti képe

szükséges további levegőt, az ún. szekunder levegőt fúvatják be. A nagysebességű szekunder levegősugarak erőteljes turbulenciát hoznak létre a füstgázban, ezáltal sikerül biztosítani az ott még fellelhető éghető gázok, elsősorban a szén-monoxid tökéletes elégetését.

A tűztérben a rostélyon a hulladék 1000-1100 °C hőmérsékleten tökéletesen kiég, és az eredeti tömeg kb. 23%-át kitevő mennyiségű salak az utolsó hengerrostélyról vízfürdőbe hullik, ahol lehűl és granulálódik. A vízfürdőből a salakot egy hidraulikus, dugattyús rendszerű kitoló berendezés a salakbunkerbe juttatja. A salakeltávolító berendezés zárt, szennyvíz nem távozik a berendezésből. A salakból a salakbunker-térben kialakított salakkezelő rendszer és az elektromágnesek segítségével a hulladékvas leválasztása megtörténik és újrahúzóítás céljából értékesítésre kerül. A vasmentesített salak hulladéklerakón takaróanyagként kerül hasznosításra.

A kazán tűzterének és első huzamának megfelelő falatzialakításával biztosítható, hogy – átlagos vagy annál magasabb hulladék fűtőérték mellett – a füstgáz hőmérséklete legkevesebb 2 másodpercig 850 °C fölött tartható legyen. Ez a dioxinok és furánok keletkezésének megakadályozására szolgál. Amennyiben alacsonyabb hulladék-fűtőérték mellett ez nem lenne lehetséges, úgy a tűztérben 2 db, egyenként 260 m<sup>3</sup>/h teljesítményű stabilizáló földgázégő és az első huzamban 2 db, egyenként 1600 m<sup>3</sup>/h teljesítményű földgázégő szükség szerinti működtetése biztosítja az előírt minimális füstgáz hőmérsékletet. A tüzelés szabályozása teljesen automatizáltan, számítógépes folyamatirányítással történik. A kazánok indulásakor, valamint minden olyan üzemiállapotban, amikor a tűztérben az előírt 850 °C nem biztosítható, automatikus reteszelés gondoskodik arról, hogy ne történjen hulladékbeadagolás a tűztérbe.

A Hulladékhasznosító Műnek a 3/2002. (II.22.) KöM-rendeletben előírt nagyon szigorú emissziós értékeknek kell megfelelnie, ezért egy korszerű füstgáztisztító rendszerrel van ellátva. Az első huzam felső részén kialakított fúvókákon keresztül karbamid vizes oldatát kell befecskendezni a tűztérbe a nitrogén-oxidoknak redukció útján történő csökkentése érdekében. Ez a megoldás az általánosan elterjedt, ún. SNCR (szelektív nem katalitikus redukciós) denox eljárás. A befecskendezett karbamid mennyisége a tisztított füstgázban mért NO<sub>x</sub>-koncentrációtól függ.

A füstgáz a kazánból 200-220 °C hőmérsékleten áramlik át a füstgáztisztító rendszerbe. A félszáraz, szennyvízmentes füstgáztisztító rendszer a füstgáz útját követve az alábbi főbb részekből áll:

- kettős ciklon a pernye elő-leválasztására (hatásfoka kb. 90%),
- mézstej-befecskendezésű abszorber a savas gázok közömbösítésére,
- aktív lignitkoks-adagoló rendszer a dioxinok, furánok és a gőzfázisú higany adszorpció megkötésére,

- zsákos szűrő a maradék pernye, reakció-sók, többlet abszorbens és adszorbens leválasztására,
- füstgázventillátor a füstgáz kéménybe történő továbbítására és egyben a tűztér-huzat biztosítására.

A hulladék elégetése segítségével termelt gőz turbinában expandáltatva villamosenergia-termelés, illetve távhőszolgáltatás formájában hasznosul. A turbina-generátor egység névleges teljesítménye 24 MW. A termelt villamosenergia-mennyiségből az önfogyasztáson túli hányad az országos hálózatba jut. A turbina-érvételből származó gőz hőcserélő közbeiktatásával a káposztásmegyeri lakótelep fűtésére szolgál és hasznosul, az Újpesti Hőerőművel történő kooperációban. A turbinából távozó gőz vákuum alatt csöves kondenzátorban csapódik le, míg a hűtővíz 4 blokkból álló nedves hűtőtoronyban hűl vissza. [1]

## A magyarországi bővítések lehetősége

Az eddig tárgyaltak alapján láthatóvá vált, milyen előnyök származnak, milyen lehetőségek rejlenek a hulladékkezelés eme módjában. Nyugat-Európa országaival ellentétben Magyarország 30 éve egyetlen egy hulladékhasznosító fűtőerőművel rendelkezik, így jelentős hátrányban van a környező EU-s tagállamokkal szemben. Míg más közép Európai országok felismerték a technológiában rejlő potenciált, Magyarországon a második mű megépülése is kérdéses. Lengyelország az utóbbi pár évben 6 nagyobb - részben EU támogatással megépülő - hulladékhasznosító erőmű beruházása mellett kötelezte el magát, melyek összkapacitása meg fogja haladni az 1 millió tonna/évet.

Budapesten a FHFM-ből nyert hőenergia 4%-os részaránnyal képviselteti magát a távhőszolgáltatásban, míg Európa számos nagyvárosában (Párizs, Malmö, Oslo) ez az arány eléri az 50%-ot.

Budapesten tervbe van véve egy második hulladékégető mű létrehozása, mely megvalósítása esetén növekedne a hulladékhasznosításból származó hőenergia részaránya, amely mérsékelhetné a távhőárakat. Vizsgáljuk meg, milyen paraméterekkel fog rendelkezni az esetleges második hulladékhasznosító mű.

Legfontosabb kérdés, hogy milyen hulladékot fog tüzelni, hiszen a mű kialakítása, a kazánok, az alkalmazandó berendezések mind ettől függenek a legnagyobb mértékben. Első alternatívaként vegyes települési szilárd hulladék jött számításba, hiszen ilyen irányú tapasztalatokkal már rendelkezik az üzemeltető, mivel a FHFM is ilyen tüzelőanyaggal üzemel. A manapság gyakran szóba kerülő, válogatóműből származó magas fűtőértékű frakció, ún. RDF\*



elégetése is felmerült, amit vagy kizárólagos tüzelőanyagként alkalmaznának, vagy a vegyes települési szilárd hulladékkal együtt. A nemrég megépült központi szennyvíztisztító telepről származó szárított szennyvíziszap felhasználása is szóba jött alternatívaként, de ez a tüzelőanyag csak valamelyik másik opció együttes felhasználásával alkalmazható.

A hulladékhasznosító tervezett kapacitása 200-250 ezer tonna/év lenne, mely a szennyvíziszapos tüzelés esetén 60 ezer tonna/év szárított szennyvíziszappal egészülne ki.

A második hulladékhasznosítómű telephelyének kiválasztásakor az alábbi szempontoknak kell érvényesülniük. A telephelynek ipari övezetben, a lakóépületektől távol kell elhelyezkednie. Jó megközelítéssel kell rendelkeznie a hulladékbeszállítás és a maradékanyag elszállítás számára, és lehetőleg minimális terhelést kell jelentenie a lakókörnyezet útjainak.

Fontos szempont egy hulladékkezelő telep kialakításánál, hogy az uralkodó szélirány ne a város felé fújja a füstöt. A megtermelt energia értékesítése céljából alapvető, hogy legyen reális esély a távhő hálózatra való csatlakozásra.

A titoktartás miatt a pontos helyszínre vonatkozóan információt nem kaphattunk, de azt elárulta Bánhidya János, hogy a fenti szempontok miatt valahol Dél-Budapesten épülhet fel a második hulladékhasznosító mű.

A modern erőművekhez hasonlóan kapcsolt villamos energia és távhő termelés valósulna meg, amelyben fő hangsúly a távhő termelésen lenne. Így a részben megújuló számító hulladéktüzelés arányának növelésével csökkenthetőek lennének a mai magas távhőárak. Az előzetes becslések alapján a második hulladéktüzelésű fűtőerőmű üzembe lépése esetén Budapest távhőellátásának 10-12%-a lenne hulladéktüzeléssel fedezhető.

---

**Refuse Derived Fuel:** a hulladék azon része, amely anyagukban nem hasznosítható, de magas energiataralommal rendelkezik. Pl.: textil, papír, fólia

# Összefoglalás

A fentiekben megismert hulladékkezelési technológián reálisan végigtekintve látható, hogy a vegyesen, tehát nem szelektíven gyűjtött települési szilárd hulladékok számára a legjobb alternatívát jelenti a hulladékkezelési eljárások közül. Magyarország rendelkezik Európa egyik legmodernebb hulladékhasznosító erőművével, de itthon ez az egyetlen ilyen célú létesítmény. Ennek köszönhetően a deponálás részaránya az európai átlagnak majdnem a kétszerese. Ezt mérsékelhetné egy második hulladékhasznosító mű létesítése.

Sajnos a megépülés feltételeit nem csak a műszaki és gazdasági helyzet határozza meg, a politika és a közmédia hatása erőteljesen érvényesül ebben a szektorban. Így a második hulladékhasznosító mű beruházásának kezdete még várat magára, de a szakma képviselői remélik, még ebben az évtizedben üzembe helyezik Budapest második hulladékhasznosító művét, és így az európai példát követve – a jó hatásfokú energetikai hasznosítás révén - hosszú távon megoldottá válik a Fővárosban a hulladékkezelés kérdése.

**Dobai Attila**

**Energetikai Szakkollégium**

Felhasznált irodalom: FKF Zrt. honlapján található leírások; [www.fkf.hu](http://www.fkf.hu) [1]