

A közúti közlekedés és a balesetek környezeti hatásai

A mobilitásra való igény modern életünk része, a közlekedési eszközök fejlődésével, azok széles körű elérhetőségével felgyorsult és telítettebbé vált a forgalom Magyarországon is. Ennek eredményeként a közúton közlekedő járművek száma folyamatosan nő, aminek következtében az úthálózat igénybevétele és a környezet terhelése fokozódik. A megnövekedett forgalomban a közúti balesetek előfordulása is gyakoribb, amelyek következtében különböző üzem- és segédanyagok, folyadékok – tűz esetén égéstermékek – kerülhetnek a sérült járművekből a környezetbe. Adott esetben a kárfelszámolási folyamat is terheli a környezetet. Célunk azonosítani a közúti közlekedés és a bekövetkező balesetek lehetséges környezetszennyezőit és vizsgálni azok környezeti elemekre gyakorolt hatásait. Kutatómunkánkkal fel kívánjuk hívni a figyelmet a téma fontosságára, eredményeinkkel a környezetterhelés csökkentését kívánjuk elősegíteni.

Kulcsszavak: közúti baleset, környezeti elemek, környezeti károk, szennyezés, kárfelszámolás

ENVIRONMENTAL EFFECTS OF ROAD TRAFFIC AND ACCIDENTS

The demand for mobility is a significant part of our modern life, with the development of means of transport and their widespread availability, traffic has become faster and more saturated in Hungary as well. As a result, the number of vehicles in use is constantly increasing, as a result of which the use of the road network increases. With increased traffic, the occurrence of road accidents is also more frequent, as a result of which various auxiliary materials and liquids – in the event of a fire, combustion products – can be released from damaged vehicles into the environment. In given cases, the damage elimination process also harms the environment. In this publication our goal is to identify possible environmental pollutants originated from road accidents and to investigate their impact on environmental elements. With the help of our research work, we wish to draw attention to the importance of this topic, and with these results, we wish to help reduce the environmental impact.

Keywords: road accident, environmental elements, environmental damage, pollution, damage elimination



16.1. ábra. Közúti baleset során a sérült járműből az úttestre, valamint az út melletti szántóföldre kifolyt hűtő-, kenőfolyadék (pirossal jelölve) és a szétszóródott rakomány

Forrás: a szerzők felvétele

Bevezetés

A modern, fejlődő gazdasággal rendelkező országokban a közlekedés az egyik legjelentősebb környezetszennyező tényező. Javarészt a nagyvárosokra és agglomerációira jellemző, hogy a közlekedés intenzitása miatt sokkal magasabb szennyezőértékeket mérnek a levegőben, a talajban és a vízben. 2023-ban Magyarországon a Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint 4179 közúti közlekedési balesetet jegyeztek, amely személyi sérüléssel járt, ez nagyjából 11 eset naponta. Sajnos arról nincsen pontos adat, hogy ezek a balesetek milyen okokból kifolyólag történtek, illetve hogy keletkezett-e tűz. Azonban fontos azzal foglalkozni, akár személyi sérüléssel vagy anélkül járó közúti baleset történt, hogy mely környezeti károk származhatnak ezekből, ugyanis ütközéskor, a jármű borulásakor vagy annak műszaki meghibásodásakor kerülhetnek a környezetbe káros hatásokat okozó anyagok (16.1. ábra).

A balesetek számáról – egy korábbi írásra hivatkozva¹ – elmondható, hogy folyamatos növekvő tendenciát mutat, ami betudható annak, hogy a közlekedési infrastruktúra nem tud alkalmazkodni a közlekedésben részt vevő járművek számának növekedéséhez, a járművek műszaki állapota sem megfelelő, és életkoruk is egyre nő a gazdasági helyzet miatt, de megjegyzendő, hogy a közlekedésben részt vevők magatartásának is szerepe lehet a balesetek bekövetkezésében. A felsorolt okokból kifolyólag történhet közlekedési baleset, amely során, ha tűz keletkezik a

¹ PAPP–KERSÁK 2023.

helyszínen, akkor a levegőszennyezés egyáltalán nem elhanyagolható a műanyag alkatrészek elégséével,² illetve az alternatív meghajtású járművek akkumulátor- és kábeltűzei még veszélyesebben is hathatnak a természeti környezetre és a humán egészségre. A szennyeződések környezetbe való jutása több úton mehet végbe, például a levegőbe kerülő égéstermékeken és aeroszolon keresztül, de akár magáról az útburkolatról is a talajba, vizekbe folyhat a szennyeződés.³ Tehergépjárművek balesetei esetén a rakomány szintén lehet környezetkárosító hatású. Jelen írás célja összegezni a főbb környezeti elemek (úgy mint talaj, víz és levegő) szennyezéseinek okait és a kárfelszámolás fajtáit, az abból eredő környezeti károkat.

Szennyező anyagok a levegőben

A közlekedés a járművek többségében alkalmazott belső égésű motor kipufogógáz-kibocsátása miatt súlyos légerterhelést jelent. A légszennyezettséget illetően a Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Kft. weboldalán megtalálhatók a Magyarországon kihelyezett mérőállomások adatai. Ezek a mérési pontok általában nagyobb városokban találhatók, ahol többféle szennyező anyagot, például szén-dioxidot (CO_2), nitrogén-oxidokat (NO_x), kén-dioxidot (SO_2), részecskeszennyezést (PM_{10} és $\text{PM}_{2,5}$) és egyéb veszélyes anyagokat figyelnek lokálisan.⁴ A méréseket általában óránként vagy napi rendszerességgel végzik gázelemző készülékkel. A levegőszennyezést nagy részben a benzin- és dízelmotorok által kibocsátott gázokra vezetik vissza. Ez főleg a közúti közlekedéshez kapcsolódik, ennél kisebb a vasúti, a légi és a vízi közlekedés károsanyag-kibocsátása. A kipufogógázban megtalálható legfontosabb káros anyagok: szén-monoxid, szén-dioxid, szénhidrogének, nitrogén-oxidok, ólomvegyületek, kén-dioxid és szilárd részecskék, korom és por. A korszerűtlen, kétütemű motorok okozzák a legnagyobb légszennyezést, mivel ezek olajkeverékkel üzemelnek. A mai modern motorokat igyekeznek úgy megtervezni, hogy katalizátorok és finomszűrők segítségével a káros anyagokat semlegesíteni tudják különböző kémiai folyamatok során. Nem szabad megfeledkezni azonban arról sem, hogy a közúton bekövetkezett balesetek is erős levegőterheléssel járnak. A legnagyobb mértékű légszennyezést az ütközés során bekövetkező tűz okozhatja. A járműtűzek több mint fele a motortérből indul ki,⁵

² PAPP 2024.

³ FÖLDI–HALÁSZ 2009.

⁴ Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat [é. n.].

⁵ PAPP 2023.

ahol számos éghető anyag megtalálható. A motortéri tűz égést tápláló anyagai javarészt a különböző burkolóelemek, műanyagok, hang- és hőszigetelő anyagok. A műanyagok égése során a következő anyagok szabadulhatnak fel: benzol, toluol, xilolok, izopropanol, acetátok. Az előbbieket összefoglaló neve a BTEX-vegyület.⁶ A BTEX olyan kémiai vegyületek összessége, amelyek a festékektől a járművek kipufogógázán át az ipari kibocsátásból is származhatnak, egyébiránt a tipikus városi környezet levegőjében is előfordulnak. A gáz- és olajfinomító és petrokémiai üzemek, de még a benzinkutak közvetlen környezetében is magas a kitétségi szint. A műanyag palackok és a poliészter gyártásához is használnak valamennyit, az ember BTEX-nek való kitétsége súlyos betegségek kialakulását okozza, mint a vérszegénység és a leukémia. Ezért is fontos a folyamatos légtervizsgálat, az expozíciós értékek betartása. Meg kell említeni a baleset bekövetkeztekor előforduló üzemanyag-szivárgást is, mint lehetséges szennyező forrást. Különösen, ha benzinmotorról van szó, a benzin fizikai és kémiai tulajdonságai miatt magasabb a tűz keletkezésének kockázata is, mint a gázolajjal üzemelő motorok esetén. Illékonyasága és alacsony lobbanáspontja miatt a benzin könnyedén párolog, és alkot a levegővel gyúlékony elegyet. Így a normál üzemből kifolyólag környezetbe bocsátott káros anyagok nagy mennyiségben, utókezelés nélkül képesek a levegőbe jutni rövid időn belül. A tökéletlen égés miatt policiklusos aromás szénhidrogének, úgynevezett PAH-vegyületek is szennyezik a levegőt. Ezek mutagén és rákkeltő hatásúak, és hosszú távon a környezetben is felhalmozódhatnak, így az élő szervezetekre hatással vannak. Ugyancsak nem elhanyagolható az égő motorolaj levegőszennyező hatása. A talajszennyezések fejezetben az olajokról bővebben szólnunk. A motorolaj égésével hasonló vegyületek képződnek, mint a benzin és a műanyag esetén. Kiegészítésként azonban foglalkozni kell a fém-oxidokkal, amelyek a teljesítménynövelő adalékok fémtartalmából (úgy mint molibdén, cink vagy foszfor) keletkeznek. Égésük során azokat belélegezve szemcsenagyságuk miatt súlyosan károsíthatják a tüdőt és egyéb szerveket. Belátható, hogy a baleset helyszínén levegőbe jutó szennyezés már rövid távon is kifejtheti negatív hatását az égés során. Az alternatív hajtást vizsgálva az akkumulátortűz hatásaival is foglalkozni kell. Kísérletekkel igazolták, hogy az akkumulátorelektrolitok égésekor hidrogén-cianid, szén-monoxid, klór és formaldehid szabadulhat fel, a műanyag burkolat égésekor felszabaduló szokatlan vegyületek mellett.⁷ A hidrogén-cianid gőze erősen mérgező, a gázkamrákban is ezt alkalmazták. Egyébként biomasszaégés

⁶ SZABÓ 2011.

⁷ BENKE et al. 2023.

melléktermékeként (például erdő- és bozóttüzek) a nitrogéntartalmú komponensek pirolízisével is keletkezik.⁸ Vízben jól oldódik, így kerülhet akár a levegőből nedves kimosódás révén a talajba, talajvizekbe is. A formaldehid mérgező és rákkeltő hatású. Erdőtüzekkor, kipufogógázban, cigarettafüstben egyaránt előfordul. A szmog egyik összetevője.⁹

A víz és a talaj szennyeződése

Magyarország vízkészlete igen gazdag, ezek a vizek különböző forrásokból és környezetekből származhatnak. A hazai vízkészlet-gazdálkodási gyakorlatban a vízkészletet két fő egységre bontjuk: felszíni és felszín alatti vizekre. A felszíni vizekhez soroljuk az állóvizeket (természetes tavak, holtágak, vízállásos területek, mesterséges tavak, tározók, bányatavak), a vízfolyásokat (folyamok, folyók, kisvízfolyások, időszakos vízfolyások) és a csatornákat (belvíz-, csapadékvíz-, szennyvíz-, öntözővíz-csatornák). A felszín alatti vizek jellemzően kutakból kerülnek elő, és általában alacsonyabb szennyezettségi szinttel rendelkeznek, mint a felszíni vizek. Ezeket a vizeket gyakran csak minimális tisztítási folyamatoknak kell alávetni, mielőtt emberi fogyasztásra alkalmassá válnak. Emellett vannak olyan területek is Magyarországon, ahol a felszíni vizeket is használják ivóvízként. Ezek a vizek általában tisztítási eljárások után már megfelelnek az ivóvízminőségi előírásoknak. A fentiekből látszik, hogy a vízszennyezettség összefügghet akár az ivóvíz tisztaságával is. A különböző forrásból származó vizeket is vizsgálatok alá vetik, fontos például a víz pH-jának mérése, azaz savas vagy lúgos jellege, az oldott oxigén szintjének meghatározása, a víz hőmérsékletének és színezettségének ellenőrzése, valamint a különböző vegyi anyagok (például nehézfémek, műanyagok, peszticidek stb.) koncentrációjának mérése is. Ez alapján is belátható, hogy a levegő és a víz szennyezettsége szorosan összekapcsolódik egymással és a talaj szennyezettségével is. Sokszor ugyanabból a forrásból fakadnak az okok, ugyanazokat a területeket érintik, és számos esetben a kibocsátott szennyezők a levegőben és a vízben megegyeznek.¹⁰

A talaj károsodásai közé tartozhat a talaj termékenységének csökkenése, a vízforrások szennyeződése és az élőlények, beleértve a növények és az állatok egészségére gyakorolt negatív hatások. A normál forgalomban a járművek kopása

⁸ BUZÁS-TÓTH 2020.

⁹ KUTI-ZÓLYOMI 2018.

¹⁰ MCCABE-POND-HELMERS 1952.

(motor, gumiabroncsok, fékek), az olaj- és hűtőfolyadék-szivárgás, valamint a korrózió az a folyamat, amely során a járművek szennyező anyagokat juttatnak a környezetbe. Az olyan anyagok, mint a vas, az alumínium, a kadmium, a réz, a cink, az ólom és a króm, a gumiabroncs porából, a hűtőberendezések, fékek korróziójából és a csapágyak elhasználódása útján jutnak a környezetbe. Ezek az úgynevezett nehézfémek okozta környezeti hatások jelentősek. A nehézfémek toxicitása károsíthatja a növényeket és az állatokat a talajon keresztül, továbbá a talajvízbe is bejuthatnak. Innen már könnyen belátható, hogy az élelmiszerláncba is könnyedén bekerülhetnek, akár a közutak melletti mezőgazdasági területek szennyeződése révén. Ez már közvetve a humán egészségre is ártalmas problémákat okozhat, a mérgezéstől kezdve a komolyabb krónikus megbetegedésekig.

Ha a közúton baleset történik, az ütközés során ért fizikai behatások tönkreteszhetik a jármű hatásrendszerét, egyéb berendezéseit és a hajtó-, kenőfolyadékok az útburkolatról lefolyva bejutnak a talajba. Az olaj, a hidraulikafolyadék és a hűtőfolyadék talajba kerülése súlyos szennyezést okozhat. Ezek az anyagok károsíthatják a talaj szerkezetét és a talaj mikroorganizmusait. Az olajszennyeződések a következőképpen érinthetik a talajt: beszivárgás útján az olaj részecskéi a talajszemcsékhez tapadva megnehezítik a talaj légzését és a víz szabad mozgását. A motorolajokat tekintve megkülönböztetünk ásványi, szintetikus és félszintetikus olajokat, tulajdonságaik feljavításához adalékokat alkalmaznak.¹¹ Ezek a kémiai vegyületek módosítják a talaj kémiai összetételét, ami által felborulhat a talaj kémiai egyensúlya.¹² A talajban élő hasznos baktériumok és gombák is fontosak a szerves anyagok lebontásában, a talaj egészséges állapotának fenntartásában. Az olajszennyezés miatt csökkenhet a talaj biológiai aktivitása. Hosszú távon ez szintén a növényekre, az azokból származó takarmányokat fogyasztó állatokra nézve jelenthet veszélyt. A fent említett okok miatt a gyökerek légzése és normális vízfelvétele is csökkenhet. Ezzel a talaj termékenysége romlik. A súlyos olajszennyezések akár évekig is fennmaradhatnak, hacsak nem előzik meg a hosszú távú negatív hatást valamilyen kárfelszámolással. A kiszivárgó tüzelőanyagok is hasonlóan fejtik ki hatásukat a baleset helyszínén. A tüzelőanyagok környezetbe jutásának egyik legjelentősebb veszélye, hogy a talajszennyezés miatt bekövetkezhet vízszennyezés is, mivel a szennyeződés a forrástól távolabbra is eljuthat, és kiterjedt szennyeződést okozhat. Különösen homokos vagy kavicsos talajok tekintetében magas a kockázat, ahol a szennyeződés könnyen átszivároghat

¹¹ KUTI–FÖLDI–BEKE 2019.

¹² STANKOVIĆ–KRSTIĆ–NIKOLIĆ 2008.

az áteresztőképesség miatt.¹³ A talajvíz szennyezése súlyos közegészségügyi problémákhoz vezethet, mivel a vízforrások ivóvízként is szolgálhatnak.¹⁴ Itt is megemlíthetők a BTEX-vegyületek, amelyek veszélyeit már korábban bemutattuk. A környezetszennyező anyagok terjedését ezenkívül számos tényező befolyásolja.¹⁵ Ezek közé tartoznak az éghajlat és a környezeti elemek sajátosságai, valamint a kikerült anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai, továbbá azok kölcsönhatásai egymással. A talajból átszivárgó idegen anyagok a felszíni és a felszín alatti vizekre egyaránt negatív hatással vannak. A forgalmas úthálózattal rendelkező beépített területek, mezőgazdasági területek környezetében fokozottan veszélyes a szennyeződés. A balesetekből kiinduló veszélyhelyzetek a vízforrásokat – azaz az ivóvízkészlet minőségét – ronthatják.¹⁶

A tűzoltó anyagok környezeti hatásai

Beszélni kell a közúti járművek balesetkor keletkező tűz eloltására használt anyagokról is. Zólyomi írásában¹⁷ rendkívül jól összegzi az alkalmazott oltóanyagokat és azok környezeti hatásait. A legkézenfekvőbb oltóanyag a víz, hiszen alkalmazása relatív olcsó, semleges a kémhatása és nem mérgező. Könnyen szállítható, oltáskor nagy hőelvonó képesség jellemzi és szinte bárhol elérhető. Előfordulhatnak olyan esetek, amikor a víz egyáltalán nem alkalmas a tűz eloltására, alkáli- vagy könnyűfémek tüzeinek oltására, karbid tárolásánál, olvadt fémek esetén és elektromos berendezések oltására sem, amennyiben azok feszültség alatt állnak. Ez a probléma az elektromos és hibrid járművek 480–1000V feszültséggel üzemelő elektromos hajtásrendszerénél gyakran fennállhat. Az oltás megkezdéséhez áramtalanítani kell a járműveket a magasfeszültségű kábelrendszerbe beépített hurok elvágásával, illetve az akkumulátortüzetket a legtöbb esetben csak merítőkádban lehetséges megszüntetni. Akadnak olyan esetek is, amikor a víz feltételeesen használható oltóanyagként, például ha olajemulzió képezhető, vagy nehezebb a folyadék fajsúlya, vagy hígítható az éghető folyadék. Amennyiben a fent leírtaknak megfelelően járnak el, a tűz vízzel való oltása a környezetre ártalmatlan, ezt törvényileg is szabályozzák. Sok esetben különféle oltóhabokat

¹³ VAN BOHEMEN – JANSSEN VAN DE LAAK 2003.

¹⁴ KROCOVÁ 2013.

¹⁵ KÁTAI-URBÁN–RÉVAI 2015.

¹⁶ PADÁNYI 2022.

¹⁷ ZÓLYOMI 2008.

alkalmaznak tűztoltásra. Ezeket a habokat mechanikus és vegyi habokra bonthatjuk. A köztük lévő különbséget úgy érthetjük meg, ha először definiáljuk az oltóhab jelentését. A hab gőzökkel és gázokkal töltött buborékból álló rendszer, a buborékok közt pedig folyadékhártya helyezkedik el. A mechanikai hab előállításához habképző anyag – víz és levegő – szükséges. Ezzel szemben a vegyi hab vegyi úton jön létre, ugyanis a buborékok nem levegőből, hanem vízből és a habképző anyag oldatából kilépő szén-dioxid-gázból képződnek. Kiváló oltóhatással rendelkeznek, így széles körben alkalmazhatók. Azonban a habképző anyagok adalékként szulfittlúgot, zsírsavfrakciót és konzerváló szert, továbbá alumíniumsót és nehézfémeket is tartalmaznak. A nehézfémek környezetre és az élő szervezetekre kifejtett rendkívül káros hatásáról már korábban is szoltunk, az alumíniumsó pedig rákkeltő hatású. A szulfittlúgot részben vesz a savas eső kialakulásában, ezzel károsítva a növényeket, az állatokat, valamint a vízi és szárazföldi ökoszisztémákat. Ritkábban tűztoltó gázokat is használnak tűztoltásra. Alkalmazásuk elsősorban zárt térben előnyös, de előfordulhatnak helyzetek, amikor ez bizonyul a legjobb megoldásnak (például látást zavaró oltóanyag kiváltására, másodlagos károk megelőzésére vagy szűk, zárt térben működtetett elektromos berendezések oltására). Az oltógáz hatékonyságát az biztosítja, hogy az égéstérből az égést tápláló oxigént kiszorítja, ez kémiai és fizikai úton történhet. Így beszélhetünk kémiai úton oltó és inert gázokról. A kémiai úton oltó gázok (halogén vegyületek) az ózonréteget károsítják, nagyon lassan bomlanak le. A szén-dioxid fokozza az üvegházhatást. Összességében elmondható, hogy az inert gázoknak általában kisebb környezetkárosító hatásai vannak.

Az oltást végezhetik oltóporokkal is. A tűz típusára vonatkozóan megkülönböztetünk A, B, C, D, E tűzosztályt. A tűz típusától, azaz a tűzosztályától függ az oltóporok hatóanyaga. Az A típusú tűz oltásánál alkalmazott oltóporok ammónium-foszfát, ammónium-szulfát a hatóanyaga, a B és C osztállynál alkalmazott oltóporok nátrium-hidrogén-karbonát vagy kálium-hidrogén-karbonát. A D típusnál alkálifém-klorid-, ammónium-klorid-tartalmú lehet az oltópor. Ezeket az oltóporokat széles körben lehet használni, mert kompakt méretű oltóberendezésben érhető el. Azonban az eloltott tűz helyén visszamaradó tűztoltópor a talajt vagy az élővizeket szennyezheti. A szulfátok és a foszfátok vízterhelő hatásúak. A nátrium-hidrogén-karbonát, ismertebb nevén szóda-bikarbóna, illetve a kálium-hidrogén-karbonát környezetbarát anyagnak minősül. Ezen anyagok semleges pH-juknak köszönhetően általában nem befolyásolják jelentősen a talaj savasságát vagy alkalinitását, ami fontos a növények és a talaj mikrobiális életének szempontjából.

A tűzoltó anyagok környezeti hatásait befolyásolhatja a használt mennyiség, a helyes alkalmazási mód és az eltávolításuk során alkalmazott eljárások.¹⁸ Fontos a fenntartható és környezetbarát megközelítés a tűzoltás során, hogy minimalizáljuk a környezetre gyakorolt lehetséges negatív hatásokat. A környezet megóvása érdekében a megfelelő eszközök és taktika hatékony alkalmazása elsődleges feladat.¹⁹ Mivel a környezetvédelemre egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek, a tudomány segítségével egyre több környezetet nem károsító módszer kifejlesztésén dolgoznak.

Kármentesítés

A közúti balesetek során nemcsak a környezeti elemekre gyakorolt negatív hatásokkal kell számolni, hanem az épített környezetben keletkezett károkkal is. A közlekedési infrastruktúrában keletkezett károk, mint például az útburkolat roncsolódása, a közúti műtárgyak sérülése, a közművek, azaz villany-, víz-, gázvezetékek károsodása, közvetve vagy közvetlenül negatívan hatnak a természeti környezetre is. Jelen összefoglalásból kiderül, hogy a közúton bekövetkezett balesetek utáni kárfelszámolás kulcsfontosságú a környezet megóvásának érdekében.

A szennyezők közül különösen a szénhidrogének és a nehézfémek környezetbe jutását kell megakadályozni, mivel azok talajba kerülése a talajvíz károsítását, a talaj életének mérgezését, ezáltal a fajok pusztulását okozza. A felsorolt ökológiai kockázatok mellett nem elhanyagolható a humán egészségügyi kockázat sem. A talajba jutott szennyező anyagok rákkeltő, mutagén és teratogén hatását már a kármentesítések helyszínén is kimutatták.²⁰ Az alkalmazható kármentesítési módszer több befolyásoló tényezőtől függ. Fontos a környezeti közeg típusa (úgy mint talaj, víz) és a szennyezést okozó anyag fizikai-kémiai-biológiai tulajdonságainak összessége. Az időtényező sem elhanyagolható, hiszen a szennyezés eltávolításának sürgőssége is fontos lehet. A kármentesítési eljárás során nem ritka, hogy több módszer együttes alkalmazása szükséges. A fő cél mindig a talaj vagy a felszín alatti víz eredeti vagy az eredetihez közeli állapotának helyreállítása.²¹ Ehhez a következő megoldások léteznek: a terület használatból való kivonása, a terület lokalizálása, amelyen a szennyezés bekövetkezett, majd teljes talajcsere.

¹⁸ KUTI 2015.

¹⁹ ZÓLYOMI 2008.

²⁰ Magyar Állami Környezetvédelem [é. n.].

²¹ HORVÁTH-KÁTAI-URBÁN 2016.

A szennyezés lokalizációjának lényege a lehatárolás, a mozgás megakadályozása.²² Helyszín szerinti *ex situ* vagy *in situ* technológiák léteznek. Az előbbinél a kármentesítés során a szennyezett anyagokat fizikailag eltávolítják a szennyezett területről, majd más helyszínre szállítják azokat, ahol hatékonyabb módon kezelhetők. Példák az *ex situ* kármentesítési módszerekre: talajeltávolítás, a szennyezett víz pumpálása és tisztítása külső rendszerekben, a szennyezett levegő elvezetése és kezelése. Az utóbbinál a szennyezett területen belül kezelik a szennyező anyagokat, anélkül, hogy azokat elmozdítanák vagy eltávolítanák. Az *in situ* módszer gyakran gazdaságosabb és környezetbarátabb, mivel minimalizálja a szállításból és a szennyezett anyagok kezeléséből adódó költségeket. Példák az *in situ* kármentesítési módszerekre: bioremediáció (tehát mikroorganizmusok használata a szennyező anyagok lebontásához a természetes környezetben), permeáció (ez a talajpórusokon keresztüli szennyezőanyag-elvezetést jelenti) és injektlás (kémiai anyagok juttatása a szennyezett területre).

Fontos a közlekedési infrastruktúra eredeti állapotának mihamarabbi visszaállítása is, hogy a közlekedők problémamentesen vehessenek részt a forgalomban. Ezzel elkerülhető a forgalmi dugók kialakulása, amikor a levegő terhelése lokálisan megnövekszik, vagy akár az újabb, úgynevezett „koccanásos” balesetek előfordulása. Így a környezeti károk minimalizálhatók.

Összegzés

A természeti környezet védelme és az emberek egészségének megőrzése kiemelten fontos mindennapi életünk során. Sajnos azonban a közlekedés, a közúton bekövetkező balesetek is szennyezik a környezetet. Manapság csak kevesen foglalkoznak azokkal az ártalmakkal, amelyek a balesetek résztvevőit és a környezetet terhelik. Kutatásunk során vizsgáltuk a közúti közlekedés és az esetleges balesetek környezeti hatásait. Megállapítható, hogy a humán egészségre azonnali negatív hatással leginkább a tüzesettel járó balesetek lehetnek, mert az éghető anyagok által kibocsátott füst elsődlegesen egy kisebb zárt térben, az autó utasterében fejt ki káros hatását. Az utastérből a környezetbe jutó füst felhígul. A levegőbe jutó szennyező anyagok lokálisan növelik a légszennyezést. Nem szabad megfélemedezni a tűzoltó tevékenység okozta környezeti károkról sem. A tűz oltásához használt anyagok, illetve az ütközés hatására kiömlő hajtó- és kenőanyagok a

²² SZENDI 2022.

talajba kerülve szennyezik azt, és további károkat okozhatnak a vizekbe jutva. Ez végeláthatatlan folyamatot indíthat el a természeti környezet pusztításával, ha nem történik meg a megfelelő fajtájú és mértékű kármentesítés a helyszínen. A beavatkozások során az élőerő és a környezet megóvására egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a jövőben, ezért a kárfelszámolás hatékonyságának növelése fontos feladat. A kárfelszámolási tevékenység akkor lehet igazán hatékony, ha az alkalmazott taktikát, a felhasznált tűzoltó és kármentesítő anyagokat az adott feladathoz a legoptimálisabban választották ki. A környezetkímélő tűzoltás és kármentesítés módszerei is adaptálhatók, ami által hatékonyabban végezhetők el ezek a feladatok, és a környezeti károkozás mértéke is csökkenthető.

Felhasznált irodalom

- BENKE, István – PAPP, Csenge – KERÉKES, Zsuzsanna – KUTI, Rajmund (2023): Investigation of Combustion Gases of Li-ion, Ni-Cd and Pbq Batteries. *Pollack Periodica*, 18(2), 101–106. Online: <https://doi.org/10.1556/606.2022.00638>
- BUZÁS Bettina – TÓTH Judit Zsuzsanna (2020): *Műanyag hulladékok égési tulajdonságainak vizsgálata*. TDK-dolgozat. Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Energia- és Minőségügyi Intézet Tüzeléstan és Hőenergia Intézeti Tanszék. Online: http://www.combustioninstitute.hu/tdk_dij/2021/B%C3%BAz%C3%A1sBettina_%C3%A9s_T%C3%B3thJudit_TDK2020.pdf
- FÖLDI László – HALÁSZ László (2009): *Környezetbiztonság*. Budapest: CompLex.
- HORVÁTH Hermina – KÁTAI-URBÁN Lajos (2016): A vasúti áruszállítás környezetbiztonsági aspektusainak értékelése. II. rész. *Hadtudomány*, 26(E), 59–69. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2016.26.E.59>
- KÁTAI-URBÁN, Lajos – RÉVAI, Róbert (2015): Possible Effects of Disasters Involving Dangerous Substances Harmful to the Environment, Human Life and Health. *Bolyai Szemle*, 22(2), 151–159. Online: <https://nke.repo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13716/Possible%20Effects%20of%20Disasters%20Involving%20Dangerous%20Substances%20Harmful%20to%20the%20Environment,%20Human%20Life%20and%20Health.pdf?sequence=1>
- KROČOVÁ, Šárka (2013): Contamination of Water with Noxious and Hazardous Substances. *Journal of the Polish Mineral Engineering Society*, 2013. július–december, 131–136. Online: http://potopk.com.pl/Full_text/2013_full/2013_2_24.pdf
- KUTI Rajmund (2015): *A víz tűzoltói felhasználhatóságának lehetőségei és korlátai*. Online: [www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/536-a-viz-tuzoltoi-felhasznalhatosaganak-lehetosegei-korlatai.pdf](http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/536-a-viz-tuzoltoi-felhasznalhatosaganak-lehetosegei-korlatai.pdf)
- KUTI Rajmund – FÖLDI Alexandra – BEKE Dóra (2019): Közúti balesetek során bekövetkező talajszennyezések és kárelhárítási eljárások vizsgálata. *Hadmérnök*, 14(3), 13–20. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.2>
- Magyar Állami Környezetvédelem [é. n.]: *A környezeti kármentesítésről*. Online: <https://kornyezt-vedelem.hu/kornyezt-ka-rmentesitesrol/>

- MCCABE, Luis C. – POND, M. Allen – HELMERS, E. Neil (1952): Interrelationship of Air Pollution and Water Pollution. *Sewage and Industrial Wastes*, 24(1), 83–91. Online: www.jstor.org/stable/25031798
- Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat [é. n.]. Online: <https://legszenyezettseg.met.hu/>
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.
- PAPP Csenge (2024): A személygépjármű-motorburkolat égése során felszabaduló gázok vizsgálata. In GÖCZE István – PADÁNYI József (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből IV. Hallgatói kötet*. Budapest: Ludovika, 111–125.
- PAPP Csenge – KERSÁK József (2023): Közúti járművekben keletkezett tüzek okai. *Hadmérnök*, 18(2), 109–121. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2023.2.7>
- STANKOVIĆ, D. – KRSTIĆ, B. – NIKOLIĆ, N. (2008): Effect of Traffic on the Soil Contamination with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 22(2), 736–741. Online: <https://doi.org/10.1080/13102818.2008.10817543>
- SZABÓ István (2011): *Szénhidrogénnel szennyezett területek mikroba populációjának jellemzése*. PhD-értekezés. Gödöllő: Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola. Online: https://archive2020.szie.hu/file/tti/archivum/Szabo_Istvan_tezis.pdf
- SZENDI Rebeka (2022): Környezeti károk felszámolása a veszélyes üzemeknél – Kármentesítési technológiák. *Hadmérnök*, 17(2), 159–170. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.2.11>
- VAN BOHEMEN, Hein D. – JANSSEN VAN DE LAAK, W. H. (2003): The Influence of Road Infrastructure and Traffic on Soil, Water, and Air Quality. *Environmental Management*, 31, 50–68. Online: <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2802-8>
- ZÓLYOMI Géza (2008): Tűzoltási módok környezetvédelmi hatásai. *Hadmérnök*, 3(1), 70–87. Online: http://hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008_1_zolyomi.pdf