

Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola

A doktori iskola vezetője:
Dr. h.c. mult. Dr. Kovács Ferenc
egyetemi tanár, az MTA rendes tagja

HULLADÉKLERAKÓK LEZÁRÁSÁNAK AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

doktori értekezés tézisei
PhD fokozat elnyeréséhez

Kutatóhely: *Miskolci Egyetem*
Műszaki Földtudományi Kar
Földtani Intézet
Földtan Teleptani Intézeti Tanszék

Készítette: **Szabó Attila** okleveles környezetmérnök

Tudományos vezető: **Dr. Némedi Varga Zoltán**
a földtudomány doktora,
egyetemi tanár

A kutatási téma célja és indoklása

Hazánkban az elmúlt másfél évtizedben számos új regionális hulladéklerakó épült, azonban a hátrahagyott több ezer hulladéklerakó rekultivációjára az elkövetkező években kerül sor. Dolgozatomban közel nyolc év vizsgálatait, tervezési, kivitelezési tapasztalatait alapján megpróbálom a hulladéklerakók rekultivációjának, ideiglenes és végleges lezárásának aktuális kérdéseire a válaszokat megadni, vagy ahol a válaszokat ma még nem tudjuk egyértelműen megadni, ott vizsgálataimmal elősegíteni azok megszületését.

A lerakók bezárását, mint minden létesítményt tervezni szükséges, amelyhez ismerni kell egy adott hulladéklerakó környezetre gyakorolt hatását, kockázatát. Kidolgoztam egy olyan módszert, amely segítségével meghatározható, értékelhető ez a kockázat, és a kockázatok ismeretében pontosan megtervezhető a lerakó lezárása.

A rekultiváció tervezése során nem hagyható figyelmen kívül az „optimális kockázat elve”, amely szerint minden emberi tevékenység bizonyos kockázattal jár. Ezt egy optimálishoz közelítő minimális szintre célszerű csökkenteni, amelyet tudatosan vállalni kell. A tervezésnél meg kell teremteni a környezeti kockázat és rekultiváció bekerülési költségének összhangját. Az általam készített kockázatelemző módszer a környezet elemeivel, a lerakó létesítményeivel külön-külön foglalkozik.

Az összehasonlíthatóság jelentősége abban rejlik, hogy több lerakó egy projektben történő rekultivációja során (hazánkban szinte kizárólag ez a gyakorlat) létre lehet hozni egy prioritási sorrendet, ami a rekultivációs tervezés során a döntéshozatalt elősegíti. Úgy gondolom, hogy az elkövetkező években elinduló nagy rekultivációs projektek során a bemutatott eljárást hatékonyan lehet alkalmazni.

A hulladéklerakók rekultivációját a 20/2006 (IV.5.) KvVM rendelet szabályozza. A hulladéklerakó bezárását követően a hulladéktestben még fizikai, kémiai és biológiai folyamatok zajlanak le, amelyek során depóniagáz képződik, illetve a hulladék konszolidációja során következik be a depónia süllyedése. Addig, amíg a hulladéklerakóban ezek a folyamatok zajlanak, addig a lerakó lezárását átmeneti rétegrenddel kell megoldani.

A hulladéklerakóban lejátszódó folyamatok metánoxidációs és infiltrációs eljárással meggyorsíthatók, ezáltal a végleges zárórteget korábban meg lehet építeni.

A zárószigetelés kialakítására számos alternatív megoldás kínálkozik, amelyek egyenértékűek a jogszabályban ajánlott rétegrenddel. Hazánkban az agyagszigetelés mellett elsősorban a bentonitszőnyeg, illetve a HDPE fólia alkalmazása terjedt el, illetve vélhetően a későbbiekben is ezeket az anyagokat fogják előnyben részesíteni.

Dolgozatomban bemutattam az evapotranspirációs zárószigetelést, mint a hulladéklerakók rekultivációjának egyik költséghatékony módját. Ezt a megoldást azonban csak olyan helyeken lehet alkalmazni, ahol a lerakott hulladék összetétele, ezáltal a környezetre gyakorolt hatások ismertek, illetve a lerakó veszélyeztető potenciálja alacsony. Tekintettel arra, hogy ez a megoldás vízzáró szigetelőréteget nem tartalmaz, a csapadékvíz bejutását evapotranspirációs úton csökkenti (azonban teljes mértékben nem akadályozza meg!) a rekultivációs réteg műszaki paramétereit, illetve a felhasznált növénytakarót, a meteorológiai adottságokat messzemenően figyelembe véve, egyedileg kell megtervezni.

A hazai hulladékgazdálkodási gyakorlatot ismerve megállapítható, hogy az újonnan épült hulladéklerakók rekultivációjának központi kérdése a hulladéklerakók rézsűállékonyságának a kérdése. A hulladéklerakót üzemeltető vállalkozások a lerakót legtöbb esetben, a lerakó minél

nagyobb kapacitásának kihasználása érdekében, igen meredek hajlásszöggel alakítják ki. Ezek a meredek rézsűk a rekultiváció, illetve az utógondozás során állékonysági problémákat vetnek fel. Egyes esetekben az a kérdés is felmerül, hogy a meglévő meredek hajlásszögek mellett egyáltalán biztonságosan rekultiválható-e a hulladéklerakó.

A hulladéktest állékonyságvizsgálatának ma még nincs egységesen kialakult módszertana, többnyire a földművek méretezésénél elfogadott és bevált eljárásokat követjük, azaz a geotechnikai gyakorlatban általánosan alkalmazott, bevált módszereket (BISHOP, JANBU) használjuk. A feladat megoldása a lerakóknál ugyanazon a mechanikai alapokon nyugszik, azonban amíg az egyik esetben egy jól definiálható közetfizikai paraméterekkel rendelkező, többnyire homogén/kvázi homogén közeggel van dolgunk, addig a lerakott hulladék fizikai paraméterei nagyon széles tartományban változnak, és meghatározásuk nagyon költséges. A fentiekből adódik, hogy az állékonyságvizsgálat eredményét alapvetően meghatározzák a méretezésnél használt bemenő paraméterek. Úgy gondolom, hogy egy hulladéklerakó állékonysági biztonsága egyetlen mérőszámmal nem jellemezhető, hanem a várható biztonságot a tönkremenetel bekövetkezési valószínűségéhez kell kötni. Jelen munkám során többek között egy olyan módszer kidolgozását tűztem ki célul, amelyik alkalmas arra, hogy megmondjuk: mi a valószínűsége annak, hogy a lerakó biztonsági tényezője egy adott/megkívánt értéket elér.

A hulladéklerakók optimális lezárási rétegrendjének tervezésénél elengedhetetlen a vízháztartási vizsgálat elvégzése. A rekultiváció során ezen vizsgálatok célja, hogy különböző zárószigetelési rétegrendek esetén meghatározzuk a számításba jövő rekultivációs rétegrendek hatékonyságát. A modellvizsgálat segítségével összehasonlíthatóvá válnak az egyes alternatív lezárási rétegrendek, amely alapján kiválasztható egy adott hulladéklerakó lezárásának leghatékonyabb rétegrendje.

Célul tűztem ki, hogy megvizsgáljam a számításba jövő alternatív lezárási módok alkalmazásának a lehetőségeit. A mai jogi szabályozás szerint az előírt rétegrend csak egy egyenértékű másik rétegrenddel helyettesíthető. A záró szigetelő-rétegrendszerrel az egyenértékűség feltétele alapvetően a hidraulikai egyenértékűség.

A fentiekből adódóan vízháztartási modellvizsgálatokat végeztem a leginkább elterjedt alternatív lezárási rétegrendekre, a kapott modellvizsgálati eredményeket összehasonlítottam a 20/2006 (IV. 6) KvVM rendeletben előírt rétegrenddel. Arra az eredményre jutottam, hogy a vizsgált, általam javasolt alternatív megoldások alkalmazhatóak, a jogszabály előírásával teljes összhangban vannak.

Az elmúlt évtizedben a nemzetközi gyakorlatban az alternatív lezárásoknál felmerült az ún. evapotranspirációs rétegrend alkalmazása. Úgy gondolom, hogy bizonyos feltételek mellett hazánkban is gazdaságos megoldás lehet a lerakók végleges lezárása során. Esettanulmányon keresztül vizsgáltam az evapotranspirációs rétegrend alkalmazásának a lehetőségét, amikor is egy pernyetározó lezárását vizsgáltam. A vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy az evapotranspirációs rétegrend alkalmazható, azonban a tervezés során különös gondot kell fordítani a humuszréteg minőségi paramétereinek, illetve a telepített növények fajtájának meghatározására.

A különböző rekultivációs módok egyenértékűségük alapján való alkalmazhatósága mellett elengedhetetlen azok költségeinek az elemzése. A nagyobb biztonságot jelentő rekultivációs rétegrendek kialakítása értelemszerűen magasabb kivitelezési költséggel jár, míg egy optimalizált rendszer kialakítása minden bizonnyal költséghatékonyabb.

Fontos vizsgálni azokat a lehetőségeket, amelyek során a rekultiváció kiviteli költségei csökkenthetőek, illetve hol vannak azok az ún. beavatkozási pontok, ahol ezek a költségek redukálhatók. Általános, de véleményem szerint téves az a nézet, bevett gyakorlat, amely

szerint a kivitelezés során érhetőek el a legnagyobb megtakarítások. Valóban érhető el költségcsökkentés a kivitelezés során, azonban ez a megtakarítás valószínűleg nem a terveknek, előírásoknak megfelelő eredményt adja, hanem az eredmény minden bizonnyal a gyengébb minőség lesz. A hulladéklerakó felszámolása, illetve a helyben történő rekultiváció eldöntése az egyik legmeghatározóbb kérdése a lerakók rekultivációs költségeinek.

A költségelemzések során nyilvánvalóvá vált, hogy az egyes alternatív szigetelőanyagok alkalmazása egyéb más szempontok mellett, költség alapon is reális alternatívája a természetes anyagok alkalmazásának.

A kutatás módszertana

A kutatási munkám során az eddigi szakmai munkám során a hulladéklerakók lezárásával kapcsolatosan felmerülő legfontosabb kérdésekre, problémákra kerestem a választ. Több hulladéklerakó felülvizsgálatát, rekultivációs tervét készítettem el, számos hulladéklerakó lezárására irányuló pályázat szakmai előkészítésben vettem részt (körülbelül 150-200 érintett hulladéklerakó), részt vettem több, mint 20 hulladéklerakó beruházás kiviteli munkáiban, ahol elsősorban a műszaki ellenőrzést, illetve helyszíni alkalmassági vizsgálatokat végeztem el. Több hulladéklerakó rekultiváció kivitelezésében vettem részt, mint a kivitelezési munkálatok irányítója, ellenőre. A munkám során körvonalazódtak azok a problémák, kérdések, amelyek úgy gondolom, hogy az elkövetkezendő években a hulladéklerakók lezárásának témakörében a legfontosabb kérdések lesznek.

A kutatási munkám során felhasználtam eddigi gyakorlati tapasztalataimat, mérési eredményeimet. Az egyes kérdések vizsgálatánál nagy hangsúlyt fektettem a fellelhető hazai és nemzetközi szakirodalom tanulmányozására. A munkám során felhasználtam a nemzetközi konferenciákon, kiállításokon és tanulmányutakon szerzett tapasztalataimat is.

Nagy hangsúlyt fektettem az állékonyságvizsgálatok és a vízháztartás vizsgálatok elvégzésére alkalmas modellező szoftverek kiválasztására, a célnak megfelelő szoftver kiválasztására. A modellvizsgálatok során a szakma által leginkább elfogadott programokat (programcsomagokat) használtam fel.

A költséghatékonyság vizsgálatok esetében aktuális árajánlatokat gyűjtöttem be több, mint 200 hazai bányából, illetve hulladékkezelő létesítménytől.

A kutatási eredmények

A kutatási eredményeimet röviden a következő tézisekben foglalom össze:

1. tézis

A hulladéklerakók környezeti veszélyeztető potenciáljának meghatározására egy új komplex kockázatelemzésen alapuló pontozásos módszert dolgoztam ki, az eljárás alkalmazásával lehetőség van a lerakó környezetének, aljzatszigetelő- és csurgalékvízgyűjtő-rendszerének, a depóniagáz veszélyeztető potenciáljának, a hulladék kockázatának és a monitoring rendszer eredményeinek együttes, súlyozott módon való figyelembe vételére, ennek alapján több hulladéklerakó esetében a rekultiváció prioritási sorrendjének a meghatározására.

2. tézis

A nemzetközi irodalmi adatok és gyakorlat, valamint a hazai gyakorlat alapján meghatároztam a Magyarországon leginkább számításba jövő egyenértékű alternatív zárószigetelő rendszereket. A gyakorlatban szerzett tapasztalataimon keresztül bemutattam az egyes szigetelő rendszerek előnyeit és hátrányait.

3. tézis

Az általam végzett számítások igazolták a várakozást, a valós viszonyokat jobban megközelítő inhomogén, rétegzett depóniatest mellett a véletlenszerűen választott nyírószilárdsági paraméterekkel számítva az állékonyságot minden esetben nagyobb biztonsági tényező értékek adódtak, mint a nemzetközi tervezési gyakorlatban ajánlott konstans nyírószilárdsági paraméterek esetében.

4. tézis

A hagyományos módszerrel méretezve egy 30 méter magas hulladéklerakó rézsűjének a megengedhető hajlásszöge $26-28^{\circ}$, míg az általam javasolt módszert alkalmazva 95%-os valószínűségi szint mellett még a 35° -os hajlásszög is megengedhető. A 7-9 fokos oldalhajlás növelés megnöveli a depónia hasznos térfogatát, ezáltal a lerakható hulladék mennyiségét, amely számottevő gazdasági előnnyel jár. A számításaim azt mutatták, hogy még 40° -os hajlásszög mellett sem csúszik meg a depóniatest, de ebben az esetben a rekultiváció során ajánlott a biztonságot növelő további beavatkozások elvégzése. A gyakorlatban a 40-45 fokos oldalhajlás kialakítása általában nem javasolható, mert itt már a zárószigetelő rendszerrel lesznek állékonysági, megcsúszási, kivitelezési problémák.

5. tézis

Megállapítottam, hogy a Visual HELP[®] adatbázisában szereplő és az OMSZ adatbázisában található adatok között lényeges az eltérés, amely különbség a lefuttatott vízháztartási modell eredményét befolyásolja, ezért javaslom, hogy egyedi lerakó tervezéseknél a beépített meteorológiai adatbázis helyett a hazai meteorológiai állomások idősorainak használatát, ami az elmúlt évtizedben tapasztalható klímaváltozás ismeretében különösen fontos.

6. tézis

Modellszámításokkal igazoltam, hogy az általam javasolt alternatív zárószigetelő anyagok hatékonyan alkalmazhatók hulladéklerakók zárószigetelésének rekultivációja során. A vizsgált alternatív anyagok használatával készített modellek eredményei azt

bizonyítják, hogy a 20/2006. (IV.5.) KvVM rendelet által megkívánt szigetelőképesseggel rendelkeznek, azok teljes mértékben egyenértékűek az agyagból épített szigetelőréteggel, a csapadékból történő utánpótlódással szemben megfelelő szigetelést biztosítanak. A vizsgálataim bebizonyították az evapotranspiráció, mint a hulladéklerakók vízháztartásában szereplő egyik tényező, kiemelt fontosságát. Modellszámításokkal igazoltam, hogy a lehulló csapadék jelentős része távozik evapotranspiráció útján, ezért a zárószigetelés során felhasznált humusréteg (mint az evapotranspirációban döntő szerepet játszó növényzet táptalaja) minősége, és a megfelelően kiválasztott növényzet szerepe a rekultiváció során döntő jelentőségű.

7. tézis

7/1.

Az általam elvégzett evapotranspirációs modellezések azt igazolták, hogy a 20/2006. (IV.5.) KvVM rendelet szerinti lezárás mellett is van átszivárgás a záró-szigetelő rendszeren, aminek a mennyisége a lehulló csapadék 12-13 %-a. A modellszámítások értelemszerűen nem tudják figyelembe venni azt, hogy idővel ez a bejutó csapadékmennyiség a szigetelőrendszer romlásával, „öregedésével” nő, és a tapasztalatok szerint elérheti a lehulló csapadék 20-25 %-át is.

7/2.

A vízháztartási vizsgálataim azt mutatták, hogy pernyetározó esetében az evapotranspirációs zárószigetelés megengedhető alternatíva, mert a csapadékból bejutó vízhozam-többlet -megfelelően választott vegetáció esetében- nem haladja meg 0,5-1,0 százalékot. Ez a differencia (vízhozam-többlet) sokkalta kisebb, mint amit egy hibásan kivitelezett, vagy meghibásodó szigetelőrendszerrel várhatunk. Az általam vizsgált evapotranspirációs zárószigetelő rendszerrel a csurgalékvíz átjutási ideje valamivel kisebb (10-20 %), mint a rendelet szerinti lezárás esetében várható.

7/3.

A számításaim azt mutatták, hogy a pernye szivárgási tényezőjének a csökkentése jelentősen csökkentheti a bejutó vízmennyiséget. A vizsgált esetben egy nagyságrendnyi k-tényező csökkenés az alapesethez képest mintegy 30%-os csurgalékvíz redukción okoz.

7/4.

Az elvégzett modellvizsgálataim azt igazolták, hogy az evapotranspirációs zárószigetelés alkalmazásának alapvető feltétele a humusréteg megfelelő minősége és a megfelelően, a meteorológiai adottságok figyelembe vételével megtervezett növényzet.

8. tézis

A hulladéklerakók rekultivációs költségeinek elemzése során megállapítottam:

8/1.

A költségbeli különbségeket hazai viszonyok mellett elsősorban a szállítás, azaz az anyagnyerőhelytől való távolság határozza meg.

8/2.

Átmeneti rekultivációk esetén a leginkább költséghatékony megoldás a bentonitszőnyegek alkalmazása.

8/3.

Bebizonyítottam, hogy a végleges lezárások esetében a költséghatékonyság szempontjából az alternatív szigetelők (bentonitszőnyeg, HDPE fólia), illetve az alternatív szivárgók (geodrének) a legkedvezőbbek

8/4.

Költségelemzéssel igazoltam, hogy a helyben történő rekultiváció költsége lényegesen kedvezőbb, mint az elszállítással történő rekultiváció. Elszállítással történő rekultivációt csak abban az esetben célszerű tervezni, amikor a hulladéklerakó környezeti terhelése oly mértékű, hogy a helyben történő rekultiváció ezt a terhelést egyáltalán nem, vagy csak hosszú távon tudja megszüntetni.

Az eredmények gyakorlati alkalmazhatósága

Az általam kidolgozott veszélyeztető potenciál meghatározási módszer közvetlenül alkalmazható a rekultiválandó lerakók rekultivációja prioritási sorrendjének a meghatározásánál.

A javasolt állékonyságvizsgálati módszer egy gazdaságosabb depónia kialakítási profilt tesz lehetővé és ezáltal növelhető a lerakóban lerakható hulladék mennyisége. A módszerrel meghatározott állékonysági biztonság a korábbi gyakorlatnál megbízhatóbb, a lerakott hulladékok teljes körére jellemző nyírószilárdsági paraméter értékekkel számol.

A javasolt alternatív lezárási lehetőségek és azok elemzése az elkövetkező évek rekultivációs munkái során a tervezők és a kivitelezők számára nyújt közvetlen segítséget.

A költségelemzés eredményei a tenderkiírások bírálatakor nyújtanak nagy segítséget a beérkezett pályázatok költségeinek elbírálása során, ugyanakkor segítséget jelent a tervezők, kivitelezők számára a gazdaságos, költséghatékony alternatív megoldások tervezése, kivitelezése terén.

A témával kapcsolatosan közreadott publikációk

2002. *The impermeability of bentonite sand liners in practice*

Medzinarodnej Konferencije Doktrandov a Mladych Vedeckych Pracovníkov Herlány (SK), 2002. április 8-9.

2002. *Field and laboratory experiances related to mineral barriers of waste disposal sites*

12th Danube-European Conference, Passau , 2002. május 25-28.

Társszerző(k): Szabó I.

2003. *A HDPE és EPDM geomembránok összehasonlító vizsgálata a környezetvédelmi alkalmazhatóság szempontjából*

XVII. Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás, Siófok, 2003. szeptember 23-25.

Társszerző(k): Szabó I., Imre S.

2003. *Zárószigetelések alternatív megoldási lehetőségei*

X. Ipari Környezetvédelem Konferencia és Szakkiállítás, Siófok, 2003. október 28-29.

2004. *Hulladéklerakók zárószigetelési lehetőségei*

Mélyépítés , 2004. január-március, pp. 36-41., Springer Media

2005. ***Magyarországi hulladéklerakók rekultiválási lehetőségeinek összehasonlítása szakmai és gazdasági szempontból***
Ipari Környezetvédelem Konferencia és Szakkiállítás, Lajosmizse, 2005. március 21-23.
2005. ***Hulladéklerakók záró szigetelőrendszereinek gazdaságossági elemzése***
Mélyépítés, 2005. január-március, pp. 21-27., Springer Media
2005. ***Hulladéklerakók környezeti kockázatának értékelése***
Mélyépítés, 2005. október-december, pp. 20-27., Springer Media
2006. ***Hulladéklerakók környezeti kockázatának értékelése II.***
Mélyépítés, 2006. január-március, pp. 17-31., Springer Media
2006. ***A hulladéklerakók helyzete Magyarországon, a rekultiváció műszaki megoldásai***
A Miskolci Egyetem Közleményei, A sorozat, Bányászat, 69.kötet, 2006. pp. 331-350.
Társszerző(k): Szabó I
2006. ***Risk based performance assesment of Geosynthetic Clay Liners***
Depotech 2006, Tagungsband zur 8. Depotech Konferenz, VGE Verlag GmbH, Essen, 2006, pp. 429-432.
Társszerző(k): Szabó I, Tóth A, Madarász T.
2007. ***A hulladéklerakók helyzete Észak-magyarországon, a rekultiváció műszaki megoldásai***
Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek, III. évfolyam, 2.szám, 2007. pp. 60-78.
Társszerző(k): Szabó I, Czél I
2007. ***The current state and future plans of closure and remediation of old landfills in Hungary***
Proc. of XVIII. EYGEC, Ancona, Italy, CD-ROM
2007. ***Current state and future plans of closure and rehabilitation of old landfills in Hungary***
II CONGRESO INTERAMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS, Viña del Mar – CHILE, konferencia kiadvány
Társszerző(k): Szabó I, Kiss G
2007. ***Illegális hulladéklerakók felmérése Budapesten***
Mélyépítés, Springer Media Kiadó, pp. 19-23.
Társszerző(k): Tóthné Nick D.
2007. ***Rekultiváció a hulladéklerakók bezárása után***
Mélyépítés, Springer Media Kiadó, pp. 20-23.
Társszerző(k): Szabó I, Czél I

- 2008. *Hulladéklerakók állékonyságvizsgálata***
Mélyépítés, Springer Media Kiadó, /megjelenés alatt/
Társszerző(k): Szabó I, Faur K.

A témával kapcsolatos előadások

- 2000. *Hulladéklerakók aljzatszigetelésének geotechnikai vizsgálatai***
Geotechnika'2000 Konferencia, Ráckeve 2000. október
Társszerző(k): Dr. Szabó Imre
- 2001. *In situ geotechnical investigations of mineral liner systems on waste deposit***
Petrosani, Romania, 2001 október
- 2001. *Homokliszt és különböző típusú bentonitok keverékének vízzárósága helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok alapján***
GEOTECHNIKA 2001 Konferencia, Ráckeve, 2001. október 30-31.
Társszerző(k): Dr. Balázs Ferenc - Prof. dr. habil. Csőke Barnabás - Dr. Szabó Imre
- 2002. *Homok-bentonit keverékből épített szigetelőrétegek vízzárósága a gyakorlatban***
Széchy Károly emlékülés, Magyar Tudományos Akadémia Budapest
2002. február 8.
- 2002. *Homok-bentonit keverékből épített szigetelőrétegek vízzárósága a gyakorlatban***
MGE Ifjú Szakemberek Ankétja, Salgótarján, 2002. március 22-23.
- 2002. *The impermeability of bentonite sand liners in practice***
Medzinarodnej Konferencie Doktrandov a Mladych Vedeckych
Pracovníkov, Herlány (SK), 2002. április 8-9.
- 2002. *Korszerű hulladéklerakó építése a gyakorlatban***
Környezetvédelem Országhatárok Nélkül Konferencia, Szeged, 2002.
április 16-18.
Társszerző(k): Dr. Szabó Imre
- 2002. *Field and laboratory experiences related to mineral barriers of waste disposal sites***
12th Danube-European Conference, Passau, 2002. május 25-28.
Társszerző(k): Dr. Szabó Imre
- 2002. *A hulladéklerakók lezárásának lehetőségei***
Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2002. november 5-6
- 2003. *A HDPE és EPDM geomembránok összehasonlító vizsgálata a környezetvédelmi alkalmazhatóság szempontjából***
XVII. Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás,
Siófok, 2003. szeptember 23-25.
Társszerző(k): Szabó I., Imre S.
- 2003. *Zárószigetelések alternatív megoldási lehetőségei***

X. Ipari Környezetvédelem Konferencia és Szakkiállítás, Siófok, 2003. október 28-29.

2003. *Alternatív zárószigetelési lehetőségek*

GEOTECHNIKA 2003.Ráckeve, 2003. november 4-5.

2003. *A depóniák aljzat- és zárószigetelésének építés közben előforduló hibái*

Doktoranduszok fóruma, Miskolc, 2003. november 6.

2004. *Hulladéklerakók lezárása, rekultivációja*

GEOTECHNIKA 2004., Ráckeve, 2004. október 26-27.

2004. *Hulladéklerakók lezárása*

Magyarhoni Földtani Társulat „Mi és a Földtudományok” előadóiülés, Miskolc, 2004. november 11.

2005. *Magyarországi hulladéklerakók rekultiválási lehetőségeinek összehasonlítása szakmai és gazdasági szempontból*

XI. Ipari Környezetvédelem Konferencia és Szakkiállítás , Lajosmizse, 2005. március 21-23.

2005. *Hulladéklerakók rekultivációja*

A környezettudomány elmélete és gyakorlata konferencia, Szeged, 2005. április 1-3.

2005. *Proposed risk assesment method for landfill remediation*

Geotechnics (V4), 10th International Conference, 20 October 2005, Ráckeve

2007. *The current state and future plans of closure and remediation of old landfills in Hungary*

Proc. of XVIII. EYGEC, Ancona, Italy, 17-20. jun. 2007.

2007. *The recultivation of the landfill Miskolc - Case study*

Third International PhD symposium in Engineering, Pécs, 2007. október 25-26.

2008. *Landfills in Hungary, the current state, closure and rehabilitation of old landfills*

1st Middle European Conference on Landfill Technology, 2008. február 6-7. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, főelőadás

2008. *Rekultivációs rétegrendek költségghatékony kialakítása*

Új előírások a hulladéklerakók szabályos működésére, Konzultáció, szakmai fórum 2008. április 21. - Szervező: Perfekt Zrt.

2008. *A magyarországi hulladéklerakás helyzete, a lerakók kialakítása, rekultivációja*

„Hulladéklerakók kialakítása, tervezése, kivitelezése, üzemeltetése” c. szakmai napok, Gépipari Tudományos Egyesület BAZ Megyei Szervezete, 2008. május 28-30, Tiszaújváros