

Szűcs-Vásárhelyi Nóra¹ 

A talajbiztonság területén alkalmazott katasztrófavédelmi eljárásrend vizsgálata Magyarországon²

Examination of Disaster Management Procedures in the Field of Soil Safety in Hungary

Talajaink fenntartható használatának záloga a talajdegradációt okozó veszélyforrások elkerülése, illetve a hatások mérséklése mellett a megfelelő jogszabályi háttér kidolgozása és a már szennyezett területek hatékony kármentesítése. Cikkemben a kármentesítés szakaszait és a leggyakrabban előforduló remediációs eljárásokat tekintem át. Továbbá bemutatom a szakemberek kárelhárítási tevékenységének támogatásához szükséges európai és hazai jogi hátteret. A cikk második felében két esettanulmányon keresztül világítok rá a talajszennyezések rövid és hosszú távú környezeti hatásainak veszélyeire, valamint ismertetem a kárelhárítás során alkalmazott intézkedéseket.

Kulcsszavak: talajbiztonság, kármentesítés, Metallochemia, Aznalcóllar, talajszennyezés

A key to the sustainable use of our soils is to avoid and mitigate the threats that cause soil degradation, to develop an appropriate legislative framework and to effectively remediate already contaminated sites. In this article, I will look at the stages of remediation and the most common remediation techniques. I will also describe the European and national legal framework needed to support remediation activities by professionals. In the second half of the article, I will highlight the risks of short- and long-term environmental impacts of soil contamination through two case studies and describe the measures used in remediation.

Keywords: soil safety, remediation, Metallochemia, Aznalcóllar, soil pollution

¹ Tudományos segédmunkatárs, HUN-REN ATK Talajtani Intézet, e-mail: szucs-vasarhelyi.nora@atk.hun-ren.hu

² Jelen publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Nemzetvédelmi Alprogram Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának szakmai támogatásával készült és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott.

Bevezetés

Környezetünk megóvása, a káros anyagok kibocsájtásának minimalizálása és a szennyezők mennyiségének csökkentése a fejlett országokban és hazánkban is egyre inkább előtérbe kerül. Ennek szerves része a talajvédelem is. A talajoknak termékenységükön túl számos más funkciója is van. Várallyay nyolc főbb talajfunkciót különített el:³

- A természeti erőforrások (légkör, napsugárzás, felszíni és felszín alatti vizek, biológiai erőforrások stb.) hatásait integrálja mintegy reaktorként, transzformátorként működve.
- A bioszféra elsődleges táplálékforrásaként a tápláléklánc alapja. A biomassza termelési közege.
- A víz, a hő és a növényi tápanyagok, illetve a hulladékok természetes tárolóközege.
- Pufferközeg, amely bizonyos határok között képes csökkenteni a káros hatások következményeit.
- Természetes szűrő- és méregtelenítő rendszerként a talaj megakadályozhatja, hogy a felszínre került szennyezés a mélyebb rétegekbe vagy a felszín alatti vizekbe kerüljön.
- Jelentős génraktárként fontos szerepet tölt be a biodiverzitásban is.
- Természeti és emberi örökségünk őrzője.
- Az építkezések alapja.

A talajt érő abiotikus és antropogén stresszhatások a talaj degradációját okozzák, amely a talaj minőségének fizikai, kémiai és biológiai csökkenése. Ez lehet szervesanyag-vesztés, a talaj termékenységének és szerkezeti állapotának csökkenése, erózió,⁴ a sótartalom növekedése, a talaj pH-jának kedvezőtlen változása, valamint a mérgező vegyszerek, a szennyező anyagok vagy a túlzott áradások hatásai.⁵ Jelenleg a világ talajainak körülbelül 33%-a mérsékelten vagy erősen leromlott állapotú.⁶ Az Egyesült Nemzetek Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) a talajromlást a talaj egészségi állapotában bekövetkezett változásként definiálja,⁷ amely az ökoszisztéma azon képességének csökkenését okozza, hogy az haszonélvezői számára árukat és szolgáltatásokat nyújtson.⁸

Mivel a talaj feltételesen megújuló erőforrás, ezért a fenntarthatóság szempontjából az észszerű földhasználat és a terület igényeinek megfelelő talajgazdálkodás kialakítása a környezet védelme érdekében, de nemzetgazdasági és vidékfejlesztési szempontokat figyelembe véve is prioritást kell hogy élvezzen.⁹

Jelen írásban a talajromlást okozó veszélyforrások közül a szennyezések hatásainak elemzésével foglalkozom.

³ VÁRALLYAY 2015.

⁴ LÉVAI – SZŰCS-VÁSÁRHELYI 2023.

⁵ NSW Department of Planning, Industry and Environment 2019.

⁶ FAO–ITPS 2015.

⁷ FAO 2023.

⁸ FAO 2020.

⁹ STEFANOVIĆ et al. 1999.

Az utóbbi évtizedek ugrásszerű technológiai fejlődése magával hozta a talajok drasztikus elszennyezését, ami a környezet részben természetes, részben antropogén eredetű (meg)változásával végső soron talajaink leromlásához vezetett.¹⁰ A talajszennyezés legfőbb antropogén forrásai többek között az ipari tevékenység során felhasznált anyagok és azok melléktermékei,¹¹ a bányászatból származó potenciálisan toxikus elemek,¹² a háztartási vagy települési hulladékok, a mezőgazdasági munkáknál alkalmazott egyes trágyaszerek bizonyos komponensei, a peszticidek, a rovarirtók, a gombaölő szerek,¹³ illetve az egészségügyből származó hulladékok és az atomerőművekből származó sugárzó anyagok lehetnek.¹⁴

Számos szennyező anyag kerül a talajba a rendvédelmi és honvédelmi tevékenységből is például potenciálisan toxikus anyagok,¹⁵ robbanóanyagok, úgymint a hexahidro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX), az oktahidro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocin (HMX), fel nem robbant lövedékek (UXO), szénhidrogén (TPH) stb.¹⁶ A modern, katonai eredetű talajszennyezések ráadásul sok esetben több típusú szennyező anyag parallel kibocsátásával járnak együtt (például szerves és szervetlen), így ezeken a területeken komplex szennyezések alakulhatnak ki,¹⁷ amelyek a kijutás után akár évszázadokig is a talajban maradhatnak. Ezeknek az anyagoknak a jelenléte negatívan befolyásolja a talaj funkcióit és a talajban olyan változásokat okoz, illetve hosszú távú hatásokkal bír,¹⁸ ami végső soron fenyegetést jelent az élelmiszer-biztonságra,¹⁹ az ökológiai egyensúly fenntartására,²⁰ az emberi és a környezet egészségére és a biológiai sokféleség megőrzésére egyaránt.²¹

A talajszennyezés kezelésének problémaköre nagyon összetett és az egész világot érintő feladat, amelyet átfogó szemléletmóddal lehet csak megközelíteni. A probléma kezeléséhez a hatékony eljárások alkalmazásán túl szükséges a megfelelő jogszabályi háttér megalkotása, a döntéstámogató rendszerek fejlesztése és az edukáció, ismeretterjesztés is.

A talajszennyezés esetén alkalmazható (katasztrófavédelmi) eljárások áttekintése

Egy szennyezett terület kármentesítésének (remediációjának) a tervezésekor több szempontot figyelembe véve kell kiválasztani a megfelelő eljárást. A szennyezés típusával, mértékével, a kockázati szinttel, de a kármentesítésre fordítandó idő- és pénzbeli korlátokkal is kalkulálni

¹⁰ SZŰCS-VÁSÁRHELYI 2019.

¹¹ CHO et al. 2019.

¹² RODRÍGUEZ-EUGENIO et al. 2018.

¹³ ELBANA et al. 2018.

¹⁴ ÍSEL et al. 2023.

¹⁵ RODRÍGUEZ-SEIJO et al. 2016.

¹⁶ PICHEL 2012.

¹⁷ ENDRÉDY 2013.

¹⁸ MANDAL et al. 2020.

¹⁹ KHANNA-GUPTA 2018.

²⁰ SINGH et al. 2020.

²¹ BUNDSCHUH et al. 2012.

kell a megfelelő technológia megválasztásakor. Egy szennyezett terület kármentesítése kapcsán három nagyobb szakasz különíthető el, a tényfeltárás, a műszaki beavatkozás és a *monitoring*.

Tényfeltárás

A tényfeltárás a vizsgálat céljától függően felderítő vagy részletes tényfeltárás lehet. A felderítő vizsgálatok célja, hogy havária esetén a döntéshozást elősegítő információkat szolgáltatson. A vizsgálattal először igazolni kell a szennyezés tényét, majd pontosítható a szennyezők típusa, illetve meghatározható a szennyezés forrása. A felderítő vizsgálatot az alábbi esetekben javasolt elvégezni:

- többféle szennyező anyag esetén;
- kiterjedt szennyezés esetén;
- ha a szennyező források elhelyezkedése vagy száma azt indokolja;
- ha nagy fokú veszélyeztetettség áll fenn például egy vízbázis közelsége miatt;
- ha azt az érintett terület vízföldtani vagy földtani helyzete indokolja stb.

A részletes tényfeltárás során a kármentesítés kapcsán érintett terület szennyezőinek koncentrációit kell meghatározni a földtani közegben, illetve a felszín alatti vízben. A vizsgálatokkal a szennyezett terület térbeli lehatárolása, az intézkedési határérték feletti földterület és a felszín alatti víz mennyiségének becslése, a forrás helyének pontos meghatározása, a szennyezés kiterjedésének és a szennyezők típusának további pontosítása a cél.²²

Mindkét típusú tényfeltárás megtervezéséhez az érintett területet jellemző alapinformációk (a területre és a szennyezésre vonatkozó archív adatok, légi felvételek, kapcsolódó hatósági határozatok és jogszabályok, az előzetes terepbejárás során gyűjtött adatok) begyűjtése és feldolgozása az első lépés. Az elkészült tényfeltárási tervnek a terület jellemzőit, vízföldtani és földtani viszonyait, a feltárások és egyéb vizsgálatok általános tervét, a munka biztonságtechnikai és logisztikai feladatait, időtervet és a tényfeltárás várható környezeti hatásait kell tartalmaznia. A jól összeállított tényfeltárási terv tartalmazza továbbá az alkalmazott kutatási módszereket, meghatározva az alkalmazás sorrendjét, valamint az elvégzendő kémiai vizsgálatokat. A feltárások és egyéb vizsgálatok általános tervében a javasolt vizsgálatokat az archív adatok alapján indokolni szükséges. Emellett a tervben le kell határolni magát a vizsgált területet (mélységi és vízszintes lehatárolás).²³

A tényfeltárási tervet a konkrét munkálatok megkezdése előtt engedélyeztetni kell a területileg illetékes hatósággal. A felügyelőség a kiadott engedélyben előírja a szükséges mintavételek (talaj és talajvíz) módját, a mintavételi pontok kialakítását és számát. A tényfeltárást végző köteles bejelenteni a felügyelőségnek a munkák megkezdésének időpontját és minden egyéb, nem várt körülményt.²⁴

²² NÉMETH 2003b.

²³ NÉMETH 2003a.

²⁴ 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet.

A szükséges engedélyek megszerzése után megkezdhető a tényfeltárás. Az egyes munkafázisok során gyűjtött mintákat akkreditált laboratóriumban kell analizáltatni. A kapott eredmények és adatok feldolgozása után már elvégezhető a szennyező anyagok mennyiségének becslése, modellezhető a szennyezés terjedése, illetve kockázatfelmérés végezhető és a veszélyeztetettség mértéke is megállapítható.¹⁷

A tényfeltárás végén elkészített záródokumentációt az illetékes környezetvédelmi hatósághoz kell benyújtani. A dokumentum részét képezi a kockázatfelmérés eredménye (D) határértékre tett javaslattal kiegészítve. A dokumentum alapján a tényleges (D) kármentesítési szennyezettségi határértéket a felügyelőség állapítja meg.²⁵

Beavatkozás

A beavatkozás során alkalmazni kívánt technológia kiválasztása a kockázati szint, a szennyezés mértéke, valamint a kármentesítési feladat időbeli és pénzügyi korlátai figyelembevételével történik. A remediációs technológiák csoportosíthatók a kezelés helyétől függően. Amennyiben a szennyezéscsökkentés a kárhelyen történik, *in situ* kármentesítésről beszélünk. *Ex situ* eljárások esetén a szennyezett talajt elszállítják, és a szennyezés helyétől távol reaktorokban vagy tartályokban kezelik. Az eljárás típusa szerint megkülönböztetünk fizikai-kémiai, biológiai és termikus eljárásokat.²⁶

A fizikai-kémiai eljárásokkal olyan változásokat idéznek elő,²⁷ hogy a szennyező anyag ne juthasson el a felszín alatti vízbe, a növényekhez vagy a talajlakó állatokhoz.²⁸ A biológiai eljárásokban élő szervezetek lebontó- és megkötőképességét felhasználva lehet a talajban lévő szennyezők mennyiségét csökkenteni. Ezek szerves szennyezők esetén főként a talajban természetesen előforduló mikroorganizmusok, amelyek jó hatékonysággal bonthatják az ilyen anyagokat, de a szennyező anyag típusától függően egyes növényfajok is alkalmasak lehetnek a szerves szennyező anyagok bontására.²⁹ A termikus eljárások során hőkezelést alkalmazva elpárologtatják, illetve oxidálják a szennyező anyagot.³⁰

²⁵ NÉMETH 2001.

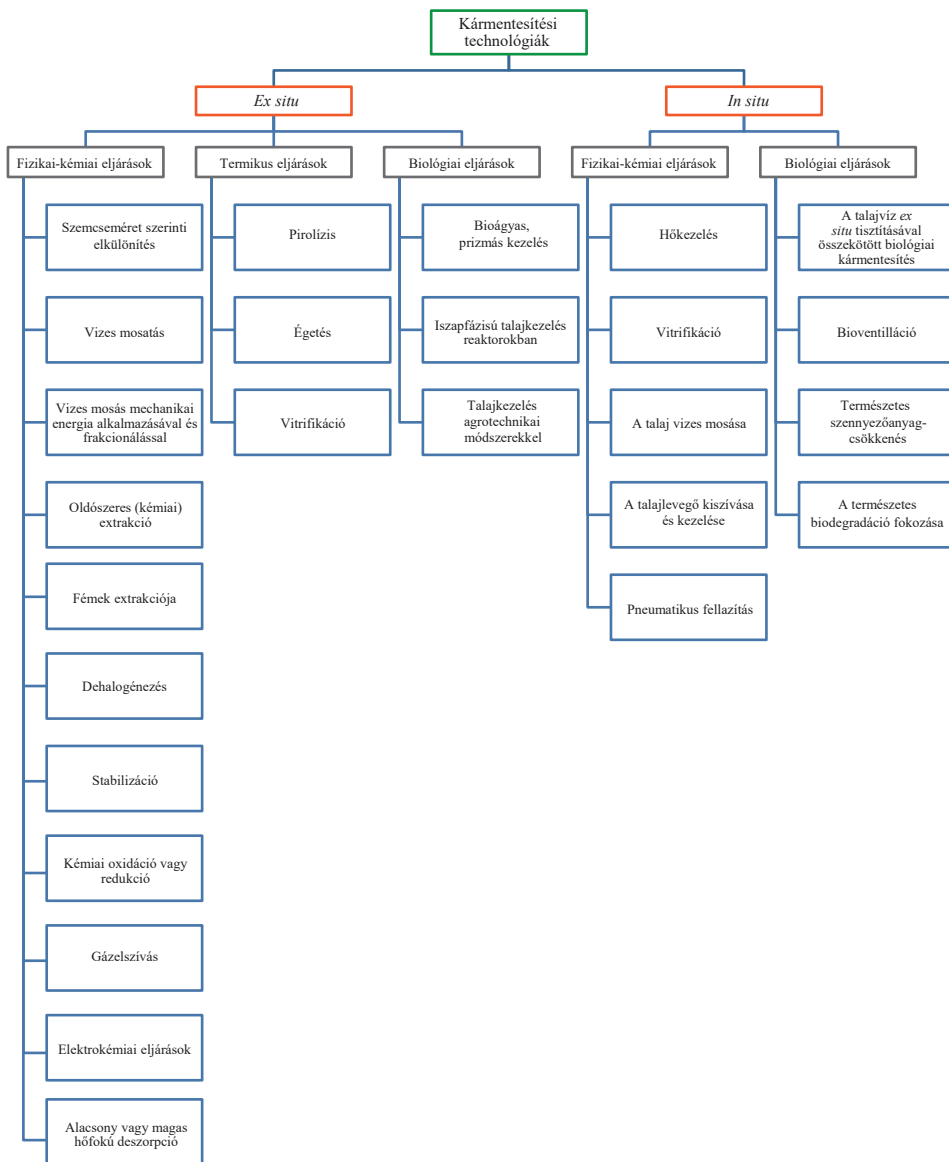
²⁶ MIRSAL 2008.

²⁷ BRADL–XENIDIS 2005.

²⁸ LIU et al. 2018.

²⁹ SHI et al. 2023.

³⁰ LIANG et al 2023.



1. ábra: A kármentesítés során alkalmazható talajtisztítási technológiai eljárások

Forrás: MIRSAL 2008 alapján a szerző szerkesztése

Monitoring

A kármentesítés során szükség van *monitoringtevékenységre* is, amennyiben fennáll vagy valószínűsíthető a felszín alatti vizek, a földtani közeg és/vagy a termőföld talajának a szennyezettsége. A *monitoring* szükségességét a környezetvédelmi hatóság állapítja meg.

A 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről 29. § (1) bekezdése alapján a kötelezettnek kármentesítési *monitoring* keretében folyamatosan ellenőriznie kell a kármentesítés bármelyik szakaszában folytatott tevékenység környezetre gyakorolt hatását, eredményességét, a károsodás csökkenését vagy megszűnését. A környezet állapotának változását az egyes szakaszok közötti időszakban is monitorozni kell.²²

A tényfeltáráskor végzett vizsgálatok és a beavatkozási terv sem választható el a *monitoringtól*. A tényfeltárási záródokumentáció része kell hogy legyen a *monitoringtervnek*, ahogy a beavatkozási tervnek is tartalmaznia kell a beavatkozás ideje alatt és után üzemeltetett *monitoringrendszer* kiviteli tervét az üzemeltetési utasításokkal együtt. A *monitoringvizsgálatok* tárgya ugyanúgy lehet a földtani közeg, a talaj, a felszíni és felszín alatti vizek, de a környezeti levegő és az élő környezet is. A *monitoringtevékenység* célja a beavatkozási szakaszban ellenőrizni a kármentesítési technológia hatékonyságát, a szennyezés csökkenésének mértékét, illetve a szennyezés terjedésének nyomon követése a terület határai mentén. A kármentesítés utáni időszakban, a szennyezett terület határának ellenőrzésén túl, a *monitoring* célja a csökkentett szennyezés tartós fennmaradásának bizonyítása. Speciális esetben a hatóság tartós környezetkárosodást állapít meg. A hatóság felszín alatti víz és/vagy földtani közeg kockázatos anyag általi károsodására vonatkozóan megállapíthatja a tartós környezeti károsodást. Ilyen esetekben a *monitoringot* a károsodás megszűnéséig folytatni kell.²⁴

Jogszabályi háttér

Jogi szabályozás az Európai Unióban

Az Európai Bizottság környezet- és agrárpolitikájának általános célja,³¹ hogy a természeti értékek megőrzésével összeegyeztetve elősegítse a gazdasági növekedést,³² ezért közvetett vagy közvetlen szabályozással ugyan,³³ de figyelembe vesz talajvédelmi szempontokat.³⁴ Az Európai Unió környezetpolitikájának szerves részét képezik továbbá azok a környezetvédelmi akcióprogramok, amelyek jellemzően hatéves ciklusokban határozzák meg az EU főbb prioritásait.

A Tanács 2022-ben elfogadta a nyolcadik környezetvédelmi cselekvési programot,³⁵ amely a 2030-ig tartó időszakra határozza meg a kiemelt célkitűzéseket. A határozat célul

³¹ A Tanács 93/626/EGK határozata (1993. október 25.).

³² A Tanács 92/43/EGK irányelve (1992. május 21.).

³³ Az Európai Parlament és a Tanács 2004/35/EK irányelve (2004. április 21.).

³⁴ TÓTH 2017.

³⁵ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/591 határozata (2022. április 6.).

tűzte ki a talaj termőképességének védelmét, az erózió visszaszorítását, a szerves anyagok mennyiségének növelését, a szennyezett területek azonosítását, a leromlott állapotú talajok helyreállítását, illetve annak a meghatározását, hogy egy talaj mely esetben tekinthető jó ökológiai állapotúnak. A fenti célok elérése érdekében teljesítendő előfeltételek közül az egyik, a talaj védelmének és fenntartható használatának érdekében, egy, a talajegészségre vonatkozó jogalkotási javaslat kidolgozása. Megoldást kell találni továbbá a veszélyes anyagok helyettesítésére, valamint a vegyi anyagok kombinált hatásainak való kitettség kezelésére, az egészségre és a környezetre gyakorolt hatásának értékelése mellett.

A közösség nagy hangsúlyt fektet a vízvédelemre, aminek eredményeként az Európai Parlament és Tanács 2000-ben elfogadta a Víz Keretirányelvet. A keretirányelv célja, hogy keretet adjon az uniós vizek mennyiségi és minőségi védelmének, megakadályozza a vízi ökoszisztémák és a vízi ökoszisztémáktól közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémák és vizes területek további romlását, védje és javítsa azok állapotát. A szabályozás közvetett módon fontos szerepet játszik a talajszennyezések megakadályozásában, amit például egy agrárterületről származó diffúz szennyezés vagy egy illegálisan fúrt kút okozhat.³⁶ Az agrártevékenységekből származó szennyezések egységesen érintik a talajt és a vizeket. A nitrátirányelv célja az emberi egészség és a vízi ökoszisztémák megóvása a nitrátszennyezésekkel szemben.³⁷

Az ipari kibocsátások jogi szabályozását ebben a cikkben nem mutatom be részletesen, egyrészt mert már számos másik publikáció tárgyalta korábban,³⁸ másrészt mert az iparbiztonsághoz tartozó igen széles körű jogi szabályozás eltér a cikk témájától. Két irányelvet mégis fontosnak tartok megemlíteni. Az egyik az IPPC-irányelv,³⁹ amelynek célja a levegőbe, a vízbe vagy a talajba történő ipari kibocsátások egymástól független csökkentésére tett intézkedések helyett egy integrált megközelítés kialakítása volt, amelynek keretében a nagy szennyezőanyag-kibocsátású ipari létesítményeknek egyetlen, az összes környezeti elemre vonatkozó terhelést szabályozó engedélyt adnak ki. A környezeti kibocsátások mellett az irányelv szabályozza a létesítmények hulladékgazdálkodását, a balesetbiztonsági kérdéseket és az energiahatékonyságot is. A másik irányelv az iparbiztonsági jogi szabályozás hatálya alá tartozó 96/82/EK irányelv (Seveso II. irányelv), amely a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel és a balesetek veszélyeinek ellenőrzésével foglalkozik.⁴⁰ Az irányelv a hatálya alá tartozó üzemek működésének feltételeit szabályozza.⁴¹ Ugyan az irányelv jelentős szerepet játszott a balesetek valószínűségének és következményeinek csökkentésében, a súlyos balesetek aránya nem változott. Az irányelv átdolgozásának a súlyos balesetek megelőzése, valamint a korábbi irányelv tartalmának további pontosítása és az anyagok és keverékek uniós osztályozási rendszeréhez való hozzáigazítása volt a célja.⁴²

³⁶ Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.).

³⁷ A Tanács 1991. december 12-i irányelve a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről (91/676/EGK).

³⁸ DOBOR et al. 2021.

³⁹ Az Európai Parlament és a Tanács 2010/75/EU irányelve (2010. november 24.).

⁴⁰ A Tanács 96/82/EK irányelve (1996. december 9.).

⁴¹ CIMER et al. 2015.

⁴² Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU irányelve (2012. július 4.).

Az Európai Unió tagállamainak többsége a talajvédelmet a környezetvédelmi és a mezőgazdasági szabályozás részeként kezeli, speciális talajvédelmi szabályozása csak néhány tagállamnak van (például Ausztria, Franciaország, Egyesült Királyság). Az országhatáron átnyúló szennyezésekre azonban ez nem jelent megoldást.⁴³ A fenti problémákra reagálva a 2030-ig tartó Európai Biodiverzitási Stratégia a talajt önálló élőhelynek fogadja el, és jobb talajvédelem kidolgozására szólítja fel a tagállamokat.⁴⁴ Hasonló üzenete van a COM/2020/381 startégiának is,⁴⁵ amely fenntartható, biztonságos, de emellett robusztus és ellenálló élelmezési rendszer kidolgozását sürgeti.⁴⁶ Ezzel párhuzamosan a levegő-, víz- és talajszennyezés-mentes cselekvési terv megvalósítása is elindult.⁴⁷ A cselekvési terv célja, hogy kezelje a szennyező anyagok talajállapotra gyakorolt hatásával kapcsolatos aggályokat. Emellett az EU talán legfontosabb kezdeményezése a 2030-ig tartó talajstratégia megalkotása volt.⁴⁸ A stratégia az utóbbi évtizedekben egyértelművé vált hiányt igyekszik pótolni, miszerint a talaj jogállását a levegő és a víz jogállásával egy szintre hozza.⁴⁹

Jogi szabályozás Magyarországon

Az első talajvédelmet is érintő hazai környezetvédelmi szabályozás az 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. A törvény célja a fenntartható fejlődés biztosítása, a környezet egészének, valamint elemeinek és folyamatainak összehangolt védelme, illetve az ember és a környezet közötti harmonikus kapcsolat kialakítása. A törvény kereteket teremt az egészséges környezethez való alkotmányos jogok érvényesítésére és elősegíti a környezet igénybevételének, terhelésének és szennyezésének csökkentését, károsodásának megelőzését, a károsodott környezet javítását, helyreállítását. A törvény kimondja a környezeti elemek egységes védelmének szükségességét. A törvény külön kitér a talaj-termőképesség, -szerkezet, a víz- és levegőháztartás, valamint az élővilág védelmének a fontosságára. Emiatt a föld felszínén vagy a földben csak olyan tevékenységek folytathatók, illetve csak olyan anyagok helyezhetők el, amelyek a föld mennyiségét, minőségét és folyamatait, a környezeti elemeket nem szennyezik vagy károsítják.⁵⁰ A törvény rendelkezik a környezeti kár felelősségi kérdéseiről és a Kormány kármentesítéssel összefüggő feladatairól is.⁵¹

⁴³ TÓTH 2018.

⁴⁴ A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának Az EU biodiverzitási stratégiája 2030-ig A természet visszahozása életünkbe, COM/2020/380 végleges.

⁴⁵ A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának A gazdaságtól asztalig stratégia egy igazságos, egészséges és környezetbarát élelmiszerrendszerért, COM/2020/381 végleges.

⁴⁶ MONTANARELLA–PANAGOS 2021.

⁴⁷ European Commission, Zero Pollution Action Plan, 2021.

⁴⁸ A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának Az EU talajstratégiája 2030-ig Az egészséges talaj előnyeinek kihasználása az emberek, az élelmiszerek, a természet és az éghajlat szempontjából, COM/2021/699 végleges.

⁴⁹ KÖNINGER et al. 2022.

⁵⁰ A környezetvédelmi kármentesítésről [é. n.].

⁵¹ 1995. évi LIII. törvény.

A talaj mint földtani közeg védelmére vonatkozóan a 219/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet rendelkezései az irányadóak. A rendelet célja a felszín alatti vizek jó állapotának biztosításával és annak fenntartásával, szennyezésének fokozatos csökkentésével és megelőzésével, hasznosítható készleteinek hosszú távú védelmére alapozott fenntartható vízhasználat, a földtani közeg kármentesítésével összefüggő feladatok, jogok és kötelezettségek megállapítása. A rendelet hatálya a felszín alatti vízre, a földtani közegekre és a szennyező anyagra, a felszín alatti vizek és a földtani közeg állapotát érintő tevékenységekre terjed ki. A rendelet kimondja, hogy a felszín alatti vizek és a földtani közeg állapotát érintő tevékenységek csak az elérhető legjobb technika vagy a leghatékonyabb megoldás alkalmazásával, ellenőrzött körülmények között történhet. A rendelet intézkedik a felszín alatti vizet és a földtani közeget érintő kármentesítési előírásokról, valamint az Országos Környezeti Kármentesítési Program (OKKP) feladatairól is. A kármentesítés során biztosítani kell, hogy a szennyezés (B) szennyezettségi határértéket meghaladóan ne kerüljön át más környezeti elemre, a felszín alatti víz, a földtani közeg nem szennyezett részeire, illetve hogy az a lehető legkisebb környezeti terheléssel járjon, és ne okozzon környezeti veszélyeztetést, szennyezést, környezetkárosodást. A rendelet mellékletét képezi a szennyező anyagok jegyzéke.⁵² Az egyes szennyező anyagokra vonatkozó határértékeket és a mintavételek, illetve vizsgálati módszerek szabályait a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet rögzíti.⁵² A kármentesítési tényfeltárás szűrővizsgálatával kapcsolatos szabályokat a 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet tartalmazza.⁵³ A szennyezett területekről és a kármentesítési feladatokról történő adatgyűjtés és nyilvántartás rendjéről a felszín alatti víz és a földtani közeg környezetvédelmi nyilvántartási rendszere (FAVI) adat-szolgáltatásáról szóló 18/2007. (V. 10.) KvVM rendelet rögzítette a szabályokat.⁵⁴

Talajszennyezéssel járó káresemények hazánkban és külföldön

Esettanulmány 1: Metallochemia (Budapest, Magyarország)

A Metallochemia Budapest délnyugati részén, Nagytétényben színesfémkohászati vállalként működött 1908–1990 között. A nehézfémkohászat mellett festékek és vegyszerek gyártásával és akkumulátorok újrafeldolgozásával foglalkozott a cég. A vállalat nem fordított elegendő figyelmet a károsanyag-kibocsátások megelőzésére, az alkalmazott technológiák nem feleltek meg a környezetvédelmi előírásoknak. A gyárkérmények nem megfelelő szűrőrendszere súlyos légszennyezést okozott a környező területeken. A levegőbe került por jelentős mennyiségű nehézfémeket tartalmazott, amely (például Pb, As, Cu, Cd, Zn, Cr, Ni) később kiülepedéssel a talajba került.⁵⁵ A talaj szennyezését az emittált porszemcsék mellett a lerakott hulladékok okozták. A működés során keletkezett salakanyagok mindenfajta védelmi intézkedés (például kiporzás elleni, a talaj és a vizek védelmét szolgáló műtárgyak, szigetelések vagy

⁵² 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet.

⁵³ 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet.

⁵⁴ 18/2007. (V. 10.) KvVM rendelet.

⁵⁵ HORVÁTH et al. 1980.

egyéb építmények, berendezések) vagy technológiai korlátozás nélkül, a szabadban lettek elhelyezve.⁵⁶ A gyár közel 80 éves működése alatt 980 000 tonna kohósalak (410 000 m³) keletkezett a területen. 1977-ben mutatták ki először a gyár okozta szennyezést, aminek hatására leállították az ólomkohászatot.⁵⁷ Az emisszióbejelentés és az üzemórak adatai alapján abban az évben 197 tonna ólomtartalmú por jutott a légkörbe. A talajba került károsanyagok (nehézfémek és ezek sói) a csapadékkal egyre mélyebb rétegekbe, illetve a talajvízbe kerültek.⁵⁸ 1971–1972-ben az iparterület környezetében lévő kertek, mezőgazdasági területek növényei és a közelben tartott haszonállatok elpusztultak a légszennyezés és az ólommérgezés miatt. 1977-re a lakosság körében is kimutatták a szennyezés káros hatását. A területen végzett levegőminőségi vizsgálatok alapján megállapították, hogy a területen termesztett növények ólomtartalma 60-szorosa volt a megengedettnek. A lakosság körében növekedett a vetélések száma és a csecsemőhalandóság, valamint a daganatos, légúti megbetegedések gyakorisága és a vérszegénység.⁵⁹ A veszélyes anyagok környezet-egészségügyi kockázatának megszüntetése céljából az illetékes hatóság (KÖJÁL) 1990-ben felfüggesztette a gyár működését. A terület kármentesítésének jogi keretet az Észak-Magyarországi Környezetvédelmi Felügyelőség 8932-94/1999. sz. határozata adott. A határozat a salakmeddő mozgatás nélküli helybenhagyással történő szarkofágszerű lefedését írja elő. A környező lakótelekeken a talajszennyezést talajcserével szüntették meg, míg az iparterület egy részén az M6-os autópálya halad át, amelynek a földmunkáihoz felhasználták a szennyezett talaj egy részét.⁶⁰

Esettanulmány 2: Aznalcóllar (Sevilla, Spanyolország)

A káresemény 1998. április 25-én következett be, amikor átszakadt a svéd Boliden vállalat Los Frailes piritbányájának egyik zagytározó gátja. A bánya Sevilla tartomány Aznalcóllar településén, a Doñana Nemzeti Parktól 50 km-re északra fekszik. A gát fala 50 m hosszú szakaszon nyílt meg, amelyen körülbelül 2 millió m³ nehézfém- és arzéntartalmú bányászati iszap és 4 millió m³ savas víz ömlött ki, elszennyezve az Agrio és a Guadiamar folyó medrét, illetve a környező 40 km-es partszakaszt.⁶¹ A szennyezés következtében károsodott a vízi és a szárazföldi ökoszisztéma, mezőgazdasági területek és a Doñana Nemzeti Park egy része is. A savas víz és az iszapszennyezés okozta kár 4500 hektárt érintett összesen. A bánya környezetében 1,7 m vastag, míg a szennyezés terjedési határánál néhány centiméter vastag iszapréteg rakódott le. Az iszap felületén a felszíni rétegekben végbement oxidáció következtében vas-szulfát keletkezett, amelyből vas-hidroxid-kiválások alakultak ki. Az ezt követő csapadékos időszak alatt az oldható anyagok kimosódtak, és adszorbeálódtak a talajban.⁶² A savas víz bekerülve a kutakba és a talajvízbe megváltoztatta azok pH-ját. A szennyezés következtében a környező

⁵⁶ 1970-ig a veszélyes tevékenységekkel foglalkozó vagy veszélyes hulladékot termelő ipari tevékenységekre vonatkozóan nem volt megfelelő jogszabályi háttér Magyarországon.

⁵⁷ BATA-ANDÓ 2005.

⁵⁸ HORVÁTH et al. 1994.

⁵⁹ VARI 1996.

⁶⁰ LEPEL 2006.

⁶¹ BOSCH 1999.

⁶² VIDAL et al. 1999.

elővilág is súlyosan károsodott. A folyóparti növényzet kipusztult, 37 tonna hal és több ezer kétlábú, madár, emlős pusztult el. A szennyezés bekerült a táplálékláncba, ami hosszú távon teratogén és karcinogén hatásokkal járt.⁶³ A baleset után az andalúziai regionális kormány koordinációs bizottságot hozott létre, és cselekvési tervet dolgozott ki a környezeti és gazdasági hatások mérséklése, illetve az egészségügyi hatások megelőzése céljából. A szennyezett víz nemzeti parkba jutásának megakadályozása céljából a folyók oldalpartját megerősítették, az Entremuros-csatornán pedig támfalakat építettek. A kármentesítés részeként nehézsúlyú gépekkel eltávolították a szennyezett talajt, illetve kalcium-karbonátot és vas-oxi-hidroxidot adagoltak a fémek további oldódásának, illetve adszorpciójának a megakadályozására. Ellenőrizték a víz és az élelmiszer minőségét, illetve mintákat vettek a szennyezettség mértékének megállapítása és a szennyezők jellemzése céljából. A további kiömlések megakadályozása érdekében a zagyarázó köré védőgátat emeltek.⁶⁴

Összefoglalás

A talaj mint feltételesen megújuló erőforrás védelme prioritás kell hogy legyen Magyarország számára. A természetes és antropogén stressz a talaj degradációját okozza, ami csökkentti annak ökoszisztéma-szolgáltató képességét, és károsan hat a talajfunkciókra. Jelenleg a világ talajainak több mint 30%-a mérsékelt vagy erősen leromlott állapotú. Cikkemben a degradációt okozó veszélyforrások közül a talajszennyezésekkel foglalkoztam.

A fenntartható, hosszú távú talajhasználatához többek között a szennyezett területek felmérésére és a szennyezések hatékony kezelésére lenne szükség. Egy korábbi szennyezés kezelésekor a szennyezett terület kármentesítéséhez először részletes tényfeltárára van szükség. A részletes tényfeltárást a szennyezők koncentrációit kell meghatározni a földtani közegben, illetve a felszín alatti vízben. Többek közt az intézkedési határérték feletti földterület térbeli lehatárolása és a felszín alatti víz mennyiségének becslése a cél. A munka során tényfeltárási terv, illetve záródokumentáció készül az illetékes hatóságok felé. A szennyezések kezelése a megfelelő technológia megválasztásával folytatódik. A műszaki beavatkozás során a szennyezés csökkentésére alkalmazni kívánt technológia kiválasztása a cél, amely a kockázati szint, a szennyezés mértéke, valamint a kármentesítési feladat időbeli és pénzügyi korlátainak figyelembevételével történik. Az eljárás típusa szerint megkülönböztetünk fizikai-kémiai, biológiai és termikus eljárásokat. A munkafolyamatról beavatkozási terv készül. A *monitoring* szükségességét a környezetvédelmi hatóság állapítja meg. A tényfeltárási és a műszaki beavatkozási dokumentációk részei a *monitoringtervnek*. A *monitoringtevékenység* célja a beavatkozási szakaszban ellenőrizni a kármentesítési technológia hatékonyságát, a szennyezés csökkenésének mértékét, illetve a szennyezés terjedésének nyomon követése a terület határai mentén. A kármentesítés utáni időszakban, a szennyezett terület határának ellenőrzésén túl,

⁶³ Barcelona Field Studies Centre 2022.

⁶⁴ GRIMALT et al. 1999.

a *monitoring* célja a csökkentett szennyezés tartós fennmaradásának bizonyítása vagy speciális esetben a tartós talajkárosodás megállapítása.

A talajvédelem jogszabályi háttere egészen napjainkig nem lett egységes keretekbe foglalva, ami megnehezíti a szakmai szervezetek munkáját. Az egyre gyakrabban és egyre nagyobb területeket érintő talajromlás ellenére az EU-ban csak néhány tagállam rendelkezik kimondottan talajvédelmi stratégiával. A tagállamok többsége csak közvetett módon rendelkezik a talaj védelmét szolgáló szabályozásokkal. Ezek egy, az országhatáron átnyúló szennyezés esetén nem minden esetben jelentenek megoldást. Az EU nagyon fontos és időszerű kezdeményezése ez ügyben a 2030-ig tartó talajstratégia, amely a talaj önálló jogállását igyekszik megteremteni. Magyarországon az első talajvédelmet is érintő hazai környezetvédelmi szabályozás az 1995. évi LIII. törvény, míg a talaj mint földtani közeg védelmére vonatkozóan a 219/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet rendelkezései az irányadóak. Az egyes szennyező anyagokra vonatkozó határértékeket és a mintavételek, illetve vizsgálati módszerek szabályait a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet rögzíti. A kármentesítési tényfeltárás szűrővizsgálatával kapcsolatos szabályokat a 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet tartalmazza.

A talajszennyezés antropogén forrása a legtöbb esetben valamilyen ipari tevékenység. A Metallochemia Budapest délnyugati részén, Nagytétényben színesfémkohászati vállalatként működött 1908–1990 között. A nehézfémkohászat mellett festékek, vegyszerek gyártásával és akkumulátorok újrafeldolgozásával foglalkozott a cég. A gyár közel 80 éves működése alatt minimális környezetvédelmi beruházást végeztek. A gyár területén 980 000 tonna kohósalak (410 000 m³) keletkezett, amely a helytelen tárolás miatt elszennyezte a környezetet. A gyár-kéményekből nagy mennyiségű ólomtartalmú por jutott a légkörbe, amely a csapadékkal egyre mélyebb talajrétegekbe, illetve a talajvízbe került. 1977-ben mutatták ki először a gyár okozta szennyezést, aminek hatására leállították az ólomkohászatot. A talajok szennyezése nem csak hosszú távú hatások eredményeként alakulhat ki, hanem katasztrófa vagy káresemény következtében is. Jó példa erre az 1998. április 25-én Aznalcóllarban (Sevilla, Spanyolország) bekövetkezett káresemény, amikor átszakadt a svéd Boliden vállalat Los Frailes piritbányájának egyik zagytározó gátja. Körülbelül 2 millió m³ nehézfém- és arzéntartalmú bányászati iszap és 4 millió m³ savas víz ömlött ki, elszennyezve az Agrío és a Guadamar folyó medrét, illetve a környező 40 km-es partszakaszt, súlyos rövid és hosszú távú káros hatásokat okozva az érintett területen.

A talajszennyezések komplex volta miatt átfogó megközelítésre van szükség a probléma kezeléséhez. Az egységes keretbe foglalt hazai talajvédelmi jogszabályokkal kiegészítve a korszerű, hatékony kármentesítési eljárások elősegíthetik a fenntartható talajhasználatot.

Felhasznált irodalom

- A környezetvédelmi kármentesítésről [é. n.]. *Környezetvédelem*. Online: <https://xn--kornyeztvedelem-jkb3r.hu/kornyezeti-karmentesitesrol>
- Barcelona Field Studies Centre (2022): *Damage to Fragile Environments: Doñana National Park Pollution*. Online: <https://geographyfieldwork.com/DonanaCauses.htm>

- BATA Gábor – ANDÓ József (2005): Nehézfémekkel szennyezett talajszelvény környezeti minősítő vizsgálata a Metallochemia-telephely (Budapest XXII. kerület) környezetében. *Földtani Közlöny*, 135(1), 91–111.
- BOSCH, Xavier (1999): Doñana Clean-up 'Left Half the Soil Still Contaminated'. *Nature*, 398, 178. Online: <https://doi.org/10.1038/18257>
- BRADL, H. – XENIDIS, A. (2005): Chapter 3 Remediation Techniques. *Interface Science and Technology*, 6, 165–261. Online: [https://doi.org/10.1016/S1573-4285\(05\)80022-5](https://doi.org/10.1016/S1573-4285(05)80022-5)
- BUNDSCHUH, Jochen et al. (2012): One Century of Arsenic Exposure in Latin America: A Review Of History and Occurrence From 14 Countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2–35. Online: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.06.024>
- CHO, IN-GYU et al. (2019): Characteristics of Metal Contamination in Paddy Soils from Three Industrial Cities in South Korea. *Environmental Geochemistry and Health*, 41, 1895–1907. Online: <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00246-1>
- CIMER Zsolt – KÁTAI-URBÁN Lajos – VASS Gyula (2015): Veszélyes üzemekkel kapcsolatos üzemazonosítási szabályozás értékelése – Európai szabályozás. *Hadmérnök*, 10(3), 78–91.
- DOBOR József et al. (2021): Environmental Pollution Resulting From Hazardous Plant Pollution, Its Characterization From a Disaster Management Point of View, and a Summary of the Lessons Learned From the Case. *Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem online szakmai, tudományos folyóirata*, 6(3), 409–431.
- ELBANA, Tamer – GABER, Hesham M. – KISHK, Fawzy M. (2018): Soil Chemical Pollution and Sustainable Agriculture. In EL-RAMADY, H. et al. (szerk.): *The Soils of Egypt*. H. n.: Springer International Publishing. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-95516-2_11
- ENDRÉDY István (2013): *A szovjet csapatok kivonása Magyarországról és a környezeti károk felszámolásának története*. Budapest–Balatonúzfő: Palásthy Bt.
- GRIMALT, Joan O. – FERRER, Miguel – MACPHERSON, Enrique (1999): The Mine Tailing Accident in Aznalcollar. *Science of The Total Environment*, 242(1–3), 3–11. Online: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00372-1](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00372-1)
- HORVÁTH A. et al. (1980): A talaj nehézfém-szennyezettségének vizsgálata ólomkohó környezetében. *Magyar Kémikusok Lapja*, 35, 135–140.
- HORVÁTH Zs. – JANSEN, G. P. – DE RUIJTER, T. F. (1994): Talaj- és talajvízszennyezés vizsgálat a nagytéyi Metallochemia gyár területén és környezetében. *Hidrológiai Közlöny*, 74(2), 81–83.
- İSEL, Pinar et al. (2023): Natural and Artificial Radioactive Pollution in Sediment and Soil Samples of The Bosphorus, Istanbul. *Environmental Science and Pollution Ressearch*, 30, 70937–70949. Online: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27455-7>
- KHANNA, Richa – GUPTA, Shilpi (2018): Agrochemicals as a Potential Cause of Ground Water Pollution: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 6(3), 985–990.
- KÖNINGER, J. et al. (2022): In Defence of Soil Biodiversity: Towards an Inclusive Protection in the European Union. *Biological Conservation*, 268, 109475. Online: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109475>
- LEPEL Adrienn (2006): A budapesti barnamezős területek újrahasznosítása. *Építés – Építészettudomány*, 34(1–2), 121–148. Online: <https://doi.org/10.1556/EpTud.34.2006.1-2.5>
- LÉVAI, Zsolt – SZÜCS-VÁSÁRHELYI, Nóra (2023): A természeti hatások által okozott közlekedési problémák vizsgálata a Dunakanyarban. In GÖCZE, István – PADÁNYI, József (szerk.): *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában: A katonai műszaki tudományok tudományág időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási eredményei – Hallgatói kötet*. Budapest: Ludovika. 295, 145–166.
- LIANG, Tian (2023): Life Cycle Assessment-Based Decision-Making for Thermal Remediation of Contaminated Soil in a Regional Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 392, 136260. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136260>
- LIU, Lianwen et al. (2018): Remediation Techniques for Heavy Metal-Contaminated Soils: Principles And Applicability. *Science of The Total Environment*, 633, 206–219. Online: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.161>

- MANDAL, Asit et al. (2020): Chapter 7 – Impact of Agrochemicals on Soil Health. *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation*, 161–187. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00007-6>
- MIRSAL, Ibrahim A. (2008): *Soil Pollution, Origin, Monitoring & Remediation*. 2nd edition. Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag.
- MONTANARELLA, Luca – PANAGOS, Panos (2021): The Relevance of Sustainable Soil Management within the European Green Deal. *Land Use Policy*, 100, 104950. Online: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104950>
- NÉMETH Tamás szerk. (2001): *Kármentesítési Kézikönyv 4. Kármentesítési technológiák*. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- NÉMETH Tamás szerk. (2003a): *Kármentesítési Útmutató 5. Kármentesítési beruházások műszaki ellenőrzése*. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- NÉMETH Tamás szerk. (2003b): *Kármentesítési Útmutató 6. Tényfeltárás és monitoring. A szennyezett területek tényfeltárása és a kármentesítési monitoring rendszerek*. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- PICHTEL, John (2012): Distribution and Fate of Military Explosives and Propellants in Soil: A Review. *Applied and Environmental Soil Science*, 33. Online: <https://doi.org/10.1155/2012/617236>
- RODRÍGUEZ-EUGENIO, Natalia – MCLAUGHLIN, Michael – PENNOCK, Daniel (2018): *Soil Pollution: a Hidden Reality*. Róma: FAO, 142.
- RODRIGUEZ-SEIJO, Andres et al. (2016): Copper, Chromium, Nickel, Lead and Zinc Levels and Pollution Degree in Firing Range Soils. *Land Degradation & Development*, 27(7), 1721–1730. Online: <https://doi.org/10.1002/ldr.2497>
- SHI, Liang et al. (2023): Modeling Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soils Through Machine Learning. *Journal of Hazardous Materials*, 441, 129904. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129904>
- SINGH, Divya et al. (2020): Impacts of Agrochemicals on Soil Microbiology and Food Quality. *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation*, 101–116. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00004-0>
- Soil Degradation (2019). *NSW Environment and Heritage*. Online: <https://www.environment.nsw.gov.au/topics/land-and-soil/soil-degradation>
- STEFANOVITS Pál – FILEP György – FÜLEKY György (1999): *Talajtan*. Budapest: Mezőgazda.
- SZŰCS-VÁSÁRHELYI Nóra (2019): A talajszennyezésről általában, különös tekintettel a szervesen szennyező anyagokra. *Hadmérnök*, 14 (4), 127–146. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.4.8>
- TÓTH Zsolt (2017): Soil Protection in the EU: The Most Important Soil-Related EU Policies and Legal Sources = Talajvédelem az Európai Unióban: a talajt érintő legfontosabb uniós politikák és jogforrások. *Agrár- és Környezetjog*, 12(22), 202–246. Online: <https://doi.org/10.21029/JAEL.2017.22.202>
- TÓTH Zsolt (2018): Próbálkozások egy egységes és átfogó uniós talajvédelmi politika megteremtésére. *Iustum Aequum Salutare*, 3, 219–236.
- VÁRALLYAY György (2015): Soil, as a Multifunctional Natural Resource. *Columella–Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2, 9–19. Online: <https://doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2015.1.9>
- VÁRI, Anna (1996): Uncertainties about the Health Effects of Heavy Metal Contamination: The Case of Metallochemia. In SUBLET, Virginia H. – COVELLO, Vincent T. – TINKER, Tim L. (szerk.): *Scientific Uncertainty and Its Influence on the Public Communication Process*. Dordrecht: Springer. Online: https://doi.org/10.1007/978-94-015-8619-1_8
- VIDAL, Miquel et al. (1999): Prediction of the Impact of the Aznalcóllar Toxic Spill on the Trace Element Contamination of Agricultural Soils. *Science of The Total Environment*, 242(1–3), 131–148. Online: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00380-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00380-0)

Jogi források

- 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet a kármentesítési tényfeltárás szűrővizsgálatával kapcsolatos szabályokról
- 18/2007. (V. 10.) KvVM rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg környezetvédelmi nyilvántartási rendszer (FAVI) adatszolgáltatásáról
1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
- 219/2004. (VII. 21.) Kormány rendelet a felszín alatti vizek védelméről
- 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről.
- A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának A gazdaságtól asztalig stratégia egy igazságos, egészséges és környezetbarát élelmiszerrendszerért, COM/2020/381 végleges
- A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának Az EU biodiverzitási stratégiája 2030-ig A természet visszahozása életünkbe, COM/2020/380 végleges
- A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának Az EU talajstratégiája 2030-ig Az egészséges talaj előnyeinek kihasználása az emberek, az élelmiszerek, a természet és az éghajlat szempontjából, COM/2021/699 végleges
- A Tanács 93/626/EGK határozata (1993. október 25.) a biológiai sokféleségről szóló egyezmény megkötéséről
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/591 határozata (2022. április 6.) a 2030-ig tartó időszakra szóló általános uniós környezetvédelmi cselekvési programról
- Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról
- Az Európai Parlament és a Tanács 2004/35/EK irányelve (2004. április 21.) a környezeti károk megelőzése és felszámolása tekintetében a környezeti felelősségről
- Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU irányelve (2012. július 4.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről. EGT-vonatkozású szöveg
- Egységes szerkezetbe foglalt szöveg: A Tanács 1991. december 12-i irányelve a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről (91/676/EGK)
- Egységes szerkezetbe foglalt szöveg: A Tanács 92/43/EGK irányelve (1992. május 21.) a természetes élőhelyek, valamint a vadon élő állat- és növényvilág védelméről
- Egységes szerkezetbe foglalt szöveg: Az Európai Parlament és a Tanács 2010/75/EU irányelve (2010. november 24.) az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése) (átdolgozás)
- European Commission (2021): *Zero Pollution Action Plan*. Online: https://ec.europa.eu/environment/strategy/zero-pollution-action-plan_en
- FAO–ITPS (2015): *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy. Online: <https://www.fao.org/3/i5126e/i5126e.pdf>
- Key definitions [é. n.]. *FAO SOILS PORTAL*. Online: www.fao.org/soils-portal/about/all-definitions/en>FAO
- Soil Degradation [é. n.]. *FAO SOILS PORTAL*. Online: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/>