



Agrár-környezetvédelmi Modul Talajvédelem-talajremediáció

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MÉRNÖKI MSc
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSc



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



In situ és ex situ fizikai kármentesítési eljárások I. 62.lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Termikus technológiák



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Gőzzel végzett kihajtás

A gőzzel végzett kihajtás szennyezett talajok, üledékek és iszapok kezelésére alkalmas in situ termikus eljárás.

A közepesen illékony szennyezők eltávolításának hatékonysága növelhető a hőmérséklet emelésével. A hőmérséklet növelésére általában forró levegő vagy gőz befúvást, elektromos fűtést, elektromágneses vagy rádiófrekvenciás melegítést alkalmaznak. Minden más tekintetben a technológia megegyezik a talajgáz-kitermeléses mentesítési eljárással.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



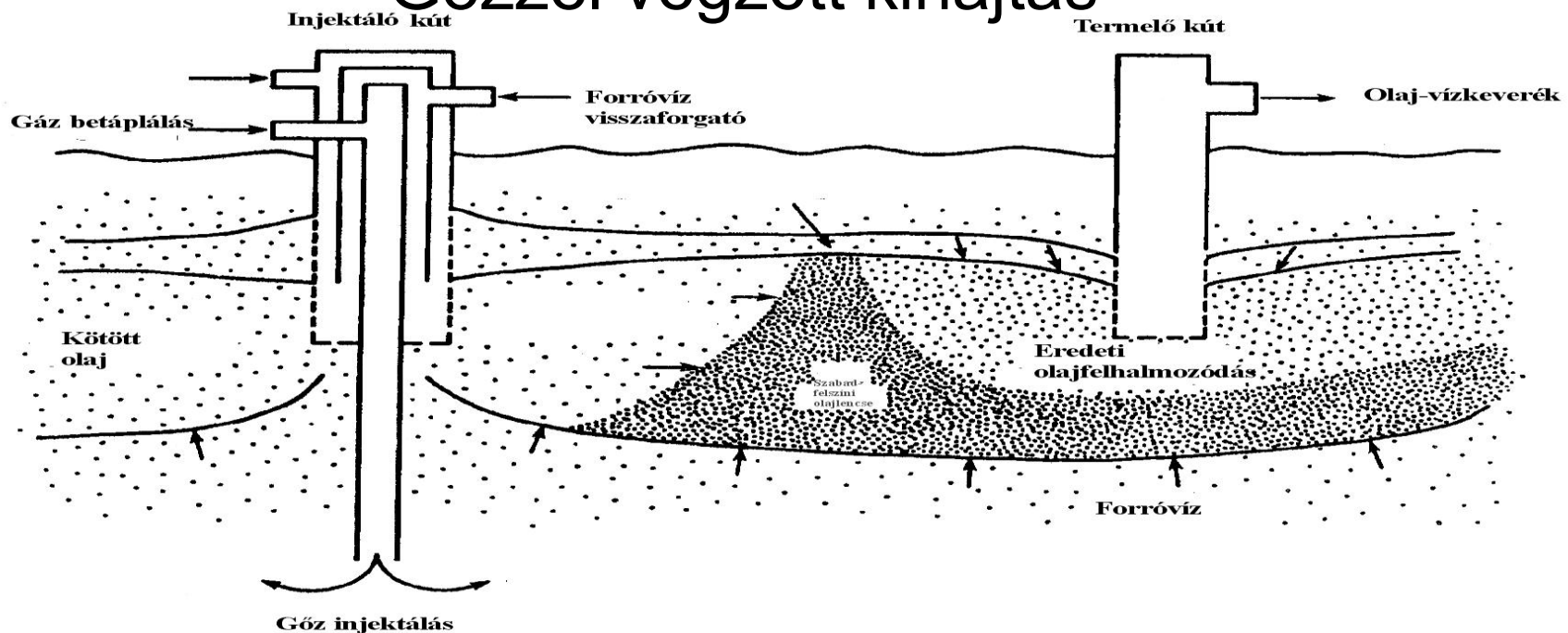
Gőzzel végzett kihajtás

- Elektromos ellenállásos fűtés: elektródák elhelyezésével (gyakran 6 db elektródát helyeznek el) a szennyezett talajtér fűthető. Az elektródákat a viszonylag kis áteresztőképességű talajokba helyezik, ezzel elősegítve a víz és a szennyezőanyag elpárolgását, s a kiszáritott talajban repedések képződését. Ezek után a közeg légáteresztő képessége megnő, lehetővé téve a talajgáz-kitermelés hatékony alkalmazását.
- Rádiófrekvenciás fűtés: Ezzel a módszerrel akár 300°C fölé is melegíthetjük a talajt. A két sorban elhelyezett földelő és a közéjük helyezett centrális elektródasorra adott elektromos mágneses hullámok melegítik fel a körbezárt talajt. Megnő a párányomás, az áteresztőképesség, nő a párolgóképesség, csökken a viszkozitás, így a mobilitás. A száradással az áramvezetés is csökken.
- Forró levegőt vagy gőzt injektálunk a szennyezett terület alá. A melegítés elősegíti a szennyezőanyagok kiszabadulását.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Gőzzel végzett kihajtás



- Az eljárás hatáskörét, alkalmazhatóságát befolyásolja:
- kötőmelék, vagy más felszín alatti nagy kiterjedésű tárgy nehézségeket okozhat;
- a maximális hőmérséklet befolyásolja, hogy néhány komponens milyen mértékben vonható ki;
- a hőlég-befúvás (forró gáz) hatékonysága a levegő alacsony kőkapacitása miatt korlátozott.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Termikus oxidáció

- A termikus oxidáció szennyezett levegő kezelésére alkalmas ex situ eljárás. A szerves szennyezőanyagokat égető berendezésben magas hőmérsékleten (1000°C) szétroncsolják (termikus oxidáció). A levegőben lévő szerves nyomelemeket alacsonyabb hőmérsékleten katalizátor segítségével (450°C) kezelik. A módszer a sztrippelés és talajgáz-kitermelés során keletkező gázok kezelésére használatos.





Termikus oxidáció

- Termikus oxidáció során a gázokat kemencében melegítik fel (gázégő segítségével), ahol azok oxidációja bekövetkezik. Üzemanyag-szennyezések esetén a hőmérsékletet 180°C alatt tartják, hogy a nyílt hőcserélőben ne gyulladjon meg. A gáz tartózkodási ideje általában kevesebb mint egy másodperc. Az égetőkamra teljesítménye 0,6-2,5 millió J/h, működési hőmérséklete $760-870^{\circ}\text{C}$. A katalitikus oxidáció viszonylag új keletű módszer.





Termikus oxidáció

- Katalizátor alkalmazásával az oxidáció sebessége nő, mert a katalizátor felületén a szennyezés és az oxigén adszorbeálódik ahol azok egymással kölcsönhatásba lépve szén-dioxid, víz stb. keletkezik. Katalizátor alkalmazásával lényegesen alacsonyabb hőmérséklet is elégséges (320-540°C) a VOC oxidációjához. Katalizátorként fénoxidokat, mint pl. nikkel-oxid, réz-oxid, mangán-dioxid vagy króm-dioxid, alkalmaznak de nemesfémek, mint pl. platina, palládium is lehetséges. Az oxidációs berendezések típusai:
 - katalizátoros (CuO, MnO₂, NiO, Cr₂O₃, esetleg platina vagy palládium);
 - belső égésű motor: üzemanyagaként a mentesítendő gáz szolgál, ha kevés, segédüzemanyagot használnak;
 - termikus oxidáció: a füstgázt előmelegítésként felhasználva csökken a kiegészítő- üzemanyag szükséglet a fenti két műszernél;
 - UV oxidáció;





Termikus oxidáció

- Az eljárás hatásfokát és alkalmazhatóságát behatóróló tényezők a következők:
 - kén-tartalmú, vagy halogénezett komponensek jelenléte a katalizátor tönkremeneteléhez vezethet;
 - halogénezett komponensek lebontása speciális katalitikus közeget, különleges anyagokat (berendezés) és a savas gázkibocsátást csökkentő szűrőt igényel;
 - katalizátoros és termikus oxidációnál a gázkoncentráció nem haladhatja meg az alsó robbanáshatár 25%-át;
 - klórozott szénhidrogének és néhány nehézfém egyes katalizátorokat károsíthat.





Pirolízis

- A pirolízis szennyezett talajok, üledékek és iszapok kezelésére alkalmas ex situ termikus eljárás. A folyamat oxigén nélkül a szerves anyagokban hő hatására végbemenő kémiai lebomlás/átalakulás. A szerves anyagok különböző gázokra és szilárd anyagokra (pl. koks) bomlanak.
- Bár a pirolízis lényege az oxigén kizárása, a gyakorlatban teljesen oxigénmentes környezet biztosítása nem lehetséges. A működő pirolízis rendszerekben valamennyi oxigén mindig jelen van. Ezen kevés oxigén bizonyos mértékű oxidációt is eredményez. Illékony komponensek esetében termikus deszorpció is lejátszódik.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Pirolízis

- A pirolízis során keletkező gázok éghetőek, mint pl. a szénmonoxid, hidrogén, metán, és egyéb szénhidrogének. A füstgázok hűtésekor távozó gázok kondenzációja során keletkező folyadékok: olaj, kátrány maradék és szennyezett víz.
- A pirolízis általában nyomás alatt, 430°C feletti hőmérsékleten zajlik le. A keletkező gázok további kezelést igényelnek, pl. másodlagos égető kemence, részleges kondenzáció.





Pirolízis

- Részecskék eltávolítására alkalmas berendezésekre, mint pl. szűrőkre, vagy nedves kotrókra ugyancsak szükség van. A hagyományos termikus mentesítési módszer berendezései, mint pl. forgó kemence, használatosak a pirolízis során.
- Az eljárás hatásfokát és alkalmazhatóságát behatóró tényezők a következők:
 - speciális anyagkezelési és adagoló méreti előírások befolyásolhatják az alkalmazhatóságot és a költségeket is;
 - a szennyezett közeg szárítása szükséges, 1% alatti nedvességtartalom kívánatos;
 - magas nedvességtartalom növeli a mentesítés költségét;
 - a kezelt anyag nehézfém tartalma miatt stabilizálásra is szükség lehet.





Termikus deszorpció

- A termikus deszorpció szennyezett talajok, üledékek és iszapok kezelésére alkalmas ex situ eljárás. Az eljárás változó toxikus összetételű és koncentrációjú szennyezett talaj (illetve szilárd és iszapjellegű közeg) redukív közegben történő hőbontására alkalmas. Célja a toxikus illó anyagok (illó szerves alkotók, illó nehézfémek (Hg), halogének, stb.) és a szilárd fázis külön áramba vezetése, ahol a redukív közegben szétválasztják és kezelik az illó- és szilárd anyagokat.
- A vákuum alatt történő gázosítás során a nehéz frakciójú szerves komponensek lebomlanak és az illó szerves, halogén illetve a nehézfém komponensek külön áramba kerülnek. A redukív hőkezeléssel megszűnik a dioxin és furán gázok keletkezésének és újrakeletkezésének lehetősége, valamint a nehézfémek gázáramban történő toxikus kémiai reakciójának lehetősége is.





Termikus deszorpció

- Az alkalmazott berendezés külső fűtésű forgókemence száraz lepárlásos alapon működő ártalmatlanító berendezés, melynek feladata, hogy az adagolt < 25 mm szemcseméretű talajt levegő kizárásával redukív közegben vákuum alatt (elszívás 20-30 Pa.), alacsony hőmérsékleten (kb. 320-600 °C hőmérséklettartományban) hőbontással gáz-gőz fázisra és szilárd fázisra választja szét.
- A reaktor folyamatos működésű kemence, melynek egyik végén a termolízisre kerülő anyag lép be, a másik végén a kigázósított maradék anyag, illetve a tisztított talaj lép ki, a benyúló párlatcsövön pedig a gáz-gőz fázisú lepárlási termék távozik el. A kis térfogatú gáz-gőz fázis szerves anyag tartalma az utóégető kamrában 1250°C-on min. 2 másodperces benntartózkodási idővel kiégetésre, majd gyors hűtés/hőcserélés után a füstgáz mosóban nagy hatékonyságú tisztításra kerül.





Termikus deszorpció

Az eljárás hatásfokát és alkalmazhatóságát behatároló tényezők a következők:

- jól alkalmazható a biológiailag nem bontható szénhidrogén (kátrány, nehéz olaj, pakura és CH maradékanyagok, stb.), vegyi szennyeződések (klór-benzol, stb.) és peszticidek ártalmatlanítására;
- alkalmazása minden koncentráció tartományban (kicsitől a nagy koncentrációig) hatékonyan lehetséges;
- flexibilis eljárás, nem érzékeny a szennyeződés összetételének és koncentrációjának gyors változásaira;
- a reduktív közegből adódóan nem képez dioxin és furán gázokat, illetve kizárja a dioxin és furán gázok újraképződésének lehetőségét is;
- a levegő kizárásából adódóan kis térfogatú és folyamatában jó kezelhető füstgázárammal működik;



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Termikus deszorpció

- a halogének és a nehézfémek külön áramban történő kezelésével jelentősen egyszerűbbé, biztonságosabbá és költség hatékonyává válik a füstgáztisztítás;
- emissziós értékei, környezetvédelmi és környezetbiztonsági eredményei hosszú távra is megfelelnek az új szigorított EU és USA jogi normáknak;
- a tisztított talaj szervesetlen összetétele a hőkezelés során nem változik (nem oxidálódik) ezért utókezeléssel gyorsan revitalizálható és rekultiválható;
- jelentősen csökkenti a környezeti és kármentesítési kockázatokat;
- a technológia alkalmazása - a nagy koncentrációban jelen lévő nehéz szerves illetve vegyi szennyeződések ártalmatlanítására - jól integrálható a biológiailag könnyebben bontható szennyezőanyagok bioremediációval történő kezelési technológiáihoz, költség-hatékony együttes használatra;
- a garantált kármentesítési végeredmény gyors és tervezhető terület-újrahasznosítást eredményez.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Égetés

- Az égetés szennyezett talajok, üledékek és iszapok kezelésére alkalmas ex situ termikus eljárás. Magas hőmérsékleten, 870-1200°C-on égetik el (oxigén jelenlétében) a halogénezett és egyéb nehezen kezelhető, veszélyes szerves szennyezőket.
- A megfelelő égés gyakran csak kiegészítő fűtőanyaggal biztosítható. A termikus deszorpciót és az égetést energetikai okok miatt célszerű egymásután elvégezni. Az alacsonyabb hőtartományban nem bomló vagy párolgó vegyületeket égetésnek vetik alá az ellenáramú forgó csőkemencékben.



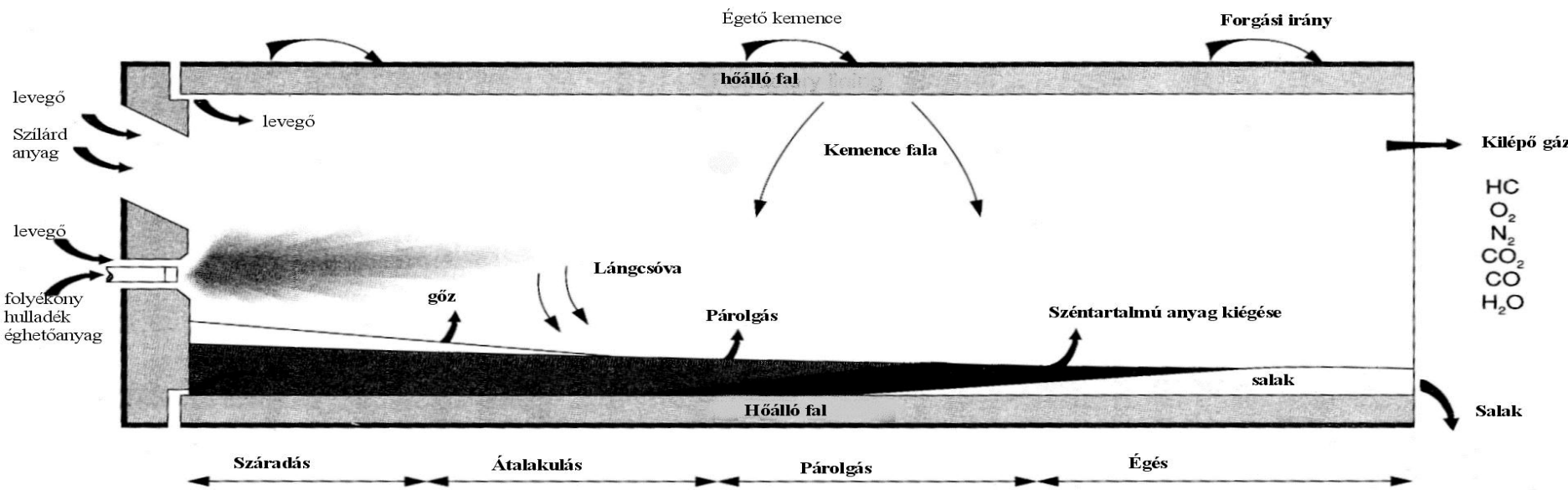


Égetés

- Az égetés után hőkicserélők segítségével hűtik a visszamaradó közeget illetve az így nyert hőt használják fel az alacsonyabb hőigényű termikus deszorpció végrehajtására.
- Az égetés után visszamaradó főleg szilikáttartalmú szilárd anyagot Hollandiában pl. útépítésben vagy építőanyag adalékként hasznosíthatják újra figyelembe véve a 100 éves kimosódási értékeket.



Égetés

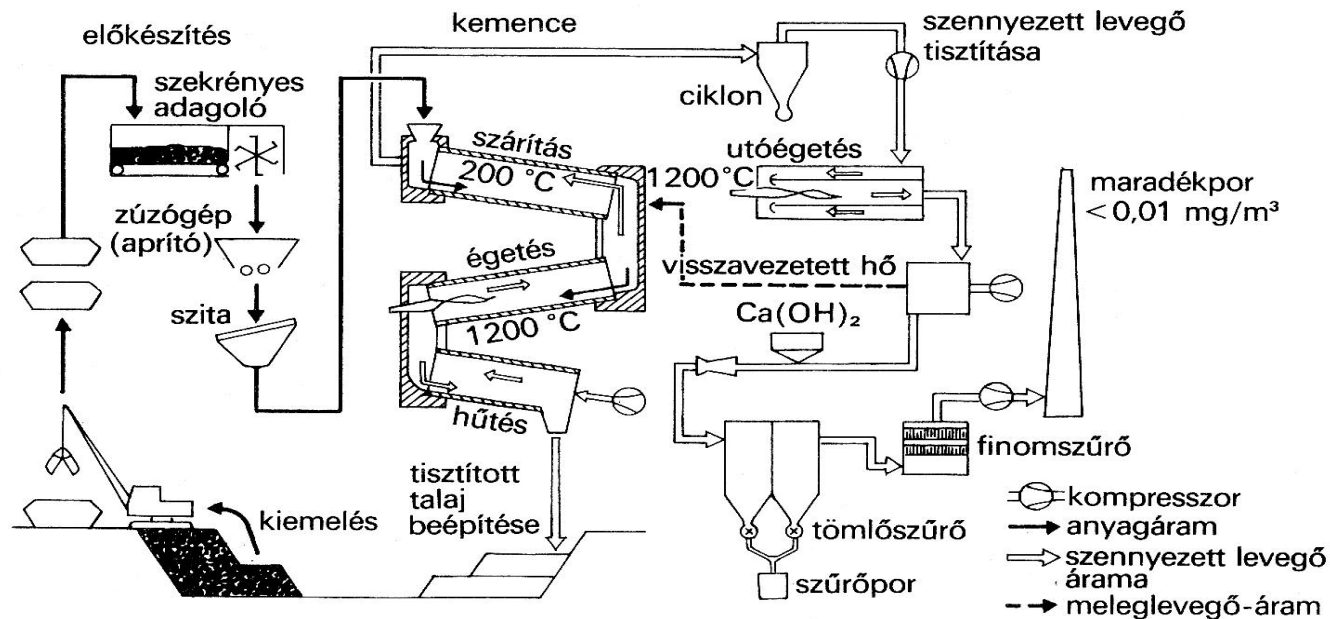


Az égetést a cementiparban is használatos forgó csőkemencék segítségével végzik



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Égetés



Az égetés és a termikus deszorpció során keletkező szennyezett füstgázokat füstgázmosókon illetve elektrofiltereken vezetik keresztül



Égetés

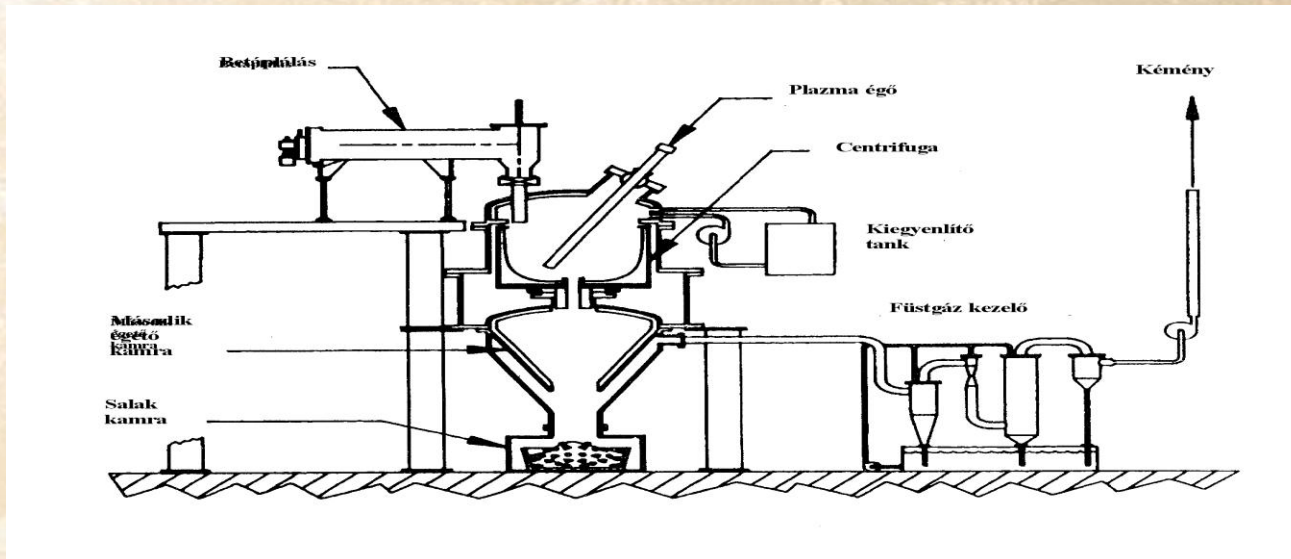
- Az eltávolítás hatásfoka megfelelően működtetett égetőben meghaladja a 99%-ot, (előírás veszélyes hulladék esetében, USA), a PCB-kre és a dioxinra a 98%-os hatások is elérhető. A távozó gázok és a salak kezelése szükséges.
- Az eljárás hatásfokát és alkalmazhatóságát behatároló tényezők a következők:
 - szükséges lehet a hamuban felhalmozódó nehézfémek stabilizálása;
 - a betápláló ágban a fémek reakcióba léphetnek egyéb elemekkel, (mint pl. klór, kén) illékonyabb és toxikusabb vegyületeket alkotnak a kiindulási állapotnál;
 - a nátrium és a kálium alacsony olvadáspontú hamut képezhet, mely megtámadhatja a téglá szigetelést, bűzös réteget képezve a kürtőben;
 - a hulladék méretére és anyagkezelésre vonatkozó speciális igények az alkalmazhatóságot adott helyen erősen befolyásolhatják;
 - az illékony nehézfémek miatt füst gőztisztítás szükséges.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Égetés



Az égetéses megsemmisítés legmagasabb hőfokon végzett technológiája a plazmaégetés. Speciálisan nehezen bontható és igen toxikus anyagok ex situ módszere, amely 1300 fok felett az anyagot alkotó atomjaira bontja. Elsősorban gyógyszerészeti melléktermékek megsemmisítésére használták az USA-ban. Elterjedését a kis kapacitás és a rendkívül magas energia költségek akadályozzák.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



ELŐADÁS ÖSSZEFOGLALÁSA

- A fizikai technológiák közül a termikus eljárások csoportja az egyik legköltségigényesebb, bár kitűnő hatásfokuk nehezen vitatható. Ezzel szemben más fizikai módszerek (pl.: a sztrippelés) költségkímélőbb eljárások, amelyek hatásfoka ugyancsak jónak mondható. Az izolációs technológiákat pedig kis kiterjedésű szennyezett terület esetében lehet alkalmazni.





ELŐADÁS Felhasznált források

- Szakirodalom:
 - Tamás J.: 2002. Talajremediáció. Debreceni Egyetem, Debrecen, 1-241.
 - Filep Gy., Kovács B., Lakatos J., Madarász T., Szabó I.: 2002. Szennyezett területek kármentesítése, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1-483.
- Egyéb források:
 - Anton A., Dura Gy., Gruiz K., Horváth A., Kádár I., Kiss E., Nagy G., Simon L., Szabó P.: 1999. Talajszennyeződés, talajtisztítás, Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 1-219.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Köszönöm a figyelmet!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg