



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 kötetesre 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 gondozásában.

A sorozat első tagja a környezeti problémákat, elsősorban a leromlott és szennyezett területeket és az ebből fakadó kockázatokat 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.

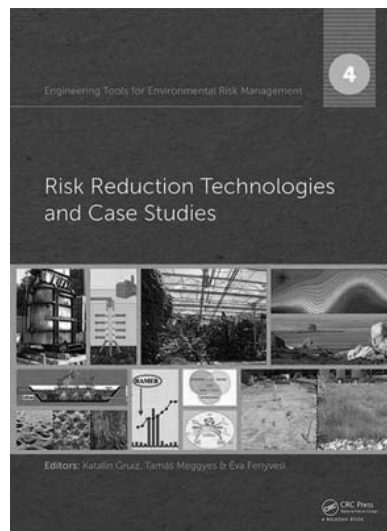
A most megjelent utolsó kötet a szennyezett területek kockázatának csökkentéséről és a lehetséges módszerekről, elsősorban a leromlott, szennyezett, „beteg” környezetet „gyógyító”, remediációs módszerekről szól. A befejező kötet 558 oldalon 11 fejezetben ismerteti a környezeti remediáció céljára alkalmazott technológiákat és a technológia megválasztásához, tervezéséhez és jószágának bizonyításához, azaz verifikálásához alkalmazható koncepciókat és értékelő eszközöket. Az egyes technológiájaként 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 történjék, 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



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 fogalmaz-

zott, közérthető, mégis „tudományos” könyvet készítsenek minél szélesebb olvasói kör számára. Magyarázó 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 leghangsúlyosabb. 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 kötetiben arra is sikerült rávilágítaniuk, hogy nem a gyógyítás az egyetlen megoldás, hanem sokkal nagyobb hangsúlyt kell fektetni a megelőzésre, a környezet folyamatos megfigyelésére 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 technológiájaként, 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 hulladéklerakattól 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 ökológiaileg 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 csurgalékok 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 talajszennyezettségre 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