



MODERN KOCKÁZATALAPÚ KÖRNYEZETMENEDZSMENT ALAPJAI *Gruiz Katalin*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szt. Gellért tér 4. 1111-Budapest
Telefon: (361) 463 2347 Email: gruiz@mail.bme.hu, <http://www.mokka.agt.bme.hu>

A MODERN KOCKÁZATALAPÚ KÖRNYEZETMENEDZSMENT ALAPJAI című „MOKKA” projekt a kockázatalapú környezetmenedzsment megalapozásához teremt modern mérnöki eszköztárat. A kockázatszempon্তু környezetmenedzsmenttel kapcsolatos módszereket, technológiákat adatbázisokba gyűjti. Több szempontú szűrés, értékelés után a begyűjtött módszerek internet alapú döntéstámogató mérnöki rendszerbe kerülnek, ahol az érdeklődők számára könnyűszerrel és közérthető formában elérhetőek.

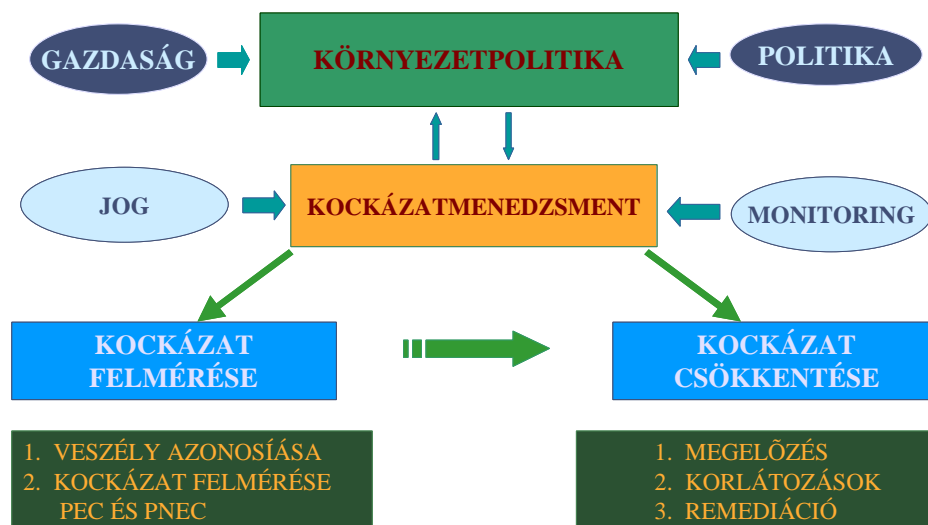
Bevezetés

A környezeti kockázatmenedzsment eszköztárának alapelemei forradalmi változáson mentek át az elmúlt évtizedben. Az új elnevezések, kifejezések használata és értelmezése ma már szerves részévé vált az innovatív környezetvédelmi technológiákkal foglalkozó európai kutatás-fejlesztési projekteknek. Ilyen kifejezések például „a kockázat vagy hatás alapú döntési rendszerek”, a „hatás/kockázat alapú monitoring rendszerek”, a „hatás alapú környezetminőségi kritériumok (határértékek, célállapot, beavatkozási értékek stb.)”. Néhány sajátos esetben a toxicitás alapú döntési rendszerekhez hasonló, méréssel alátámasztott hatás alapú döntési rendszereket dolgoztak ki. Maguk a kifejezések is arra utalnak, hogy a környezetvédelemmel kapcsolatos döntések meghozói döntéseikben egyre inkább szeretnének a szennyezőanyagok mennyiségi kockázati értékeire támaszkodni.

Ez a megközelítés megköveteli a szennyezőanyagok által képviselt környezeti kockázat mennyiségi (számszerű) meghatározását.

A MOKKA projekt tudományos háttere

A környezetszennyezés kockázatának menedzsmentje, melyet a jogi háttér és a környezet állapotát jelző monitoring rendszer támogat, a környezetpolitika eszköztárának fő eleme. A környezeti kockázatmenedzsment két oldala a kockázat felmérése és a kockázat csökkentése. Mindkettő innovatív integrált módszereket és technológiákat használ.



1 ábra: A környezeti kockázatmenedzsment két oldala

A környezeti kockázat felmérése

A modern kockázatelemzési eljárás alapvető jellemzői: 1. iteratív jellegű (sok apró, vagy néhány nagyobb lépésből áll), 2. ezért adathiányos állapotban is elindítható, 3. pesszimista (konzervatív) megközelítést alkalmaz. Ez a három jellemző biztosítja, a negatív eredményt adó esetek mielőbbi kizárását, a pozitív esetek kiejtésének egyértelmű megelőzését és a felmérés költség-hatékonyágát, hiszen csak azoknak az eseteknek van költsége, amelyeknek kockázata is van.

Az elmúlt évtized felismerése, hogy a hagyományosan alkalmazott fizikai-kémiai módszerek önmagukban nem adnak elegendő információt a szennyezőanyagok környezeti kockázatának megítéléséhez. A környezetbe kikerülő vegyi anyagok/szennyezőanyagok sorsa, időbeni változásai, a környezeti elemek különböző fázisai közötti megoszlása, biológiai lebonthatósága, bioakkumulációs képessége és biológiai hatásai pusztán kémiai analitikai adatokból korrekt módon nem becsülhetők meg. Tisztán kémiai módszerekkel még nehezebb értelmezni a különböző kölcsönhatásokat, így a szennyezőanyagok közötti, a szennyezőanyag és a mátrix (különösen talajok és üledékek esetében a domináló szilárd fázis miatt) közötti kölcsönhatásokat, továbbá a szennyezőanyagok és a biota közötti kölcsönhatásokat (lévén a biota önmagában is összetett rendszer). Fizikai-kémiai adatok alapján a nagyszámú tényezőtől függő kockázat nem, vagy csak rosszul becsülhető, ugyanakkor szinte közvetlen módon mérhető pl. a fajok diverzitásának vizsgálatával vagy az ökoszisztéma valós állapotát tükröző környezet-toxicológiai tesztekkel (pl. mikrokozmosz biológiai modell vagy laboratóriumi tesztek).

A hazai és nemzetközi helyzet alapján a MOKKA projekt megteremti a kockázatelemzésre vonatkozó fejlesztési terv elkészítéséhez, a mérési és kísérleti háttér megteremtéséhez szükséges tudományos alapokat.

A projekt keretében a kockázatfelmérésben szerepet játszó és fejlesztendő új metodikák a következőkre vonatkoznak:

1. Vegyi anyagok sorsa és viselkedése a környezetben: a vegyi anyag és a környezet kölcsönhatása komplexen befolyásolja az aktuális toxicitást.
2. Integrált megközelítés: fizikai-kémiai jellemzők + biológiai és ökotoxikológiai mérési eredmények együttesen jellemzik a helyszín specifikus kockázatot.
3. Mozgékony, hozzáférhetőség befolyásolja az aktuális toxicitást: kölcsönhatás a szennyezőanyagok, valamint a szennyezőanyag és a mátrix között. Transzport és hozzáférhetőség az integrált metodikával jellemezhető.
4. Fázisok közötti megoszlás (Henry és Kow), kioldás, emésztés, talajminták előkészítése analízishez
5. Biodegradálhatóság: immanens anyagtulajdonság vagy helyspecifikus folyamat
6. Káros hatások: toxicitás, mutagenitás, teratogenitás, stb. Azonos tesztből eltérő módon extrapolálni emberre vagy ökoszisztémára
7. Biokoncentrálnak: immanens anyagtulajdonság vagy konkrét folyamat
8. Szorpciós kapacitás: a szennyezőanyag és toxicitása megoszlik környezeti elemek fázisai között : kilúgzás, deszorpció, párolgás
9. Szennyezett területek és talaj környezettoxikológiai tesztelése, TalajTesztelőTriád.
10. Mérti vagy nem mérti? Modellezés, SAR, QSAR

A környezeti kockázatcsökkentés

A környezeti kockázat csökkentésére három lehetőség van:

- a potenciális kockázat kifejlődését meggátló megelőzés,
- korlátozások alkalmazása és
- a remediáció.

Fontos hangsúlyozni, hogy *remediáció* alatt a szó eredeti (latin) értelmének megfelelően a szennyezőanyagok miatt károsodott környezeti elem teljes körű, ökológiai alapokon nyugvó „gyógyítása” értendő, aminek következtében az a természeti környezetbe visszahelyezhető. Ez azt jelenti, hogy a remediáció fogalomkörének csak egyik elemét képezi a klasszikus értelemben vett kármentesítés.

Tekintettel a környezet összetettségére, a földtani közeg különböző fázisaira, élővilágának diverzitására, nagy valószínűséggel több remediációs technológia kombinációját kell alkalmazni. Egyre terjednek a csak „enyhe” beavatkozást jelentő technológiák, ahol talajkitermelésre nincs szükség, a technológia in situ alkalmazható, és a berendezéseket a

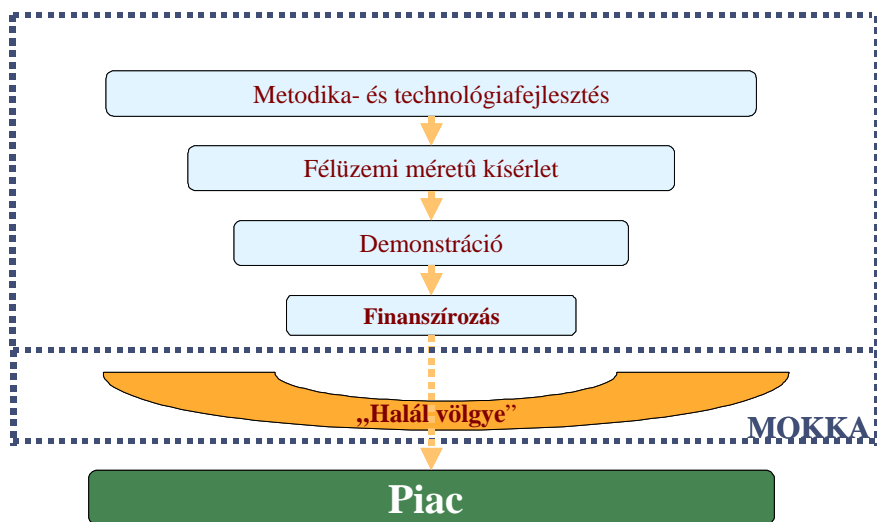
kívánt talajrétegbe lehet behelyezni. Ez esetben a technológia nem látható, ezért különös jelentőséget kap a technológia megfelelő módszerekkel működtetett monitoringja.

Mind a kockázat-felmérési metodikák, mind a kockázat csökkentését célzó technológiák esetében igaz, hogy amennyiben azok biológiai folyamatokon alapuló vagy biológiai folyamatokkal kombinált új technológiák, népszerűsítésük és elterjesztésük akadályokba ütközik.

A MOKKA projekt célja

Bár a környezeti kockázatmenedzsment elvi alapjait, az EU jogi szabályozást és a vonatkozó útmutatókat már kidolgozták, az alapelvek, az innovatív módszerek és remediációs technológiák lassan mennek át a mindennapi gyakorlatba. Jelenleg Európában is hatalmas szakadék tátong a tudományos-technikai lehetőségek és a piacon elérhető, gyakorlatban alkalmazott módszerek között. Magyarországon ez a szakadék még ennél is mélyebb és még kevésbé áthágható.

A piacra kerülés megoldatlanságán igyekeznek segíteni a MOKKA projekt.



2. ábra: Mérnöki innováció és gyakorlati hasznosítás

A MOKKA projekt egyik célja éppen az új módszerek fejlesztését, elterjedését hátráltató tényezők feltárása és azok ellen a megfelelő lépések megtétele.

- Kockázat alapú környezetmenedzsment terjesztése Magyarországon
- Megszületett, kipróbált, de el nem terjedt metodikák és technológiák összegyűjtése
- Az információk széles körű hozzáférhetőségének biztosítása elektronikus, on-line adatbázis létrehozásával
- Felhasználóbarát döntéstámogató rendszer létrehozása magyar és európai felhasználók számára

- Innovációs technológiák iránti bizalom növelése
- Innovatív módszerek és technológiák piacra kerülésének támogatása
- Szoros együttműködés európai projektekkel és adatbázisokkal (EUGRIS, EURODEMO, TESTNET, NICOLE)
- A MOKKA adatbázis hosszútávú fennmaradásának megoldása
- Innovatív kockázatfelmérési technológiák kidolgozása
- Biológiai, ökológiai és kémiai korai figyelmeztető rendszerek
- Szennyező anyagok terület-specifikus hatásának in situ mérése
- Környezeti paraméterek (pH, redox potenciál, stb.) in situ mérése
- Innovatív kockázatsökkentési technológiák kidolgozása
- Modern bio-/ökomérnöki módszerek megelőzésre és remediációra
- In situ mérési és remediációs módszerek
- Az új módszerek ellenőrzése, verifikálása és validálása
- Verifikációs módszer kidolgozása

Döntéstámogató rendszer és adatbázis

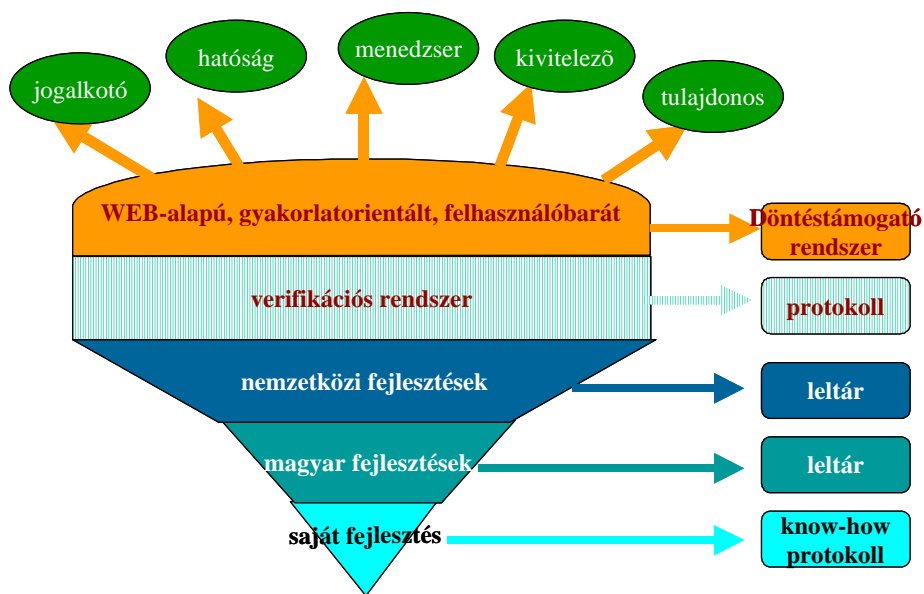
A modern környezetmenedzsmentben célszerűen alkalmazható eljárások nagy részét az elmúlt néhány évben fejlesztették és próbálták ki; egy részüknek már tanúsítása (verifikálása) és megfelelőség-értékelése (validálása) is megtörtént, azonban csak néhányból lett szabványosított metodika.

A döntéstámogató rendszer célja, hogy segítse a piaci szereplőket, jogalkotókat, menedzsereket, hatóságokat, kivitelezőket és elsősorban a tulajdonosokat, hogy könnyen tudjanak egy adott problémát azonosítani, jellemezni és megtalálni a legjobb kockázatsökkentő megoldást. A döntéstámogató rendszer a MOKKA adatbázissal összefüggően fog működni, amely főként az innovatív kockázatmenedzsment, kockázatfelmérés és kockázatsökkentés módszereit fogja tartalmazni, de a hagyományos módszerek is megtalálhatóak lesznek benne. Az adatbázisba verifikált technológiák kerülnek 2D animációkkal, referenciákkal és olyan döntéstámogató rendszerrel, amely alapján az elérhető legjobb technológia (BAT) választható. A MOKKA adatbázis és a döntéstámogató rendszer oktatási és önképzési célokra is alkalmas lesz, az információk két nyelven

hozzáférhetőek lesznek, és a MOKKA adatbázis integrált része lesz az európai környezetvédelmi információkat tartalmazó EUGRIS adatbázisnak.

Kutatási és fejlesztési séma, eredmények

A projekt feladatai, a teljesen egyedi alapoktól, egyes metodikák és technológiák fejlesztésétől indulnak. Egyre szélesedik a paletta az innovatív magyar, illetve európai metodikákkal és technológiákkal. Ezeket adatbázisokba gyűjtjük, majd több szempontú szűrésen, értékelésen vesszük keresztül, hogy aztán a helyükre kerüljenek az Internet alapú döntéstámogató mérnöki rendszerben, ahol az érdeklődők könnyűszerrel és közérthető formában érhetik el az információt.



3. ábra: Kutatási-fejlesztési séma és az eredmények

A „kockázatalapú” döntéseknek és megoldásoknak fontos szerepük van:

- A jogi háttér megteremtésében:
- Környezetmonitoring tervezésében: prioritási listák: mit monitorozzuk, hogyan monitorozzuk: integrált monitoring
- Kockázatfelmérésben: általános, környezetspecifikus, regionális, lokális; kvalitatív, félkvantitatív, kvantitatív; ökológiai, humán egészségkockázat, stb.
- Kockázatcsökkentésben: kockázatalapú tervezés, célérték, monitoring, a kockázatcsökkenés haszonként történő figyelembe vétele
- Új tendenciák a környezetmenedzsmentben:
 1. ökológiai és humán egészségkockázat egysége;

2. hatáson, illetve kockázaton alapuló megítélés és döntés,
 3. azonos elvek a globális, regionális és lokális KKF-nél: iteratív, lépcsőzetes, konzervatív, forrás – terjedés – szennyezett környezeti elem – receptor; területhasználatától függő kitettség
- Kvantitatív kockázatfelmérésben: iteratív, lépcsőzetes, konzervatív, PEC/PNEC alapú,
 - Szennyezett területekre vonatkozó döntésben: lépcsőzetes, költség-hatékony

Összefoglalás

A környezeti kockázatmenedzsment két oldala a kockázat felmérése és a kockázat csökkentése, mely 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 döntéstámogató rendszerrel.

A projekt **feladatai**, az egyedi metodikák és technológiák fejlesztésétől egyre szélesedő körben összegyűjteni a magyar és az európai innovatív eljárásokat, ezeket adatbázisokba rendezni, több szempontból értékelni, majd integrálni a kifejlesztendő WEB-alapú 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 koordinátora Aqua Concorde, egy kisvállalkozás, a szakmai irányítás a BME vezetésével működő tudományos tanács kezében lesz. EU projektek magyar konzorciumi tagjai biztosítják az összehangolást, az összegyűjtött adatok cseréjét és a magyar kínálat minél teljesebb integrálást az EUGRIS adatbázisba.