

Beke Dóra,¹ Földi Alexandra,² Kuti Rajmund³

Közúti balesetek során bekövetkező talajszennyezések és kárelhárítási eljárások vizsgálata

Investigation of Soil Contamination and Remediation Processes Following Road Accidents

A közúti közlekedésben részt vevő járművek száma az elmúlt évtizedekben folyamatosan növekedett Magyarországon is, amit a közlekedési infrastruktúra fejlesztése nem tudott követni. A forgalom növekedése nagyon gyakran közúti balesetek bekövetkezéséhez vezet. A balesetek során a járművek olyan súlyos sérüléseket is szenvedhetnek, hogy a motorból és az erőátvitel elemeiből kenő- és hűtőfolyadékok, üzemanyagok juthatnak a közútra, onnan lefolyva pedig a talajba szivároghatnak. A környezetvédelem fokozott előtérbe kerülésével párhuzamosan a közúti balesetek környezetterhelésének vizsgálata nem kapott megfelelő hangsúlyt, ezért írásunkban, a legtöbb esetben a talajba jutó olajszármazékok káros hatásait vizsgáljuk. A kárfelszámolást végző szervezetek tevékenységének környezeti szempontú fejlesztése, a jövőbeli fejlesztési irányok kijelölése fontos, aktuális feladat. Jelen cikk szerzőinek célja, hogy kutatási eredményeik bemutatásával hozzájáruljanak a közúti balesetek során bekövetkező környezetszennyezések csökkentésének kezeléséhez, továbbá a hatékony kárfelszámolási tevékenységhez.

Kulcsszavak: közúti baleset, környezeti hatások, talaj, talajszennyezés, kárfelszámolás

The number of vehicles involved in road traffic has continuously increased in Hungary in the recent decades, which could not be followed by the development of transport infrastructure. Heavy traffic can frequently lead to road accidents. Due to accidents,

¹ Széchenyi István Egyetem, egyetemi docens, e-mail: beke.dora@sze.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5440-6394>

² Telenor Magyarország Kft, junior készülékelemző, e-mail: foldia.lexy@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5858-7551>

³ Széchenyi István Egyetem, egyetemi docens, e-mail: kuti.rajmund@sze.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7715-0814>

vehicles can be so seriously damaged that fuel, lubricants or coolants from the engine, gearbox and other components can spill onto the road surface and infiltrate into the soil. Although environmental protection is one of the main points of interest, the research of the environmental impact of road accidents has not get adequate attention so far, so in this paper we examine the harmful effects of hydrocarbons as the most frequent pollutants to the soil. The most relevant task is the improvement of the remediation organisations in an environmental-conscious way and determine the direction of development. With the introduction of our research results the purpose of the authors is to contribute to proper remediation of contaminated areas due to road accidents and help these activities to be more effective.

Keywords: road accident, environmental impacts, soil, soil contamination, remediation

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben rendkívüli mértékben emelkedett a gépjárművek száma Magyarországon, aminek következtében a közutak is folyamatosan leterheltebbekké váltak. A forgalom növekedésével a közlekedési morál is megváltozott, ami a közutakon bekövetkezett balesetek számának a növekedéséhez vezetett. Egy-egy bekövetkezett baleset során a járművekben keletkezett fizikai sérülések következményeként a gépkocsik belsőégésű motorjainak vagy a hajtáslánc egységeinek kenőanyagai, továbbá a hűtőfolyadékok, valamint az üzemanyagok a közútra, onnan pedig, ha nem érkezik rövid időn belül a kárfelszámoló egység, az út melletti árokba jutnak, ahol bekövetkezik a talajszennyezés. Jelen cikkben a közúti balesetek során a talajba kerülő szennyezések hatásait vizsgáljuk, a környezetbiztonsági szempontokat előtérbe helyezve. Jelen írás tartalmi követelményei nem teszik lehetővé az összes szennyező vizsgálatát, ezért az olajszennyezéseket helyezzük fókuszba. Tapasztalatainkkal a környezeti károk csökkentéséhez kívánunk hozzájárulni.

A talaj fázisai

Mielőtt a szennyezések talajba jutásának folyamatát, továbbá azok hatásait vizsgáljuk, fontosnak tartjuk a talaj fázisait bemutatni. A talaj különböző ásványi és kémiai összetételű, méretű, alakú és térbeli elrendeződésű részecskék halmaza, és ez teszi lehetővé a víz, a levegő, valamint felvehető formában lévő (oxidált, oldott) tápanyagok egyidejű jelenlétét, többé vagy kevésbé biztosítva ezzel a talaj élővilágának, valamint a természetes növényzetnek és termesztett növényeknek a talajökológiai feltételeit [7].

A talaj, mint három (négy) fázisú, négydimenziós, polidiszperz rendszer (különböző méretű, alakú és térbeli elrendeződésű részecskék horizontálisan és vertikálisan egyaránt heterogén, struktúrába rendeződött, és időben is dinamikusan változó halmaza) képes a talajjal közvetlen vagy közvetett kapcsolatban álló élő szervezetek, így a természetes növényzet és a termesztett kultúrák talajökológiai igényeit (leegyszerűsítve levegő-, víz- és tápanyag-igényét) többé vagy kevésbé kielégíteni. Mégpedig úgy, hogy e tevékenysége közben a talaj nem fogy, állagában nem változik alapvetően, minősége nem

romlik szükségszerűen. A talaj feltételesen megújuló (megújítható) természeti erőforrás. Nemcsak termékenységgel rendelkezik, hanem egy csodálatos megújuló-képességgel is. Megújulása azonban nem megy végbe automatikusan, hanem feltételekhez kötött, amelyek közül a legfontosabbak az észszerű földhasználat, a megfelelő agrotechnika, és bizonyos esetekben a melioráció. Ezek tudatos teljesítésével a talaj zavartalan – a társadalom részéről egyre sokoldalúbban használt – multifunkcionalitása hosszú távon is biztosítható. A talaj termékenysége fenntartható, sőt fokozható, a nem megfelelő talajhasználat káros talajtani és környezeti hatásai (talajtermékenységet gátló tényezők, talajdegradációs folyamatok) eredményesen megelőzhetők, kivédhetők, de legalább bizonyos tűrési határig mérsékelhetők [1].

A szennyezőanyagok talajbeli terjedésének, valamint károsító hatásainak vizsgálatának érdekében fontos ismerni a szennyezett talaj mechanikai összetételét, fizikai féleségét és a porozitását. A szemcseösszetétel (mechanikai összetétel) azt fejezi ki, hogy a talajban milyen arányban található a különböző méretű szemcsék. A jelen lévő különböző méretű szemcsék arányából a klasszikus háromszögdiagram alapján megadható a fizikai féleség. A talaj porozitása vagy pórusterfogata a szilárd részek által elfoglalt tér és a hézagter viszonyából következik. A talajban különböző átmérőjű pórusok találhatóak, amelyek feladata – méretüktől függően – biztosítani a vízátteresztést, vízvisszatartást, a levegőztetést, életteret nyújtani a talaj mikroflórájának és teret biztosítani a növények gyökérfejlődéséhez. A különböző méretű pórusokban más-más erők hatnak a víz (és egyéb beszivárgó folyadékok például motorhajtóanyagok, kenőanyagok) mozgására. Általánosítva elmondható, hogy a nagyméretű pórusokban (gravitációs pórusok) könnyen felvehető vizet találunk [2].

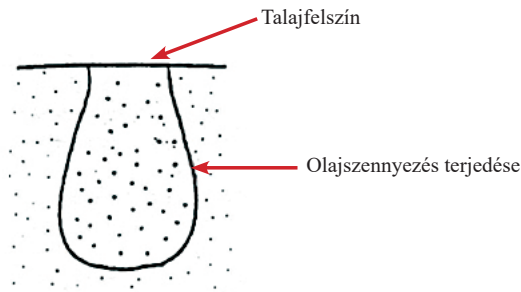
Közúti balesetek során előforduló talajszennyezések

Közúti balesetek során a szennyezőanyagok többféle módon juthatnak ki a sérült járművekből. Egyrészt hajtóanyagok, másrészt a motor és az erőátviteli rendszer hűtő- és kenőanyagai, harmadrészt pedig a sérült járműveken különféle formában szállított különféle halmazállapotú anyagok [3]. Kutatásunk szempontjából a különféle szénhidrogén-származékok, alkoholok, szerves oldószerek kerülnek előtérbe. Az olaj-származékok mellett fontosnak tartjuk ismertetni az illékony vagy illékony komponenseket is tartalmazó anyagok (például motorbenzinek) talajra gyakorolt hatásait, ugyanis ezek a folyadékok az olajszármazékokhoz képest eltérően viselkednek a talajba kerülve. Amennyiben a közúti baleset során szennyezés formájában az előbb említett illékony vagy illékony komponenseket is tartalmazó anyagok kerülnek a talajba, a szennyezés további terjedése a talajgázok közvetítésével lehetséges a talaj pórusaiban. A szennyezőanyag illékony tulajdonságának függvényében a részleges vagy teljes kármentesítés levegőztetéssel (sztrippelés) valósítható meg.

A kenőolaj-származékok nagy molekulaméretű szerves vegyületek, magas szénhidrogén tartalmuk mellett heteroatomokat és aromás csoportokat is tartalmaznak, ennek következményeként toxikus tulajdonságokkal is rendelkeznek. A motorolajokat, típustól és felhasználási területtől függően több összetevő megfelelően kiegyensúlyozott keveréke alkotja. Nagyobb részben – 65–85%-ban – alapolajokból és kisebb

részben – 15–35%-ban – különféle adalékanyagokból állnak. Az alapolajok fizikai és kémiai tulajdonságait a kenőképeség növelése érdekében adalékokkal javítják. A kiindulási olajok és a felhasznált adalékanyagok aránya a kenőanyag viszkozitási osztályától, valamint az elvárt teljesítményszinttől függ. Az olajok vízben oldódásra nem képesek, ezért a talajban lassan bomlanak le. Viszkózus anyagok lévén a talajvizet nem veszélyeztetik, de a talajból öntisztulással csak nagyon hosszú idő elteltével távoznak [4].

Az olaj kétfázisú heterogén rendszert alkot a talajjal. Az olajszennyezés terjedési tulajdonságait befolyásolják a talaj paraméterei, a talajba jutott olaj mennyisége és minősége, továbbá az adott térfogatú szennyezőanyagnak a talaj felszínére kerüléséhez szükséges idő. Kiszáradt, repedezett, vagy laza szerkezetű talajban a szennyezés függőleges mozgást végez, míg tömött (nehéz mechanikai összetételű) talajban az oldalirányú szennyezőanyag-terjedés a jellemző folyamat. Az olajszennyezés a talajvíznél lassabban mozog, akadályozza a talaj öntisztuló képességét és nagymértékben rontja a talajvíz minőségét. A nyersolajtermékek csoportjából a középpáratok, kenőolajok és a benzinek veszélyesek a talajszennyezés tekintetében. A mélyhűtve vagy nyomás alatt cseppfolyósított gázok még beszivárgás előtt elpárolognak, míg a sűrű kenő-, vagy a nehézolajok nem jutnak be a talajba. A szennyezésterjedésre történő képességének szempontjából a szennyezőanyag vízben oldhatósága fontos tényező, mivel ezáltal a környezetbe került olajszármazék mozgékony vegyületté válik, és könnyebben kerül bele a talajvízbe, azután pedig továbbjut a vízbázishoz. Egnemű, homogén talajba kerülve az olajszennyezés profilja közel szabályos, viszont rétegzett talajban, az egyes rétegek eltérő áteresztőképessége miatt ez a profil erősen módosulhat. A szennyezőanyag vertikális irányú mozgása abban az esetben tud csökkenni vagy megszűnni, ha a leszivárgás intenzitása nagyobb, mint az adott talajréteg olajáteresztő képessége. Ekkor a kérdéses réteg felett a folyadéknak oldalirányú mozgása következik be. A szivárgás egészen a talajvízig terjedhet, ha a szennyezés mennyisége nagyobb, mint amennyit a talajvíz feletti rétegek esetlegesen még vissza tudnának tartani. A szennyezés terjedésének sebessége a víztükrök feletti kapilláris zónában csökken a kapillárisok víztelítettsége miatt. Ennek következtében a zónában a bejutott olaj mennyisége jelentősen feldúsul és önálló fázist képez. Amennyiben a szivárgás nem szűnik meg, a talajvíz felszínén is kialakul az olajlencse. A következő ábrák az olaj különféle szerkezetű talajokban történő terjedését szemléltetik [5].

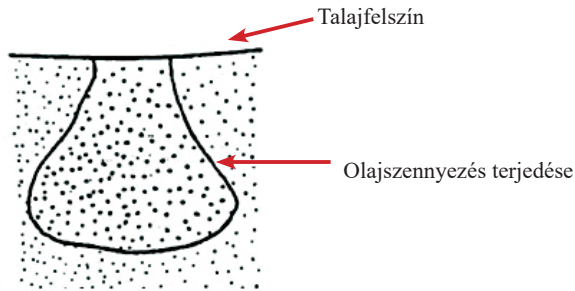


1. ábra

Olajszennyezés terjedése nagy áteresztőképességű homogén talajban

(a szerzők összeállítása [5] adatainak felhasználásával)

Az 1. ábrát áttekintve könnyen megállapítható, hogy a nagy áteresztő-képességű homogén talajban gyorsan terjed az olajszenyezés, viszonylag rövid idő alatt kiterjedt szennyezés alakulhat ki.

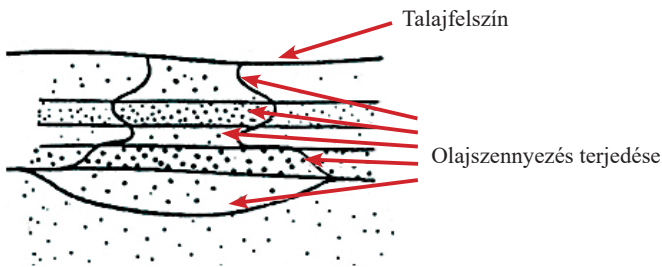


2. ábra

Olajszenyezés terjedése kisebb áteresztő-képességű homogén talajban

(a szerzők összeállítása [5] adatainak felhasználásával)

A 2. ábra elemzése alapján megállapítható, hogy a kevésbé áteresztő homogén talajban is viszonylag gyorsan terjed az olajszenyezés, viszont az ilyen mechanikai összetételű talajnál nagyobb horizontális terjedés következik be, mint a nagy áteresztőképesség esetén. Ebben az esetben is elmondható, hogy viszonylag rövid idő alatt jelentős szennyezés alakulhat ki.



3. ábra

Olajszenyezés terjedése rétegzett, különböző áteresztő-képességű rétegekből álló talajban

(a szerzők összeállítása [5] adatainak felhasználásával)

A 3. ábra megmutatja, hogy a különböző áteresztő-képességű talajrétegekben egymástól eltérő mértékben terjed az olajszenyezés, horizontális és vertikális irányokban.

Talajszennyezések kármentesítése

A talajok kármentesítése során az alkalmazható kárelhárítási technológiák tekintetében a folyamatnak három fontos célt kell szolgálnia:

- a szennyezés továbbterjedésének megakadályozása (lokalizáció),
- a talaj részleges mentesítése (a szennyezett fázis(ok) kitermelése),
- a teljes ártalmatlantás.

A kármentesítési eljárásokat a következő módokon csoportosíthatjuk.

Tisztítási elv szerint beszélhetünk:

- fizikai,
- kémiai,
- biológiai,
- és termikus tisztításról.

Előbbiekén kívül a különböző technológiákat kategorizálhatjuk a mentesítendő szennyezőanyagok szerint is [5].

A kárhelyszín adottságait figyelembe véve a talajtisztítás történhet in situ (eredeti helyzetben) és ex situ (nem eredeti helyzetben), különféle technológiák alkalmazásával. In situ technológia alkalmazásakor a szennyezett földtani közeget vagy felszín alatti vizet olyan módon tisztítják meg, amelynek során a tisztítandó földtani közeg kitermelésére nem kerül sor, a felszín alatti vizet a munkaterületen belül visszatáplálják a tisztítási folyamat során. Ezzel ellentétben az ex situ technológia alkalmazása során első lépésben a mentesítendő közeg kitermelése történik, ezután a szennyezett talajt elszállítják, végül pedig a megtisztított közeget visszajuttatják a helyszínre. Ezt a technológiai csoportot még további két kategóriára bonthatjuk aszerint, hogy a mentesítendő közeget a munkaterületen (ex situ on site) vagy egy távolabbi, erre alkalmas helyen (ex situ off site) tisztítják meg. Mint a két technológia alkalmazása után megtisztított talajt juttatnak vissza a szennyezés helyszínére [5].

A talaj kitermelése nem minden eljárás alkalmazása során történik meg, például az átlevégőztetési, talajmosási, biológiai lebontási (mikroorganizmusok mentesítik a közeget a szennyezéstől) eljárások során, továbbá a sztrippelés és stabilizálás során sem történik meg a szennyezett talaj kiemelése. A termikus technológia a talaj kitermelésével jár, valamint a talajmosási eljárások és a biológiai lebontással történő tisztítási eljárások (mikrobiológiai kezelés) alkalmazásához szintén ki kell emelni a szennyezett talajt [5].

Az elmúlt években bekövetkezett közúti balesetek során a kárfelszámolást végző szervezetek tevékenysége során is előtérbe kerültek a környezetbiztonsági szempontok [6], fő tevékenységük mellett egyre nagyobb hangsúlyt helyeznek a kijutott szennyezőanyagok közvetlen felitására, eltávolítására, ennek ellenére súlyosabb esetekben így is kerülnek olajszármazékok a talajba.

Következtetések

A környezet- és biztonságtudatos szemlélet kialakítása környezeti elemeink védelme szempontjából kiemelten fontos. Az emberi tevékenység folyamatos környezetterheléssel jár, ugyanakkor a közúti balesetek során a sérült járművekből vagy a rakományukból a környezetbe kerülő veszélyes anyagok, különösen az olajszármazékok talajra gyakorolt hatásainak tudományos vizsgálata elengedhetetlen a szennyezések terjedésének, károsító hatásainak pontosabb megismeréséhez. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a tudományos eredmények a szennyezések következtében kialakuló veszélyek értékeléséhez/értelmezéséhez elengedhetetlenül szükségesek, ami a kockázatokra történő magasabb szintű reagálást eredményezhet a kárfelszámolások során. A talajszennyezések kezeléséhez kollektív munkára van szükség a kárfelszámolásban és a helyreállításban részt vevő szervezetek és az állampolgárok részéről is. Fontos feladat a környezetünkben végbemenő változások folyamatos tudományos alapú összehasonlító vizsgálata, továbbá a kutatási eredmények gyakorlatba ültetése, ami környezeti elemeink védelméhez elengedhetetlen.

Összegzés

A világunkban végbemenő technikai fejlődés a mobilitásra is hatást gyakorolt, aminek következtében a különféle közúti közlekedési eszközök is egyre nagyobb számban és szélesebb körben terjedtek el. Ez a folyamat az utak fokozódó leterheltségéhez vezetett, ami a közlekedési balesetek számának növekedését okozta. Írásunkban a balesetet szenvedett járművekből a talajba kerülő olajszármazékok szennyezőhatásait vizsgáltuk, ugyanis a talaj az egyik legfontosabb környezeti elemünk, amelynek védelme komoly feladatként jelentkezik. Áttekintettük az egyes olajszármazékok által okozott szennyezések terjedési lehetőségeit, figyelembe véve a különböző talajtípusokat. Megállapítottuk, hogy az általunk bemutatott kármentesítési eljárások alkalmasak a talaj remediációjára. Rávilágítottunk, hogy a kárfelszámolási tevékenység nagyban hozzájárul a közúti balesetek során bekövetkező környezetszennyezések csökkentéséhez. Felhívtuk a figyelmet arra is, hogy fontos az egyes talajszennyezések, továbbá a kárfelszámolási feladatok tudományos alapú vizsgálata, annak érdekében, hogy az új kihívások kezelése komplex módon történhessen. Kutatási eredményeinkkel a környezetbiztonság fenntartásában közreműködő szervezetek hatékony és eredményes működését kívánjuk segíteni.

Hivatkozások

- [1] Gy. Várallyay, *Növényi tápanyagellátás és a talaj vízgazdálkodása*, Gödöllő: Szent István Egyetem, 2003.
- [2] P. Stefanovits, *Talajtan*, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1992.
- [3] R. Kuti, *Műszaki mentések I-II.*, Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2007.

- [4] L. Rácz, G. Tölgyessy, L. Papp és G. Lesny, *Környezeti Kémia*, Eger: EKF Líceum Kiadó, 2002.
- [5] I. Barótfi, *Környezettechnika*, Budapest: Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft., 2003.
- [6] L. Földi és L. Halász, *Környezetbiztonság*, Budapest: Complex Kiadó Kft., 2009.
- [7] Gy. Várallyay, „A talajfizika gyakorlati alkalmazásai a fenntartható talajhasználatban,” *Gyakorlati Agrofórum*, 1. kötet 10. évf. 7. sz. pp. 4–7, 1999.