



**MODERN MÉRNÖKI ESZKÖZTÁR KOCKÁZAT-ALAPÚ KÖRNYEZETME-
NEDZSMENT MEGALAPOZÁSÁHOZ
(MOKKA)**

Nemzeti Kutatási Fejlesztési Programok

NKFP 3-020-05

II. Munkaszakasz

Szakmai részjelentés

A beszámolási időszak tényleges kezdési és befejezési ideje: 2006.09.16.-2007. 09. 15.

A támogatott szervezetek

Aqua Concorde Vízanalitikai és Víztechnológiai Kft (Koordinátor cég)

Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem (BME)

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (MTA-TAKI)

VITUKI Kht

VITUKI CONSULT ZRt.

CycloLab Ciklodextrin Kutató-Fejlesztő Laboratórium Kft (CycloLab)

DigiKom Geodéziai és Térinformatikai Kft. (Digikom)

Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége (KSZGYSZ)

A projekt szakmai vezetője: Dr. Gruiz Katalin

A projekt honlapjának címe: www.mokkka.hu

2007. szeptember 15.

Tartalomjegyzék

<i>A projekt célja és az I. munkaszakaszban elért eredmények összefoglalása</i>	<i>3</i>
<i>A 2. beszámolási időszakra vállalt vagy valamely korábbi/későbbi időszakból átütemezett részfeladatok listája és státusza</i>	<i>4</i>
<i>Szakmai és működési koordináció.....</i>	<i>7</i>
<i>Az 2. beszámolási időszakban teljesített feladatok és az elért eredmények bemutatása feladatonként ..</i>	<i>10</i>
II/2.b. feladat Új környezettoxikológiai módszerek fejlesztése talajra II.....	10
II/3 feladat Korai figyelmeztető rendszerek pontforrásokra és ipari kibocsátókra valamint környezeti elemekre	13
II/4. feladat Szennyezőanyag mobilitása. A biológiai hozzáférhetőség. A talajfázisok közötti megoszlás jellemzése	16
II/5. feladat QSAR: a szennyezőanyag szerkezete és aktivitása közötti összefüggés	21
III/2.b. feladat Remediáció elmélete és gyakorlata II.	22
III/3.a. feladat 1. részfeladat Verifikációs módszer kidolgozása	24
III/4.b. feladat Remediációs technológiák fejlesztése II.	26
Előrehozott feladat: IV/1.b feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatfelmérésben szerepet játszó új módszerekről.....	86
IV/2b. feladat Magyarországi technológiai adatbázis megalapozása.....	87
IV/4a A döntéstámogató rendszer összehangolása az EUGRIS rendszerrel	90
Előrehozott feladatok IV. 6 feladat Disszemináció	91
<i>A II. munkaszakaszban elkészült – megjelent vagy elfogadott – publikációk (cikkek, előadások), nyomtatott és elektronikus kiadványok, szabadalmak, stb. listája,.....</i>	<i>92</i>
<i>Összefoglaló táblázat a munkaszakasz tervezett és a tényleges költségeiről (indoklással), a pénzügyi elszámolás 7. számú mellékletének másolata (Kedvezményezettenként) Hiba! A könyvjelző nem létezik.</i>	
<i>A projekt monitoring mutatói.....</i>	<i>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</i>
<i>A kutatás-fejlesztésben részt vevő személyek megnevezése és a projekt teljesítésével eltöltött tényleges munkaideje.....</i>	<i>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</i>
Rövid összefoglalás.....	101

A projekt célja és az I. munkaszakaszban elért eredmények összefoglalása

A környezeti kockázatmenedzsment két oldala – a kockázat felmérése és a kockázat csökkentése – ma már olyan tudományos alapokkal és eszköztárral rendelkezik, mely lehetővé tenné a hatékony, hosszú távú környezetmenedzsmentet. Mégsem élünk ezekkel a lehetőségekkel!

A mérnöki innováció egyes lépései során indokoltan vagy indokolatlanul, de egyre több innováció bukik el. Mi akadályozza az innovatív mérnöki eszközök elterjedését, piaci sikerét?

A MOKKA projekt célja ezen okok felderítése és a gátló tényezők megszüntetése többlépcsős kutatás-fejlesztéssel, disszeminációval és egy WEB-alapú adatbázissal és döntéstámogatást segítő rendszerrel.

A projekt feladatai, az egyedi metodikák és technológiák fejlesztésétől egyre szélesedő körben összegyűjteni a magyar és az európai innovatív eljárásokat, ezeket adatbázisokba gyűjteni, több szempontból értékelni, majd integrálni a kifejlesztendő WEB-alapú adatbázisba és döntéstámogató mérnöki rendszerbe, ahol a piaci szereplők, a jogalkotók, a hatóságok, a menedzserek, a kivitelezők és a tulajdonosok könnyűszerrel és közérthető formában elérhetik az információkat.

A MOKKA projekt szakmai irányítás a BME vezetésével működő tudományos tanács kezében va, koordinátora az Aqua Concorde Kft, egy kisvállalkozás. EU projektek magyar konzorciumi tagjai és az európai résztvevők biztosítják az összehangolást, az összegyűjtött adatok cseréjét és a magyar kínálat minél teljesebb integrálását az EUGRIS adatbázisba.

Az I. munkaszakaszban kétlépcsős adatgyűjtéssel kezdtük a főterületek általános áttekintését, majd MOKKA-specifikus elméleti és gyakorlati, nemzetközi és magyar helyzetfelmérések, áttekintések készültek. Az 1. szakaszban megtörtént az összes szükséges alapinformáció, a döntések előkészítéséhez és az adatbázis szerkezetének megtervezéséhez szükséges tudás összegyűjtése. Az információgyűjtés alapját mindig azok a saját fejlesztések jelentik, melyeket a MOKKA projektben vállaltunk, elsősorban a különféle kockázatfelmérési és kockázatcsökkentési/remediációs technológiák fejlesztése. A saját fejlesztések kapcsán jutottunk el a magyarországi és a nemzetközi helyzet áttekintéséig, saját fejlesztéseink nemzetközi menedzsment kontextusának megismeréséhez és figyelembe vételéhez. Ugyanakkor a saját fejlesztések tervezésénél nagymértékben támaszkodunk a hazai és nemzetközi felmérések alapján megismert trendekre és igényekre.

Az első kutatási szakaszban saját kutatás-fejlesztéseket, így a kockázatfelmérés módszereit (biológiai és környezettoxikológiai módszerek, fázisok közötti megoszlás, mozgékonyaság, biodegradáció, térképezés, távérzékelés, terjedésmoделlezés, stb.) a kockázatcsökkentés módszereit (szerves és szervetlen anyaggal szennyezett talaj remediálása), a korai figyelmeztető rendszerek fejlesztését, a műszerfejlesztést, a modellek tesztelését, a mérési és kísérleti háttér megteremtését terveztük. Elkészült a MOKKA adatbázis és EUGRIS-hoz kapcsolódásának terve, a döntéstámogató rendszerek megalapozása.

A laboratóriumi kísérletek és a módszerfejlesztések közül befejeztük a biodegradációs teszt fejlesztését, az állati tesztorganizmusok összehasonlító vizsgálatát, környezettoxikológiai tesztek környezeti scenáriók szerinti osztályozását, új mérési végpontokat teszteltünk, pl. a hőtermelést, áttekintettük a Kow mérésének és becslésének metodikáit, magunk is tanulmányoztuk a vegyi anyagok fázisok közötti megoszlásának és a biológiai hozzáférhetőség mérésének lehetőségeit, és lezártuk a ciklodextrin környezetvédelmi analitikai alkalmazásának első szakaszát.

Egy sor – az innovatív technológiák fejlesztését megalapozó – laboratóriumi kísérletet folytattunk mikrokozmoszokban és laboratóriumi méretű reaktorokban. Öt technológia részletes laboratóriumi modellezésével foglalkoztunk a szabadföldi demonstráció előkészítésére: 1. Ciklodextrinnel intenzifikált biodegradáción alapuló bioremediáció nehezen bontható szerves szennyezőanyagokkal szennyezett talajra; 2. Komplex kémiai-biológiai kioldáson alapuló talajremediáció nehézfémekkel szennyezett talajjal és bányászati hulladékokkal; 3. Integrált fitostabilizáció előkészítését szolgáló kémiai stabilizáció nehéz-

fémekkel szennyezett talajra; 4. Mikorrhiza gombákkal intenzifikált fitoremediáció és 5. Fitoremediáció többlépcsős revitalizációval.

Az adatbázisba vitelhez szükséges adatlapok közül elkészítettük két adatlap első változatát:– 1. Adatlap környezettoxicológiai módszerekhez, 2. Adatlap remediációs technológiához – és próbakitöltéseket végeztünk saját fejlesztésű technológiákkal és módszerekkel. Elkészült az DST első változata is, a technológia-választási döntési algoritmus. Kidolgoztuk a MOKKA lexikon alapjait jelentő első 200 szócikket.

A szakmai tervben szereplő valamennyi feladatot teljesítettük, többletfeladatként az innovatív felmérési módszerek között részletesen foglalkoztunk a távérzékelési módszerekkel és a tervezett adatbázis teljessé tételére az adatbázist kiterjesztettük a terjedési modellekre és a jogi háttér áttekintésére. Rengeteg lehetőséget fedeztünk fel a MOKKA lexikkal kapcsolatban, így adatbázisokkal léptünk kapcsolatba a definíciók többrétű hasznosítására. Ez további harmonizációs feladatokat hozott magával.

Az első év során a MOKKA tagok értelmezték és harmonizálták a feladatokat. Ennek eszközei a plenáris és kisebb csoportos munkaértekezletek, a MOKKA lexikon és a tagok számára elérhető belső WEB-oldalak. Az alapozó tanulmányok és kutatási jelentések teljes anyaga és ebben a jelentésben szereplő kivonata is elérhető a WEB-lapon.

A kutatásokból és fejlesztésekből az I. munkaszakasz során több mint 50 tanulmány, 30 publikáció, 5 diploma és egy Ph.D. dolgozat született.

A 2. beszámolási időszakra vállalt vagy valamely korábbi/későbbi időszakból át- ütemezett részfeladatok listája és státusza

Részfeladatok megnevezése	A részfeladatok szakmai tartalma az adott beszámolási időszakban	A feladatot végrehajtó	Készültség foka
0 feladat 1. részfeladata Koordináció	Szakmai koordináció	BME	Elkészült
0 feladat 2. részfeladata Koordináció	A 2007. év kutatási feladatainak koordinálása, kapcsolattartás a KPI-vel, a projekt szakmai vezetőjével és a konzorciumi tagokkal, rendszeres projekt ülések szervezése, szakmai és pénzügyi jelentések összeállítása a résztvevők jelentéseiből, és további koordinációs feladatok	Aqua Concorde	Elkészült
II/2.b. – 1.1. részfeladata. Új környezettoxicológiai módszerek fejlesztése talajra II. Mikrobiális tesztek Plusz feladat: növényi tesztek	Új teszt: Talajtoxicitási és mutagenitási tesztek fejlesztése mikroorganizmusokkal és növényekkel ; alkalmazási lehetőségek vizsgálata, kipróbálása, mérési protokoll elkészítése.	BME	Elkészült
II/2.b. – 1.2. részfeladata Mikrokozmosz	Új teszt: Szabványosítható talajmikrokozmosz fejlesztése a szennyezett talaj sorsának hosszútávú vizsgálatára, protokoll elkészítése.	BME	Elkészült
II/2.b. – Plusz feladat In situ mérések alkalmazása	In situ mérések előnyeinek demonstrálása hordozható XRF készülékkel	BME	Elkészült
II/2b. – 4. részfeladata Új környezettoxicológiai módszerek kidolgozása talajokra I. – Interaktív tesztek talajra, üledékre. Alkalmazási lehetőségek vizsgálata, kipróbálása.	BME által meghatározott mintaterületen a biodegradáció folyamatának vizsgálata, értékelése új ökotoxicológiai módszerekkel.	VITUKI	Elkészült
II/3. – 2. részfeladata. Korai	In situ pH, EC és hőmérsékletmérő kéziműszer	Aqua	Elkészült

figyelmeztető rendszerek	prototípusának elkészítése	Concorde	
II/3. – plusz feladat Korai figyelmeztető rendszer alkalmazása	Toxikus fém-mérő monitor szennyvíz és felszíni vizek szennyeződésének kimutatására ipari kibocsátás monitorozására	Aqua Concorde	Elkészült
II/3. feladat – 4. részfeladata Korai figyelmeztető rendszerek pontforrásokra és ipari kibocsátókra és környezeti elemekre. Új módszerek fejlesztése, műszerfejlesztés, alkalmazhatóságuk vizsgálata.	Az OKKP monitoring eljárások kiterjesztése ökotoxikológiai vizsgálatok irányába. A monitoring eredmények elemzése ökotoxikológiai vizsgálatok alapján, különös tekintettel a potenciális szennyezőforrásokra és kármentesítési monitoringra	VITUKI	Elkészült
II/3. feladat – 6. részfeladata Korai figyelmeztető rendszerek	Jegyzőkönyv, jelentés A gyakorlatban is alkalmazható módszerek összevetése a hagyományos kémiai analízisekkel szerves szennyezőanyagok esetén	CycloLab	Elkészült
II/3. feladat – 8. részfeladata Korai figyelmeztetőrendszerek	Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás	KSzGySz	Elkészült
II/4. – 1.1. részfeladata Szennyezőanyag mobilitása	Áttekintés a problémakörrel és a megoldásokról, a kísérleti és fejlesztési terv elkészítése	BME	Elkészült
II/4. – 1.2. részfeladata A biológiai hozzáférhetőség	Fejlesztés: biológiai kiegészítő módszerek a TAKI fejlesztéséhez. Módszerkombinációk fejlesztése, a korábban kifejlesztett TalajTesztelőTriád alkalmazhatóságának vizsgálata	BME	Elkészült
II/4. – 1.3. részfeladata A talajfázisok közötti megoszlás jellemzése	Fejlesztés: alkalmas fizikai-kémiai és biológiai módszerek, illetve ezek kombinációinak fejlesztése, alkalmazhatóságuk vizsgálata, jellemzése.	BME	Elkészült
II/4. feladat – 4. részfeladata Szennyezőanyag mobilitása.	Fejlesztés: különböző kivonási módszerek összehasonlító elemzése. A nehézfémek mobilizálódását befolyásoló talajtulajdonságok meghatározása. A kémiai kockázatok becslése Cd és Cu esetében.	MTA TAKI	Elkészült
II/4. feladat – 5. részfeladata Szennyezőanyag mobilitása.	Modellezési tesztek A terjedési és sorsmodellek jellemzése, adatbázis létrehozása, adatlap szerkezet kialakítása.	VITUKI CONSULT	Elkészült
II/4. feladat – 6.1. részfeladata A biológiai hozzáférhetőség	Fejlesztés: új kémiai módszer (extrakció vizes ciklodextrin oldattal) a biológiai hozzáférhetőség jellemzésére	CycloLab	Elkészült
II/4. feladat – 6.2 részfeladata A talajfázisok közötti megoszlás jellemzése	Fejlesztés: alkalmas fizikai-kémiai módszerek, illetve ezek kombinációinak fejlesztése, alkalmazhatóságuk vizsgálata, jellemzése, összevetése a biológiai eredményekkel	CycloLab	Elkészült
II/4. feladat – 8. részfeladata Szennyezőanyag mobilitása	Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás	KSzGySz	Elkészült
II/5. feladat – 1. részfeladata QSAR	Tanulmány: QSAR alkalmazása és beépítése a kockázatmenedzsment eszköztárába. Elméleti áttekintés és gyakorlati alkalmazási példák. A hozzáférhető szoftverek ismertetése, összehasonlítása.	BME	Elkészült
II/5. feladat 1. részfeladata QSAR	Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás	KSzGySz	Elkészült
III/2.b. – 1. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata II.	EU együttműködés: EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása, jellemzése, leltár készítése	BME	Elkészült

III/2.b. – 4. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata II.	EU együttműködés: EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása, jellemzése (környezetbiztonság, költséghatékonyság), leltár	MTA TAKI	Elkészült
III/2.b. feladat – 6. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata II: EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása	EU együttműködés: EU és magyar innovatív (ciklodextrines) technológiák összegyűjtése, osztályozása, jellemzése, leltár készítése	CycloLab	Elkészült
III/2.b. – 8. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata II.	Információgyűjtés a hazai gyakorlatról, az adatbázis előkészítése	KSzGySz	Elkészült
III/3.a. – plusz feladat Felmérés a verifikációról	A technológia-verifikáció helyzete és igénye Magyarországon	KSZGYSZ	
III/3.a. – 1. részfeladat Verifikációs módszer kidolgozása	Részvétel a verifikációs módszer kidolgozásában, az európai követelmények és metodikák adaptálásában	BME	Elkészült
III/3.a. – 4. részfeladata Verifikációs módszerek kidolgozása.	Útmutató összeállítása	VITUKI	Elkészült
III/4.b. – 1. részfeladata Remediáció fejlesztése II.	Technológia-fejlesztés: Saját fejlesztésű új technológiák laboratóriumi megalapozása, pilot alkalmazása és szabadföldi kipróbálásának terve	BME	Elkészült
III/4.b. – 4. részfeladata Remediációs technológiák fejlesztése II.	Technológia-fejlesztés: Saját fejlesztésű innovatív technológiák laboratóriumi optimalizálása. A kisüzemi technológia beüzemelése, próbagyártás. <i>In situ</i> , szabadföldi kísérletek beállítása.	MTA TAKI	Elkészült
III/4b – 6. részfeladata Remediáció fejlesztése II.:	Technológia-fejlesztés: Saját fejlesztésű új technológia laboratóriumi megalapozása, pilot alkalmazása, a kísérletek támogatása kémiai mérési módszerekkel, részvétel a szabadföldi kipróbálás tervezési folyamatában	CycloLab	Elkészült
III/4.b. – 8. részfeladata Remediáció fejlesztése II.	Információgyűjtés új fejlesztésű technológiákról, az adatbázis és verifikálás előkészítése	KSzGySz	Elkészült
IV/2b. – 1. részfeladata Magyarországi technológiai adatbázis megalapozása	Adatbázis megalapozása: az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, az adatbázis koncepciója, részvétel az adatbázis tervezésében.	BME	Elkészült
IV/2b. – 4. részfeladata Magyarországi döntéstámogató rendszer: innovatív remediációs technológiák, I.	A már meglévő és jogszabály alapján az adatszolgáltatók által benyújtásra kerülő műszaki beavatkozás után felvett adatlapok elemzése a műszaki beavatkozás során alkalmazott technológiákra vonatkozóan. Folyamatos adatbázis elemzés.	VITUKI	Elkészült
IV/2b. – 5.1 részfeladata Innovatív remediációs módszerek magyarországi adatbázisának előkészítése	Adatbázis megalapozása: az adatbázisba kerülés kritériumainak összehangolása az internetes alapú információs portál követelményeivel	VITUKI CONSULT	Elkészült
IV/2b. – 5.2 részfeladata Innovatív remediációs módszerek magyarországi adatbázisának előkészítése	Adatbázis megalapozása: Az adatbázis strukturájának megteremtése	VITUKI CONSULT	Elkészült
IV/2. feladat – 7. részfeladata	Adatbázis teszt Jogosultsági rendszer kialakítása a	DigiKom	Elkészült

Adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása	technológiák 2D modelljének kidolgozása, tesztelése Multimédiás anyagok készítése az adatbázisban tárolt módszerekhez		
IV/4a. A döntéstámogató rendszer összehangolása az EUGRIS rendszerrel	Az adatbázis szerkezetének összehangolása az EUGRIS rendszerével	VITUKI CONSULT	Elkészült
Előre hozott feladat			
IV/1.b. – 1. feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatfelmérésben szerepet játszó új módszerekről ¹	Részvétel az adatbázis megalapozásában: az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása és az adatbázis elindítása a saját fejlesztésű metodikákkal.	BME	Elkészült
IV/1.b. – 6. feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatfelmérésben szerepet játszó új módszerekről ¹	Részvétel az adatbázis megalapozásában: az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása és az adatbázis elindítása a saját fejlesztésű metodikákkal.	CycloLab	Elkészült
IV. 6. feladat Disszemináció ²	A projekt céljainak és eredményeinek népszerűsítése	Minden konzorciumi tag	Elkészült
Előre nem tervezett feladat			
MOKKA-lexikon összeállítása ³	1. részfeladat: a címszavak összegyűjtése, rendszerezése	Minden konzorciumi tag	készül

Szakmai és működési koordináció

Szakmai koordináció. A 2007. év kutatási feladatainak koordinálása, kapcsolattartás a KPI-vel, a projekt szakmai vezetőjével és a konzorciumi tagokkal, rendszeres projekt ülések szervezése, szakmai és pénzügyi jelentések összeállítása a résztvevők jelentéseiből, és további koordinációs feladatok (Aqua Concorde, BME)

A konzorcium működése, együttműködés a konzorciumi tagok között, projektülések

A konzorcium december 7-én, 8-án két-napos workshop-ot tartott Dobogókőn. Ezen a konzorciumi ülésen áttekintettük az I. munkaszakasz során elért eredményeket, megbeszéltük az adatbázis kialakításának főbb szakmai és informatikai feltételeit. Gruiz Katalin javaslata alapján éjszakába nyúló szakmai viták során elkészítettük a technológiákra vonatkozó adatlapok javított változatát és lefektettük a döntéstámogató rendszer (DST) elvi alapjait. Zöldi Irma bemutatta az adatlap információinak rendszerbe foglalására vonatkozó javaslatát. Felhatalmazást kapott a konzorciumi üléstől ennek részletes kidolgozására. Ezen az ülésen Gruiz Katalin előterjesztette a technológiák verifikációjára javasolt rendszerét, melyet a konzorcium elfogadott. A verifikációs rendszert szakmailag több konferencián is teszteltük, majd könyvrészletként publikáltuk. Megállapodtunk abban, hogy az eredetileg 2008-ra tervezett MOKKA-konferenciát ebben az évben tartjuk meg összekapcsolva az EURODEMO workshop rendezvényével, mert így számos külföldi szakértőt bevonhatunk a programba. Áttekintettük még a II. munkaszakasz feladatait. Ezen kívül számos célmegbeszélést tartottunk az adatlap fejlesztés témakörében (márc. 23., ápr. 27., május 3., május 17.) hat konzorciumi tag érdekelt kutatóinak részvételével BME, VITUKI, VITUKI CONSULT, CycloLab, DigiKom, Aqua Concorde. Ezek helyszíne többnyire a CycloLab volt, egyet a

¹ A technológiai adatlappal egyidejűleg előre hozott feladatként megkezdtek a fizikai-kémiai felmérési módszerek és a biológiai-ökotoxikológiai felmérési módszerek adatlapjának kifejlesztését és elvégeztük a próbakitöltéseket.

² Három évre tervezett feladat. Ebben a munkaszakaszban is haladtunk a disszeminációval.

³ Felmerült a MOKKA Lexikon szükségessége, ennek elkészítésében minden konzorciumi partner részt vesz.

BME, egyet a VITUKI CONSULT tárgyalójában tartottunk. A megbeszélések során előbb az adatlapok struktúrája alakult ki, majd a szóhasználat pontosítására fektettünk súlyt, hiszen a tervezett adatbázis egyúttal a disszemináció eszköze is, mellyel szeretnénk hatni a hazai környezetvédelmi kultúrára. Elkészültek az adatlapok további változatai, majd a véglegesnek tekintett excell változatok (3 féle: technológiai, fizikai-kémiai, biológiai-ökotoxikológiai adatlapok) átalakítottuk on-line kezelhető, kitölthető formává, amely további 8–10 egyeztetést és módosítást jelentett, míg végül az űrlapok felkerültek a MOKKA honlapra (www.mokkka.hu), és megkezdőthetett az adatbázis utolsó próbafeltöltése.

A konzorcium tagjai együttesen elhatározták egy kislexikon (**MOKKA-lexikon**) összeállítását. Ezt a feladatot nem terveztük előre, de fontosnak tartjuk, mert nem tisztázták a fogalmak a hazai környezetvédelmi gyakorlatban. MOKKA Lexikon kiindulási pontja egy korábban már megkezdett munka kb. 100 szócikkkel. Ehhez adódtak a MOKKA- és EUGRIS-specifikus címszavak, valamint az adatlapok kitöltését segítő definíciók. Egyes vegyi anyagok is szerepelnek az adatbázisban. Jelenleg mintegy **400 kidolgozott címszóval** rendelkezünk és további 200 kidolgozását tervezzük.

A MOKKA-konferenciát előkészítő megbeszéléseken főleg a BME, KSZGYSZ és Aqua Concorde képviselői vettek részt, de a konferencián minden konzorciumi tag tartott előadás(oka)t, összefoglalva és bemutatva a MOKKÁban végzett kutatásait és fejlesztéseit.

Számos kétoldalú megbeszélésre került sor: BME–Aqua Concorde (koordinációs feladatok, workshopok előkészítése, disszemináció), BME–MTA TAKI (módszerfejlesztés, technológiafejlesztés, technológiai kísérlettervezés), BME–Cyclolab (disszemináció, szakmai együttműködés, remediációhoz területválasztás, kísérlet és szabadföldi technológia-tervezés), BME–Digikom (honlap, adatlapok, digitalizálás), MTA TAKI–Aqua Concorde (műszerfejlesztés), Digikom–Aqua Concorde (elszámolás), KSZGYSZ–Aqua Concorde (disszemináció, kérdőív, elszámolás), BME–VITKI (adatbázis, UGRIS harmonizálás).

Ezen kívül a BME, Aqua Concorde, CycloLab témavezetői együtt tárgyaltak különböző vállalkozások és szervezetek (ASA, Biopack, Biopetrol, Organica, Megaterra, Gázgyár, Terszol, Weprot, Csömendi Önkormányzat) képviselőivel a szerves szennyezőanyaggal szennyezett modellterület kiválasztásával kapcsolatban.

Kapcsolattartás a külföldi résztvevőkkel

Dr. Meggyes Tamás (Németország) részt vett a konzorcium 2 napos ülésén, előadást tartott a MOKKA konferencián, elkészítette összefoglaló tanulmányát a reaktív részfalas remediációs technológiákról, és megszervezte a **MOKKA konferencia kiadványának** megjelentetését a **Land Contamination and Reclamation** folyóirat különszámaként.

Februárban készítettünk egy angol nyelvű összefoglalót külföldi partnereink számára arról, hogy áll a projekt, és milyen feladatokat terveztünk a második évre.

Paul Bardossal (r³ Environmental Technology Inc, UK) 2007. január 19-én és április 6-án tartottunk megbeszélést az EUGRIS (European Groundwater and Land Information) adatbázis és a MOKKA adatbázis közötti kommunikációs lehetőségekről és megoldásokról (BME, VITUKI CONSULT, Aqua Concorde).

Gruiz Katalin kint járt a TNO-ban 2007 májusában, Alette Anna Maria Langenhoff (TNO) pedig részt vett a MOKKA konferencián, és ez alkalmakkor konzultációt tartottunk a TNO verifikációs rendszeréről (ABC) és a klórozott alifás és aromás szénhidrogénekkal szennyezett talaj bioremediációjáról. Segítséget kaptunk a klórozott szénhidrogénekkal szennyezett területek remediálására alkalmas innovatív technológiák összegyűjtésében is és TNO vállalt egy technológiai kísérletet, melynek adatgyűjtését és adatszolgáltatását a MOKKA verifikációs rendszer igényeinek megfelelően alakították ki.

Felvettük a kapcsolatot Nataša Černila Zajc-cal, aki résztvett a MOKKA Konferencián, ismertette a Szlovén Környezetvédelmi Alap projektértékelő verifikációs rendszerét, melyet hasznosítani tudunk a MOKKA verifikációs rendszerben. Erről külön konzultációt is tartottunk a Ljubljana Egyetem kutatóinak bevonásával.

A MOKKA-konferencián felkérésünkre az EURODEMO workshop résztvevői közül többen: Hans van Duijne, Jörg Frauenstein, Herve Gaboriau, John Henstock, Dietmar Müller, tartottak előadást innovatív technológiákról, ezek értékeléséről, adatbázisba rendezéséről, Wolfgang Sand, a duisburgi egyetem pro-

fesszora egy Tét Projekt segítségével kapcsolódott a MOKKA projekthez, Theo Thewys a belgiumi Limburgi Egyetemen keresztül kapcsolódott a MOKKA-hoz a fitoremediációs technológiák gazdasági értékelése témakörrel, Lenka Wimmerova pedig az innovatív remediációs technológiák fejlesztésében és alkalmazásában vezető szerepet játszó Dekonta nevű cseh cég képviselőjeként vesz részt a munkában, mint az adatbázis egyik leendő használója.

Kapcsolattartás a KPI-vel

Az I. munkaszakaszról szóló pénzügyi és szakmai beszámolót elkészítettük, azt a KPI elfogadta. Projekt-koordinátorunk elfogadta meghívásunkat, és részt vett a MOKKA-konferencián. Minden kérdéses esetben konzultálunk kapcsolattartónkkal.

Konferenciaszervezés

A konferenciaszervezés közös konzorciumi feladat volt. Az irányítást Gruiz Katalin, a projekt szakmai vezetője vállalta magára. A gyakorlati tennivalókban segített az Aqua Concorde, CycloLab és KSZGYSZ.

Két hasonló témakörű programot, egy európai workshopot és egy magyar konferenciát kapcsoltunk össze az EURODEMO-MOKKA kétnapos rendezvényen, 2007. június 14–15-én. A kettős program célja az volt, hogy a résztvevők érzékelhessék az „EURODEMO” nemzetközi projekt és a „MOKKA” magyar projekt szinergikus hatását. A kétnapos rendezvényen a környezetvédelem magyar szereplői: kutatók, fejlesztők, minisztériumi és hatósági szakemberek, jogalkotók, tulajdonosok, befektetők és felhasználók mellett külföldi szakemberek vettek részt. A két szakmai programot a Magyar Mérnöki Kamara környezetvédelmi és vegyész-mérnöki tagozata akkreditálta.

A MOKKA konferencia fő célkitűzése, hogy az új tudományos és mérnöki megoldások, módszerek és technológiák ismertté váljanak, és piacra jussanak, hogy használatukkal az eddigieknél jobb gyakorlat honosodhasson meg a szennyezőanyagok és a szennyezett területek kockázatának kezelésében, mind a kockázatelemzésben, mind pedig a remediációban.

A konferencia betekintést adott a környezeti kockázat felmérésében megjelent új lehetőségekről és a demonstráción már túljutott remediációs technológiákról, valamint ezek konkrét alkalmazásairól és további lehetőségeiről. A 85 főt számláló konferencián 14 külföldi résztvevő és 24 előadó volt.

A konferencia előadásainak rövid kivonata megjelent egy ISBN számmal is rendelkező konferenciafüzetben, a Power Pointos előadások anyagát jegyzetomb formában, az előadások és írott anyagok teljes változatát CD-n kapták meg a résztvevők.

A kétnapos tudományos program sikerét és a téma iránti érdeklődést az is bizonyítja, hogy lehetőség nyílt arra, hogy MOKKA konferencia anyagát a *Land Contamination and Reclamation* című, ismert és elismert folyóiratban közöljük. Ez egy kiemelkedő lehetőség a MOKKA projekt céljainak összefoglalására. Átfogó képet adhatunk a környezetmenedzsment mérnöki eszköztáráról, bemutatva a téma elméleti oldalát éppúgy, mint a legújabb eredményeket.

A részletes programot a publikációjegyzékben, illetve a IV/6 Disszemináció feladatponthoz kapcsolódó részletes tanulmányban mutatjuk be. (Tanulmány: BME IV/6.)

A Disszemináció részeként további 4 hazai konferencián vettek részt tagjaink. Törekedtünk arra, hogy a megfelelő fórumokon tájékoztassuk a szakmai közönséget a MOKKA projektről. A konzorciumi tagok részvételét koordináltuk, egyrészt figyelve arra, hogy minden fórumon újdonságot mutassunk be, másrészt a MOKKA projekt ismertetésére is sor kerüljön. (Részletesebben a IV. 6. feladat Disszemináció részben).

A MOKKA Konferencia ismertetése, népszerűsítése, szóróanyagok osztása és a potenciális résztvevők gyűjtése egy sor nemzetközi fórumon és konferencián is megtörtént, így a 1. 10th Specialised International Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, IWA DipCon 2006, szeptember 18–22, Istanbul; 2. Difpolmine Conference, Montpellier, France, 2006, december 12–14; 3. International Biohydrometallurgy Symposium (IBS) 2007, szeptember 2–5, Frankfurt. NICOLE Workshop, 2006. október 4–6, Leuven, Belgium, EURODEMO Workshop, ECOMONDO, 2006. november 4–6, Rimini, Olaszország.

Az 2. beszámolási időszakban teljesített feladatok és az elért eredmények bemutatása feladatonként

II/2.b. feladat Új környezettoxikológiai módszerek fejlesztése talajra II.

A talajra alkalmas környezettoxikológiai tesztek fejlesztése a BME-n évek óta folyik, vagy teljesen új vagy más környezeti mintákra (vízre, szennyvízre, hulladéokra) már alkalmazott tesztek adaptálásával. A talajban jellemző mátrixhatás és a kockázat kialakításában komoly tételnek számító mobilitás, fázisok közötti megoszlás, hozzáférhetőség, biológiai hozzáférhetőség, stb. integrálása a hatás-mérési módszer eredményébe elengedhetetlen a kockázatközpontú gondolkodásban. Mindezek figyelembevételével, fejlesztéseink a MOKKA első évében a következőkre terjedtek ki: interaktív tesztek teljes talajra, ahol a tesztorganizmusnak módja van találkozni és kölcsönhatásba lépni a talajjal, talajlakó állati tesztorganizmusok felhasználása a talajtesztelésben, gyorseszt a talaj toxicitásának mérésére nagyteljesítményű luminométerrel, gyorseszt a talajszennyező anyagok biodegradálhatóságának vizsgálatára és a környezetben lezajló biodegradációs folyamatok követésére. A 2007-es évben tovább vizsgáltuk a mikrokolorimetria alkalmazhatóságát, bővítettük a reálisan alkalmazható metodikák körét, elsősorban a mikrobiális, azon belül is bakteriális tesztek, valamint, bár ez nevesítve nem szerepelt az előzetes tervben, kiemelten kezeltük a növényi tesztek, elsősorban a bioakkumulációs kockázat felmérése érdekében, mely a kockázatok kialakításában meghatározó toxicitás és mutagenitás mellett a harmadik legfontosabb tétel, és standard meghatározására szárazföldi ökoszisztémákra, nincs szabvány módszer.

Új mikrobiális és növényi tesztek: talajtoxicitási és mutagenitási teszt fejlesztése mikroorganizmusokkal, bioakkumulációs teszt növényekkel. Alkalmazási lehetőségek, mérési protokoll (BME)

A **mikrokolorimetria** még egyáltalán nem terjedt el a környezetszennyező anyagok vagy szennyezett környezeti minták biológiai hatásának tesztelésére. Csak biokémiai és mikrobiológiai kutatásra alkalmazzák. Ennek fő oka, hogy a berendezés drága és a mérés, annak ellenére, hogy a tesztorganizmus hőtermeléssel összefüggő válasza előbb jelenik meg, mint a hagyományosan mért végpontok (pl. növekedés, pusztulás, stb.) mégis lassú, mert a manapság működő berendezésekben mindössze 2–4 mérőhely van. A 2006-ban megjelent modern készülékek már 96 mérőhellyel rendelkeznek, így megnyílt az út a mikrokolorimetria környezettoxikológiai alkalmazása felé. Fejlesztéseink a talaj saját mikroflórájának, valamint *Azomonas agile*, növényi és állati tesztorganizmusok hőtermelésének vizsgálatára terjedt ki (Tanulmány: BME II/2.b. – 1.1.a.).

Szennyezett talaj toxicitásának kvantitatív meghatározására *Azomonas agile* dehidrogenázaktivitási tesztet dolgoztunk ki, a szabványos módszer kvantitatívvá tételével. A hagyományos teszt, direkt kontakt, illetve szuszpenziós formájú módosítása és kvantitatív értékelése új módszert eredményezett. Protokoll elkészült, MOKKA adatbázisba bekerült (Tanulmány: BME II/2.b. – 1.1.b.; MOKKA adatlap: KT 41).

Szennyezett talajok mutagenitásának mérésére az Ames-teszt interaktív változatát fejlesztettük ki, hogy a mutagén anyagokat tartalmazó talajjal közvetlenül (és alkalmasint hosszú időn keresztül) érintkező ökoszisztémára és az emberre extrapolálhassunk az eredményekből. A hagyományos, vizes oldatokat vagy enzimes feltárás utáni mintákat tesztelő eljárással összehasonlítva értékeltük a feltárás nélkül és ciklodextrines szolubilizálás után kapott mutánsok, illetve revertánsok számát. A talaj mutagén hatásokat tompító hatása és az ezzel ellentétes feltáró hatások eredőjét mértük a talajszuszpenziót tartalmazó tesztrendszerben a jól ismert *Salmonella*-revertánsok számának meghatározásával. A teszt egyes lépéseit optimalizáltuk és a különféle értékelési módokat is összehasonlítottuk, három különböző szennyezőanyagra.

A kifejlesztett teszt gyorsabb és egyszerűbb, mint a hagyományos Ames-teszt, nagyobb a környezeti realizációja, ugyanakkor kevésbé „in vitro”, emiatt nagyobbak a bizonytalanságok. A statisztikai értékelést nagyszámú alkalmazás után fogjuk elvégezni. Protokoll elkészült, a módszer a Mokka adatbázisba bekerült (Tanulmány: BME II/2.b. – 1.1.c; MOKKA adatlap KT 42).

A **növények felhasználása** meglepő módon háttérbe szorul a környezettoxikológiai tesztelésben. Két végpontot vizsgáltunk a növényi növekedést (gyökér és szár) és a növényi hőtermelést toxikus hatásra. A

növényi bioakkumulációra egy korábbi kutatási projektben (GVOP: LOKKOCK) kidolgozott gyorsteszt protokollját betettük a MOKKA adatbázisba (MOKKA adatlap KT 19).

Mikrokozmosz. Új teszt: Szabványosítható talajmikrokozmoszok fejlesztése a szennyezett talaj sorsának hosszútávú vizsgálatára, protokollok elkészítése (BME)

Négy egymástól eltérő felépítésű, szennyezett talajra alkalmas mikrokozmoszt fejlesztettünk ki a BME-n. Ezek a mikrokozmoszok alkalmasak adott valódi szennyezett talaj sorsának, természetes változásainak, evolúciójának vizsgálatára kontrollált körülmények között, egy-egy jellemző scenáriót modellezve. Ugyanakkor alkalmasak a beavatkozás, a mérnöki technológia következményeinek követésére, sőt technológiai paraméterek kimérésére. A mikrokozmosz-típus kifejlesztése és konkrét célokra való kipróbálása és alkalmazása megtörtént, a tesztelési eljárás protokolljait, a tapasztalatokat és javaslatokat a BME II.2.b. – 1.2. a, b, c, d, e tanulmányok tartalmazzák. A négy mikrokozmosz típus az alábbi:

1. Nyitott statikus tartály jó levegőgazdálkodású talaj tesztelésére: levegőztetés diffúzióval, nedvességpótlás öntözéssel, anyagbevitel öntözővízzel vagy bekeveréssel. Biológiai folyamatok, talajszennyeződés következményeinek, mechanizmusának, feltáródási és stabilizálási folyamatok követése. Agrotechnikai vagy prizmás biotechnológiák modellezésére alkalmas rendszer, de tulajdonképpen bármilyen in situ fizikai-kémiai vagy termikus művelet modellezése lehetséges benne. Egy-egy példán bemutatva. Biodegradáció és feltáródás vizsgálatára alkalmas talajmikrokozmosz protokollja és alkalmazása elkészült, a MOKKA adatbázisba bekerült (Protokoll: BME II/2.b. – 1.2.a. és BME II/2.b. – 1.2.b.; MOKKA adatlap KT 35 és KT 36).

2. Zárt palack: tökéletesen kontrollált de nem realiztikus rendszer. Levegőztetés nincs, folyamatosan fogyó levegőmennyiség mellett zajlanak a folyamatok, összehasonlító vizsgálatokra, az aerob és anaerob biodegradáció vizsgálatára, a talajmikroflóra aktiválhatóságára, adalékanyagok, szennyezőanyagok, mindenféle gátló- vagy stimulálószer hatásának előrejelzésére használható rendszer. Alkalmazása több szennyezőanyagra, adaptációra megtörtént. Protokoll biodegradáció, adaptáció, és kezelés előrejelzésére elkészült. MOKKA adatbázisba bekerült (Protokoll: BME II/2.b. – 1.2.c.; MOKKA adatlap KT 37, KT 38, KT 39).

3. Talajoszlop átfolyással, átlevégőztetéssel: dinamikus tesztelésre jól használható rendszer: a kialakított dinamikus egyensúlyi állapotban impulzusszerű beavatkozással okozott hirtelen változás mennyiségi jellemzői és lecsengése a talaj és a talajmikroflóra adaptálódóképességét, reagálásának gyorsaságát és a válasz mennyiségi és minőségi jellemzőit képes jól reprodukálható módon vizsgálni. Kihajtáson, elpárologtatáson, biodegradáción, kioldáson és mindenféle stabilizáción alapuló rövidtávú és hosszútávú folyamatokat és metodikákat vizsgálhatunk a segítségével, mind háromfázisú (telítetlen), mind pedig kétfázisú (vízzel telített) talajban. Protokoll és alkalmazás a biodegradáció dinamikus vizsgálatára elkészült, MOKKA adatbázisba bekerült (Tanulmány: BME II/2.b. – 1.2.d.; MOKKA adatlap KT 40).

4. Kioldási mikrokozmosz: mini és közepes méretű liziméterek ezek elsősorban szennyezőanyagok komplex kioldódásának vizsgálatára, de alkalmasak a beavatkozás (stabilizáció, szűrés, reaktív zónák hatása, stb.) vizsgálatára is. Elsősorban fémmel szennyezett talajokra alkalmaztuk, de a tápanyag és szervesanyag kjioldódást is lehet vizsgálni velük. Protokoll és alkalmazás elkészült, MOKKA adatbázisba bekerült (Tanulmány és protokoll: BME II/2.b. – 1.2.e.; MOKKA adatlap KT 30).

In situ mérési módszerek előnyeinek demonstrálása hordozható XRF készülékkel

A környezet állapotának felmérésében, a környezetmonitoringban és a beavatkozások hatásának mérésében, követésében nagy szerepük lehetne az in situ mérési módszereknek, melyek ott helyben adnak információt a szennyezettség mértékéről, kiterjedtségéről, heterogenitásáról, stb. Ezek az in situ módszerek természetesen sosem érik el a precíziós laboratóriumi analízisek pontosságát, de sok pont mérését teszik lehetővé és azonnali áttekintést adnak a helyzetről, ami alkalmasint fontosabb, mint a (sok esetben a heterogenitás miatt értelmetlen) pontosság. Az in situ információszerzés lehetőségeit és előnyeit igyekeztünk demonstrálni egy hordozható röntgenfluoreszcenciás készülékkel, mely a fémek teljes spektrumát képes mérni.

A készülék alkalmazásával mintaelőkészítés nélkül vagy minimális, helyszíni minta-előkészítéssel tudjuk mérni a helyszínen az adott talaj fémtartalmát. Használtuk a műszert pontforrások lehatárolására, szennyezett területek nagy felbontású térképezésére, szennyezett talaj eltávolításakor lehatárolásra. A műszer alkalmazása időt és költséget takarít meg a hagyományos, laboratóriumban végzett analitikai vizsgálatok alkalmazásával szemben. További előny, hogy lehetőségünk van több ponton mérni, ezért heterogén eloszlású szennyezettség esetében pontosabb képet kapunk a szennyezett területek elhelyezkedése és a szennyezettség eloszlására. Jellemeztük a készülék szórását, hibáit különféle talajtípusokra és különböző fémekre, vizsgáltuk a nedvességtartalom, a heterogenitás, a szemcseméret-eloszlás hatását a szórásra és összehasonlítottuk az in situ mérési eredményeket ugyanazon készülékkel laboratóriumi mintaelőkészítés után mért eredményekkel (Tanulmány BME II/2b – plusz feladat; MOKKA adatlap FK32 és 33).

Interaktív tesztek kidolgozása talajra, üledékre Az alkalmazási lehetőségeik vizsgálata, kipróbálása. A biodegradáció folyamatának vizsgálata, értékelése új ökotoxikológiai módszerekkel (VITUKI)

A környezetoxikológia a környezetbe került vegyi anyagok hatását vizsgálja általános vagy helyszínspecifikus organizmusokra és ebből extrapolál a teljes ökoszisztémára és/vagy az emberre.

Az előrejelzést bonyolultabb és időigényes ökoszisztéma-vizsgálatokkal, faji diverzitás-vizsgálatokkal validálhatjuk. Ismert szennyezőforrások által okozott hatások ökoszisztéma sokrétűségére gyakorolt hatását vizsgáltuk, illetve a diverzitás változását követtük nyomon. A vizsgálatunk során nehézfém és szerves oldószer hatását vizsgáltuk talajban és mederüledékben, mely az egyik leggyakoribb talajszennyező anyag az áradásos területeken.

A kiválasztott modellterületeken a komplett feltárást elvégeztük a történelmi adatok felkutatásától a korábbi felmérési dokumentumok tanulmányozásán keresztül, a jelenlegi helyzet komplett felméréséig.

1. Az első vizsgálati területen a hatvanas évek elejétől nehézipar, könnyűipar és bányászat valamint mezőgazdálkodás egyaránt folyt. A bányászat hanyatlásával és a TSZ melléküzemágak megjelenésével elterjedt a galvántechnológia. Archív adatok szerint a potenciális szennyező források száma meghaladja a 40-et. A szerves oldószerszennyezés időpontja ismert (2004), egy havária következményeként közel egy nap alatt levonult.

A szennyezettség elsősorban a terület vízgyűjtőjét, a Táti Kis-Dunát, és annak ökoszisztémáját veszélyezteti. A vízhez a rövidtávú kockázatok, az üledékhez hosszú távú kockázatok kötődnek, emiatt a 2004-es baleset következményeit elsősorban az üledéklakó ökoszisztémára koncentrálni vizsgáltuk.

Az integrált környezetmonitoring főbb eredményei: a felszíni vizek **hidrobiológiai vizsgálata** 2004-ben egyértelműen jelezte a szennyezettséget, de a haváriának 2005-ben a vízi ökoszisztémára már nem volt hatása, melyet a 2006-os vizsgálat is megerősített. Az általános javuló tendencia a haváriát követő időszakban is megmaradt: minden vízminőségi mutatóban javulás tapasztalható az 1988–2007 közötti időszakban. A baleset hatása a talajban és a felszín alatti vízben sem mutatható ki.

Tanulság: a negatív kémiai-analitikai eredményeket alátámasztó negatív ökológiai és ökotoxikológiai eredmények együttesen bizonyítják a terület ártalmatlan voltát, a kockázat elfogadható szintjét.

2. A második vizsgálati terület az Alföld Duna-Tisza Közi Síkvidékén, a Bugaci homokháton fekszik. A speciális homoki és sziki növénytársulások mellett értékes a terület madár és rovarvilága is. A vizsgált Kelő-ér mente folyamatos ökológiai folyosó. A szennyeződést galvánüzem okozta, melynek különböző tisztítási fokozatú szennyvize 1974-től került bevezetésre a felszíni vízbe. A nehézfém szennyezettséget okozó tevékenység a felmérés idejére már megszűnt, de az évtizedekig tartó működés hatásaként a szennyezőanyag ma is jelen van a vizsgált mederszakaszon. A hidrobiológiai vizsgálatot a szennyezőanyag bevezetés felett, a bevezetés közvetlen közelében, illetve a bevezetés alatt, mintegy 500 m-re végeztük el. Célunk a vízi makrogerinctelen élőlény-együttes társulás-szerkezetében a toxikus fémeknek tulajdonítható eltérések kimérése. A **hidrobiológiai vizsgálat** mellett a természetes növényzet (nád) akkumulációját is vizsgáltuk.

A felmérés eredményei: a legfelső szelvény bizonyult a leggazdagabbnak mind egyedszám, mind pedig taxonszám tekintetében. Feltűnő fajszegénység és kis egyedszámok jellemzik a bevezetés szelvényét. Ettől lefele növekedés figyelhető meg mind a fajszámban, mind pedig az egyedszámokban, de az élőlény-együttes **diverzitása**, sokfélesége messze elmarad a szennyezőforrás feletti kereszt-szelvény értékeit.

Tanulság: a faji diverzitás összehasonlító vizsgálata dinamikus képet ad a felszíni vizeket terhelő szennyezettség hatásáról. A diverzitás-vizsgálatok monitoringba integrálása lehetővé teszi a kockázatok forrásának hely és idő szerinti azonosítását. A bonyolult diverzitás-vizsgálatokat megfelelő indikátorszervezetek kiválasztásával és megfigyelésével lehet egyszerűsíteni. A géntechnikák ugyancsak egyszerűsítik a munkát, de a helyes interpretáció még várat magára.

3. *Peszticid szennyezettség:* egy 20 éve felhagyott növényvédőszer-raktár kb. 15 évvel ezelőtti felmérése sokféle toxikus szennyezőanyag jelenlétét mutatta Csömenden. A szennyezettség mára bizonyítottan eltűnt a természetes folyamatoknak köszönhetően: a szűrésre alkalmas olcsó és gyors direkt kontakt környezettoxikológiai tesztek egyértelműen negatív eredményt adtak. Az analitikai eredmények alátámasztották a negatív hatást.

Tanulság: a egyes növényvédőszer-szennyezettség esetében alkalmazandó – igen költséges – kémiai analízis kiegészíthető vagy kiváltható megfelelően megválasztott környezettoxikológiai tesztekkel, melyeket a kémiai analitikai program tervezését megelőzően (szűrés), helyette (felmérés) vagy utána (végső bizonyítás) alkalmazhatunk, a problémától függően.

(Tanulmányok: VITUKI II/2.b. – 4. és BME II/2.b. – 4)

II/3 feladat Korai figyelmeztető rendszerek pontforrásokra és ipari kibocsátókra valamint környezeti elemekre

A „korai figyelmeztető rendszerek” a modern környezetmenedzsment eszköztárának egyik legfontosabb eleme, az új szemlélet, a megelőzés és a környezeti és gazdasági hatékonyság záloga. Alkalmazása Magyarországon egyáltalán nem jellemző. A MOKKA szinte minden szempontból körbejárta ezt a problémakört: a hazai ismeretekkel és gyakorlattal kezdve a fizikai-kémiai mérőmódszerek fejlesztésén keresztül a MOKKA-ban kifejlesztett módszerek alkalmazhatóságáig. A munka egy kérdőíves felméréssel és a Nemzeti Kármentesítési Program statisztikai értékelésével kezdődött.

Felmérés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás (KSZGYSZ)

A felmérés tanúsága szerint a magyar kockázamenedzsment gyakorlatában még nem kerültek széles körben alkalmazásra a korai figyelmeztető rendszerek, a felmérésben résztvevő legtöbb válaszoló a kifejezés definícióját sem ismeri.

Környezetszennyezési problémával rendelkezők – amennyiben egy adatbázisban kipróbált és bizonyított korai figyelmeztető rendszerre vonatkozó információkat találnának – 68%-ban figyelembe vennék a korai figyelmeztető módszereket és rendszereket munkájuk során. Egy ilyen kérdésre szinte 100%-os igen választ vár a felmérést végző. A 68%-os pozitív válasz azt jelenti, hogy 32% olyannyira nem tudta, mit jelent a „korai figyelmeztető rendszer” kifejezés, hogy nem mert igennel válaszolni.

Ezt alátámasztja az is, hogy a válaszadó cégek 19%-a állítja, hogy alkalmazott már korai figyelmeztető rendszert a munkája során. Amikor konkrétan az alkalmazott módszerekre kérdez rá az űrlap, akkor kiderül, hogy olyasmit tekintenek korai figyelmeztető rendszernek, mint a környezet állapotmonitoringjában, gyakran az állapot egyszeri felmérésében alkalmazott mintavétel és analitikai mérés, mindössze 2–3 olyan válasz érkezett, amiben valódi korai figyelmeztető rendszer lehet a háttérben.

A szennyezettség felmérése és környezetmonitoring céljára alkalmazott módszerek statisztikája 711 projekt adataiból származik. 61%-ban alkalmaztak szennyezőanyag-tartalom meghatározást a talajban az állapot felmérés során, 26%-ban technológiai monitoring során, 39% pedig utómonitoring céljából.

1. Fizikai- kémiai módszereket mindenki alkalmazott, laboratóriumi mérés formájában.
2. Biológiai módszereket 33% alkalmazta állapotfelmérésre, 22% technológiai monitoringra, 4% utómonitoringra. 42 esetben biodegradációs tesztet alkalmaztak.
3. Környezettoxikológiai módszereket a cégek főként állapotfelmérésre használnak. Ezek közül is a Daphnia teszt alkalmazása fordult elő a legtöbbször: 22%-ban
4. Modellek alkalmazása kockázatfelmérésre: a humán egészségkockázat meghatározására alkalmas valamelyik szoftvert használja a gyakorlati szakemberek 30 százaléka.

(Tanulmány: KSZGYSZ II/3. – 8.)

Az Országos Környezeti Kármentesítési Programban alkalmazott monitoring eljárások felmérése, javaslatok a környezet igényeinek megfelelő változtatásokra (VITUKI)

A szakmai szereplők körében készült felmérés eredményét tükrözik az Országos Környezeti Kármentesítési Program (OKKP) eseteiből levonható tanulságok. A magyar gyakorlat megismerése alapján dolgoztuk ki a korai figyelmeztető rendszerek fejlesztési és értékelési szempontjait.

1996–2001. között OKKP keretében számos tényfeltárás és műszaki beavatkozás történt. Értékelésünk során kiemelt hangsúlyt kap az ökotoxikológiai vizsgálatok végzése és a kémiai-analitikai eredményekkel való integrált értékelése. 51 területen történt kármentesítés, de monitoring kiépítése csak 36 projektnek lehetséges fel. A területek alig több mint fele (59%) rendelkezik engedéllyel. A kármentesítés következtében a területek 79%-ban a talaj-, 59%-ban a talajvíz-szennyeződés megszűnt. A legsikeresebb projektek azok voltak, ahol a szennyező forrás korai eltávolítása miatt nem szennyeződött a talaj és a felszín alatti víz.

Az értékelés során 262 kút mérési, észlelési adatait dolgoztuk fel. A kútból nyert felszín alatti víz-minták döntő részénél készült ökotoxikológiai vizsgálat, de az eredményeket az állapot értékelése során nem használták. Szinte egyetlen dokumentáció sem határozza meg az általa javasolt monitoring célját.

A kármentesítési fázisok közötti monitorozás alapelveit is összefoglaltuk a tanulmányunkban.

1. A tényfeltárás előtti monitoring célja a tényfeltárás megtervezésének elősegítése.

2. A tényfeltárás és műszaki beavatkozás közötti monitoring célja a szennyező anyag viselkedésének, a szennyezőanyag terjedésének megfigyelése. A monitoring terv elkészítésekor fontosnak tartjuk a korai előre jelzést biztosító módszereket és a remediációs lehetőségekre vonatkozó információt adókat.

3. Műszaki beavatkozás utáni monitoring (utómonitoring) célja az elvégzett kárenyhítő, kockázatcsökkentő beavatkozás ellenőrzése.

Fontos megállapítások: kutatást igényel a monitoring vizsgálati rendszerben a korai figyelmeztető indikátorok, elsősorban biológiai és ökotoxicitási mérési végpontok és ezek bevezetése a gyakorlatban. Az ökotoxikológiai vizsgálatok nem helyettesíthetik a hagyományos analitikai vizsgálatokat, de sok monitoring pontból álló rendszerrel a kétfajta mérési eredmény összehangolása és integrált alkalmazása a monitoring hatékonyságát segíthetné elő. Jelenleg ennek sem az elméleti, sem a jogszabályi alapja nincs kidolgozva a talajra és felszín alatti vizekre (Tanulmány: VITUKI II/3 – 4.).

Néhány, szennyezettségre vonatkozó korai figyelmeztető rendszerben használható indikátor és végpont szerepel az alábbi összeállításban. Ezek között szerepelnek a MOKKÁ-ban kifejlesztett környezettökológiai és kémiai-analitikai módszerek is.

1. Felszíni víz és felszíni vízi üledék: érzékeny fajok eltűnése: fajeloszlás, indikátor fajszám, indikátor-faj biokémiai vagy genetikai jellemzője, biokémiai vagy genetikai markerek, préda elszaporodása, érzékeny faj predátorának számbeli csökkenése, rezisztencia, stressztűrés megjelenése, a felszíni víz szaprobitásának változása, a szaprobitást jelző indikátorfajok, redoxviszonyok, vízkémia jellemzők, kémiai redoxindikátorok, káros hatások mérése érzékeny fajokkal, aktív és passzív monitoring, bioakkumuláció halakban, vízi növényekben, stb. Felszíni vízre távérzékelési módszerek, indikátorok, indikátor-ujjlenyomatok spektrális és hiperspektrális felvételeiből.

2. Felszín alatti víz: redoxviszonyok, vízkémia jellemzők, kémiai redoxindikátorok, káros hatás mérése érzékeny fajokra, szennyezőanyag-specifikus szenzorok, szennyezőanyagot tűró vagy bontó fajok jelenléte, ezek biokémiai vagy genetikai markerei, felhalmozódó szennyezőanyag-metabolitok, a talajvíz toxikussága, mutagenitása, toxikológiai markerek, stb.

3. Talaj: faji diverzitás, talajmikroflóra indikátorfajai, biokémiai és genetikai markerek, a metagenom jellemzői, a tűró fajok elszaporodása, az érzékeny fajok kipusztulása, a talaj pH és redoxviszonyai és azok változásai, szennyezőanyag-specifikus metabolitok, metabolikus markerek, a talaj toxicitása, mutagenitása, szennyezőanyagok bioakkumulációja, pl. növények által. Távérzékeléssel fogható jelek, pl. a növényzet sűrűsége és minősége, a növényzet színanyagtermelése (klorofill), szín szerinti eloszlás változásai, hiperspektrális jelek: indikátor-ujjlenyomatok, stb.

A kivitelezés módja szerint a korai figyelmeztető rendszer lehet: aktív biomonitoring, passzív biomonitoring, fizikai-kémiai monitoring érzékeny szenzorokkal, bioszenzorokkal, PCR-rel sokszorozott indikátor gén, génrészlet vagy genetikai újjlenyomat, detektálási határok csökkentése szennyezőanyagot

szelektíven gyűjtő, koncentráló, szorbeáló, szűrő, kötő, csapdázó, akkumuláló segédanyagokkal, biológiai rendszerek felhasználása a veszélyes anyagok összegyűjtésére, biokoncentálására, pl. hiperakkumuláló növények, távérzékelés és jelértékelés, talaj pórusvíz-mintavételi és -vizsgálati módszerek stb. (Tanulmány: BME II/3. – 1.).

In situ pH, EC és hőmérsékletmérő kéziműszer prototípusának elkészítése (Aqua Concorde)

In situ, szabadföldi körülmények között alkalmazható mérőműszer kifejlesztését vállaltuk, amely egyidejűleg képes a pH, a vezetőképesség, a hőmérséklet és a redox-potenciál mérésére.

A **monitor**mérésre alkalmas, helyszíntre telepíthető talajszonda méréstechnikai megoldása új kontaktuseljárást alkalmaz a szenzorok és a talaj közötti kapcsolat reprodukálható előállítására, melynek alapelve hidrofil nem-ionos közvetítőgél alkalmazása a talajfázis és a szenzorfelületek között. Több közvetítő gél tesztelése után az általunk előállított lágy polivinilalkohol-gélt találtuk a legmegfelelőbbnek. A talaj nedvességtartalma a géllal egyensúlyba kerül (kb. 20 perc alatt), a szonda érzékelői a géllal érintkeznek. Ez a megoldás kedvező a monitorrendszerű működéshez, amikor a talajba süllyesztett szonda segítségével a talaj állapotában (pl. előrejelezhető kibocsátás vagy remediációs technológia következtében) beállt változásokat követjük az adott ponton.

Elkészült a prototípus (1. ábra): a kialakított szondafejben megoldottuk az elektrodok, szenzorok elhelyezését. Az elkészült prototípus pH, Eh és hőmérsékletérzékelőt tartalmaz, a vezetőképesség-mérés egyidejű megoldása még további fejlesztést tesz szükségessé. Beépített elektronikus egység továbbítja a jelet a mérőkészülékhez, melyen a paraméterek az üzemmód-váltó kapcsoló beállításával egymás után leolvashatók. Folyamatban van a készülék kalibrálása, stabilitásának ellenőrzése. Ezután adjuk tovább a prototípust laboratóriumi, majd szabadföldi tesztre (Jelentés és protokoll: Aqua Concorde II/3. – 2.); MOKKA adatlap: FK 27).



1. ábra: In situ mérőberendezés prototípusa

Toxikus fém-mérő monitor szennyvíz és felszíni vizek szennyeződésének kimutatására ipari kibocsátás monitorozására (Aqua Concorde)

A MOKKA projektben értékeljük az Aqua Concorde saját fejlesztésű **toxikus fém-monitorát**, az ELCAD monitort, mint korai figyelmeztető rendszert (MOKKA adatlap: FK 13). Az eredetileg szennyvizek monitorozására fejlesztett készülék mérési paramétereinek alapján alkalmas arra, hogy a csatornabefolyások közelében telepítve a felszíni vizek elszennyeződésére figyelmeztessen. A toxikus fémek, melyekre érzékeny: Zn, Cd, Cu, Ni, Pb és Cr, tipikus szennyezőanyagok az ipari kibocsátásokban, ezek monitorozása a korai figyelmeztető rendszerek alapvető feladata. A mérési gyakoriság beállítása a várható veszély nagyságától függő mértékben lehet akár 10 perc, célszerűen 1–2 óra. Az eredményeket egy központi adatgyűjtő állomáson folyamatosan értékelve megtehetőek a szükséges intézkedések.

Magyarországon a szennyvizek jelentős része legfeljebb mechanikai tisztításon esik át, gyakorlatilag kezeletlenül kerül a felszíni vizekbe. A megfelelően kihelyezett ELCAD monitorok adatai alapján megakadályozhatók az ellenőrzés lazaságát (mintavétel a laboratóriumi mérések számára kizárólag munkaidőben) kihasználó (többnyire hétfévi vagy éjszakai) ipari kibocsátások okozta környezeti károk. (Tanulmány: Aqua Concorde II/3. – plusz feladat.)

A gyakorlatban is alkalmazható ciklodextrines korai figyelmeztető módszerek szerves szennyezőanyagokra. Fejlesztés: fluorofor ciklodextrin-származék szennyezőanyag koncentrációjára (CYCLOLAB)

Ciklodextrinek a korai figyelmeztető rendszerekben című **tanulmányunkban** áttekintjük a ciklodextrint tartalmazó szenzorok irodalmát olyan szempontból, hogy melyek azok a szenzorok, amelyek levegőben,

felszíni vizekben és talajvízben képesek kimutatni szerves szennyezőanyagokat olyan kis koncentrációban, hogy korai figyelmeztető rendszerekként működtetett monitorokban alkalmazhatók. A szenzorok működésének alapja a zárványkompleképzés. A ciklodextrin származék formájában az érzékelő (pl. elektród) felszínéhez van kötve.

A ciklodextrinek növelik a szenzorok érzékenységét, ha a detektálás fluoreszcencián, foszforeszcencián, infravörös, felületi hanghullám vagy elektromos (pl. piezo-elektromos vagy voltometriás) érzékelésen alapul. A kifejlesztett szenzorok levegőben és felszíni vagy talajvizekben képesek kimutatni olyan az ökoszisztémára és az emberre káros anyagokat, mint policiklikus aromás szénhidrogének, hormonhatású anyagok (Bisfenol A), nitrofenil-észterek, peszticidek.

A kromofor (fluorofor)-csoporttal módosított ciklodextrin-származékok különösen alkalmasak szerves szennyezőanyagok megjelenésének érzékeny kimutatására, mert a fluorofor csoportnál erősebb komplexképző szennyezőanyag kiszorítja azt az üregből, és emiatt megváltozik a fluoreszcencia. Szelektív szenzorok kifejlesztésére nyílik lehetőség fenolok, PCB vegyületek, dioxinok érzékeny kimutatására. A szenzorokat a várható kibocsátás közelében kutakba helyezve korai figyelmeztető rendszerekként már kis koncentráció megjelenése esetén előre jelezhetik a szennyezőanyag megjelenést, mielőtt annak mértéke súlyossá válik. A kimutatás érzékenysége a ppb szintet is elérheti, ami a hagyományos kémiai analízisekhez képest több nagyságrenddel nagyobb érzékenységet jelenthet. A szenzorok folyamatosan működtethetők, általában nincs szükség mintavételre, mintaelőkészítésre és mérésre, hanem in situ kitelepítve folyamatos, vagy rendszeres adatregisztrálás révén nyerhetünk információt a terület állapotáról.

Saját fejlesztésként fluorofor csoportot kötöttünk β -ciklodextrinhez és elvégeztük ennek az új származéknak a szerkezetanalízisét, jellemeztük főbb tulajdonságait. Az eredményekről a tanulmányhoz kapcsolt **jelentésben** számolunk be (Tanulmány és jelentés: CycloLab II/3. – 6.).

II/4. feladat Szennyezőanyag mobilitása. A biológiai hozzáférhetőség. A talajfázisok közötti megoszlás jellemzése

Áttekintés a problémakörrel és a megoldásokról, a kísérleti és fejlesztési terv elkészítése (BME)

A kockázatközpontú környezetmenedzsment egyik legnagyobb problémája a szennyezettség hozzáférhetőségének megítélése és helyes figyelembevétele az akut és krónikus kockázatok kiszámításánál. Ez a probléma elsősorban a toxikus fémeknél, és a nagy Kow értékű és/vagy perzisztens szerves szennyezőanyagoknál merül fel.

A magyar jogi szabályozás és a javasolt metodikák nem különböztetik meg a hozzáférhető (mobilis) és stabil (immobilis) szennyezőanyag-hányadokat. Ha a teljes szennyezőanyag mennyiséget veszik figyelembe a kockázatszámításkor, akkor túlbecsülik a kockázatot, melynek következménye indokolatlan költségtöbblet, ha viszont nem megfelelő módszerrel nyerik ki, rosszul szimulálják a biológiai hozzáférhető hányadot, akkor alábecsülik a kockázatot, mely a receptorok szempontjából veszélyes.

Kutatási tervünk egy része a tudományos alapok tisztázását szolgálja, másik része konkrét mintaelőkészítési és kivonási valamint mérési módszerek kidolgozását, alkalmazását és összehasonlítását jelenti. Célunk a kémiai (víz, savak, szerves oldószerek) és biológiai (toxikus hányad, biodegradálható hányad, bioakkumulálódó hányad) hozzáférhetőségek, valamint a fázisok közötti megoszlás fizikai-kémiai és biológiai mérésének összehasonlítása, valamint egyszerű és jól reprodukálható modell-eljárások kidolgozása.

Mobilitás jellemzése kockázatfelméréshez: kísérleti terv:

1. Szervetlen szennyezőanyag: toxikus fémek

Toxikus fém mobilizálódását befolyásoló talajtulajdonságok

Cd és Cu mobilizálódás becslése mérésekből felállított matematikai modell alapján

Kivonás talajból rázatással vízzel és különböző erősségű savakkal, ICP-AES analízis

Kivonás talajból folyamatos kioldással, modell-esővízzel, frakciók ICP-AES elemzése

A szakaszos és folyamatos kivonás összehasonlítása

Pórusvíz-mintavétel: új módszerek fejlesztésének lehetőségei

Kivonás nélküli analízis XRF módszerrel, integrálása a TalajTesztelőTriádba

Biológiai módszerek fémek biológiai hozzáférhetőségének jellemzésére: toxicitás
Biológiai módszer fémek biológiai hozzáférhetőségének jellemzésére: bioakkumuláció
Az új módszerek integrálása a TalajTesztelőTriádba (3T)
Talajok jellemzése az integrált metodikával: esettanulmányok.

2. Szerves szennyezőanyagok

A biológiai hozzáférhetőség kémiai modellezése
Vizes ciklodextrin oldat, mint kémiai modell a biológiai hozzáférhetőség jellemzésére
Fázisok közötti megoszlás jellemzése fizikai-kémiai módszerekkel
Fizikai-kémiai módszerek kombinációinak fejlesztése
Fizikai-kémiai módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata
Fizikai-kémiai módszerek összehasonlítása biológiai mérési módszerekkel

Biológiai hozzáférhetőség jellemzése: pentaklórfenollal szennyezett talaj vizes, ciklodextrines kivonás és teljes talaj mutagenitásának összehasonlításával

3. Terjedési és sorsmodellek a reális kockázatfelméréshez

A terjedési modellek típusai
A szennyezőanyag mobilitásának, fázisok közötti megoszlásának, biológiai hozzáférhetőségének és biodegradálhatóságának figyelembe vétele a környezeti koncentráció előrejelzésénél.
Adatlap a terjedési és sorsmodellek MOKKA adatbázisba vételéhez.

(Tanulmány: BME II/4. – 1.1.a és 1.1.b.).

Fejlesztés: alkalmas fizikai-kémiai és biológiai módszerek, illetve ezek kombinációinak fejlesztése, alkalmazhatóságuk vizsgálata, jellemzése (BME)

Fémek analízisét megelőző kivonási és feltárási módszerek összehasonlítására vizes, acetátos és EDTA-s szakaszos extrakciót valamint királyvizes feltárással kapott oldat ICP-AES analízisét végeztük el egy sor, különböző típusú talajnál és bányászati eredetű hulladéknál. Az egyes kivonatok közötti eltérések az extrahálószer erősségétől és a vizsgált talaj/hulladék kémiai tulajdonságaitól függenek, de rosszul jellemzik a biológiai hozzáférhetőséget és a kockázatot. A vizes kivonat alapján alábecsüljük, a leggyengébb savas kivonat alapján azonban már nagyon túlbecsüljük a kockázatot. A környezet szempontjából reálisabb eredményt kapunk folyamatos kioldással, az esővíz kilúgzó hatását szimuláló miniliziméteres módszerrel. A szakaszos rendszerrel ellentétben itt nem áll be – indokolatlanul – egy egyensúly, hanem hosszútávon követhető a talajból való kioldódás. A fémek szakaszos és folytonos kioldási eredményeit összehasonlítottuk egymással és arra a következtetésre jutottunk, hogy a folyamatos kioldás a szakaszos vizes kivonáshoz képest a legtöbb fémnél (kivéve a kevéssé mozgékony ólomot) 5–10-szer nagyobb mennyiséget old ki. A réz és az ólom esetén az acetátos kivonással a folyamattal megegyező fémmennyiséget kapunk, a többi fémnél azonban az acetátos kivonáshoz képest is minden esetben nagyobb fémmennyiséget mértünk. Megállapítható, hogy a folyamatos kioldással jobban kimutatható a különbség az egyes stabilizálószeres kezelések hatékonysága között, mint az egyszerű szakaszos kivonással (Tanulmány: BME II/4. – 1.3.a. és MOKKA adatbázis, MTA-TAKI: FK 31).

A talaj toxikus anyagai a pórusvíz vagy a talajnedvesség közvetítésével jutnak el a talajlakó élőlényekhez, a növényekhez. A pórusvízből történő in situ mintavétel viszont a mai napig nincs jól megoldva. Vannak ugyan bonyolult szerkezetek, melyek beépítése teljesen felborítja a helyi viszonyokat és a mintához sem tudunk bármikor hozzájutni. Ugyanakkor fontos lenne a csapadék- illetve nedveségviszonyoktól valamint a növényzet növekedésétől függő gyors és egyszerű mintavételi lehetőség. Néhány kezdeti kísérletet folytattunk le nedvszívó anyagok talajba juttatására és kivételük utáni analízisére: pl. szivacsok, tamponok, gélek. Az első eredmények biztatóak, a fejlesztést folytatjuk (Tanulmány: BME II/4. – 1.3.b.).

A talajok fémtartalmának meghatározása, a szennyezettség lehatárolása, a szennyezőanyag terjedésének iránya meghatározó fontosságú egy terület felmérésénél, szennyeződésterképezésnél, szennyezett anyaghányad eltávolításánál, monitoring-terv elkészítésénél, stb. Gyors, nagyfelbontású (sok mérési pont) módszerre van szükség ezekhez a munkákhoz, ilyen a kivonás nélküli analízist lehetővé tevő XRF mód-

szer és a hordozható kivitelű készülék. A mobil XRF készülék mérési jellemzőit, alkalmazási lehetőségeit és az eredmény integrálását a TalajTesztelőTriádba a Gyöngyösorszi bányászati terület és az ott folyó remediációs fejlesztéseink kapcsán mutatjuk be. (Tanulmány BME II/4. – 1.3.c.; MOKKA adatbázis FK 32 és FK 33).

Fejlesztés: biológiai kiegészítő módszerek a TAKI fejlesztéséhez. Módszerkombinációk fejlesztése, a korábban kifejlesztett TalajTesztelőTriád alkalmazhatóságának vizsgálata (BME)

A fémek biológiai hozzáférhetőségének jellemzésére általában alkalmasak a toxicitást mérő módszerek. Különböző organizmusokra gyakorolt toxikus hatásokat vizsgáltuk, hasonlítottuk össze egymással, majd a kémiai kivonásai eljárásokkal kapott eredménnyel. Általános következtetés, hogy a baktériumok a legérzékenyebbek, az állati tesztorganizmusok között nagy különbségek vannak, a leggyakrabba alkalmazott talajlakók, a collembola és a földigiliszta alig érzékeny fémekre de a nematódák és a protozoák érzékenyek, a legtöbb növény kis vagy közepes érzékenységet mutat a talaj fémtartalmára. A válasz nagysága a fém fajtájától és összetételétől is függ. Ezért célszerű a talaj tesztelésekor több fajt együttesen alkalmazni. Szennyezett talaj biológiailag hozzáférhető fémhányadon alapuló aktuális kockázati értéke jól megválasztott három faj alkalmazásával direkt módon mérhető.

Fémek biológiai hozzáférhetőségét jól bioakkumuláló növények fémtartalmán keresztül is jellemezhetjük. Igaz, hogy a bioakkumulálódó hányad nem azonos a biológiailag hozzáférhető hányaddal, annál általában kisebb, viszont, ami bioakkumulálódik, az biztos, hogy biológiailag hozzáférhető. Egy tanulmányban mutatjuk be a talaj különféle kémiai extrakciókkal és laboratóriumi tesztnövény általi „extrakcióval” kapott mobilis fémtartalmat mennyiségi és minőségi szempontból.

Az új módszerek integrálása a TalajTesztelőTriádba azt jelentette, hogy a kiválasztott esettanulmányoknál mért kémiai analitikai eredményeket együtt értékeltük a toxicitási és bioakkumulációs eredményekkel. A komplexebb kép pontosabb kockázatfelmérést tett lehetővé (Tanulmány: BME II/4. – 1.2.a.; BME II/4. – 1.2.b.; BME II/4. – 1.2.c.).

Fejlesztés: különböző kivonási módszerek összehasonlító elemzése. A nehézfémek mobilizálódását befolyásoló talajtulajdonságok. A kockázat becslése Cd és Cu esetében (MTA TAKI)

A kutatás célja a kadmium és a réz szorpciós viselkedésének jellemzése és olyan talaj / talajoldat transzfer függvények meghatározása, amelyek megbízható módon írják le a kadmium és rézionok kémiai egyensúlyait a különböző talajokban. A talaj / talajoldat transzfer függvényeket a nehézfémek oldatfázisba kerülésének jellemzésére dolgoztuk ki. A talaj / talajoldat transzfer függvények megalapozásához 12 talajt választottunk ki, melyek a nehézfém-ionok megoszlását befolyásoló talajtulajdonságok széles tartományát jellemzik. A szorpciós kísérletekben 18 talaj / talajoldat egyensúlyt állítottunk be 3 kalciumszint, 3 pH szint és 2 Cd + Cu szint kombinációjaként. 14 kísérletsorozatot végeztünk el, összesen 252 kémiai egyensúlyt állítottunk be.

A 252 kémiai egyensúly analitikai eredményeiből álló adatbázist használtuk fel a Freundlich szorpciós jellemzők kiszámítására és a talaj / talajoldat transzfer függvények meghatározására. A nehézfém-szorpció általános egyenletéből indultunk ki, majd ebbe az egyenletbe integráltuk a Kapacitás Kontrolláló Paramétereket, így jutottunk a talaj / talajoldat transzfer függvény általános egyenletéhez, ami összefüggést állapít meg a talaj szilárd fázisában és a talaj oldatfázisában levő nehézfém mennyisége között.

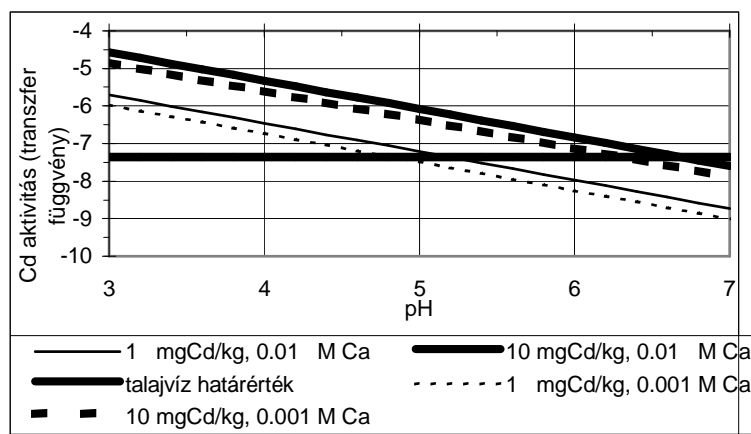
A talaj / talajoldat transzfer függvény Cd ionok esetében

$$\log(Q_{\text{Cd-összes}}, \text{ mol/kg talaj}) - 0,8846 \cdot \log(a_{\text{Cd}}, \text{ mol/L}) = \log(K_F) = \\ - 3,3677 + 0,6688 \cdot \text{pH} + 0,6273 \cdot \log(\text{humusz}, \%) \\ + 0,4497 \cdot \log(\text{agyag}, \%) - 0,2475 \cdot \log(c_{\text{Ca}}, \text{ mol/L}).$$

A kadmium talaj / talajoldat transzfer függvény lehetővé teszi az oldatfázis Cd ionaktivitásának becslését, ami különösen a talajvizek minőségvédelme miatt fontos. A láptalajban a Cd ionok igen erősen kötődtek a szerves komponensekhez. 20 mg Cd/kg hozzáadása ellenére a Cd ionaktivitás kisebb volt, mint 10^{-7} mol/L. A homoktalajban igen nagy Cd ionaktivitásokat mértünk a kadmium kezelést követően.

A kadmium mobilizáció környezeti kockázatának becslése a transzfer függvény alapján történhet.

Az 2. ábrán feltüntetett vízszintes vonal a talajvíz szennyezettség magyarországi határértékét jelzi (5 µg/L; $\log c_{Cd} = -7,3518$). A vízszintes vonal alatti területen a kadmium-tartalom nagysága még nem jelent veszélyt, de a vízszintes vonal feletti területen a talajoldat már szennyezettnek tekinthető. A pH hatása a Cd ionok mobilizációjára igen nagy. A pH csökkenése 7,0-ről 3,0-ra három nagyságrenddel növeli meg a Cd ionok aktivitását a talaj oldatfázisában. A Ca koncentráció növelése szintén kedvezőtlen hatással van a talajoldat kadmiumion-aktivitására. A kadmium mobilizáció környezeti kockázatát döntő mértékben a talaj pH értéke határozza meg, de a kalcium-koncentráció szerepe sem hagyható figyelmen kívül.



2. ábra: A kadmium mobilizáció kockázata a kadmium talaj / talajoldat transzfer függvény alapján.

A talaj / talajoldat transzfer függvény Cu ionok esetében

$$\log(Q_{Cu-összes}, \text{ mol/kg talaj}) - 0,5202 \cdot \log(a_{Cu}, \text{ mol/L}) = \log(K_F) =$$

$$-2,9067 + 0,6532 \cdot \text{pH} + 0,5394 \cdot \log(\text{humusz, \%})$$

$$- 0,1272 \cdot \log(c_{Ca}, \text{ mol/L}) + 0,0992 \cdot \log(\text{agyag, \%}).$$

A réz talaj / talajoldat transzfer függvényét is az összes réz-tartalom alapján határoztuk meg. Az optimalizált Freundlich koefficiens (n_F) értéke 0,5202 volt. Ez az n_F érték azt jelzi, hogy a rézionok a talajok heterogén felületi helyein adszorbeálódhatnak, ahol a különböző felületi helyeket az adszorpciós energiák széles tartománya jellemez.

A kadmium- és réz-szorpció összehasonlítása

Az eltérő transzfer függvény jellemzők megkülönböztetik egymástól a Cd ionok és a Cu ionok kémiai viselkedését. A kettős adszorpció vizsgálata során mind a talajminták, mind a kísérleti körülmények azonosak voltak. Ennek következtében a Cd ionok és a Cu ionok Freundlich típusú megoszlása (K_F) összehasonlítható egymással (Tanulmány: TAKI II/4. – 3.).

Terjedési- és sorsmodellek adatbázisának létrehozása – Adatlap szerkezet kialakítása. (VITUKI CONSULT)

A modern terjedési és sorsmodellek figyelembe veszik a környezeti koncentráció előrejelzésénél a talajszennyezőanyag mobilitását, fázisok közötti megoszlását, biológiai hozzáférhetőségét is.

A részfeladat keretében széles körben megvizsgáltuk, összegyűjtöttük és a tervezett döntéstámogató szakértői rendszer igényeinek megfelelően osztályoztuk az Európában, valamint a tengerentúlon fejlesztett, széles körben alkalmazott és a projektben alkalmazhatónak ítélt szennyeződés-terjedési modelleket. A modellek a különböző szennyeződési folyamatok matematikai leírásán keresztül szimulálják a valószínűségben lejátszódó folyamatokat és a számítások eredményeképpen gyakorlatilag a vizsgált terület bármely pontjára és a vizsgált időszak bármely időpontjára képesek becslést adni a várható szennyezőanyag-koncentrációra vonatkozóan.

A transzport modellek osztályozást az alábbi főbb információk elemek alapján végeztük el:

- A modell alkalmazhatósági „területe”
- A modell alkalmazhatóságának időbeli és térbeli léptéke
- A modell típusa (determinisztikus, sztochasztikus)

- A transzport folyamatokat leíró egyenletek típusa

Az ismert és alkalmazott transzport modellek mintegy 99 %-át képező determinisztikus egyenletek alapján működő rendszereket az alábbi elemek szerint kategorizáltuk tovább:

- A vizsgált kémiai elemek száma (egy-elemes és több-összetevős modellek)
- A modell geometriája (dimenziók, koordináta rendszer, geometriai tér kiterjedése)
- Transzport folyamatok (konvektív transzport, diffúzió, hidrodinamikai diszperzió, megkötődés, ioncsere, párafázis transzport, volatilizáció, degradáció, stb.)
- Talaj típusok (homogén, rétegzett, repedezett, porózus)
- Kezdeti feltételek (konstans, lépcsős, impulzus típusú terhelések)
- Szennyezések térbeli jellege (pontoszerű, vonal-menti, területi)
- Peremfeltételek (koncentráció-érték, -gradiens, fluxus)
- Matematikai megoldás típusa (analitikus, numerikus)

A részfeladat keretében kidolgozott Excel formátumú adatlap szerkezetét a fentiekben összefoglalt információk elemek figyelembevételével alakítottuk ki. A konkrét modellek adataival folyamatosan feltöltött adattáblákra épül később a terjedési modellek adatbázisa. Az összegyűjtött terjedési modellek publikusan elérhető leíró adataival elkezdjük feltölteni az információk bázisát. Részjelentés készült a döntéstámogató rendszerhez kapcsolódó modell adatbázisban alkalmazandó modell osztályozási rendszerről és az adatbázisba feldolgozásra került modellek jellemzőinek összefoglalásáról (Tanulmány és adatlap szerkezet: VITUKI CONSULT II/4. – 5.).

Fejlesztés: új kémiai módszer (extrakció vizes ciklodextrin oldattal) a biológiai hozzáférhetőség jellemzésére (CYCLOLAB)

Az irodalomban számos cikkben leírták, hogy hidroxipropil-ciklodextrin (HPBCD) vizes oldatával végzett extrakció alapján becsülhető a mikrobiális hozzáférhetőség, jól korrelál a biodegradálható frakció és az extrahálható frakció mennyisége, sőt ennek alapján becslés tehető arra vonatkozóan is, mennyi a biodegradáció utáni maradék koncentráció. Számos példában igazolódott a módszer alkalmazhatósága, elsősorban PAH-vegyületek és PCB-származékok esetén.

Nem volt kielégítő a korreláció akkor, ha a PAH vagy PCB vegyületek mellett más szennyezőanyagok, pl. dízelolaj, transzformátorolaj is jelen voltak, mert ezek egyrészt versenyezhetnek a ciklodextrin üregért különösen nagyobb koncentrációknál ezzel csökkentve a HPBCD oldatos extrakció határfokát, másrészt segédoldószerként csökkenthetik a szorpciót a talajon, emiatt valójában nő a PAH és PCB hozzáférhetősége és lebomlásuk sebessége. A hatás függ a koncentrációtól.

Az I. munkaszakaszban áttekintettük az irodalmat, megfogalmaztuk a kérdéseket, melyekre kísérleteinkkel választ kerestünk: Hogyan befolyásolják az extrakció körülményei az extrakció határfokát? Milyen korreláció van a biodegradálhatósági tesztek eredménye és az extrahálhatóság között? Hogyan függ-e a szennyezőanyag minőségétől, a szennyeződés korától az extrakció hatékonysága?

A Mokka pályázatban a harmadik kérdésre koncentráltunk, amikor különféle keverék-szennyezőanyagokkal (a könnyebben bontható dízelolajjal és a nehezen biodegradálódó pakurával) frissen és régóta szennyezett talajokat tanulmányoztunk. Összehasonlítottunk kétféle ciklodextrint: az irodalomból ismert HPBCD-t és a random metilézett β CD-t (RAMEB-et).

Az eredmények szerint, melyeket jelentésben foglaltunk össze a kimerítő extrakcióhoz képest (hexán-aceton 2:1) jelentősen kevesebb szennyezőanyagot extrahálunk a vizes RAMEB oldattal, és még kevesebbet a HPBCD oldattal. Az extrahált szennyezőanyag mennyisége függ a szennyezőanyag minőségétől és a szennyeződés korától. A jobban hozzáférhető, könnyebben biodegradálható komponensek extrahálódnak inkább, amikor vizes ciklodextrin oldatokat, különösen amikor vizes HPBCD oldatot alkalmazunk (Tanulmány: CycloLab II/4. – 6.).

A talajfázisok közötti megoszlás jellemzése (BME és CYCLOLAB)

Folytattuk a Kow értékek meghatározását különféle keverék szennyezőanyagokra. Az alábbi táblázat a dízel- és transzformátorolaj esetén kapott eredményeket mutatja. Láthatjuk, hogy a ciklodextrinek, külö-

nösen a RAMEB jelentősen csökkentik a megoszlási hányados értékét ezeknél a keverék szennyezőanyagoknál is (1. táblázat).

Pentaklórfenol modell szennyezőanyag esetén kimutattuk a ciklodextrinek oldékonyságnövelő hatását: pH-tól függő mértékben a CD nélküli oldékonysághoz képest akár 50-szeres oldékonyságnövekedést is tapasztaltunk 10%-os RAMEB oldatban. Miközben az oldékonyság legalábbis lineárisan nő a RAMEB koncentrációval, és ezzel összhangban a K_{ow} értéke is folytonosan csökken, a BME kutatócsoportjában mért mutagenitás maximumos görbe szerint változik a RAMEB koncentrációval.

1. táblázat: Dízel és transzformátorolaj log K_{ow} értékei

	Dízelolaj	Transzformátorolaj
Oktanól/víz	5,0	5,1
Oktanól/10% HPBCD	4,3	4,4
Oktanól/ 10% RAMEB	3,6	3,7

Itt két hatással kell számolnunk: egyrészt a megnövekedett oldékonyság miatti nagyobb szennyezőanyag-koncentráció okoz mutagenitás-növekedést, másrészt a nagy ciklodextrin-koncentráció miatti egyensúlyeltolódás miatt kevesebb lesz a szabadon (ciklodextrines csomagolás nélkül) jelenlevő mutagen anyag, és ez a revertánsok számának csökkenésében nyilvánul meg. Ez a jelenség nem ismert, vizsgálatával a III. Munkaszakaszban tovább foglalkozunk (Tanulmány: BME-CYCLOLAB II/4. – 1.2.d.)

Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás (KSZGYSZ)

A szennyező anyagok mobilitásának felmérésére számítógépes modelleket és geofizikai méréseket használnak a remediációs szolgáltatásokat nyújtó cégek. A felmérés során a szennyezőanyagok mobilitásával foglalkozó magyar gyakorlatról a megkérdezettek 8 %-a (15 fő) adott értékelhető választ.

Ebből 66% foglalkozott a szennyezőanyagok mobilitásának felmérésével: 13%-a számítógépes modellekkel, 33% geofizikai mérésekkel követi a szennyező anyagok mobilitását, míg 20 % mindkét módszert alkalmazza. A válaszadók nagy része mobilitáson a talajvízben oldott szennyezőanyag talajvízzel történő mozgását értette. A szilárd fázisból a talajvízbe kerülés okának tekinthető mobilizálódás egy kivétellel nem szerepel a válaszokban. A legtöbbször említett szoftver a MODFLOW (Tanulmány: KSZGYSZ: II/4. – 8.).

II/5. feladat QSAR: a szennyezőanyag szerkezete és aktivitása közötti összefüggés

Tanulmány: QSAR alkalmazása és beépítése a kockázatmenedzsment eszköztárába. Elméleti áttekintés és gyakorlati alkalmazási példák. A hozzáférhető szoftverek ismertetése, összehasonlítása (BME)

A QSAR (Quantitative Structure–Activity Relationship = a vegyi anyag szerkezetének és aktivitásának mennyiségi összefüggése) lehetővé teszi, hogy egy vegyi anyag egyes jellemzőit (toxicitás, megoszlás a talaj fázisai között, biodegradálhatóság, stb.) kísérletek nélkül, pusztán a molekula szerkezete és ismert vegyületekkel való összehasonlítása alapján, modellezés segítségével jellemezzük. Általában sokváltozós regressziós matematikai összefüggéseket alkalmaznak.

A QSAR alkalmazhatóságának általános áttekintése során egyenként foglalkoztunk azokkal a környezeti kockázatelemekkel, ahol a QSAR-nak szerepe lehet. Az alábbi alkalmazásokat ismertetjük a részletes tanulmányban.

K_{ow} , illetve log K_{ow} : az oktanol-víz megoszlási hányados meghatározás

K_{oc} : szerves anyagok szorpciója vízből szilárd szerves talajalkotóra (humuszra)

Henry állandó: a vegyi anyag megoszlása a folyadék és gőz fázis között

Biodegradálhatóság, biodegradáció ($k_{biodegr}$) és lassú biodegradáció ($k_{nrbiodegr}$)

Fotólízis ($k_{degrlev}$)

Hidrolízis ($k_{degrvíz}$)

Akut toxicitás vízi élőlényre: hal (LC₅₀, 96 óra), daphnia (EC₅₀, 48 óra) algára (EC₅₀, 72–96 óra)

Krónikus toxicitás vízi élőlényre: hal (NOEC, 28 nap), Daphnia (NOEC, 21 nap)

Biokoncentráció: halra, férgekre.

A QSAR alkalmazás legfontosabb szabálya: illeszkednie kell a pesszimista megközelítési módszerbe, nem okozhat indokolatlan csökkenést a becsült értékben!

A QSAR-ral történt becslés pontossága, jósága elsősorban az összefüggések (egyenletek) meghatározásához felhasznált adatok mennyiségétől és minőségétől függ, de a vegyi anyag ismert csoportba sorolhatósága is meghatározó.

Saját Kow, toxicitás, biodegradálhatóság és bioakkumulációs tesztek eredményeit összehasonlítottuk QSAR-ral számított értékekkel (Tanulmány: BME II/5. – 1.).

QSAR: Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás (KSZGYSZ)

A válaszadó remediációs szolgáltatásokat nyújtó cégek nem ismerik és nem alkalmaznak QSAR eljárást. A válaszadók közt egy cég tett megjegyzést a QSAR-ral kapcsolatban, de az félreértésen alapult, nem a QSAR-ra vonatkozott (Tanulmány: KSZGYSZ II/5. – 8.).

III/2.b. feladat Remediáció elmélete és gyakorlata II.

EU együttműködés: EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása, jellemzése, leltár készítése (BME)

A BME gyűjtése elsősorban az EURODEMO Európai Consorted Action által lefedett remediációs területekre (kémiai redukció/oxidáció, reaktív részfalak, biodegradáción alapuló remediáció) koncentrált kiegészítve azt más biológiai és természetközeli módszerekkel, a passzív biológiai és ökológiai rendszerekkel és a stabilizációs technológiákkal. (együttműködésben egy sor európai intézménnyel: Newcastlei Egyetem, Limburgi Egyetem, ADEME, Franciaország, TNO, Hollandia, PEREBAR és SEREBAR, Németország, WISMUT Németország, stb.), Az innovatív technológiák gyűjtésében nagy szerepet játszik a két-évenként megrendezésre kerülő CONSOIL Konferencia, ahol a már kikutatott és pilot alkalmazáson vagy demonstráción túljutott új remediációs technológiák megjelennek, a NICOLE hálózat, ahol az első alkalmazások tapasztalait osztják meg a fejlesztők egymással. Egy sor konferencián, workshopon és projektbeszámolón vettünk részt, hogy az európai újítókát elérjük, mint potenciális MOKKA-adatbázis szereplőket. A közép-kelet európai és magyar fejlesztéseket kiemelten kezeltük. A MOKKA Konferencia egyik szerepe is a magyar és nemzetközi innovációk megjelenése volt. Mintegy 200 innovatív technológiát kutattunk fel és gyűjtöttünk össze, acélból, hogy fejlesztőjüket vagy használójukat felkérjük a MOKKA adatbázisban való szereplésre. Osztályoztuk ezeket, a szennyezőanyag s a kezelendő talajfázis szerint, in situ vagy ex situ alkalmazhatóságuk és az adalékanyag típusa szerint (Tanulmánygyűjtemény: BME III/2.b. – 1.a.b.c.d.e.f.g. és KSZGYSZ III/2b – 8.c.d.)

EU együttműködés: EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása, jellemzése (környezetbiztonság, költséghatékonyság), leltár készítése. (MTA TAKI)

Áttekintettük a remediáció elméletét és gyakorlatát, összegyűjtöttük egy sor innovatív remediációs technológiát, elsősorban fitoremediáció területéről, de más fontosnak ítélt technológiákat is, melyek potenciális szereplői a MOKKA adatbázisnak, így biológiai lebontás gombák által; napfénnel történő detoxifikálás; biológiai lebontás kometabolizmus révén; biofiltráció reaktívan áteresztő gát (PRB) alkalmazásával. Az egyes technológiákat részletesen jellemeztük, környezetbiztonsági és költséghatékonysági szempontból is. Elemeztünk néhány, potenciálisan ígéretes koncepciót és módszert a remediáció továbbfejlesztése terén. Listát állítottunk össze 11 db fitoremediációs technológia adatairól. (Tanulmány: TAKI III/2.b. – 3.).

EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása EU együttműködés: EU és magyar ciklodextrines technológiák összegyűjtése, osztályozása, jellemzése, leltár készítése (CYCLOLAB)

Az adalékos (főleg ciklodextrines) és reaktív résfalás innovatív technológiákról **leltárt** készítettünk. Eddig 37 db technológia legfontosabb adatait gyűjtöttük össze ezzel előkészítve ezen technológiák adatbázisba kerülését (Lista: CycloLab III/2b. – 6.a.).

Az adalékos technológiákról **tanulmányt** állítottunk össze. Ebben a tanulmányban különféle ciklodextrinek, biotenzidek és tenzidek alkalmazhatóságát hasonlítjuk össze. Vizsgáljuk kometabolitok (PCB esetén bifenil) és ciklodextrinek, valamint növényi metabolitok (pl. naringin, kumarin, limonén, karvon) és ciklodextrinek együttes hatását. A ciklodextrin szerepe nemcsak a szerves szennyezőanyagok hozzáférhetőségének javítása lehet, hanem javíthatja más adalékok hozzáférhetőségét is. Emiatt katalitikus hatást fejt ki a biodegradációra éppúgy, mint az abiotikus oxidációs folyamatokra. Érdekes megfigyelés, hogy hidroxipropil- β -ciklodextrin alkalmazásakor megváltozik a mikroflóra összetétele is (Tanulmány: CycloLab III/2b – 6.b).

Tanulmányban foglaltuk össze a **reaktív résfalak (PRB)** főbb jellemzőit, típusait, alkalmazási lehetőségeit (a tanulmányt Dr. Meggyes Tamás, külföldről hazatelepült magyar kutató készítette. A tanulmányt egy 1070 publikációból álló irodalomjegyzék egészíti ki a PRB-kel kapcsolatban. A reaktív falak technikáját számos terepi kísérletben és üzemi méretű remediáció során alkalmazták. 2005-ig körülbelül 200 reaktív fal épült világszerte, egyedül az USA-ban 120, Európában 20-30 (ebből 11 Németországban) és néhány alkalmazás Japánban és Ausztráliában. A berendezések jelentős részében fémvas ZVI=Zero Valent Iron) a reaktív anyag és illékony halogénezett szénhidrogénnel szennyezett víz dehalogenezésére szolgálnak. Az eredmények azt mutatják, hogy nagy tisztítási fok és hatékony lebontás érhető el.

A hidraulikus eljárások (pump and treat) alacsony hatékonysága miatt egyre elterjedtebbek a **passzív remediációs eljárások**, melyeknél a talajvíztisztítás in situ zajlik le és nincs külső energiabevezetés. Ezek a passzív eljárások alapulhatnak biológiai, fizikai-kémiai oxidáción vagy redukción, lehetnek egy vagy többlépcsős technológiák. „passzív” voltak általában arra vonatkozóik, hogy nem igényel energiát, de nem ritkák az olyan passzív rendszerek sem, amelyeket teljesen magukra lehet hagyni, még a monitorozott paraméterek is távközlési (érzékelési) módszerekkel jutnak a fenntartóhoz.

Négy típusú reaktív anyagot különböztetünk meg céljuk szerint

1. A pH vagy a redoxpotenciál megváltoztatása.
2. Ásványfázisok kicsapása és a szennyezők immobilizálása.
3. Szennyezők szorpciója.
4. Mikroorganizmusok létfeltételeinek javítása tápanyag vagy oxigén bejuttatásával a talajba.

Gyakran alkalmazott reaktív anyagok: Fe^0 (elemi vas), Fe^0/Al^0 , Fe^0/Pd , Fe^0 /pirit, Pd/H_2 , zeolit, aktív szén, hidroxipatit, nátriumditionit, oltott mész, pernye, tőzeg, $Fe(III)$ -oxidok, szerves modifikált zeolitok, fűrészpor, oxigént kibocsátó vegyületek, metanotróf baktériumok, szulfátredukáló baktériumok, baktériumok eltérő redoxpotenciálú zónákban.

Fejlesztés alatt álló reaktív anyagok: vasdiszperzió/-emulzió, elemi vas és lignit, Zn és apatit, Mg, Sn, Zn, Mg/Pd, Al/Cu bimetálok, H_2/Pd , vas(II,III)-ásványok (oxidok, hidroxidok, szulfidok), tenzid-modifikált talajok, tenzid-modifikált agyagok, tenzid-modifikált zeolitok, felület-modifikált diatomit, zeolit, szén, tőzeg, fűrészpor, huminanyagok, barnaszén mikroorganizmusokkal, elemi vas és aktív szén, elemi vas és szerves anyag, elemi vas és oxidálóanyag, aktív szén és mikrobiológia, makroporozus polimerek, makrociklusos komplexképzők, talaj/bentonit/elemi vas, oxigén.

Néhány jellemző szennyezőanyag, melyekre a reaktív falakat eredményesen alkalmazták: diklórometán, triklórometán, 1,1-diklóretán, 1,2-diklóretán, 1,2-diklóretén, 1,1-diklóretén, vinilklorid, 1,1,1-triklóretán, tetraklóretán, benzol, toluol, etilbenzol, ftalátok, xilol, fenol, arzén, bárium, cink, kadmium, króm, mangán, nikkel, ólom, réz (Tanulmány: CycloLab III/2b – 6.c.).

Információgyűjtés a hazai remediációs gyakorlatról, az adatbázis előkészítése (KSZGYSZ)

A remediációra vonatkozó elméleti ismertekkel kapcsolatban széles körű tudással rendelkeznek a magyar szakcégek. Szakértőik egyrészt saját fejlesztések alapján, másrészt a külföldön kifejlesztett technológiák

adaptálása során szélesítik a meglévő ismereteiket. A magyar helyzetre jellemző, hogy széles olló keletkezett a rendelkezésre álló tudás és annak gyakorlati alkalmazhatósága között. Ez azt jelenti, hogy az új tudás gyakorlatba átültetését nehezítik az innovatív megoldások előtt álló akadályok.

A kitöltők által alkalmazott technológiák sora hosszú, bár a nomenklatúra gyakran helytelen.

- | | |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| •Adsorberek alkalmazása | •Lokalizálás résfallal |
| •Adszorpciós víztisztítás | •On site biológiai kezelés |
| •Aktív és passzív vízkezelés | •‘Pump and treat’ technológiák |
| •Biodegradáció | •Szennyezettség lokalizációja |
| •Biológiai olaj-degradáció a talajban | •Szkimmelés, sztrippelés, |
| •Bioventilláció, telített és telítetlen talajban | •Sztrippelés a talajban |
| •Ex situ toxikus fém stabilizáció | •Talajcsere |
| •In situ toxikus fém stabilizáció | •Telített talaj átlegevőztetése (air sparging) |
| •Ivóvízkezelés természetes alapú ioncserélővel és adszorbensekkel | |

Az alábbi adatok 37 cég 926 projektjében alkalmazott technológiákról tájékoztatnak:

1. Talajcsere	22 %	6. Termikus kezelés, in situ	0 %
2. Talajvízkezelése a felszínen	80 %	7. Termikus kezelés, ex situ	0,1 %
3. Biológiai kezelés, in situ	3 %	8. PRB	0,2 %
4. Biológiai kezelés, ex situ	4 %	9. Fizikai kezelés, in situ	1 %
5. In situ kémiai kezelés	0,6 %	10. Fizikai kezelés, ex situ	5 %

A KSzGySz is **listát** állított össze a hazai innovatív technológiákról: 12 technológia legfontosabb adatait foglalta táblázatba (Tanulmány és lista: KSZGY SZ III.2b. – 8.a.és KSZGY SZ III.2b – 8.b)

III/3.a. feladat 1. részfeladat Verifikációs módszer kidolgozása

Információgyűjtés a hazai gyakorlatról a verifikációval kapcsolatban (KSZGY SZ)

Előre nem tervezett feladatként a KSzGySz adatokat gyűjtött a verifikációs rendszer szükségességéről, szempontjairól. A verifikációs rendszer megbízhatóan sorolja be a technológiákat az alkalmazhatóságuk szerint. A verifikáció lehetővé teszi, hogy innovatív vagy továbbfejlesztett remediációs technológiák alkalmazhatóságát értékeljük és erről szóló információt széles körben terjesszük.

A beérkezett válaszok és javaslatok alapján kialakult egy szempontrendszer, amit a megkérdezettek szerint figyelembe kell venni:

- a technológia hatékonysága
- időigény
- költségigény
- munkaerőigény
- eszközigény

Ezek a javaslatok jól egyeznek a kidolgozott verifikációs metodikával: az anyagmérleg, a kockázatcsökkentés mértéke és a költség cellák szinte teljesen lefedik az itt felsoroltakat. A technológia saját kockázata sajnos nem szerepel a vállalkozók szempontjai között, pedig fontos tényező, hogy a remediáció mennyire tartja tiszteletben a környezetet magát, hogy ne jelentsen többletkockázatot vagy kárt. Hasznos része a felmérésnek az összegyűjtött irányelvek, amiket a megkérdezettek javasoltak.

Irányelvek a verifikációval kapcsolatban

- Fontos, hogy a beérkező technológia leírások tartalma igaz és pontos legyen.
- A technológia leírásához pontos adatokra van szükség. A leírás elkészülhet meglévő analitikai adatok alapján, de lehet, hogy szükség van kontroll felmérésre
- A technológia leírásában a működési feltételeket is jellemezni kellene. Szerepeljen folyamatábra részletes leírással.

- A rendelkezésre bocsátott információkból ki kell derülnie annak, hogy a technológia tulajdonosa, vagy a technológiával kapcsolatban jogokkal rendelkező fél (kizárólagos képviselő, hivatalos forgalmazó stb.) készíti vagy készítteti el a technológia leírást.
- A technológia megfelelő tudományos és mérnöki elveken nyugalom.
- Jelezzék, ha már szabadalom, vagy a szabadalmi kérelmet benyújtották.
- Ha vannak, részletezzék a technológiával kapcsolatos biztonsági tudnivalókat és egészségi következményeket.
- Fontosak az információk a technológia biztonságos és hatékony alkalmazásához szükséges oktatással kapcsolatban.

Ezek a javaslatok a technológiai adatlap kérdéseibe integrálva lettek (Tanulmány: KSZGY SZ: III/3.a. – plusz feladat).

A verifikációs módszer kidolgozása, az európai követelmények és metodikák adaptálása (BME és VITUKI)

A MOKKA verifikációs rendszerek több szerep is van.

1. Az adatbázisba kerülés kritériumainak eleget tesz-e. Ez egy MOKKA adatbázis számára készülő, „házi” metodika lesz, melynek segítségével osztályozza az adatbázis kezelője az adatbázisba küldött módszereket. Egy bizonyos pontszám alatt nem kerülhetnek fel a nyilvános részbe.
2. Az adatbázisba került technológiák verifikációjára a technológiát választó, azt megismerni óhajtó felhasználó szempontjából fogjuk megalkotni, egy döntéstámogató segédeszközként.
3. A harmadikat a technológia felhasználója alkalmazza, ehhez a felhasználónak meg kell tanítani a verifikációs eljárás lényegét, szempontjait, elemeit és receptet adni a végrehajtásához.
4. A legátfogóbb verifikáció az innovatív technológiát fejlesztő eszköztárába kívánkozik, hogy ő maga verifikálja és ezzel növelje technológiájának megbízhatóságát és piaca kerülesi esélyét.

A verifikációs eljárások és megoldások áttekintésére részt vettünk az Európai Környezetvédelmi Technológiák verifikációját előkészítő bizottság ülésén és követjük az ottani fejleményeket, hogy hasznosítani tudjuk a MOKKA Projekt és adatbázis számára. A európai helyzet állását rövid tanulmányban foglaljuk össze (Tanulmány: VITUKI-BME III/3.a – 4)

Dietmar Müller a MOKKA Konferencia résztvevője bemutatott egy egyszerűsített háromlépcsős protokollt, amelyet a remediációs technológiák környezeti hatékonyság szempontjából történő komplex verifikálására dolgoztak ki és MOKKA is hasznosítja egyes elemeit. Az első lépcső a remediációs technológiák környezeti hatásainak előzetes kvalitatív felmérése a második lépcső egy egyszerűsített kvantitatív felmérést javasolnak, majd a harmadik lépcső eljut az életciklus elemzésig. A remediációs technológiák e háromlépcsős értékelése lehetőséget nyújt a technológiák összehasonlítására fenntarthatóság szempontjából, tágabb kontextusban láttatja a környezeti hatásokat (Tanulmány: BME III.3.a.-1.d)

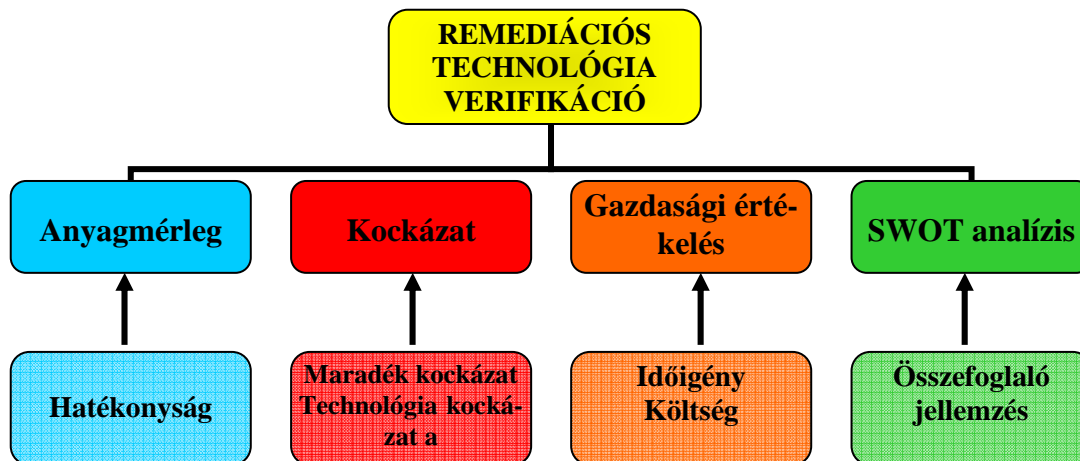
Natasa Cernila, a **Szlovén Környezetvédelmi Alap** szakértője a MOKKA projekt számára készített tanulmányában leírta azt a verifikációs rendszert, melynek alapján ők, mint finanszírozó szerv egy-egy környezetvédelmi projekt finanszírozásáról döntenek (Tanulmány: BME III/3a-1.e). A legfontosabb kritériumok a következő csoportokba sorolhatók:

1. A projekt minősége (dokumentáció, engedélyek)
2. Általános fenntarthatósági kritériumok:
 - hatás a biodiverzitás, a kulturális örökség, és a település képének megőrzésére,
 - hatás a lerombolt (szennyezett) élőhely és táj helyreállítására,
 - az infrastruktúra beillesztése a tájképi környezetbe a projekt során
 - környezeti hatékonyság, kis energiaigény,
 - megújuló energiaforrások alkalmazása,
 - a felszíni és felszín alatti vizek védelme,
 - az emisszió és káros hatásainak csökkentése,
 - a munkafeltételek javítása,
 - hatás a közlekedésre,
 - elmaradott régiók fejlesztése,
 - kis- és középvállalkozások fejlesztése,
 - az ISO 14001-nak való megfelelés
 - kapcsolódás nemzetközi projektekhez.

3. Kapcsolódás a prioritásokhoz (víz-, hulladék-gazdálkodás, biodiverzitás, levegőszennyezés, megújuló energia, talaj, sugárzás, kockázat-management)
4. A technológia típusa
5. Környezeti kockázata

Útmutató összeállítása (BME és VITUKI)

Tudományos-mérnöki igényű technológiaverifikációs eljárást dolgoztunk ki, melynek elemeit a 3. ábra mutatja. A négy cella tartalmához részletes metodika tartozik. A metodikát több fórumon ismertettük, és könyvrészletként publikálás alatt van (Tanulmány: BME-VITUKI III/3a. – 4, VITUKI III/3a – 4 és BME III/3a. – 1.a.; 1.b. és 1.c.)



3. ábra: A MOKKA technológia-verifikációs eljárás sémája

III/4.b. feladat Remediació technológiák fejlesztése II.

Hat technológiatípus fejlesztésén dolgoztunk a MOKKA 2. évében:

1. Kémiai stabilizáció toxikus fémekkel szennyezett talajjal és bányászati hulladékkal
2. Biodegradáción alapuló bioremediáció szerves szennyezőanyagokkal szennyezett talajjal
3. Kémiai kezelés (mobilizálás és oxidáció) triklóretilénnel szennyezett talajjal és talajvízzel
4. Anaerob biodegradáció klórozott szénhidrogénekkal szennyezett talajjal
5. Mikrobiológiailag intenzifikált fitoremediáció
6. Integrált fitoremediáció

A szabadföldi kísérletekhez megfelelő terület kiválasztása érdekében nagyszámú szennyezett terület néztünk meg, tárgyaltunk a terület tulajdonosával, illetve felelősével, végeztünk felméréseket és laboratóriumi kísérleteket, hogy kiderüljön alkalmas-e a terület és együttműködő-e a tulajdonos, működtető a kísérletezésre. A jelölt területek jellemzőit összefoglaltuk (Tanulmány: CycloLab III/4b – 6.a.).

Végül a szabadföldi demonstrációk céljára az alábbi területeket választottuk:

1. Gyöngyösoroszi: toxikus fémekkel szennyezett terület, mely 2008 végéig rendelkezésre áll és itt alkalmazhatjuk a kémiai stabilizálást, a fitoremediációt és a többlépcsős vitalizálást.
2. Almásfüzitő: vörösiszaptározó: fitoremediáció többlépcsős revitalizációval
3. Mezőlak: triklóretilénnel szennyezett talaj és talajvíz, ahol egy sor alkalmas technológia kipróbálása lehetséges egymást követően: kémiai oxidáció, mobilizáció tenzidekkel, oldószerekkel és ciklodextrinnel és amennyiben a laborkísérletek alátámasztják, akkor biológiai kezelést is.
4. Klórozott szénhidrogénekkal szennyezett talaj Hollandiában: remediació biodegradációval, melynek tanulságait hasznosíthatjuk Mezőlakon.

Technológia-fejlesztés: Saját fejlesztésű új technológiák laboratóriumi megalapozása, pilot alkalmazása és szabadföldi kipróbálásának terve (BME)

Kémiai stabilizáció: Gyöngyösorszi

A tervezés teljes vertikumán végighaladva, elkezdtük a szabadföldi kísérleteket: szennyezett terület és talaj felmérése, kockázatfelmérés, célérték meghatározása, technológia lépcsőzetes kiválasztása, a reális metodikák összehasonlító értékelése, laboratóriumi stabilizálási tesztek mikrokozmoszban: korábbi tapasztalatok alapján újabb stabilizálószerke és keverékek alkalmazása, a mikrokozmosz kísérletek követése integrált monitoringgal (fizikai-kémiai módszerek integrálása toxicitási tesztekkel és a bioakkumuláció mérésével), a legjobb laboratóriumi kísérletek alapján szabadföldi liziméterek indítása és kisparcellás szabadföldi kísérletek tervezése és előkészítése, a kémiai stabilizáció integrálása fitostabilizációval (ld. még TAKI), majd a technológia verifikációja (Tanulmány: BME III/4.b. – 1.; 1.a. és 1.b.).

Biodegradáción alapuló remediáció pakurával szennyezett talajon (jelölt terület talaja)

Laboratóriumi kísérletekben a biodegradáció intenzifikálhatóságát vizsgáltuk levegőztetéssel, tápanyagadagolással és hozzáférhetőseget növelő adalékkal, a ciklodextrinnel (Tanulmány: BME III/4.b. – 1.d.).

Klórozott szénhidrogének anaerob biodegradációja (Holland esettanulmány)

Anaerob biodegradáción alapuló technológiát egy holland modellterületen alkalmaztuk a TNO-val történt együttműködés keretén belül. Az együttműködés fő célja ennek az innovatív remediációs technológiának importálása és a MOKKA adatbázisba kerülése. Az adaptálódott talajmikroflóra támogatása megfelelő körülmények és tápanyagok biztosításával nagymértékben megnövelhető az amúgy lassú biodegradáció mértéke. A technológiademonstáció a terület felmérésétől, az alternatívák összehasonlító elemzésén és a laborkísérleteken keresztül jutott a szabadföldi alkalmazásig. A technológia verifikációjára a következő fázisban kerül sor (Tanulmány: BME III/4.b – 1.e).

Klórozott szénhidrogének mobilizálása kémiai kezeléssel (Mezőlak)

A mobilizálást tenzidekkel, oldószerekkel, és ciklodextrinnel intenzifikáltuk. A laboratóriumi kísérletek hamarosan befejeződnek. A talajvíz alatt elhelyezkedő HDNLP (nagysűrűségű nem vizes fázisú szennyeződés) vízoldhatósága 10–20-szoros értékre nőtt az adalékanyagok hatására. Ezeket a kezeléseket szabadföldön is alkalmazni fogjuk.

Klórozott szénhidrogének kémiai oxidációja (Mezőlak)

In situ kémiai oxidáció céljára hidrogénperoxid, K- és Na-permanganát és vassal aktivált perszulfát alkalmazásával próbálkozunk. A laboratóriumi kísérletek a szennyezett vízzel gyors oxidációt eredményeztek. Talaj jelenlétében az oxidálószer nagy része a talaj szevesanyagainak oxidációjára fordítódik. Ennek tesztelése jelenleg folyik.

Anaerob biodegradáción alapuló remediáció (Mezőlak)

A laboratóriumi kísérletek elkezdték. Ezek hosszútávú, időben elhúzódó kísérletek, eredményük a következő fázisban lesz.

(Tanulmány és terv: BME III/4.b. – 1.c.)

Technológia-fejlesztés: Saját fejlesztésű innovatív technológiák laboratóriumi optimalizálása. Kisüzemi technológia beüzemeltése, próbagyártás. In situ, szabadföldi kísérletek beállítása. (MTA TAKI)

Mikrobiológiailag intenzifikált fitostabilizáció

Irányított mikorrhizáció: Megoldottuk az AM gombatorzsek nagyléptékű felszaporítását, ami lehetővé tette az irányított mikorrhizáció alkalmazását nagyobb mennyiségű növényen, a szabadföldi fitostabilizáció során.

Többlépcsős revitalizáció: A mikroorganizmusok térfoglalásának elvi szempontjai alapján kiválasztottuk a céljainknak legjobban megfelelő oltóanyagot. Ezt az összetett oltóanyagot mikrobiológiailag jellemez-

tük és a felszaporítását előbb laboratóriumi, majd kisüzemi körülmények között optimalizáltuk. Ezt követően próbagyártást végeztünk. Erre az oltóanyagra alapozva dolgoztuk ki a többlépcsős revitalizációs technológiát.

Integrált fitoremediációs kísérletek szabadföldön

Fitoremediáció irányított mikorrhizációval – Almásfüzűtő

A többparcellás szabadföldi kísérletekben 11 AM gombatorzset használtunk. 2006-ban pázsitfűmag keveréket, kukoricát, kínai nádat és ezüstfa csemetéket ültettünk illetve telepítettünk.

Fitoremediáció többlépcsős revitalizációval – Almásfüzűtő

A kísérleti parcellákat mikrobiológiailag aktivált vetőmagokkal vetettük be. A fűmagokat és a kukorica-szemeket először aktivált oltóanyag szuszpenzióval oltottuk be, majd a nedves vetőmagokat beporoztuk szilárd oltóanyaggal. A kínai nád esetében az aktivált oltóanyagokat bedolgoztuk a palánták alá. A megfelelő tápanyag ellátást NPK műtrágyával biztosítottuk.

Fitoremediáció revitalizációval – Gyöngyöses Altárói üzemudvar

A nagy nehézfém-tartalmú gyöngyöses talajképződés kezdetén álló meddőközvet stabilizálása érdekében különböző kémiai stabilizáló anyagokat alkalmaztunk. Három (5,0*10,5 m²) nagyparcellát alakítottunk ki. I. parcella: meddő + 5% tatai pernye + mészhidrát. II. parcella: meddő + 5% oroszlyáni pernye. III. parcella: kezeletlen meddő, kontroll.

Elvégeztettük a kísérleti parcellák kialakítását az Altárói üzemudvaron. A kialakított parcellák alatt szigetelést és csurgalék-mintavételt biztosító vízelvezető és vízgyűjtőrendszert alakítottunk ki. A parcellákra öntözőberendezést is telepítettünk.

A nagyparcellákat 3 egyenlő kisparcellára osztottuk fel (3,5*2,5 m²). A parcellákat szudáni fűvel (10 g/m²), fűkeverékkel (50 g/m²) és seprűcirokkal (50 g/m²) vetettük be. Folyékony oltóanyaggal kezelt vetőmagot alkalmaztunk és a parcellákon tápanyag utánpótlást és szerves anyag bevitelt is alkalmaztunk. A revitalizáció fokozása érdekében a II. parcella 3 kisparcelláján a vetést megelőzően talajoltást is végeztünk aktivált oltóanyag szuszpenzióval. Ezeket az eredményeket a BANYAREM Projekt revitalizációt nem alkalmazó stabilizációs kísérleteihez viszonyítva tudjuk értékelni.

A fitoremediáció monitoringját a kezelések speciális igényeinek megfelelően terveztük meg. Integrált technológia-monitoringot alkalmaztunk: a fizikai-kémiai analitikai mérések mellé biológiai, toxikológiai és növénybiológiai tesztek végeztünk és az eredményeket integráltan értékeltük és interpretáltuk. Néhány eredményt mutat a 2. táblázat a lezártan tekinthető almásfüzűtői kísérletből. A többlépcsős revitalizáció pozitív hatása – a heterogenitások ellenére – szignifikáns.

2. táblázat: Kukoricánövények száma mikorrhizás oltás és többlépcsős revitalizáció hatására

	Jelenlegi technológia	Szennyvíziszap humifikálás	Takarásos technológia, talaj alkalmazás	Takarásos technológia, talaj + lignit alkalmazás
	I. parcella	II. parcella	IIIA parcella	IIIB parcella
Kezeletlen kontroll	13	45	43	31
Mikorrhiza oltás A	0	0	12	14
Mikorrhiza oltás B	0	2	12	11
Többlépcsős revitalizáció	62	88	32	30

Az eddigi eredmények egy sor tanulságra vezettek a spontán nem növényesedő területek növénytakarójának hatékony kialakításához (Tanulmány: TAKI III/4.b – 3.a és TAKI III/4.b – 3.b).

Technológia-fejlesztés. Saját fejlesztésű új technológia laboratóriumi megalapozása, pilot alkalmazása, a kísérletek támogatása kémiai mérési módszerekkel, részvétel a szabadföldi kipróbálás tervezési folyamatában (CYCLOLAB)

A BME kutatócsoportjával együttműködve jelentős erőfeszítéseket tettünk, hogy megfelelő modellterületet találjunk innovatív technológiá(i)nk kipróbálására, ez azonban nem volt egyszerű feladat.

A számtalan tárgyalás és látogatás során az alábbi területek tulajdonosaival, felelőseivel jutottunk addig, hogy a területek teljes dokumentációját is áttekintettük: 1. **Nitrokémia Zrt.** (Morvai György), peszticiddel szennyezett részterület; 2. ugyanitt hulladéklerakó részterület; 3. **Naturaqua Kft.** (Moyzes Antal) Nitrokémia egy harmadik vegyes szennyezettségű részterülete; 4. **Terszol Szövetkezet** (Gajárszki Áron) olajos és peszticides területek; 5. **Csömendi Termelőszövetkezet**, néhai peszticidraktár, itt a szennyezettség reményében részletes felmérést is végeztünk; 6. **Megaterra Kft.** (dr. Szabó Péter) szénhidrogénnel szennyezett terület; 7. **Biokör Kft.** (Varga József) klórozott szénhidrogénnel szennyezett talaj és talajvíz Békéscsaba, Fényestanyán; 8. **Gázgyári telep** (Gróf Imre): gázgyári masszával szennyezett talaj; 9. **Biopetrol Kft.** (Bartus Tibor) ex situ kísérleti lehetőséget ajánlott tatabányai telephelyükön bármilyen szennyezőanyaggal szennyezett talajra; 10. **Vegyi Művek**, Illatos úti volt területén növényvédőszerrel, klórozott szénhidrogénnel szennyezett talaj és talajvíz; 11. **Organica Kft.** (Kenyeres István) illetve alvállalkozójaként a **WepRot Kft.** (Váradi Tamás), Mezőlak, klórozott alifás szénhidrogénnel szennyezett talaj és talajvíz.

Utóbbit választottuk. Az Aqua Concorde Kft. szerződést kötött a felelős kivitelezővel, így megkaptuk a régi adatokat is. Megtörtént az első helyszíni bejárás és mintavétel. A terület valóban szennyezett, a talajvízben kb. 3000 mg/l triklóretilén mutatható ki. A BME csoportjával együtt folynak a laboratóriumi kísérletek és elkészítettük a szabadföldi kísérletek tervét (Terv: BME–CycloLab III/4.b. – 1.c.)

A tervezett remediációs technológiák laboratóriumi megalapozására megvizsgáltuk hogyan befolyásolja a ciklodextrinek és tenzidek jelenléte a di- és triklóretilén illékonyságát és oldékonyságát. Tapasztalataink szerint mind a hidroxipropil-, mind a random metil-béta-ciklodextrin (HPBCD és RAMEB) jelenlétében nő az oldékonyság és csökken az illékonyság. Az előbbi folyamat kedvezően felhasználható a remediáció intenzifikálására, az utóbbi viszont ronthatja a kiszivattyúzott talajvíz sztrippelésének hatásfokát. Az eddigi eredményeket jelentésben foglaltuk össze (Tanulmány: CycloLab III/4.b – 6.b)

Információgyűjtés új fejlesztésű technológiákról, az adatbázis előkészítése (KSZGYSZ)

A felmérés eredménye szerint a remediációs szolgáltatásokat nyújtó, Magyarországon működő cégek foglalkoznak innovatív megoldások, technológiák kifejlesztésével. Az innovatív környezetvédelmi technológiát legtöbbször úgy definiálják, hogy olyan még széles körben nem alkalmazott, kísérletekkel megalapozott technológia, ami hatékonyabb, mint a hagyományos megoldások. Ez nem ellenkezik a MOKKA definícióval. A felmérésben résztvevő cégek 38%-a saját megítélése szerint rendelkezik innovatív remediációs technológiával. A magyar helyzetet ez az adat hamisan jellemzi, hiszen a mintában túltreprezentáltak a dinamikusan gondolkodó cégek: a kitöltők és az újítók ugyanazok.

Példák innovatív remediációs technológiákra a magyarországon működő cégek válaszaiból.

- Bio-membrán sztripper
- Bioremediációs technológiák szénhidrogénre
- Bio-slurping
- Direct push technológia
- Fémkivonása ipari szennyvizekből speciális élesztőgombák segítségével
- Fitoremediáció
- Fitotoxikus reakciók
- Fixációs technológiák
- In situ kémiai kezelés
- Innovatív szénhidrogén lefőlöző berendezés
- In-situ kémiai oxidáció
- Intenzifikált in situ bioremediáció,
- Kémiai innovatív vízkezelési technológiák
- Klórozott szénhidrogénnel szennyezett talaj in situ biológiai kezelése
- Kombinált remediáció
- Közvetlen nyomásos technológiával készült több szinten szűrőzhető monitoring kút
- Mikroemulziós extrakció
- MPE (MultiPhase Extraction)
- Oszlopos leválasztási módszerek
- Permeabilis reaktív gát fejlesztése
- Permeabilis rendszerek folyamatos fejlesztése

- Természetes felszíni vizek rehabilitációja
- Tesztek vegyes szennyezettség elemzésére
- Több technológia együttes alkalmazása (pl. air-sparging+ SVE + bioremediáció),

A technológiák elnevezésében keveredik az alapfolyamat, a művelet és a technológia, gyakran nem ismerik a magyar kifejezést, ez is bizonyítja a MOKKA fontosságát (Tanulmány: KSZGYSZ III/4.b – 8):

Előrehozott feladat: IV/1.b feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatelemzésben szerepet játszó új módszerekről

Az adatbázis létrehozásának megalapozása rendkívül sokrétű és a konzorcium minden tagjának együttműködését feltételezi. Emiatt az adatbázis előkészítését el kellett kezdeni 2007-ben és a harmonizáció érdekében egy sor feladatot előre hozni. A feladatok nem egyszerű konszekutív viszonyban állnak egymással, hanem iterációs viszonyban, tehát folyamatosan kell finomítani és harmonizálni a rendszert, mert minden mindennel összefügg. Emiatt előrehozva meghatároztuk az adatbázis szerkezetét, az adatbázisba kerülés kritériumait, melyet először excell formátumú táblákban egyeztetünk a tagokkal és a különféle adatbázisok űrlapjait egymással. Egy sor változaton és próbakitöltéssel keresztül jutottunk az adatlapok jelenlegi változatához, melyet egyelőre véglegesnek tekintünk, ezekkel indítjuk az adatbázis feltöltését.

Adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, az adatbázis koncepciója, részvétel az adatbázis tervezésében (BME előrehozott feladat)

Az adatbázis szerkezetére vonatkozó főbb döntések:

1. Jogi adatbázis listázott információval, direkt és irányított (mikor melyiket kell alkalmazni) kereséssel. Jogszabály-szövegeket nem tartalmaz, csak hivatkozásokat.
2. Kockázatelemzési módszerek adatbázisa: a leggyakrabban alkalmazott kockázatelemzési módszerek animált változata direkt és irányított (mikor melyiket) keresési lehetőséggel (Tanulmány: BME IV/1.b. – 1.a.) animációs anyag (BME IV/1.b – 1.b.)
3. Elemzési és monitoring módszerek adatbázisai, direkt és DST keresési lehetőséggel,
 - a. Fizikai-kémiai talajvizsgálati módszerek adatbázisa,
 - b. Biológiai-környezettoxikológiai módszerek adatbázisa,
 - c. Terjedési és sorsmodellek adatbázisa.
4. Remediációs technológiák adatbázisa direkt és DST keresési lehetőséggel,

A kritériumok alapján excell formában elkészített adatlapokon meghatároztuk a kötelezően kitöltendő cellákat (minimum kritérium). A többi cella nem kötelező, de a DST használatánál előnyt kapnak a teljes információt nyújtó módszerek. Az excell formátumot on-line formává alakítottuk és belső használatra feltettük a MOKKA weblapra. (Tanulmány és terv: BME IV/1.b. – 1.c.).

Részvétel az adatbázis megalapozásában: az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása és az adatbázis elindítása a saját fejlesztésű metodikákkal. (BME előrehozott feladat)

A **biológiai módszerek és környezettoxikológiai tesztek adatlapját** egy a módszerek osztályozásáról és jellemzéséről szóló korábbi tanulmányunk alapján állítottuk össze, úgy, hogy a támogatott keresés és a választást segítő döntéstámogató rendszer (DST) igényeinek eleget tegyen. Mivel a DST és az adatlap hordozta információ egymással iteratív viszonyban áll, az adatlapot már eddig 5-ször módosítottuk és a feltöltés során és a DST illesztése során további változtatásokra számítottunk. Az adatlap-készítés szempontjait és történetét egy tanulmány mutatja be (Tanulmány és adatlap: BME IV/1.b. – 1.d.).

Részvétel az adatbázis megalapozásában: az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása és az adatbázis elindítása a saját fejlesztésű metodikákkal. (CycloLab előrehozott feladat)

Fizikai-kémiai módszerek adatlapjának első változatát az ökotoxikológiai adatlap első változatának analógiájára készítettük el, amely főadatlapból és kiegészítő adatlapból áll. A főadatlap tartalmaz az adatszolgáltatóra, a módszer céljára, a fejlesztés idejére és forrásaira, a szennyezőanyagra és a szennyezett környezeti elemre, fázisra és a módszer kivitelezésének feltételeire vonatkozó kérdéseket. A kiegészítő adatlap egy vagy több konkrét alkalmazást mutat be és SWOT analízist kér a kitöltőtől. Később a fizikai-kémiai módszerek adatlapját hasonlóan a többi adatlaphoz egységes szerkezetbe átszerkesztettük. Bekerültek a módszerek közé a mintavételi és mintaelőkészítési eljárások is, továbbá a talajok

és vizek általános jellemzésére szolgáló módszerek. A kérdések logikus sorrendbe rendezésével leegyszerűsödött a kitöltés. A SWOT analízist kétféleképpen végezheti a kitöltő: feleletválasztós kérdésekre adott válaszokkal és szöveges kifejtéssel. Számos további kisebb-nagyobb javításra került sor a próbakitöltések során (Tanulmány és adatlap: CycloLab IV/1.b – 6)

IV/2b. feladat Magyarországi technológiai adatbázis megalapozása

Adatbázis megalapozása: az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, az adatbázis koncepciója, részvétel az adatbázis tervezésében (BME)

A technológiai adatbázis a legkiterjedtebb és legbonyolultabb feladat, a keresés az adatbázisban és emiatt a DST is többszintű. A **technológiai adatlap** összeállításánál több véleményre és támpontra támaszkodhattunk, pl. a KSZGY SZ kérdőívekre és a szorosan együttműködő EURODEMO tapasztalatokra. A technológiai adatlapból még több változat készült. Pl. az innovatív és nem innovatív technológiákat először ugyanazon, majd eltérő adatlapon, majd végül mégis azonos adatlapon tettük az adatbázisba. Sok vitát kavart az egyszerű és összetett technológiák adatlapos interpretálása, valamint a már alkalmazott technológia, az első demonstráció és a komplex projekt megkülönböztetése. Végül sikerült ezeket is egyetlen adatlap segítségével megoldani (Tanulmányok és adatlap: BME IV/2.b. – 1.a. és VITUKI IV/2.b. – 4).

Az egyik legnagyobb problémát a keresés fontos szempontja a **vegyi anyagok listája** jelentette. Több változat után végül 2 szintes vegyi anyag listát készítettünk mintegy 750 vegyi anyag megnevezésével, mely az adatlap része (Tanulmány és vegyi anyag lista: BME IV/2.b. – 1.b.)

Fontos lista a **technológiák listája**, melynek első változata elkészült és része lett az adatlapoknak, mint kiválasztható elem (Technológia-lista: BME IV/2.b. – 1.c.)

A technológiaválasztáshoz elkészültek az első döntéstámogató sémák, egy mátrix a legfelső szintű kereséshez, kulcs típusú DST és elágazó fa típusú DST (Tanulmány: BME IV.1.b. – 1.d.)

A már meglévő és jogszabály alapján az adatszolgáltatók által benyújtásra kerülő műszaki beavatkozás után felvett adatlapok elemzése a műszaki beavatkozás során alkalmazott technológiákra vonatkozóan. Folyamatos adatbázis elemzés. (VITUKI)

A MOKKA döntéstámogató rendszer készítéséhez megvizsgáltuk a KvVM által üzemeltetett, illetve 2007. folyamán létrehozott információs rendszert, mely a talaj és a felszín alatti víz állapotának nyomonkövetésével foglalkozik.

2007. július 1-én lépett hatályba a Felszín alatti víz és földtani közeg információs rendszer (FAVI) adatszolgáltatásáról szóló 18/2007. (V. 10.) KvVM rendelet, mely tartalmazza a 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet 35. §-ban meghatározott adatszolgáltatásokat. A FAVI rendszer az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) részeként működik. A FAVI rendszer dinamikus, az adatlap-rendszerek segítségével elvégzett adatgyűjtés folyamatos, az információtartalom folyamatosan frissül, az adatbázis a jogszabályban megfogalmazott feladatok ellátása mellett számos hazai és nemzetközi adatkérés teljesítését szolgálja. Az adatszolgáltatás három külön egységből áll,

1) **FAVI-ENG**: a 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet szerint engedélyköteles tevékenységek nyilvántartását tartalmazza. A jelentéseket felügyelőségi határozat alapján kell benyújtani.

2) **FAVI-KÁRINFO**: a szennyezőforrások, szennyezett területek és kármentesítések országos számbavételét célozza. B1 adatlap: tényfeltárás előtt, B2: után, B3 adatlap: műszaki beavatkozás után.

3) **FAVI-MIR**: környezethasználati monitoring adatlap. Alap bejelentést a monitoring rendszer alapadatait tartalmazza. Rendszeres bejelentést során a mérési, észlelési eredményeket kell jelezni.

Az új rendszer a FAVI-KÁRINFO adatok pontosabb nyilvántartásával és a FAVI-MIR monitoring adatok értékelésével képes a kármentesítés nyomon követésére, az eredmények gyors értékelésére.

A döntéstámogató rendszer előkészítéséhez felhasználtuk a FAVI tapasztalatokat (Tanulmány: VITUKI III/3.a. – 4.).

Adatbázis megalapozása: az adatbázisba kerülés kritériumainak összehangolása az internetes alapú információs portál követelményeivel. Adatbázis megalapozása: Az adatbázis strukturájának megteremtése (VITUKI CONSULT)

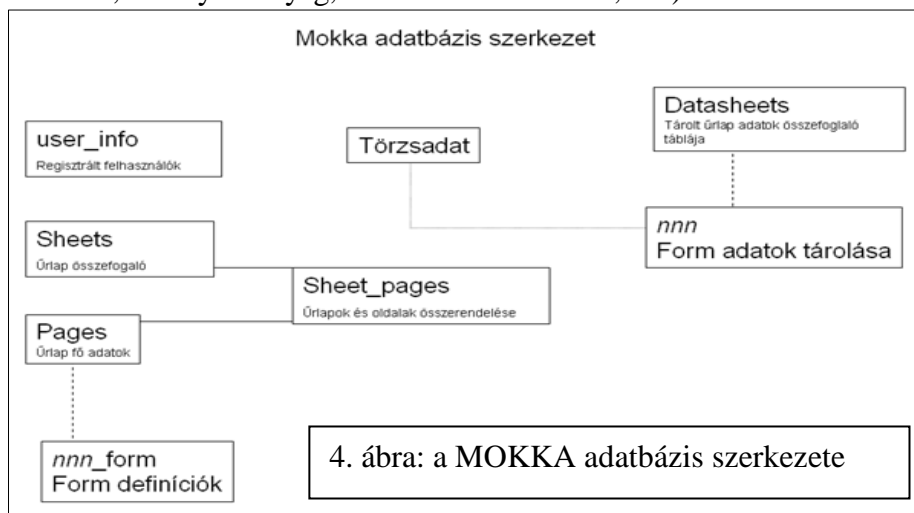
A VITUKI CONSULT Zrt. egy olyan **tanulmányt** is készített, amelyben feltárta a kockázatközpontú környezetmenedzsment megalapozásához szükséges döntéstámogató rendszer tervezésének főbb részeit. A tanulmány általános áttekintést ad a döntéstámogató rendszerek jellemzőiről, néhány fontos fogalmat ismertet annak érdekében, hogy a rendszer kidolgozásában résztvevők azonos fogalmi alapok ismeretében legyenek. Ismerteti a szakértői rendszer felépítését, betekintést nyújt a döntéstámogató rendszerek elméletébe. Megismerteti egy döntéstámogató rendszer három fő alkotóelemét: i) az adatkezelési alrendszert; ii) a modell kezelési alrendszert és iii) a felhasználói felületet. A tanulmány 5. fejezete tárgyalja azokat a szoftvereket, melyek alkalmazását javasoljuk és a MOKKA döntéstámogató rendszerhez. A 6. fejezet útmutatást ad a fejlesztés megkezdésének lépéseiről. Először a döntési problémánkat kell konkretizálni felhasználva a rendelkezésre álló információs anyagot, melyet a tanulmány röviden összegez. Megmutatja milyen módon javasolt elindulni a döntéshez szükséges szabályrendszer felállításához. Összegzésképpen a tanulmány rámutat arra, hogy a döntéstámogató rendszer kidolgozásának további lépéseire szakmai megbeszélések sorozatára lesz szükség, ahol a rendszer szoftverfejlesztői és a szakértők egyeztetnek a dokumentumban leírtakról, illetve megválaszolják közösen a nyitva hagyott kérdéseket. Ezt követően a programozási munka megkezdhető (Tanulmány: Vituki Consult IV/2b – 5.).

Adatbázis teszt. Jogosultsági rendszer kialakítása a technológiák 2D modelljének kidolgozása, tesztelése. Multimédiás anyagok készítése az adatbázisban tárolt módszerekhez (DIGIKOM)

Az innovatív kockázatelemzési és csökkentési módszerek adatbázisának második változatán dolgozunk jelenleg. Az adatbázist a projekt serverén üzemeltetjük (<http://www.mokkka.hu>), mely a tesztidőszakban csak belső felhasználók számára érhető el. Az adatbázisban háromféle adatlap tárolását biztosítjuk:

- Technológia adatlap
- Fizikai-kémiai felmérési módszerek adatlap
- Biológiai, ökotoxikológiai felmérési módszerek adatlap

Az egyes adatlapokhoz tartozó adatokat logikai egységekbe csoportosítottuk, ezekhez kapcsolódik egy-egy relációs adatbázis tábla illetve egy adatbeviteli űrlap. Az egyes adatlapokhoz különböző számú űrlap tartozik, bizonyos esetekben ugyanabból az űrlapból is több kapcsolódhat ugyanahhoz az adatlaphoz (például közreműködők, szennyezőanyag, konkrét alkalmazások, stb.).



Az adatbázis feltöltéséhez, aktualizálásához csak regisztrált felhasználóknak biztosítunk lehetőséget. A regisztráció során a felhasználótól csak néhány adatot kérdezzünk. A regisztráció során megadott email címre küldünk vissza egy bejelentkezési nevet, melynek segítségével és a regisztráció során a felhasználó

által megadott jelszóval jelentkezhet be a rendszerbe. Az egyes felhasználók négyféle jogosultsági csoportba sorolhatók

- system (rendszergazda)
- admin (mások által felvitt adatokat is módosíthatja)
- user (adatfelvitel és saját adatok módosítása)
- guest (adatok megtekintése)

5. ábra Regisztrációs űrlap

Az adatfeltöltést az interneten keresztül végezhetik el a regisztrált felhasználók. Az elterjedtebb böngésző programok segítségével érhető el a rendszer (PHP program rendszer), mely a bevitt adatokat MySQL adatbázisban tárolja el (3tier system).

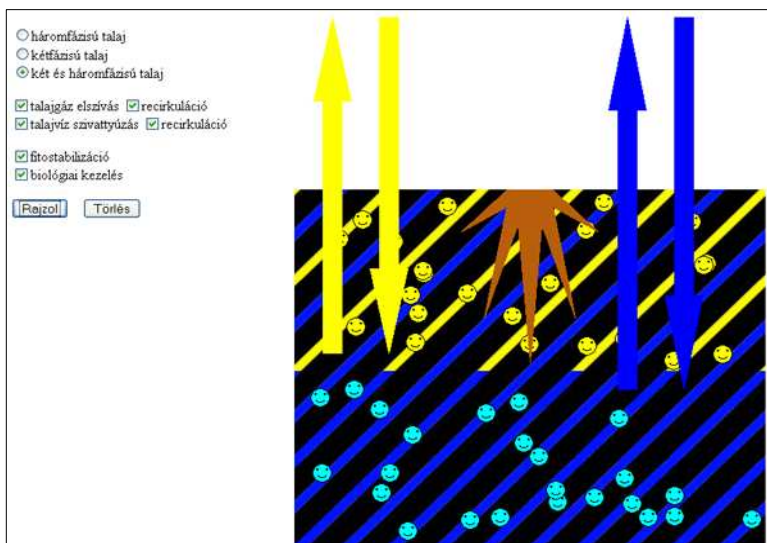
6. ábra Adatlapok beviteli felülete

Az adatbázisba bevitt adatok nem kerülnek közvetlenül az interneten keresztül bárki számára elérhető adatok közé, hanem csak egy köztes adatbázisba. A bevitt adatokat az adatfelvivő a rendszer segítségével ellenőrizhetik az adatbevitel után. Ez az ellenőrzés a kötelezően megadandó mezők kitöltöttségét és az adatok formai ellenőrzését (pl. évszamban csak számjegy karakterek lehetnek) foglalja magába. Az adatlapok különböző állapotokat vehetnek fel.

- **Bevitel közben** (még nem fejeződött be az adatbevitel, a felhasználó bármikor félbehagyhatja és folytathatja az adatbevitelt)
- **Ellenőrizve** (a rendszer által ellenőrzött adatlap)
- **Publikált** (verifikátor személy ellenőrizte az űrlapot, automatikusan átkerül a publikált adatbázisba) (Tanulmány: DigiKom IV/2.b. – 7.)

Az adatlap adatainak módosítása után az adatlap mindig visszakerül a „Bevitel közben” állapotba, melyet a rendszerrel ellenőriztetni kell, majd a verifikátor személy ellenőrzése után kerülnek csak át a módosítások a publikált adatbázisba. A publikált adatbázis adatai közvetlenül nem lehet módosítani. A publikált

adatbázis szerkezete megegyezik az adatbevitelhez használt adatbázis szerkezetével, tartalmuk annyiban tér el egymástól, hogy a publikált adatbázisba csak az ellenőrzött és verifikált adatlapok tartalma kerül át.



Az adatbázisban tárolt módszerek szemléletes 2D-s megjelenítéséhez egy interaktív rendszert hoztunk létre, mely Gruiz Katalin publikációjában megjelent piktogramokat alkalmazza. A felhasználók maguk állíthatják össze a módszert leíró 2D-s ábrát. Az így készült ábrát és más egyéb a módszerhez kapcsolódó képeket és multimédiás anyagokat is elhelyezhet a felhasználó az adatbázisban a módszer adatai mellett.

7. ábra 2D modell interaktív kialakítása

IV/4a A döntéstámogató rendszer összehangolása az EUGRIS rendszerrel

Az adatbázis szerkezetének összehangolása az EUGRIS rendszerével (VITUKI CONSULT)

A VITUKI CONSULT Zrt. **tanulmányt** készített a beszámolási időszak során, amelyben áttekinti:

- a MOKKA és az EUGRIS projekt fő jellemzőit,
- röviden ismerteti a három fő MOKKA információs adatbázis tartalmát és miként kapcsolódnak ezek az EUGRIS-ben meglévő adattartalomhoz,
- bemutatja a MOKKA projektben alkalmazni javasolt döntéstámogató eszközöket és technikákat.

A tanulmány megállapítja, hogy a MOKKA és EUGRIS adat és információs bázisok összekapcsolásából származó főbb előnyök a következők lehetnek:

- 1 A döntéstámogató eszköz nemzetközi fejlettségi szintet érhet el.
- 2 A MOKKA műszaki adatbázisának és ténylapjainak készítői adatokat gyűjthetnek, melyek segítik munkájukat.
- 3 A döntéstámogató eszköz, az EUGRIS keretében már összegyűjtött széleskörű információkat nyújthatja a magyar közönség számára is, felhasználóbarát formában.
- 4 Az EUGRIS megismerteti a magyar projekteket, eredményeket, szakértelmet és szervezeteket a szélesebb európai közönséggel is.
- 5 A MOKKA kiindulópontként használhatja a már létező EUGRIS szöveget a saját szótáraihoz, továbbá segíti az EUGRIS felhasználóit a magyar műszaki terminológia és a jogi-politikai kifejezések megértésében.
- 6 Az EUGRIS kiegészítő támogató információkat szolgáltat a döntéstámogató eszköz eredményeihez, mint például: kapcsolódó dokumentumok linkjei, kapcsolódó esettanulmányok (EURODEMO – korlátozott terjedelemben); a tárgyhoz tartozó K+F projektek, és széleskörű keresés/értesítés.

Rámutat a tanulmány arra is, hogy a MOKKA projektben kialakításra kerülő integrált döntéstámogató rendszer elősegítheti a szennyezett területek kezelésének jó gyakorlatát Magyarországon, hiszen:

1. Biztosíthatja, hogy minden érdekelt fél ugyanúgy hozzájuthasson az információkhoz, és minden érintettet segíti a feladatok megoldásában, azoknak is, akik nem specialisták az egyes területeken.
2. Egy könnyen elérhető viszonyítási pontot nyújthat a legjobb gyakorlat eléréséhez, azzal, hogy gyakorlati módon segíti a szennyezett terület kezelését egész Magyarországon.

3. Fórumot nyithat a döntéshozás és a közeljövőben megjelenő Talaj Keretirányelv lehetséges követelményeinek meghatározásához.

Hozzájárul továbbá a széleskörű tudatosság és fejlesztési igények kialakulásához. Ezen felül: (a) könnyű hozzáférést biztosít azon külföldi vállalatok számára, amelyek angol nyelvű összefoglalók alapján fel kívánják térképezni a magyarországi szennyezett területek helyzetét, (b) lehetőséget ad a magyar szervezetek számára, hogy megismertessék magukat az EU-ban és

(c) segít a magyar szervezeteknek partnert találni nemzetközi projektekhez, valamint segít üzleti lehetőségeket feltárni más országokban is (Tanulmány: Vituki Consult IV/4a. – 5.).

Előrehozott feladatok IV. 6 feladat Disszemináció

A projekt céljainak és eredményeinek népszerűsítése (Minden konzorciumi tag)

Egy sor konferencián, workshopon és tudományos fórumon vettünk részt, hogy a MOKKA Projektet ismertessük, népszerűsítsük, elérjük a potenciális felhasználókat.

Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás (2006. szeptember 19–21.)

A konferencia Kármentesítési szekciójában 4 előadás hangzott el, ebből 2 bekerült a konferencia kiadványba. A Mokka projekt általános ismertetését Zöldi Irma vállalta.

Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás (2006. október 24–26.)

A konferencián 4 előadás hangzott el a MOKKA konzorcium részéről, mind a négy anyag bekerült a konferenciakötetbe. Gruiz Katalin ismertette a MOKKA projekt céljait.

Számos innovatív módszerről hallottunk (pl. mintaelőkészítés nélküli Hg-mérés, SPME aromás szénhidrogének közvetlen mérésére, AOX), melyek később az adatbázisunkba kerülhetnek. Kapcsolatba léptünk az AIR (Országos Agrárkörnyezet-gazdálkodási Információs Rendszer) adatgyűjtő, -integráló, -elemző, értékelő, a környezet állapotának széles körű bemutatására vállalkozó adatbázis szerkesztőivel.

Ökotech 6. Nemzetközi környezetvédelmi és kommunális szakkiállítás, Innovatív kármentesítési technológiák. Brit-magyar szeminárium (2006. október 11.)

Konzorciumi tagunk, a KSzGySz szervezésében került sor erre a szemináriumra, melyen Magyarországot két előadás (Gruiz Katalin a MOKKA-ról és Radnai György a Retoxmet projektről tartott előadása) képviselte. Ez a szeminárium lehetőséget teremtett arra, hogy a MOKKA Projekt több brit kármentesítéssel foglalkozó cég képviselője és a megjelent kb. 80 magyar szakember előtt is ismertté váljon. A témával kapcsolatos érdeklődést jelezte az előadásokat követő élénk vita.

A szeminárium után megismerkedtünk az IRC hálózat magyar képviselőjével.

A KSZGYSZ a HUNGEXPO B pavilon 3/b standján jelent meg, itt többek között a MOKKA poszter is bemutatásra került. A MOKKA szórólapok elfogytak. A felméréshez szükséges kérdőívek kitöltését itt kezdtük meg.

A Kármentesítés aktuális kérdései c. Konferencia (2007. március 20–21.)

A KSZGYSZ szervezésében megrendezett Kármentesítési konferencián 200-an vettek részt, a magas szakmai színvonalú programban 23 előadás volt és panelvita. A konferencia előadásai során szó esett a KEOP kármentesítési vonatkozásairól, a kármentesítési projektek európai uniós támogatásának pénzügyi kérdéseiről, kármentesítési projektek PPP keretében történő megvalósításáról, számos innovatív kármentesítési technológiáról és főleg Magyarországon megvalósított ill. elkezdett kármentesítési projektről.

A konferencián a MOKKA projektet Gruiz Katalin mutatta be előadásában. A projekt céljain kívül a MOKKA saját verifikációs rendszerét ismertette.

MOKKA konferencia (2007. június 15.)

A konferenciát az Eurodemo európai projekt ülésével összekapcsolva rendeztük meg. Összesen 14 külföldi és 71 magyar résztvevő jelent meg. A 24 előadás magyar és angol nyelvű kivonatát az „Eurodemo Workshop-MOKKA Conference Abstracts-előadás összefoglalók” című kiadványban kapták meg a

részrtvevők (ISBN 978-963-420-912-6). Az előadások ábraanyagát is kötetbe rendeztük, és a regisztrált jelentkezők kezébe adtuk. A konferenciáról készült fotók felkerültek a MOKKA honlapra. Egy rövid film is készült, amely később majd a projektet bemutató film része lesz.

NKTH honlap

Az NKTH honlapján megjelent egy egész oldalas ismertetés a MOKKA-konferenciáról az alábbi URL címen: <http://www.nkth.gov.hu/main.php?folderID=774&articleID=5494&ctag=articlelist&iid=1>

A II. munkaszakaszban elkészült – megjelent vagy elfogadott – publikációk (cikkek, előadások), nyomtatott és elektronikus kiadványok, szabadalmak, stb. listája

Szakmai kordináció, a projekt népszerűsítésének háttéranyagai

Szórólap a MOKKA Projektéről angolul és magyarul

Szórólap a MOKKA Konferenciáról

Szórólap a MOKKA Konferencia programjáról

„Eurodemo Workshop and MOKKA Conference – Abstracts – Előadás összefoglalók” Kétnyelvű kiadvány (ISBN 978-963-420-912-6)

„Eurodemo Workshop and MOKKA Conference – Presentations – Előadás anyagok”

Tanulmányok, kísérleti tervek, előadások

II/2b feladat Új környezetoxikológiai módszerek kidolgozása talajokra II.

Interaktív tesztek teljes talajokra. Az alkalmazási lehetőségeik vizsgálata, kipróbálása

BME II/2b – 1.1.a. Feigl Viktória, Hajdu Csilla, Tolner Mária: Szennyezett talaj toxikusságának mérése mikrokcalorimetriás módszerrel (tanulmány)

BME II/2b – 1.1.b. Gruiz Katalin, Molnár Mónika, Ferwagner Anna: *Azomonas agilis* dehidrogenáz enzimaktivitás-gátlási teszt szennyezett talaj toxicitásának kvantitatív meghatározására (tanulmány és protokoll)

BME II/2b – 1.1.c. Hajdu Csilla, Gruiz Katalin: Szennyezett talajok mutagenitásának mérésére Ames-teszttel (tanulmány)

BME II/2b – 1.2.a. Molnár Mónika, Gruiz Katalin, Balogh Gábor: Természetes szennyezőanyag-csökkenést modellező mikrokozmoszok (tanulmány és protokoll)

BME II/2b – 1.2.b. Molnár Mónika, Gruiz Katalin, Kenesi Gyöngyi: Feltáródást modellező mikrokozmosz szennyezett talaj sorsának hosszú távú vizsgálatára (tanulmány és protokoll)

BME II/2b – 1.2.c. Molnár Mónika, Gruiz Katalin: Talajlégzés mérése zárt palack tesztben: biodegradáció és adaptáció vizsgálata (tanulmány és protokoll)

BME II/2b – 1.2.d. Molnár Mónika, Gruiz Katalin: Talajlégzés mérése levegőztetett oszlopreaktorban: biodegradáció dinamikus vizsgálata (tanulmány és protokoll)

BME II/2b – 1.2.e. Vaszita Emese, Gruiz Katalin, Szabó János: Bioleaching mikrokozmosz (tanulmány és protokoll)

BME II/2b – plusz feladat Tolner Mária, Nagy Gáspár: *In situ* mérések előnyeinek demonstrálása hordozható XRF készülékkel (tanulmány)

BME II/2b – 4. Vaszita Emese, Gruiz Katalin, Fenyvesi Éva, Romy-Alice Goy: Peszticiddal szennyezett terület felmérése, Csömend (tanulmány)

VITUKI II/2b – 4. Zöldi Irma és mtsai: Új környezetoxikológiai módszerek kidolgozása talajokra I. Interaktív tesztek kidolgozása talajra, üledékre Az alkalmazási lehetőségeik vizsgálata, kipróbálása. (jelentés)

II/3 feladat Korai figyelmeztető rendszerek pontforrásokra és ipari kibocsátókra valamint környezeti elemekre. Új módszerek fejlesztése, műszerfejlesztés, alkalmazhatóságuk vizsgálata.

Aqua Concorde II/3. – 2. Cserfalvi Tamás: Talaj pH-Eh-EC-T multiparaméteres szonda fejlesztése (Jelentés)

Aqua Concorde II/3. – plusz feladat Cserfalvi Tamás: Nehézfém-mérő monitor szennyvíz és felszíni vizek szennyeződésének kimutatására ipari kibocsátás monitorozására (Tanulmány)

BME II/3. – 1. Gruiz Katalin és mtsai: Korai figyelmeztetőrendszerek a környezeti kockázat előrejelzésére (irodalmi tanulmány)

VITUKI II/3. – 4. Zöldi Irma és mtsai: Korai figyelmeztető rendszerek pontforrásokra és ipari kibocsátókra valamint környezeti elemekre. Új módszerek fejlesztése, műszerfejlesztés, alkalmazhatóságuk vizsgálata (tanulmány)

CycloLab II/3. – 6. Fenyvesi Éva és mtsai: Ciklodextrin-tartalmú szenzorok, mint korai figyelmeztető rendszerek (tanulmány és jelentés)

KSZGYSZ II/3. – 8. Czibók Ágnes és mtsai: Korai figyelmeztetőrendszerek. Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás (tanulmány)

II/4 feladat Szennyezőanyag mobilitása. A biológiai hozzáférhetőség és a talajfázisok közötti megoszlás jellemzésére alkalmas fizikai-kémiai és biológiai módszerek, illetve ezek kombinációi Új módszerek kidolgozása, alkalmazhatóságuk vizsgálata.

BME II/4 – 1.1.a. Gruiz Katalin, Hajdu Csilla: A szennyezőanyagok mobilitása/hozzáférhetősége szennyezett talajban: elméleti áttekintés és kísérleti terv elkészítése (tanulmány és terv)

BME II/4 – 1.1.b. Molnár Mónika, Gruiz Katalin, Halász Magdolna: Integrált módszeregyüttes kőszénkátrány olajjal szennyezett talaj bioremediációjának tervezéséhez “Integrated methodology to evaluate bioremediation potential of creosote-contaminated soils” (tanulmány)

BME II/4 – 1.2.a. Feigl Viktória, Anton Attila, Murányi Attila, Pásztor Marianna, Tuba Dániel: Revitalizáció hatásának vizsgálata szabadföldi kémiaival kombinált fitostabilizációs kísérletben (tanulmány)

BME II/4 – 1.2.b. Feigl Viktória, Pásztor Marianna: Szabadföldi kémiaival kombinált fitostabilizációs kísérlet pernyével és mésszel (tanulmány)

BME II/4 – 1.2.c. Feigl Viktória, Gruiz Katalin: Laboratóriumi mikrokozmosz kísérlet pernyével (tanulmány)

BME-CYCLOLAB II/4 – 1.2.d. Hajdu Csilla, Gruiz Katalin, Fenyvesi Éva: Biológiai hozzáférhetőség jellemzése: pentaklórfenollal szennyezett talaj vizes, ciklodextrines kivonás és teljes talaj mutagenitásának összehasonlítása (tanulmány)

BME II/4 – 1.3.a. Feigl Viktória, Atkári Ágota: Fémek mobilitásának vizsgálata talajban szakaszos és folyamatos kivonással – a két módszer összehasonlító értékelése (tanulmány)

BME II/4 – 1.3.b. Tolner Mária: Új eszközök fejlesztése pórusvíz-minta vételére (kísérleti jelentés)

MTA-TAKI II/4 – 3. Murányi Attila és mtsai: A nehézfémek mobilizálódását befolyásoló talajtulajdonságok meghatározása. A kémiai kockázatok becslése Cd és Cu esetében.

VITUKI CONSULT II/4 – 5. Fehér János és mtsai: A MOKKA döntéstámogatási rendszer modellezési adatbázisának kialakítása (Tanulmány és terv: II/4.)

CYCLOLAB II/4 – 6. Balogh Klára és mtsai: A ciklodextrines extrakció és az oldószeres extrakció összehasonlítása dízelolajjal és pakurával szennyezett talajok esetén (jelentés)

KSZGYSZ II/4 – 8. Czibók Ágnes és mtsai: Szennyezőanyag mobilitása. Áttekintés a hazai gyakorlatról, igényfelmérés, információtovábbítás (tanulmány)

II/5 feladat QSAR alkalmazása és beépítése a kockázatmenedzsment eszköztárába

Elméleti áttekintés és gyakorlati alkalmazási példák. A hozzáférhető szoftverek ismertetése, összehasonlítása.

BME II/5 – 1. Hajdu Csilla, Gruiz Katalin: QSAR modellen alapuló toxicitás előrejelzés perspektívái, különböző szoftverek összehasonlítása általánosa és gyakorlati példával (tanulmány)

III/2b feladat Remediáció elmélete és gyakorlata II: EU és magyar innovatív technológiák összegyűjtése, osztályozása.

BME III/2b – 1.a. Vaszita Emese: Innovatív talaj- és talajvíz remediációs technológiák az EURODEMO adatbázisból (lista)

BME III/2b – 1.b. Gruiz Katalin: Innovatív, talaj- és talajvízremediációs technológiák perzisztens és egyéb problémás szennyezőanyagokra (lista)

BME III/2b – 1.c. Feigl Viktória: Passzív vízkezelési technológiák (lista)

BME III/2b – 1.d. Molnár Mónika, Gruiz Katalin: Két szerves szennyezőanyaggal szennyezett modelleterületen folytatott szabadföldi kísérlet tapasztalatainak és eredményeinek összehasonító értékelése (tanulmány)

BME III/2b. – 1.e. Alette Langenhoff: : In situ innovative remediation technologies (tanulmány)

BME III/2b. – 1.f. Alette Langenhoff: Bioremediation of areas polluted with chlorinated and non chlorinated hydrocarbons (MOKKA konferencia előadás)

BME III/2b – 1.g. Lenka Wimmerova: Innovative Methods for Contaminated Soil and Groundwater Remediation Applied by Dekonta Co.; (MOKKA konferencia előadás)

MTA-TAKI III/2b – 3. Anton Attila és mtsai: Innovatív technológiák Tematikus szakirodalmi áttekintés

CYCLOLAB III/2b – 6.a. Fenyvesi Éva és Meggyes Tamás: Lista az adalékos és résfalas technológiákról

CYCLOLAB III/2b – 6.b. Fenyvesi Éva és mtsai: Adalékokkal segített remediációs technológiák (tanulmány)

CycloLab III/2b – 6.c. Meggyes Tamás: Passzív kezelések: reaktív falak (tanulmány)

KSZGYSZ III/2b – 8.a. Lista a magyarországi innovatív technológiákról (tanulmány)

KSZGYSZ III/2b – 8.b. Székely Anna és mtsai: Remediáció elmélete és gyakorlata II. Információgyűjtés a hazai gyakorlatról, az adatbázis előkészítése (tanulmány)

KSZGYSZ III/2b – 8.c. Radnai György: Élesztőgombák hasznosítása fémmel szennyezett talaj remediációjában (MOKKA konferencia előadás: III/2.b.)

KSZGYSZ III/2b – 8.d. Gasparovszky Zsuzsanna: Szilárd települési hulladéklerakón keletkező csurgalékvíz tisztítása természet-közeli eljárással (MOKKA konferencia előadás: III/2.b.)

III/3a feladat Verifikációs módszerek kidolgozása: a verifikáció szempontjai nak áttekintése, különös tekintettel a piacképesség követelményére

BME III/3a – 1.a. Vaszita Emese: Környezeti technológia verifikáció a PROMOTE nyomán (előadás)

BME III/3a – 1.b. Gruiz Katalin és Molnár Mónika: Verifikációs módszer kidolgozása (előadás)

BME III/3a – 1.c. Gruiz, K., Molnár, M., Fenyvesi, É.: Evaluation and verification of soil remediation (tanulmány)

BME III/3a – 1.d. Dietmar Müller: Environmental efficiency (MOKKA konferencia előadás)

BME III/3a – 1.e. Nataša Černila Zajc: Evaluation protocol description (tanulmány)

VITUKI-BME III/3a – 4. Gruiz Katalin: Verifikációs módszerek kidolgozása. (tanulmány)

VITUKI III/3a – 4. Zöldi Irma és mtsai: Verifikációs módszerek kidolgozása. A FAVI-KÁRINFO bemutatása (elemzés)

KSZGYSZ: III/3a – plusz feladat Czibók Ágnes és mtsai: A technológia verifikálás szempontjai a hazai gyakorlatban (tanulmány)

III/4b feladat Remediációs technológiák fejlesztése, II. Saját fejlesztésű innovatív technológiák laboratóriumi megalapozása, pilot alkalmazása és szabadföldi beállítása.

BME III/4.b. – 1. Feigl Viktória: Pernyék stabilizáló hatásának vizsgálata laboratóriumi mikrokozmoszban (tanulmány)

BME III/4b – 1.a. Feigl Viktória, Tuba Dániel: Pernyék stabilizáló hatásának vizsgálata liziméteres kísérletben (tanulmány)

BME III/4b – 1.b. Feigl Viktória, Sebestyén Zoltán: Pernyék stabilizáló hatásának vizsgálata kisméretű szabadföldi kísérletben (tanulmány)

BME III/4b – 1.c. Gruiz Katalin-Fenyvesi Éva: TCE és más klórozott szénhidrogénekkal szennyezett talajvíz remediálása. Esettanulmány: Mezőlak az innovatív remediáció modellterülete (esettanulmány és kísérleti terv)

BME III/4b – 1.d. Molnár Mónika, Gruiz Katalin: Biodegradáción alapuló remediáció tervezése pakurával szennyezett talajon (tanulmány)

BME III/4b – 1.e. Alette Langenhoff: In situ Bioremediation (tanulmány)

MTA-TAKI III/4b. – 3.a. Murányi Attila és mtsai: A fitostabilizációs technológia fejlesztése többlépcsős revitalizációval

MTA-TAKI III/4b – 3.b. Murányi Attila és mtsai: Remediációs technológiák fejlesztése II. Technológia-fejlesztés: Saját fejlesztésű innovatív technológiák laboratóriumi optimalizálása. A kisüzemi technológia beüzemelése, próbagyártás. In situ, szabadföldi kísérletek beállítása.

CYCLOLAB III/4b – 6.a. Fenyvesi Éva: A szerves szennyezőanyagokkal szennyezett területek jellemzői. (jelentés)

CYCLOLAB III/4b – 6.b. Balogh Klára és mtsai: Szabadföldi technológiák laboratóriumi megalapozása: TCE kölcsönhatása ciklodextrinekkal (jelentés)

KSZGYSZ III/4b – 8. Székely Anna és mtsai: Remediáció fejlesztése II. Információgyűjtés új fejlesztésű technológiákról, az adatbázis és verifikálás előkészítése (tanulmány)

IV/1b feladat Magyarországi döntéstámogató rendszer: kockázatfelmérésben szerepet játszó tesztmódszerek, II. a DTR-be kerülés kritériumainak meghatározása, az adatbázis elindítása a vizsgálatba vont metodikákkal.

BME IV/1b – 1.a. Gruiz Katalin: MOKKA Kockázatfelmérési módszerek bemutatásának terve (tanulmány és terv)

BME IV/1b-1.b. Gondi Ferenc és mtsai: Környezeti kockázatfelmérés (tanulmány animált ppt: IV/1.b.)

BME IV/1b – 1.c. Gruiz Katalin: Adatbázisszerkezet és DST terve (előadás)

BME IV/1b – 1.d. Feigl Viktória: Az ökotoxikológiai adatlap – a fejlesztés története (tanulmány és adatlap)

CYCLOLAB IV/1b – 6. Fenyvesi Éva és mtsai: A fizikai-kémiai módszerek adatlapjának története és maga az űrlap (tanulmány és adatlap)

IV/2b feladat Magyarországi döntéstámogató rendszer: innovatív remediációs technológiák, I. Előkészítés 2. A DTR előkészítése: a DTR megalapozása, a technológiai adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, a DTR koncepció-terve, a technológiák 2D modelljének kidolgozása

BME IV/2b – 1.a. Feigl Viktória: A technológiai adatlap – a fejlesztés története (tanulmány és adatlap)

BME IV/2b – 1.b. Feigl Viktória: Vegyi anyag lista – a fejlesztés története (tanulmány és lista)

BME III/4.b. – 1.c. Gruiz Katalin: Technológialista (lista)

BME III/4.b. – 1.d. Gruiz Katalin: Technológiválasztási döntéstámogató sémák (előadás)

VITUKI IV/2b – 4 Zöldi Irma és mtsai: Magyarországi döntéstámogató rendszer: innovatív remediációs technológiák, I. Az adatbázis fejlesztés megalapozása, előkészítése. A technológiai adatlap kialakítása. (tanulmány)

VITUKI CONSULT IV/2b-5 Fehér János és mtsai: A MOKKA döntéstámogató rendszer tervezése (tanulmány)

DIGIKOM IV/2b-7 Siki Zoltán és mtsai: Adatbázis teszt. Jogosultsági rendszer kialakítása a technológiák 2D modelljének kidolgozása, tesztelése. Multimédiás anyagok készítése az adatbázisban tárolt módszerekhez (tanulmány)

IV/4a A döntéstámogató rendszer összehangolása az EUGRIS rendszerrel

IV/6 feladat Disszemináció: Tudományos publikációk, részvétel hazai és nemzetközi konferenciákon, az új eredmények terjesztése az oktatásban, workshopok rendezése.

BME IV/6 Vaszita Emese, Gruiz Katalin: MOKKA Konferencia és EURODEMO Workshop (beszámoló)

A MOKKA Konferencián elhangzott előadások:

Hans van Duijne: Az innovatív talajremediáció és a felhasználók igénye

Jörg Frauenstein: Az EUGRIS adatbázis: a MOKKA nemzetközi háttere

Hervé Gaboriau: Remediációs technológiák piacra kerülésének segítése

John Henstock: Az EURODEMO adatbázis első tapasztalatai

Dietmar Müller: Remediációs technológiák környezeti hatékonysága

Gruiz Katalin: MOKKA az okos környezetmenedzsmentért

Zöldi Irma: Kockázatközpontú környezetmenedzsment egyes kérdései

Czibók Ágnes: Kockázatközpontú környezetmenedzsment: igényfelmérés

Gondi Ferenc: Szennyezett területek kvantitatív kockázatelemzése

Wolfgang Sand: Savas kioldódás korlátozásának vizsgálata szabadföldi liziméterben

Alette Langenhoff: Klórozott és nem klórozott szénhidrogénnel szennyezett terület bioremediációja

Meggyes Tamás: Reaktív rézfalak hatékonyságának növelése

Fenyvesi Éva: Ciklodextrines kezeléssel kombinált talajremediációs technológiák

Lenka Vesela: Innovatív talaj és talajvíz remediáció

Simon László: Nehézfémekkel szennyezett talaj és víz fitoremediációja

Anton Attila, Murányi Attila: Hatékony fitoremediáció

Theo Thewys: A fitoremediáció gazdasági aspektusai

Szomolányi Mária: Távérzékelés, a jövő ígéretes eszköze

Siki Zoltán: GIS alapú terjedési modellek pont és diffúz szennyezőforrásokra

Nagy Attila: Szennyezett területek hiperspektrális felmérése

Molnár Mónika: Interaktív környezettoxikológiai tesztek talajra

Sarkadi Adrienn: In situ nehézfém-analízis hordozható XRF-el

Gasparovszky Zsuzsanna: Szilárd települési hulladéklerakón keletkező csurgalékvíz tisztítása természetközeli eljárással

Radnai György: Élesztőgombák hasznosítása fémmel szennyezett talaj remediációjában

A Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállításon elhangzott MOKKA előadások

Zöldi Irma: Modern módszerek a környezeti kockázat felmérésére

Feigl Viktória, Atkári Ágota, Uzinger Nikolett, Gruiz Katalin: Fémmel szennyezett területek integrált kémiai és fitostabilizációja

Fenyvesi Éva, Gruiz Katalin: Ciklodextrines kezeléssel kombinált technológiák szennyezett területek környezeti kockázatának csökkentésére

Gruiz Katalin, Vaszita Emese és Siki Zoltán: Bányászati eredetű diffúz szennyezettség komplex kezelése

Az Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállításon elhangzott MOKKA előadások

Gruiz Katalin: Modern kockázatalapú környezetmenedzsment alapjai

Anton Attila, Máthéné Gáspár Gabriella, Uzinger Nikolett: Fitoremediáció bányászati eredetű diffúz szennyezések kezelésére

Hajdu Csilla, Gruiz Katalin, Fenyvesi Éva: Szerves talajszennyező anyagok fázisok közötti megoszlása és biológiai hozzáférhetősége

Murányi Attila: A növény által felvehető talajoldat nehézfém-szennyezettsége

Ökotech 6. Nemzetközi környezetvédelmi és kommunális szakkiállítás, Innovatív kármentesítési technológiák 11.10.2006. Brit-magyar szemináriumon elhangzott MOKKA előadás

Gruiz Katalin: Innovative Decision Support Tools for Risk Based Management of the Environment in Hungary

A Kármentesítés aktuális kérdései c. Konferencián elhangzott MOKKA előadás

Gruiz Katalin, Molnár Mónika: Remediációs technológiák monitoringja és verifikációja

Publikációk

BME publikációk

Gruiz, K. and Vaszita, E.: Tiered risk assessment of diffuse pollution of mining origin – In: Book of Abstracts of the 10th Specialised International Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, IWA DipCon 2006, 18–22 September, 2006, Istanbul, pp.199–2000

Gruiz, K.; Vaszita, E. and Siki, Z.: Bányászati eredetű diffúz szennyezettség komplex kezelése – In: Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás kiadványa, 2006. szeptember 19–21, pp.109–122

Feigl, V.; Atkári, Á.; Uzinger, N, és Gruiz, K.: Fémmel szennyezett területek integrált kémiai és fitoremediációja – In: Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás kiadványa, 2006. szeptember 19–21, pp. 99–107

Gruiz, K.: Modern kockázarközpontú környezetmenedzsment alapjai – In: XX Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás kiadványa, 2006. október 24–26, Balatonfüred, pp. 44–50

Hajdu, Cs.; Gruiz, K.; and Fenyvesi, É.: Szerves talajszennyező anyagok fázisok közötti megoszlása és biológiai hozzáférhetősége – In: XX. Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás kiadványa, 2006. október 24–26, Balatonfüred, pp. 65–78

Molnár, M., Gruiz, K. and Halász, M.: Integrated methodology to evaluate bioremediation potential of creosote-contaminated soils – In: Periodica Polytechnica, Chemical Engineering, 51/1 (2007), pp.23–32

Gruiz, K.; Vaszita, E. and Siki, Z.: Tiered risk assessment of point and diffuse pollution source of mining origin, – In: Summaries of Interventions of the Difpolmine Conference, 12–14 December, 2006, Montpellier, France

Gruiz, K.; Vaszita, E. and Siki, Z.: Tiered risk assessment of point and diffuse pollution source of mining origin, – In: Conference proceedings CD of the Difpolmine Conference, 12–14 December, 2006, Montpellier, France

Fenyvesi, É. és Gruiz, K.: Ciklodextrines kezeléssel kombinált talajremediációs technológiák – In: EURODEMO workshop és MOKKA konferencia előadás összefoglalók, Budapest, 2007. június 14–15 p.40, BME ABÉT & MOKKA Konzorcium, ISBN 978-963-420-912-6

Fenyvesi, É. and Gruiz, K.: Soil remediation technologies combined with cyclodextrin treatment – In: Book of Abstracts of MOKKA Conference and EURODEMO Workshop, (Meeting date: 14–15 June 2007, p.40, Budapest, Hungary), BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

Molnár, M. és Gruiz, K.: Interaktív környezettoxicológiai tesztek talajra – In: EURODEMO workshop és MOKKA konferencia előadás összefoglalók, Budapest, 2007. június 14–15, p.52, BME ABÉT & MOKKA Konzorcium, ISBN 978-963-420-912-6

Molnár, M. and Gruiz, K.: Interactive soil toxicity test – In: Book of Abstracts of MOKKA Conference and EURODEMO Workshop, (Meeting date: 14–15 June 2007), p.40, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

Gruiz, K. és Molnár, M.: Remediációs technológiák monitoringja és verifikációja – In: Előadás összefoglalók, A kármentesítés aktuális kérdései, KSZGYSZ konferencia, (Budapest, március 20–21, 2007). pp. 7–8. Budapest, KSZGYSZ.

Gruiz, K., Molnár, M. and Fenyvesi, É.: Evaluation and verification of soil remediation – In: Environmental Microbiology Research Trends, Nova Science Publishers, Inc., *közlésre elfogadva*, www.novapublishers.com

Feigl, V., Atkári, Á., Anton, A. and Gruiz, K.: Chemical stabilisation combined with phytostabilisation applied to mine waste contaminated soil in Hungary – In: Advanced Materials Research Vols. 20–21 (2007), pp. 315–318, Trans Tech Publications, Switzerland

Gruiz, K., Vaszita, E. and Siki, Z.: Environmental toxicity testing in the risk assessment of a metal contaminated mining site in Hungary – In: Advanced Materials Research Vols. 20–21 (2007), pp. 193–196, Trans Tech Publications, Switzerland

Gruiz, K., Vaszita, E., Siki, Z. and Feigl, V.: Environmental risk management of an abandoned mining site in Hungary – In: Advanced Materials Research Vols. 20–21 (2007), pp. 221–225, Trans Tech Publications, Switzerland

Diplomadolgozatok

Boros Marianna (2007)	Vasúti technológiák környezeti hatásainak kockázatelemzése
Bagi Andrea (2007)	Ipari tevékenység során szennyeződött talaj és talajvíz remediációja
Ecsedi Mónika (2007)	Szénhidrogénnel szennyezett terület kockázatcsökkentő eljárásainak bemutatása egy mintaterület segítségével
Kapocs Eszter(2007)	Talajminták mikrobiológiai aktivitásának vizsgálata OxiTop Control légzésmérő készülékkel
Varsics Júlia (2007)	Toxicitás vizsgálata lumineszcencia alapján

Ph D dolgozatok

Molnár Mónika (2007)	Szennyezett talaj ciklodextrinnel intenzifikált bioremediációja – tervezéstől az alkalmazásig
----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Leitgib Laura – Ph D dolgozat folyamatban

MTA TAKI publikációk

A Anton, A Murányi (2007) Efficient phytoremediation. MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 44, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

N Uzinger, T Szili Kovács, I Villányi, A Anton. (2007) Change of several soil enzyme activities in the course of chemical heavy metal stabilization in soil incubation experiment (poster), Enzymes in the Environment. Third International Conference, 15-19 July, 2007. Viterbo, Italy, Proceedings 2007:109

Anton, A., Máthéné G., G., Uzinger N., (2006) Fitoremediáció bányászati eredetű diffúz szennyezések kezelésére, Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás, 2006. október 24-26., Budapest, Tanulmánykötet 6-11, 2006

VITUKI publikációk

I. Zöldi: The MOKKA Project - Register of remediation techniques and technologies. MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 270, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

VITUKI CONSULT publikációk

M.Szomolányi Ritvay, G. Frombach: Remote sensing, promising tool of the future. MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 47, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

CycloLab publikációk

Balogh, K.; Szaniszló, N., Otta, K., Fenyvesi, E.: Can CDs Really Improve the Selectivity of Extraction of BTEX Compounds? J. Inclusion Phenomena Macrocycl. Chem., 57(1-4), 457-462. 2007

É. Fenyvesi, K. Gruiz: Soil remediation technologies combined with cyclodextrin treatment. MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 40, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

T. Meggyes, M. Csóvári, K. E. Roehl, F.-G. Simon: Enhancing the efficacy of permeable reactive barriers MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 38, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-

Roehl, E. K., Czurda, K., Meggyes, T., McDonald, C. (2007) Enhancing the safety of tailings management facilities. Land Contamination & Reclamation, Vol. 15, No. 2., pp. 145-155.

Böhm, J., Debreczeni, Á., Faitli, J., Gombkötő, I., Meggyes, T. (2007) High-concentration hydraulic transport of tailings. Land Contamination & Reclamation, Vol. 15, No. 2., pp. 195-217.

Meggyes, T. (ed.) (2007) Sustainable environmental protection. Forschungsbericht 280. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Berlin. p. 54

Meggyes, T. (2007) Sustainable environmental protection. In: Meggyes, T. (ed.) (2007) Sustainable environmental protection. Forschungsbericht 280. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Berlin. p. 5 – 13.

Debreczeni Á. and Meggyes T. (2007) Hydromechanisation for Environmental Protection: from Dilute Hydraulic Transport to Paste Technology. In: Meggyes, T. (ed.) (2007) Sustainable environmental protection. Forschungsbericht 280. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Berlin. p. 20 – 26

Meggyes, T., Roehl, E. K., Dixon-Hardy, D. (eds.) (2007) Tailings Management Facilities. EPP Publications. p. 400 (In press).

Debreczeni, Á., Gombkötő, I., Meggyes, T. (2007) Existing slurry handling, treatment and transport techniques, including dewatering and paste technologies. In: Meggyes, T., Roehl, E. K., Dixon-Hardy, D. (eds.) Tailings Management Facilities. EPPPublications. p. 200 – 355 (In press).

DigiKom publikációk

Z. Siki: GIS-based transport modelling for point and diffuse pollution sources. MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 49, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

KSZGYSZ publikációk

Á. Czibok: Risk Based Environmental Management: Survey on Demand. MOKKA Conference, 15 June, 2007. Budapest, Hungary, Abstracts 2007: p. 29, Budapest, Hungary, BME ABÉT & MOKKA Consortium, ISBN 978-963-420-912-6

Rövid összefoglalás

A MOKKA Projekt első szakaszában az elméleti alapok áttekintése és a konzorcium tagjainak közös nevezőre kerülése volt a fő cél a további együttműködés érdekében. Elkezdtük a saját fejlesztéseket, kialakítottuk a nemzetközi együttműködések és elkezdtük az adatgyűjtést.

A **második munkaszakaszban** a saját fejlesztések kerültek a középpontba. Talajtoxicitási és mutagenitási tesztek és talajmikrokozmoszokat fejlesztettünk különböző célokra zárt és nyitott mini-reaktorokban, liziméterekben.

A környezeti kockázat felméréséhez animált útmutatót készítettünk, mely a MOKKA adatbázis része lesz. A vegyi anyagok és szennyezőanyagok környezeti kockázatának meghatározásában döntő szerepet játszó paraméterek, mint a vegyi anyagok mobilitása és biológiai hozzáférhetősége ma még nehezen mérhető, nincs megfelelő, egységes metodika. Több lépésben közelítettük ezt a problémakört: a matematikai modellektől (QSAR, fémek megoszlása) a fizikai-kémiai modelleken (fémek megoszlása, hozzáférhetőség modellezése ciklodextrinek alkalmazásával) és biológiai modelleken (laboratóriumi biotesztek) keresztül az ökoszisztéma teszteléséig vezető skálán.

Az új módszerek alkalmazását is vizsgáltuk. A fizikai-kémiai, környezettoxikológiai, biodegradációs és bioakkumulációs tesztek eredményeinek integrált alkalmazását esettanulmányokon mutattuk be.

A második munkaszakasz másik nagy blokkja a remediációs technológiák fejlesztése volt.

A toxikus fémekkel szennyezett talaj kémiaival kombinált fitoremediációjával és az integrált talajrevitalizációval eljutottunk a szabadföldi kísérletekig: egy kísérletsorozat a nyár közepén, a másik ősszel indult el. Ezeket a kísérletek 2008 folyamán tovább folytatjuk.

Szerves anyagokra fejlesztett innovatív technológiáinkat laboratóriumi kísérletekkel alapoztuk meg, a szabadföldi kísérletek augusztusban kezdődtek meg a kiválasztott klórozott szénhidrogénnel szennyezett talajjal, illetve talajvízzel.

Az innovatív talajremediációs technológiák elterjedésének egyik akadály a bizalom hiánya. Ezen segíthet a technológiaverifikáció. Összegyűjtöttük az európai kezdeményezéseket és kifejlesztettünk egy mérnöki alapokon nyugvó technológia-verifikációs módszert, melyet az adatbázisba kerülő technológiák esetében is szeretnénk kritériumként alkalmazni.

Az innovatív technológiák terjedésének másik akadály a szakmai ismeretek, alkalmazási gyakorlat hiánya. Reprezentatív felmérést végeztünk a magyar vállalkozók és felhasználók körében, valamint a magyar Kármentesítési Program adatbázisa alapján. Ezekből világossá vált, hogy a magyar rutin alig alkalmaz innovatív módszereket: a technológiák ismeretében volt viszonylag legjobb a helyzet, de a hozzáférhetőség, mobilizáció, korai figyelmeztető rendszerek és a QSAR területén szinte egyáltalán nincsenek ismeretek, így alkalmazás sem.

Felmérve az adatbázis létrehozásának feladatát, úgy döntöttünk, hogy nem várhatunk a 3. munkaszakaszig, mert egy év arra nem lesz elegendő. Az európai kapcsolataink is jól alakultak, az adatbázis feltöltésének elkezdése időszerűvé vált. Ahhoz viszont meg kellett határozni az adatbázisba kerülés kritériumait mindegyik tervezett al-adatbázis esetében, így a fizikai-kémiai talajvizsgálati, a környezettoxikológiai és biológiai tesztek adatbázisában, a terjedési és sorsmodellek valamint a remediációs technológiák adatbázisában. Ez megtörtént, a kritériumokat az adatlapok kérdéseibe beépítettük, az adatlapok több verzióját teszteltük próbakitöltésekkel, majd elkészítettük az on-line változatokat. Az adatbázis megnyílt belső használatra, a magunk fejlesztette módszereket már be is vittük az adatbázisba. A technológiák adatbázisába való potenciális bekerüléshez összegyűjtöttünk néhány száz innovatív technológiát, melyek fejlesztői közül fogunk felkérni az adatlapok kitöltésére. Kidolgoztuk az adatbázis használatának szabályait, harmonizálását az EUGRIS adatbázissal és az EUGRIS-hoz kapcsolódás tervét.

Az egész projektet átfogó esemény volt a MOKKA Konferencia, amit magyar és külföldi partnereinkkel, a MOKKA adatbázis szempontjából is fontos közreműködőkkel tartottunk meg.

Egyre gyarapodik a MOKKA lexikon, mintegy 600 címszót gyűjtöttünk össze, melyből mintegy 400-at már kidolgoztunk.