**JAVASLAT: A KÖRNYEZETI KOCKÁZATOT JELENTŐ SZERVES EREDETŰ HULLADÉKOK BIZTONSÁGOS ÁRTALMATLANÍTÁSÁRA ÉS HASZNOSÍTÁSÁRA**

**Dr. Garamszegi Gábor**

*BIOFIVE Zrt.* [*drgaramszegi@gmail.com*](drgaramszegi%40gmail.com%20)

**Dr. Tóth József**

*Biomassza Termékpálya Szövetség* [*toth.jozsef@bitesz.hu.*](toth.jozsef%40bitesz.hu.)

# ÖSSZEFOGLALÁS

A Folyamatosan növekvő lakosság igényeinek kielégíthetőségét veszélyezteti a már elindult klímaváltozás, amelyet a hulladékok által okozott környezetszennyezés gyorsít. Alapvető feladat a kockázatot jelentő hulladékok káros hatásának megszüntetése. Tanulmányunkban a kockázatot jelentő szerves eredetű hulladékok termikus ártalmatlanítására javaslunk egy olyan módszert, illetve technológiát, amely az ártalmatlanítás mellett még felhasználható energiát is előállít.

A javasolt technológia alkalmas minden olyan szerves eredetű (emiatt környezeti kockázatot is jelentő) hulladék ártalmatlanítására, amelynek szárazanyag tartalma legalább 50% és energia tartalma az összes tömegre vetítve meghaladja a 7MJ/kg-ot.

A technológia fosszilis energiahordozót nem használ fel, a hulladék keletkezési helyére telepíthető ezzel a hulladék szállítás költségeit és annak kockázatait kiküszöböli. A berendezés a hulladékégetésre vonatkozó minden feltételt teljesít.

A rendszer (a berendezés és technológia) minden meglévő szerves eredetű hulladék feldolgozó és hasznosító technológiához közvetlenül összekapcsolható.

Figyelembe véve a várható bekerülési költséget, összevetve az alkalmazásával elérhető ártalmatlanítási költség megtakarítást, illetve a termelt energia értékesítéséből származó árbevételt, vagy saját felhasználás esetén az energiaköltség megtakarítást a megtérülési idő 8 évre tehető.

# BEVEZETÉS

A Föld folyamatosan növekvő lakosságának élelmiszer, víz, energia és levegőtisztasági szükségletei együtt járnak az emberek igényeinek exponenciális növekedésével. A föld „erőforrásai” illetve azok megújulása csak lineáris:

***„..* *A fejlődés a jelenlegi formájában nem fenntartható, mivel az emberiség ma évente másfélszer annyi erőforrást használ fel, mint amennyi újraképződik..” /Dennis Meadows/***

A föld „biológiailag aktív” területe fizikailag csökken. Az egyre növekvő mennyiségű hulladék környezetszennyező hatása, valamint a termőföld „kizsarolása” miatt annak „természetes termelőképessége” elfogyóban van. Az ipar, az intenzív mezőgazdaság, és a közlekedés egyre növekvő káros anyag kibocsátásának hatására erősödik az „üvegházhatás”, emiatt klímaváltozás előtt állunk. (Sokak szerint ez már megkezdődött.)

Az emberiség tehát kettős kihívás előtt áll:

* Lehetséges lesz-e a nem távoli jövőben a növekvő népesség szükségleteit kielégíteni illetve;
* meg lehet-e állítani azokat a fokozódó környezetszennyezés miatt már elkezdődött káros folyamatokat, amelyek a minimális szükségletek kielégíthetőségét is veszélyeztetik.

A továbbiakban egy olyan működő technológia ismertetésével foglalkozunk, amely fosszilis eredetű energia felhasználása nélkül, felhasználható energiatermeléssel képes a nagy nedvességtartalmú, környezeti kockázatot jelentő szerves eredetű hulladékok biztonságos ártalmatlanítására.

## AMIRŐL BESZÉLÜNK

***Hulladék: az a szervezetten összegyűjtött termékmaradvány, elhasznált termék, melyet a tulajdonosa nem tud felhasználni, vagy értékesíteni. Ezek a maradványok az emberre és a környezetre is ártalmasak lehetnek (2012. évi CLXXXV. törvény) ezért gondoskodni kell az ártalmatlanításukról, illetve az újrafelhasználásukról.***

**Az ártalmatlanítás** – a mi fogalmaink szerint – azt jelenti, hogy az ártalmas anyag káros hatását valamilyen eljárással megszüntetjük, vagy a káros anyagot a környezettől véglegesen elszigeteljük. Az idézett törvény azonban így fogalmaz:

*2.§ „Minden olyan kezelési művelet, amely nem hasznosítás; a művelet akkor is ártalmatlanítás, ha az másodlagos jelleggel anyag- vagy energiakinyerést eredményez” (az ártalmatlanítási műveletek nem kimerítő listáját a 2. melléklet tartalmazza;).*  A melléklet szerint ártalmatlanításnak minősül a *kutakba, sódómokba vagy természetes üregekbe juttatás, a víztestbe való bevezetés, a keverés, és az átcsomagolás is.*

Szerintünk nagyon indokolt lenne az ártalmatlanítás fogalmát sürgősen újragondolni.

A hulladékképződés - noha törekvések vannak annak csökkentésére – elkerülhetetlen. Nyilvánvaló, hogy elsődleges cél annak újrafelhasználása, vagy nyersanyagként való hasznosítása. A hulladékból mindent „ki kell szedni” ami változatlan formában, vagy feldolgozva újrahasznosítható. Jelen írás két alapvető ártalmatlanítást igénylő hulladéktípussal foglalkozik.

1. A szennyvíztisztítás után visszamaradó szennyvíziszap
2. A települési szilárd hulladék (kommunális hulladék) feldolgozás (válogatás) után visszamaradó, másként fel nem használható része. (RDF technológia)

 ***Szennyvíziszap: a szennyvíztisztítás során oldhatatlanná tett csapadékként kivált maradvány, amely tartalmazza mindazokat az anyagokat, (sók, nehézfémek, mérgek, gyógyszermaradványok, patogén szervezetek, stb.) amelyeket „tilos lenne” (vagy nem ajánlatos) az élővizekbe visszajuttatni. A szennyvíziszap éves mennyisége – szárazanyag tartalomra számolva Magyarországon (KSH adatok szerint) egy főre vetítve 25 kg. Ez 250 000 t éves mennyiséget jelent.***

***Települési szilárd hulladék*** „termelődését” Magyarországon a szakértők 4 millió tonnára becsülik évente. (400 kg/fő) Ennek *közel kétharmada ma hasznosítás nélkül a hulladéklerakókba kerül.* Ha feltételezzük a jövőre nézve a teljes körű szelektív gyűjtést, majd a hulladékhasznosító művekben történő válogatást és válogatás utáni hasznosítást, akkor is számolni kell legalább 500 000 t/év (50 kg szárazanyag/fő/év) olyan szerves eredetű anyaggal, amely tovább már nem hasznosítható és a környezetbe visszajuttatva szennyezi azt.. Ezt a maradványt (lévén szerves anyag) elvileg hulladéklerakóba sem szabadna elhelyezni. Ennek „tüzelő anyagként” való hasznosítására alakították ki az RDF technológiát. Ma ezt csak néhány helyen alkalmazzák, mivel a technológia terméke – az RDF stabilát – nehezen és csak ráfizetéssel értékesíthető. Az RDF STABILÁT beltartalma bizonytalan, egyaránt tartalmazhat patogén szervezeteket, mérgeket, illetőleg bármit, amit „szemétre” került.

Forrás: dr. Csőke Barnabás (Hulladékgazdálkodás 2012)

1. ***Ábra: A települési szilárd hulladék átlagos összetétele***

**Összességében** szárazanyagra átszámítva is jelentős (évente 750 000 t/év) tömegről van szó. Ez a hulladék tömeg nem kevesebb, mint 14 PJ energiát hordoz. A javasolt már működő technológia és berendezés elsődlegesen e két hulladéktípus ártalmatlanítására alkalmas. Az ártalmatlanítás mellett – mivel nem használ fosszilis energiahordozót – a hulladékban lévő bruttó energia 60% felhasználható energiaként is megjelenik.

## E HULLADÉKOK JELENLEGI ÁRTALMATLANÍTÁSÁNAK (HASZNOSÍTÁSÁNAK) HELYZETE

**A szennyvíziszapra vonatkozóan** van olyan irányzat, amely szerint az a talajerő visszapótlásra változatlan formában, vagy komposztként feldolgozva hasznosítható, illetve rothasztással való ártalmatlanítás (véleményünk szerint ez csak energia kinyerés) után a fermentációs maradvány is hasonló módon használható fel.

Az utóbbi időben találkoztunk olyan törekvéssel, hogy **a települési szilárd hulladék visszamaradó szerves anyagát is hasonló módon hasznosítsuk.** (Az utóbbira jelenleg a jogszabályok nem adnak lehetőséget.)

A mi véleményünk szerint ezek az anyagok a környezetre nézve, jelentős kockázatot jelentenek, szennyezik azt. Indoklásunk:

* A szennyvíziszapban lévő hasznosnak vélt anyagok vízben nem oldhatók, (a vízben oldhatatlanná tételt hivatott biztosítani az egész szennyvíztisztítás) így a növények számára azok nem, vagy csak nagyon korlátozottan vehetők fel.
* Mindkét hulladéktípust tekintve, sem a komposztásás sem a rothasztás, nem semmisíti meg a patogén szervezetek spóráit, így nem küszöbölik ki a fertőzés veszélyt.
* A komposztálás, vagy rothasztás során a nehézfémek változatlanul ott maradnak. Ezeket a növények vagy felveszik, akkor bekerülnek a táplálékláncba, vagy kimosódva a talajból az élővizekbe jutva fertőzik azokat. (Vesd össze a szinte hetente előforduló ismeretlen eredetű ivóvíz szennyeződéssel)
* Mindenki által ismert, hogy a gyógyszer, illetve hormonkészítmények hulladékban (szennyvízben) előforduló mennyisége növekszik. Ezek egyáltalán nem semmisülnek meg. (Néhány gyógyszerre – fájdalomcsillapítókra - vonatkozóan van ugyan nagyon kevés számú vizsgálat, de az antibiotikumokra vonatkozóan egyáltalán nincsen.)
* A szermaradványok és mérgek is változatlanul a maradványokban maradnak.
* A komposztálás – különösen annak nyílt-prizmás formája – igen nagy és ellenőrizetlen ÜHG kibocsátással jár.

A szennyvíziszap, illetve a szennyvíziszapból készült termékek forgalmazói számos tanulmányban bizonyították a készítmény mezőgazdasági felhasználásából származó termésnövelő hatást. Ehhez csak egyetlen megjegyzésünk van. A szennyvíziszap komposztálása során legalább fele mennyiségben adalék anyag (zöld hulladék, szalma, riolit, tőzeg stb.) Nem tudunk olyan kísérletről, ahol a kontroll parcellákat a komposzthoz adott adalék anyagokkal kezeltek lettek volna. A szennyvíziszap valós termésnövelő hatása ugyanis szerintünk, csak így lenne bizonyítható.

Ma a szennyvíziszap illetve az ebből készített termékek felhasználásától a mezőgazdasági termelők – szerintünk indokoltan – idegenkednek. A mezőgazdasági felhasználásra vonatkozó jelenleg érvényes szabályok számos olyan kitételt tartalmaznak, amelyek (helyesen) nehezítik ezt. Tapasztalható erőteljes lobby-törekvés ezek liberalizálására. Szerintünk nagy hiba volna e törekvéseknek teret engedni.

A települési szilárd hulladékból származó szerves eredetű hulladék, döntő többsége, valamilyen kezeléssel, vagy a nélkül a hulladéklerakókba kerül. (A hazai hulladékégető kapacitás nem elégséges ennek fogadására) Ez a hulladéklerakókban „időzített bombát” is jelenthet, mivel ismeretlen és ellenőrizhetetlen kémiai és biológiai folyamatok indulhatnak meg. Mindezek alapján úgy látjuk, hogy a jelzett hulladéktípusok megbízható ártalmatlanítása, csak termikusan lehetséges.

## TERMIKUS ÁRTALMATLANÍTÁS -ÉGETÉS

A hulladékégetésre – mivel az, egy zárt rendszer és helyhez (berendezéshez) köthető folyamat – nagyon szigorú szabályok vannak érvényben. Így:

* Az égéstér hőmérsékletének állandóan 800 – 850 °C –nak kell lennie
* Legalább 2 sec ideig a füstgázt 900-950 °C –on utó égetni kell.
* A füstgáz összetétele – káros anyag tartalma - szigorúan meghatározott és állandóan ellenőrzött.

Evidenciaként kezeljük, hogy termikus ártalmatlanító műről csak akkor beszélhetünk, ha a berendezés maradéktalanul biztosítani tudja a szabályok és a kibocsátásra vonatkozó határértékek betartását.

Az égetés tulajdonképpen oxidáció, melynek során az oxidok mellett hőenergia keletkezik, az éghetetlen (nem oxidálható) anyagok pedig hamuként maradnak vissza. A hamu mennyisége általában az eredeti szárazanyag tömeg 20%-át nem haladja meg, így lerakandó hulladék mennyiséget ez az eljárás csökkenti leg hatékonyabban.

A klasszikus és ma meglévő hulladékégetők mindegyike az égetésre vonatkozó előírásokat úgy tudja teljesíteni, hogy az égetéshez fosszilis energiahordozókat is felhasznál. Ezek általában valamilyen központi helyen létesülnek, ahova az ártalmatlanítandó hulladékot oda kell szállítani. Az ártalmatlanítást szolgáltatásként végzik. (Fizetni kell a hulladék leadásáért.)

## A JAVASOLT – MÁR MŰKÖDŐ - TERMIKUS ÁRTALMATLANÍTÓ RENDSZER[[1]](#footnote-1)

A javasolt hulladékártalmatlanító rendszer lényegében egy speciális égetőmű. Speciális, mert sok tekintetben eltér a hagyományos hulladékégető művektől:

* Ez a rendszer arra készült, hogy a **hulladéktulajdonos a keletkező hulladék ártalmatlanítását maga végezhesse el,** ezzel megtakaríthatja az ártalmatlanítási szolgáltatások költségeit, ezért;
* a rendszert a hulladék keletkezési helyére telepítjük, Ezzel;
* egyrészt jelentős szállítási költséget lehet megtakarítani, és ami ennél lényegesebb;
* kiküszöbölhető mindaz a kockázat (környezetszennyezési és egészségügyi) amelyet a hulladék szállítása jelent.
* A javasolt rendszer (berendezés és technológia) közvetlenül kapcsolható a hulladék keletkezési helyén alkalmazott, meglévő technológiához (szennyvíztisztító, vagy hulladékgyűjtő és feldolgozó) így azzal, hogy a hulladék azonnal ártalmatlanítható, (nem kell tárolni illetve kezelni) jelentős környezetkárosításnak vehetjük elejét. (szaghatás, káros anyag kibocsátás stb.)
* Mivel az ártalmatlanítás során energia is keletkezik annak felhasználásával további költségcsökkentést, vagy értékesítése esetén árbevételt realizálhat a hulladék tulajdonos.
* A technológia fosszilis energiahordozót nem használ fel az ártalmatlanításhoz, így a keletkező energia „zöld energiának” minősülhet így az alkalmazás ÜHG kibocsátás csökkenést is jelenthet.

## A TECHNOLÓGIA RÖVID LEÍRÁSA

A rendszer alkalmas minden olyan szerves eredetű hulladék és hulladékkeverék ártalmatlanítására, amelynek szárazanyag tartalma meghaladja az 50%-ot és tejes tömegre vetített fűtőértéke eléri a 7 MJ/kg-ot. Így a lehetséges fűtőanyagai: a szennyvíziszap, szennyvíziszap rothasztás (biogáz előállítás) maradványa, települési szilárd hulladék szerves, másként már nem hasznosítható része (RDF stabilát), illetve ezek keverékei.



**2. ábra: A technológia fő elemeinek elvi vázlata**

**A rendszer alapelemei**: Az adagoló berendezés, előégető, utóégető, füstgáz tisztító. Az adagoló berendezés közvetlenül (csövön) kapcsolódik a víztelenítő és szárító berendezéshez, így a hulladék zárt rendszeren keresztül jut az égetőműbe. A füstgáz tisztító[[2]](#footnote-2) biztosítja az Európában legszigorúbb – német – előírás szerinti emissziós értékeket. A keletkező energia a szükségletnek megfelő teljesítményű és fajtájú hőcserélők beépítésével nyerhető ki és használható fel. A rendszerbe beépíthető olyan (ORC) piacon kapható berendezés, amely a keletkező hőenergiából elektromos áramot előállít. Ez az összes szolgáltatott energia 18-20%-át érheti el. A rendszer alaptípusának hő teljesítménye 1,3-2 MW. Ebből előállítható elektromos áram 250-300 kWh. A rendszer teljes terület igénye 1 000 m2.

Az előégető egy speciális kialakítású mozgólépcsős égetőtér. (szabadalom) Az előégető „felfűtése” (indításkor) faaprítékkal történik. A felfűtést követően erre nincsen szükség. Ha bármilyen ok miatt – mégis - az előégető hőmérséklete a megadott érték (800 °C ) alá esne, úgy a vezérlő berendezés a hulladékadagolást leállítja, és újra indítja a faaprítékkal való felfűtést.

Az utóégető méretezése és annak kialakítása biztosítja a füstgáz 2,5 sec. ig való benntartózkodását. Az utóégető tér 950 °C hőmérsékletét az oda beépített pellet égők biztosítják, amelyek működését a vezérlő rendszer felügyeli.

A rendszer végén a füstgáz tisztító berendezés van. Az utóégető és a füstgáz tisztító között vannak elhelyezve azok az igényeknek megfelelő teljesítményű és típusú hőcserélők, amelyek egyrészt lehetővé teszik a keletkező energia „kinyerését”, másrészt biztosítják, hogy a füstgáz a tisztítóba már az ott megengedett hőmérséklettel (130 °C) lépjen be.

## A TERMIKUS ÁRTALMATLANÍTÓ RENDSZER ÜZEMELTETÉSÉNEK EDDIGI TAPASZTALATAI:

A rendszert az jelenleg az egri szennyvíztisztító telepen üzemel prototípusként. Ez a berendezés most kizárólag szennyvíziszapot éget, teljesítménye 1,4 MW. Egerben korábban létesítettek egy iszapszárító berendezést, amelynek teljesítménye 200 kg/h 95%-szárazanyag tartalmú iszap. A szárító beállításának az volt a célja, hogy segítségével csökkentik a lerakásra kerülő szennyvíziszap tömegét így lerakási díjat takarítanak meg. A szárító berendezés energia igénye óránként 115 kWh elektromos áram és 123 m3 földgáz, tehát szárított iszap energia költsége 48 000 Ft. Tekintettel arra, hogy 1t. szárított szennyvíziszap 5 t víztelenített iszapból állítható elő és lerakási illeték + kezelési díj minimálisan 14 000 Ft/t – így ez gazdaságosság szempontjából helyes beruházás volt.

A berendezésünket jelenleg úgy üzemeltetjük, hogy a mechanikailag víztelenített (20% szárazanyag tartalmú és a szárított (95% szárazanyag tartalmú) szennyvíziszapot 60-40% arányban keverjük. A keletkező energiát jelenleg a szárító berendezés

|  |
| --- |
| 1. **Táblázat: Eger esetében számítható megtakarítás**
 |
| **Megnevezés** | **Mennyiség** | **Ft/év** |
| Földgáz kiváltás (m3/85 Ft) | 1 033 200 | 87 822 000 |
| Lerakási díjmegtakarítás (t/14000 Ft) | 2 770 | 38 778 172 |
| CO2 megtakarítás t/3€ | 2 900 | 2 610 000 |
| Szállítási költség 100 km t/200 Ft / |  2770 | 55 400 000 |
| **Összesen** | **184 610 172** |
| Később elektromos áram (kWh/40 Ft) | 966 000 | 38 640 000 |
| **Összes megtakarítás Ft** | **223 250 172** |

hőigényének kiváltására kívánjuk felhasználni. A későbbiekben tervezzük az ORC berendezés alkalmazását, amikor már ki tudjuk váltani a szárító berendezés elektromos energia igényét is.

Számításaink szerint Eger esetében a reálisan elérhető megtakarításokat az 1. táblázat tartalmazza. Az eddigi tapasztalatok szerint a hamu mennyisége a szárazanyag 15%-a Az ártalmatlanítás során egy évre vetítve 415 t hamu keletkezése várható

A vizsgálatok szerint a szennyvíziszap monoégetéséből származó hamunak 5-6% foszfor tartalma van. A foszfor mellett még jelentős a hamu esszenciális fémtartalma is (Zn, Cu, St, stb.) Szabadalmi bejelentés (és kifejlesztés alatt) áll az a rendszerbe integrálható berendezés, amely hamu teljes ártalmatlanítását, illetve a foszfor kinyerését oldja meg. Ezzel, illetve az ártalmatlanított hamu műtrágya alapanyagként való értékesítésével további árbevétel érhető el.

Figyelembe véve, hogy a teljes berendezés teljes bekerülési költsége (ORC-vel együtt) 1,5 milliárd Ft-ra tehető, valamint azt is, hogy jelenleg még nem becsülhető meg pontosan az üzemeltetési költségek nagysága. Biztonságosan állítható, hogy a beruházás megtérülési ideje támogatás nélkül sem hosszabb 8 évnél.

Mint korábban már említettük a berendezésben égethető: víztelenített szennyvíziszap és RDF stabilát, valamint szennyvíziszap fermentációs maradvány és RDF stabilát bármilyen arányú keveréke, amennyiben a keverék szárazanyag tartalma eléri az 50%-ot a teljes tömegre vetített fűtőértéke pedig a 7 MJ/kg-ot. Így:

* Szennyvíziszap monoégetés esetén az ártalmatlanítható/hasznosítható mennyiség évente 3400 t szárazanyagot tartalmazó szennyvíziszap, amely a statisztika szerint 130 -150 000 lakosú város éves mennyiségének felel meg.
* Szennyvíziszap rothasztás esetén fermentációs maradvány monoégetéssel már 6 200 t szárazanyagot tartalmazó szennyvíziszap ártalmatlanítható, amely statisztika szerint 250 000 lakosú város teljes szennyvíziszapjának teljes ártalmatlanítását jelenti.
* Kizárólag RDF stabilát felhasználásával megoldható egy 50-55 000 lakosú település teljes települési szilárd hulladékának ártalmatlanítása oldható meg.

# KÖVETKEZTETÉSEK - JAVASLATOK

A rendszer kifejlesztésében a BIOFIVE Zrt-n kívül Számos hazai és külföldi egyetem vett részt. Ma már az égetés mikéntjére vonatkozóan megbízható tapasztalatokkal rendelkezünk. A berendezés iránt már vannak hazai, és külföldi érdeklődők. Amint fentebb már írtuk, a rendszer alkalmazása esetén számottevő költségmegtakarítás, (vagy árbevétel) érhető el.

A magunk részéről a legfontosabbnak azonban azt tartjuk, hogy a rendszer használatával nagy tömegű, és jelentős környezeti kockázatot hordozó hulladék biztonságos ártalmatlanítása oldható meg, még pedig gazdaságosan. Ezzel úgy véljük, hozzájárulhatunk a klímaváltozás lassításához, szennyezés mentes élelmiszer, és ivóvíz biztosításához, ezzel a fejlődés fenntarthatóságához.

Magyarország fosszilis energiahordozó készlete csekély, ezért fontos lenne számunkra a megújuló energia előállítása. Ebben jelentős szerep juthat a hulladékok hasznosításának. A folyamatosan keletkező és begyűjtött kockázatot jelentő szerves hulladékok (szennyvíziszap, kommunális hulladék szerves része) számottevő energiát hordoznak, de tartalmaznak környezeti kockázatot jelentő (levegő, talaj és vízbázist szennyező) anyagokat is. Ezek az anyagok, illetve a kommunális hulladék megbízhatóan csak magas hőmérsékleten, termikusan ártalmatlaníthatók, egyidejűleg a hulladékban lévő összes energia tartalom kinyerhető. A zárt és szabályozott termikus ártalmatlanító technológia alkalmazása során nyert energiával jelentős mennyiségű fosszilis energiahordozó váltható ki, ami egyszerre szolgálja a fenntartható energiagazdálkodást, az üvegház hatás csökkenését és a levegő, talaj, vízszennyezés megakadályozását is. Ezzel javíthatók a települések katasztrófa és közegészségügyi kockázatai, megteremthetők a rezsicsökkentés technikai feltételei, további előnye a hozzáadott értékek, az exportképes technológiák, valamint az új munkahelyek megteremtésének lehetősége is.

Budapest, 2015. november 20.

dr. Garamszegi Gábor – dr. Tóth József

1. A rendszert a BIOFIVE Zrt fejlesztette ki és Eger város szennyvíztisztító telepén működik [↑](#footnote-ref-1)
2. A füstgáz tisztító egységet együttműködés keretében az ENTECCO AG biztosította [↑](#footnote-ref-2)