



A környezeti kockázat csökkentése és esettanulmányok

(*Engineering Tools for Environmental Risk Management: 4. Risk Reduction Technologies and Case Studies. Szerkesztette: Gruiz Katalin, Meggyes Tamás, Fenyvesi Éva*)

Az eredetileg 5 kötetre tervezett, de később 4 kötetre redukált, *A környezetmenedzsment mérnöki eszköztára* című könyvsorozat magyar szerkesztők és döntően magyar szerzők munkája. Az első kötet 2015-ben, a második, 2016-ban, a harmadik 2017-ben, az egyesített 4–5. kötet pedig 2019 legelején jelent meg a CRC Press/Taylor & Francis Group/Balkema kiadó gondoságában.

A sorozat első tagja a környezeti problémákat, elsősorban a leromlott és szennyezett területeket és az ebből fakadó kockázatok és menedzselésüket tárgyalja. A második kötet a környezettoxikológiai módszerekről és a környezet toxicitásának közvetlen méréséről (direct toxicity assessment), valamint a toxicitási eredmények környezetmenedzsmentben történő felhasználásáról ad áttekintést. A harmadik a szennyezett területek felmérésének elvi és gyakorlati megoldásait foglalja össze, különös tekintettel az innovatív módszerekre és arra a holisztikus szemléletre, mely a szennyezett környezet helyes megítéléséhez, valamint a célminőség meghatározásához szükséges.

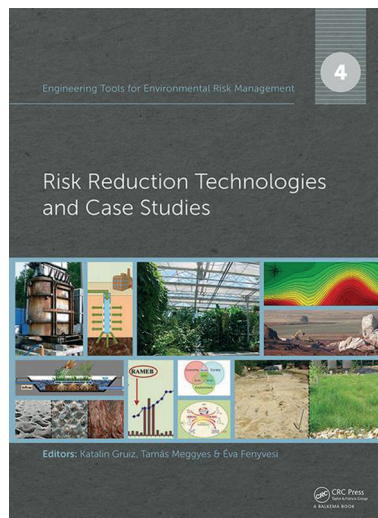
A most megjelent utolsó kötet a szennyezett területek kockázatának csökkentéséről és a lehetséges módszerekről, elsősorban a leromlott, szennyezett, „beteg” környezetet „gyógyító”, remediációs módszerekről szól. A befejező kötet 558 oldalon 11 fejezetben ismerteti a környezeti remediáció céljára alkalmazott technológiákat és a technológia megválasztásához, tervezéséhez és jóságának bizonyításához, azaz verifikálásához alkalmazható koncepciókat és értékelő eszközöket. Az egyes technológiáikat alkalmazását esettanulmányok támasztják alá, melyek között számtalan magyar példa is szerepel a jelentős mennyiségű nemzetközileg publikált eset között.

A sorozat 4. kötetének webes elérhetősége: <https://www.crcpress.com/Engineering-Tools-for-Environmental-Risk-Management-4-Risk-Reduction-Technologies/Gruiz-Meggyes-Fenyvesi/p/book/9781138001572>.

A szerzők minden kötetben előtérbe helyezték az innovatív technológiákat és a frissen publikált mérnöki alkalmazásokat és ezek integrálását a holisztikus szemléletmóddal, mely az embert, a természetet, valamint a gazdasági és a szociális környezetet egyaránt figyelembe veszi. Fő célkitűzésük, hogy a környezet állapotának fenntartása és javítása objektív mérési eredményeken alapuló, optimumon működtetett és kontrollált mérnöki eljárásokkal történjen, és hogy ez a szemlélet áthassa a környezeti, az ökológiai, a gazdasági és a szociális területeket és kiterjedjen a döntések teljes hatókörére.

A könyvsorozat a döntéshozatalban és a mindennapi gyakorlatban szerepet vállaló szakemberek számára íródott, hogy segítse a mérnöki munka kapcsolódását a rendeletek, határértékek, alkalmazott stratégiák és koncepciók sokaságához és hogy a mérnöki szemlélet hatást gyakoroljon a környezeti és gazdasági döntésekre valamint az eredményesség mérésére kialakított szabványosított és egyedi mérőmódszerekre.

A sorozat környezetvédelmi oktatásban is használható, és az egyetemisták vagy szakirányú továbbképzésben résztvevők konkrét ismereteket szerezhetnek, elsajátíthatják a szemléletet és még



z az angol szaknyelvet is megtanulhatják ezekből a kötetekből.

A sorozat szerkesztői saját tapasztalatból ismerik a döntésekhez szükséges információ komplexitását és az egyes területeken működő jogászok, irányítók, döntéshozók és mérnökök együttműködésének nehézségeit, a közös nyelv hiányát és a szakterületek közötti együttműködés korlátait. A szerkesztők kiemelt célja volt, hogy egyszerűen fogalmazott, közérthető, mégis „tudományos” könyvet készítsenek minél szélesebb olvasói kör számára. Magyaráo ábrákkal, kevés matematikai és kémiai képlettel, de rengeteg irodalmi és internetes hivatkozással illusztrálták mondanivalójukat, hogy aki szeretne, elmélyülhessen egy-egy témában.

Azt, hogy a környezet nagy bajban van, minden földi halandó tudja, de abból, amit tehetnénk a javulás érdekében, még a szakemberek is csak mozaikokat ismernek. Pedig a szennyezett környezettel egyszerűbb a dolgunk, mint a globális léptékű problémákkal, például a felmelegedéssel vagy a mágneses pólusváltással. Egy szennyezett terület átláthatóbb, tudjuk, hogy az ember műve, és vagy érzékelhetőek, vagy előre jelezhetőek a káros hatások. A becslések szerint a szennyezett területek száma csak Európában 2,5 millió, ami kezelhetetlenül nagy szám. Hogy reális energia-, pénz-, idő- és munkaerő-befektetéssel megoldható legyen a tönkrement, beteg környezet felmérése és rendbehozatala, ahhoz tudásra, egységes szemléletre, hatékony mérnöki módszerekre és a természet öngyógyító erejének hasznosítására van szükség. Ehhez igyekszik segítséget adni ez a könyvsorozat.

Az utolsó, remediációs kötet a lehangsúlyosabb. A szerkesztők eredeti elképzelése szerint a könyv egyetlen témája a tönkrement környezet meggyógyítása, remediációja lett volna. De hamar kiderült, hogy a meggyógyítás bemutatásához ismernünk kell a beteget és a betegséget. Így az első kötet a környezetkárosodásokat (Környezeti problémák és menedzsmentjük), a második és harmadik pedig a diagnózis meghozatalához és a kilátások felméréséhez szükséges módszereket tárgyalta (Környezettoxikológia; A szennyezett környezet felmérése és monitorizása). A jó diagnózisból egyenesen következnek a remediációs lehetőségek, melyek közül kiválaszthatjuk és megvalósíthatjuk a legmegfelelőbbet. A folyamat azzal zárul, hogy a kockázat nagysága, a sürgősség, a terület értéke és tervezett jövőbeli használata alapján kiválasztjuk és elvégezzük a remediációt, majd a meggyógyított területet gyógyultnak minősítjük, vagy további kezelést írunk elő számára. A szerzők remélik, hogy a sorozat kötetében arra is sikerült rávilágítaniuk, hogy nem a gyógyítás az egyetlen megoldás, hanem sokkal nagyobb hangsúlyt kell fektetni a megelőzésre, a környezet folyamatos megfigyelésre és a lehető legkorábbi beavatkozásra.

A 4. kötet 11 fejezete lefedi a remediációs technológiák kiválasztását, fajtáit, jellemzőit, az *in situ*, vagyis magában a szennyezett környezetben alkalmazott, „belehelyezett” technológiákat, a természet öngyógyító képességének kihasználását és mérnöki eszközökkel történő felerősítését, kiegészítését a környezet



hatékony meggyógyítása érdekében. Ismerteti a legfontosabb technológiafajtákat, végül pedig az alkalmazott technológia hatékonyságának igazolását. Kiemelt tárgyalást kapnak a biológiai és ökológiai módszerek, minden, ami természetközeli, „szelíd”, vagyis környezeti körülmények között működő, az élővilágot nem bántalmazó technológia. A szelíd technológiákat az egyre nagyobb mértékű és egyre drasztikusabb mérnöki beavatkozást igénylő technológiák követik. A befejező fejezet a remediációs technológiák kiválasztásáról, tervezéséről, a technológiai folyamatok monitorozásáról és az alkalmazott technológia verifikációjáról (jóságának igazolása) és a fenntarthatóságról szól.

A könyvsorozat a CRC Kiadó oldalán olvasható jellemzés szerint: széles tudományos áttekintést nyújt a környezetről, a környezet ember általi használatáról és az emberi használatból okozott problémákról; tudományos alapokat ad a környezet holisztikus megközelítéséhez, a környezeti igények és a mérnöki lehetőségek harmonizálásához; segít megérteni a jogalkotás, szabályozás, környezetmenedzsment és döntéshozatal valamint a mérnöki tevékenység összefüggéseit, a kölcsönhatásokat, új technológiákat, fejlesztéseket, innovatív tudományos és mérnöki eszközöket mutat be.

A 4. kötet témakörei:

1. fejezet – A remediációs technológiák osztályozására a hagyományostól némiképpen eltérő szempontrendszert alkalmaz a szerző, mely a szennyezőanyag természete és mobilizálhatósága alapján csoportosítja az eljárásokat.

2. fejezet – Az *in situ* talajremediáció tárgyalása forradalmian új; a szerző bevezette a reaktor-szemléletet a talaj eltávolítása nélküli remediációs technológiákra. A műveletek hatósugaráig terjedő talajhányadot úgy tekinti, mint egy reaktort (kvázireaktor) és eszerint tervezi és működteti a technológiát.

3. fejezet – A természetes szennyezőanyag-csökkenés jó barátunk, mert elvégzi helyettünk a munka nagy részét. Ehhez a folyamat alapos ismerete és némi kreativitás szükséges, hogy hatékonyan gyorsíthassuk, módosíthassuk, és olyan folyamatokat is hasznosíthassunk, melyek a magára hagyott környezetben károsak. Például egy toxikus anyag kioldása egy természetes forrásból vagy hulladéklerakatokból a környező terület elszennyeződését okozza, de ha a kioldott anyagáramot nem engedjük kikerülni a környezetbe, hanem kontroll alatt tartjuk, akkor van egy „ingyenes” mosási, kioldási technológiánk, és talán még a kioldott anyag is hasznosítható.

4. fejezet – Az ökomérnöki eljárások a vízi és szárazföldi ökoszisztémák öntisztító és regenerálóképességét alkalmazzák mesterségesen kialakított környezetben, ökogépekben, élőgépekben,

mesterséges ökológiai rendszerekben. Az új irány, az ökológiai gondolkodás nemcsak a szennyezett környezeti elemek megtisztítására való, de felszíni vizek, mocsarak, egyéb ökológiailag fontos területek folyamatos rendben tartására is használható.

5. fejezet – A biodegradáción alapuló remediáció az egyik hagyományos környezetgyógyító technológiatípus, mely a szennyezett környezet, a vizek és talajok saját, a szennyezőanyaghoz adaptálódott ökoszisztémáját (mikroorganizmusait, növényeit és bonyolultabb társulásokat) vagy a „feljavított” ökoszisztémát hasznosítja *in situ* vagy reaktoros technológiákban.

6. fejezet – Fizikai kémiai folyamatokon alapuló remediáció szerves anyagokkal szennyezett talajra: ha a biológiai és ökológiai megoldások nem elég hatékonyak, túl lassúak, vagy ha a szennyezőanyag elpusztítja az élő közösséget, akkor jól ismert műveleteket (aprítást, keverést, frakcionálást, mosást, melegítést, gőzölést, akár égetést vagy pirolízist) alkalmazó energia- és költségigényes fizikai kémiai eljárások jelenthetik a megoldást. Ezekről kapunk áttekintést a teljesség igényével.

7. fejezet – A fémek biológiai kioldása káros természetes folyamat, mely koncentrált fémtartalmú savas csurgalékot eredményez. A fejezet ezen csurgalékok kezelését mutatja be, kitérve a helytelenül tárolt szulfidtartalmú hulladékok (pl. szén- és fém-bányászati meddőanyagok) problémájára és azokra a felhagyott bányákra, ahol a bánya belsejét átjáró víz hozza ki a toxikus anyagokat a bánya belsejéből, akár hosszú éveken át. Részletes esettanulmányban mutatják be a szerzők a Gyöngyösorszi cink-ólom bánya okozta környezetszennyezést és a károk enyhítését.

8. fejezet – A szerves szennyezőanyagokat tartalmazó víz és talaj remediációjáról szóló fejezet a lehetséges megoldások számbavételét követően egy innovatív eljárást mutat be részletesen: az előző fejezetben szereplő bánya okozta talajszennyezettségére a szerzők által kifejlesztett kémiaival kombinál fitoremediáció első szabadföldi alkalmazását.

9. fejezet – Az elektrokémiai talajremediáció alkalmas talajvíz-remediációs módszer jó néhány szennyezőanyag (fémek, ionok) eltávolítására. Egyes olcsó elektromos energiával rendelkező országokban kimondottan népszerű, így az amerikai szerző hazájában is.

10. fejezet – Az elemi vas felhasználása az elmúlt egy-két évtizedben vált népszerűvé a talajt és talajvizet szennyező vegyi anyagok kémiai bontására, ártalmatlanítására.

11. fejezet – A remediációs technológia kiválasztása, tervezése, a technológiai folyamatok monitorozása, az alkalmazott technológia hatékonyságának igazolása, valamint a fenntarthatóság a kulcsszavai a befejező fejezetnek.

Gruiz Katalin

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



Galambok

Épp a kémiai kötéstípusokat magyarázta a kamasz diákoknak. A táblára rajzolt, amikor meghallotta a halk morajlást. Lassan fordult az osztály felé. A diákok a táblát nézték, mégis, mintha abban a pillanatban kapták volna vissza a fejüket valamerről. Folytatta, közben a morajlás egyre erősödő kuncogásba ment át. Itt valami történik. Hirtelen megfordult. Azonnal látta, mindenki az ablakpárkányon turbékoló, szerelmes galambpárt figyeli. A kémiai kötéseknek mára annyi. A következő órára marad a magyarázat. Odament az ablakhoz, az osztállyal együtt ő is nézte a galambokat. Kedvesek, ugye? – szólalt meg. Most akkor felfüggesztjük a kémiaórát.

Kertész Éva