



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFÉKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI  2020

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimmer Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf

Szerkesztette: Facskó Ferenc
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Ács Norbert, Czímber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás	6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése	13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül.....	19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban	26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...	33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain	40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....	45
Czímber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....	51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....	61
Csáki Péter, Czímber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével	69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata	74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota	81
Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....	85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között	91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....	97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információtartalma (módszerek az evapotranszspiráció számítására).....	105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok	112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre	119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata	127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....	132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata	137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével	142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára	149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása	156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....	163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyón-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében	170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....	177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....	187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....	195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....	200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....	205
Marcisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben	210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel	217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén.....	221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése.....	227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....	232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben.....	237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai	247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárasi típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....	254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására	263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....	268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban	273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken	278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....	284
Szőke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....	291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....	298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....	305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....	311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....	318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok.....	325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....	329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....	336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése	342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata	348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szőke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen	354

A KÖZLEKEDÉS KÖRNYEZETI HATÁSAINAK LEHETSÉGES MONITOROZÁSA AZ M85 GYORSFORGALMI ÚT TÜKRÉBEN

ELEKNÉ FODOR VERONIKA, BIRÓ BARBARA, HORVÁTH ADRIENN, POLGÁR ANDRÁS
Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezet- és Földtudományi Intézet
elekne.fodor.veronika@uni-sopron.hu

Bevezetés

A közlekedési tevékenységek jelentős szerepet játszanak életünkben. A közlekedés révén hozzájuthatunk termékekhez és szolgáltatásokhoz, biztosíthatjuk az egyéni mobilitást és a jobb életminőséget, emellett fontos szerepet játszik a gazdasági és társadalmi fejlődésben is (HORVÁTH et al. 2010). Az említett pozitív hatások mellett azonban a környezet egyes elemeit, rendszereit érő károsító, terhelő hatásokkal is számolni kell. A közlekedésben a fenntarthatóság fontos kritériuma a megfelelő infrastruktúra mellett a környezet terhelésének csökkentése. A környezeti elemek, rendszerek állapotának megfigyelésére monitorig rendszer kiépítésére van lehetőség, amellyel nyomon követhetjük a ténylegesen jelentkező változásokat, szükség esetén hatásmérséklő beavatkozásokat határozhatunk meg, illetve ellenőrizhetjük azok sikerességét is.

Anyag és módszer

Munkánk a közlekedés környezetterhelő hatásait megfigyelő rendszer kiépítését készíti elő. A monitoring rendszerek megfelelő tervezéséhez tudnunk kell, hogy a közlekedés megjelenéséből adódóan milyen változásokra számíthatunk. Munkánk első lépéseként a hazai és nemzetközi szakirodalom tanulmányozásával a közlekedésből származó jelentősebb környezeti hatások feltárását végeztük el.

Ezt követően megvizsgáltuk, hogy az egyes környezeti elemeket, elemegyütteseket – mint a víz, levegő, talaj, élővilág, ember, ökoszisztéma, művi környezet – érintő hatásokat miként lehet megfigyelni, a bekövetkező változásokat nyomon követni.

A monitoring rendszer alapjainak pontosítása érdekében az esettanulmányok segítségével feltártuk már létező monitoring rendszerek fontosabb tervezési szempontjait. A vizsgált esettanulmányok között első- és másodrendű főutak mellett az M85 gyorsforgalmi főút egyes szakaszai is szerepeltek.

Munkánk során célul tűztük ki egy gyakorlatban jól alkalmazható, hosszú távon is fenntartható monitoring rendszer legfontosabb paramétereinek, jellemzőinek feltárását, melyek segítségével a fellépő negatív hatások gyorsan beazonosíthatók és csökkenthetők.

A közlekedés környezetterhelő hatásai

A különböző úttípusok esetén más-más forgalmi viszony, infrastruktúra és gépjármű összetétel jellemző, azonban általánoságban ugyanazokkal a környezeti hatásokkal lehet számolni. A közúti szállításnak a környezetre gyakorolt hatása jelenleg minden más közlekedési ágazaténál jelentősebb (SZWALEC et al. 2020).

Természetesen a különböző területi adottságok, éghajlati viszonyok tovább súlyosbíthatják a környezet elszennyeződését. A forgalomból eredő környezetszennyező anyagok elsősorban az üzemanyagok elégetéséből származnak, azonban jelentős szennyezést eredményez a különböző alkatrészek (fékbetétek, gumiköpenyek) kopása, a járműkarosszériák korróziója (NAPIER et al.

2008), de meg kell említeni a kiegészítő tevékenységek (út karbantartása, téli csúszásmentesítés) környezetterhelő hatásait is (HORVÁTH 2016).

A közlekedésből származó anyagok jelentős része *por* formájában jelenik meg, ami lerakódik az utak közvetlen környezetében a talajra, illetve a növényekre. A közlekedés során kikerülő por mennyisége és terjedése elsősorban a vegetációtól, a terület szélviszonyaitól, a járművek sebességétől, gyakoriságától és a kitettségtől függ. Összetételétől függően eredményezheti a talaj szemcseösszetételének, a C/N arányának és a talaj pH-jának megváltozását is (BARTHA et al. 2000). A porok már önmagunkban is jelentős szennyezők, jelentős nehézfém-tartalmuk miatt azonban még nagyobb környezetkárosító hatással rendelkeznek (THORTON 1991).

A járműforgalomból származó *fém-szennyezés* egy része a levegőben dúsul fel, másik része száraz vagy nedves ülepedés útján lerakódik a növények felszínén, illetve bemosódik az útközeli talajok felső rétegébe (FIEDLER 1990). A hatásfolyamatok eredményeképpen a szennyezők a talajvízbe, növényzetbe kerülve további szennyeződéseket okozhatnak. A legfontosabb közlekedésből származó nehézfémek a kadmium (Cd), a króm (Cr), a réz (Cu), a higany (Hg), a nikkel (Ni), az ólom (Pb), a platina (Pt) és a cink (Zn) (PÁLFI 2004). Annak el, hogy az előbb felsorolt szennyezések az egyik legjelentősebb teherviselővé teszik a talajokat, az utak tervezési szakaszában talajvédelmi tervet csak humuszos talajréteg mentését megalapozóan kell készíteni a Termőföld védelméről szóló 2007. évi CXXIX. törvény, valamint 153/2009. (XI.13.) FVM rendelet előírásainak alapján. A felső 20 cm-es humuszos feltalaj mentése, majd felhasználása a fenntartható mezőgazdasági termelés nélkülözhetetlen eleme. A humuszanyag a talaj tápanyag-, víz-, levegő-, és hőgazdálkodását javítja és mezőgazdasági felhasználás céljából védelmének kiemelkedő szerepet kell tulajdonítani. Itt viszont meg kell említeni, hogy egyes nehézfémeket, pl. higanyionokat az ásványi és a szerves kolloidok erősen adszorbeálják (STEINNES 2013). Tehát az utak mellett található mezőgazdasági területeken a humuszanyagok fémmegkötő tulajdonsága miatt a talajok folyamatos monitoringja erősen javasolt.

Jelentős mértékű a közlekedésből származó *gázhalmazállapotú légszennyezők* mennyisége is. A környezeti ártalom szempontjából legveszélyesebb szennyezők a kipufogógázokból kerülnek az út menti környezetbe. A gépjárművek működése során tökéletlen égés zajlik le, így a kipufogógázban olyan káros anyagok jelennek meg, mint a szén-monoxid (CO), a szén-dioxid (CO₂), a szénhidrogének (CH), a nitrogén-oxidok (NO_x), az ólomvegyületek és a kén-dioxid (SO₂). Fontos megemlíteni továbbá a napsugárzás hatására létrejövő fotokémiai másodlagos reakciók termékeit is, mint például az ózont vagy a peroxidokat.

A kijuttatott kipufogógáz összetevők nagyobb mennyiségű Cu, Cr, Cd, Zn, Mn, Ni és Co tartalmazhatnak (MODRZEWSKA ÉS WYSZKOWSKI 2014), melyet a szél és a csapadék közvetít a talajra, valamint az élővizetekbe. A talajfelszín elszennyeződése a légköri ülepedés hatására, valamint a vegetáció sztomáit eltömítő porszemcsék lemosódásával vagy az útburkolatról lefolyó csapadékkal szállított szennyezők hatására történhet (BÖRÖCZ 2009).

Az útkörnyezeti vízrendszerek közvetlen módon csak kisebb mértékben, inkább a szennyezett talaj közvetítésével szennyeződhetnek. Az utak felszínéről lemosódó szennyezők a vízgyűjtő terület azon vízfolyásaiban okozhat problémát, ahol az üledékben a fitoplanktonokban, a bentonitban, illetve a halakban nehézfém halmozódhat fel. Ezek környezeti kockázata erősen függ a vízgyűjtő terület fizikai, kémiai tulajdonságától, a csapadékvíz mennyiségétől és a nehézfémek szerves vagy szervetlen komplex formáinak elfordulásától (GONDI et al. 2004).

Jelentős hatótényezőként meg kell említeni a közlekedésből eredő zajt, mely hatás nem folyamatos, inkább hosszútávon káros, de mégis negatívan befolyásolhatja az élővilág egyedeinek bioritmusát és életfunkcióit. A járműveket az elhaladási zaj jellemzi, amit elsősorban a motorfordulatszám és az azzal arányos menetsebesség határoz meg. A közúti közlekedési zajra vonatkozó előírásokat a zaj- és rezgésvédelemről szóló 284/2007.(X.29) Korm. rendelet tartalmazza.

Járadékos tényező az utak mellett megjelenő hulladék, mely nem csak a lakossági szemetelésre korlátozódik, hanem különféle szállítási tevékenységek révén akár veszélyesebb anyagok is kerülhetnek az utak környezetébe (KORONIKÁNE PÉCSINGER et al. 2019).

Az éjszakai közlekedés jellegzetes hatótényezője a *fénykibocsátás* (fényszennyezés). Először a rovarokra veszélyes a mesterséges fény. Egyrészt a kerekek alá kerülve pusztulnak el, vagy kimerülnek, miközben a fényszórók fénye felé próbálnak repülni, másrészt a vízben élő repülőképes ízeltlábúak a magasból az utakat, megvilágított területeket vízfelületnek nézik és arra leszállva a gépjárművek áldozataivá válnak. Ez a probléma egyes fajoknál (például kérészek) olyan súlyos veszteségeket okozott, hogy a fajt csaknem a kipusztulás szélére sodorta.

Az éjszakai kivilágítottság hatására a madarak éjszaka is szükségét érzik területük jelölésének, ezért énekelnek. Mindez ahhoz vezet, hogy a pihenési idejük drasztikusan lecsökken, az életritmusuk megváltozik, meghiúsul a fészkelésük, párválasztásuk és szaporodásuk, így az élettartamuk csökkenése mellett egyedszám-csökkenés következik be (TÓTH et al. 2001).

Komplex hatótényező a *gáthatás*, szegélyhatás, mely sokszor irreverzibilis élőhely-feldarabolódást eredményez (PÉCSINGER et al. 2019). Az ökológiai folyosók feldarabolódása az izoláció révén korlátozhatja a populációk közötti génkicserélődést, valamint negatívan hat a szaporodásra és a táplálékszerzésre. A közlekedési zaj elrettentő hatással lehet az állatokra, míg a járművek, közúti lámpák okozta fényszennyezés inkább növeli az elütések számát.

Eredmények

A környezeti monitoring célja a környezeti elemek, elemegyüttesek és rendszer állapotában bekövetkező változások figyelemmel kísérése, a kiváltó okok azonosítása (GOUVEIA és FONSECA 2008). A mérési program megvalósítása, a kapott környezeti adatok rendszerezett tárolása és ellenőrzése lehetővé teszi bizonyos elemzések elkészítését, a kapott mérési eredmények értékelését, ezáltal környezeti információk előállítását.

Egy monitoring rendszer megtervezéséhez CLEMENT és SZILÁGYI (2011) szerint négy fő szempont figyelembevétele szükséges. Elsőként a *vizsgálati paraméterek* meghatározása történik. Olyan fizikai, kémia vagy biológiai paramétert (indikátor szervezetet) kell kiválasztani, amely jól tükrözi a környezet állapotában bekövetkező változásokat. Az utóbbi időben egyre nagyobb hangsúlyt kap a biológiai monitoring, szemben a hagyományos, analitikai monitoringgal, a kettő azonban nem válthatja ki egymást. Míg a biomonitoring a környezetet ért hatások összességét képes kimutatni, addig a hagyományos monitoring inkább a kitétséget, koncentrációt mutatja.

A mérőhálózat *mintavételi pontjainak helyét* szintén úgy kell meghatározni, hogy azok jól jellemezzék a vizsgálati területet. Az egyes mérőpontok kijelöléséhez az elméleti, geometriai alapok mellett célszerű figyelembe venni a terület sajátos földrajzi adottságait és a mérőpontok megközelíthetőségét is, ami még hangsúlyosabbá teszi a terepi alapállapot-felmérések szükségességét. A vizsgált környezeti elemtől függően változhat a mérőpontok mennyiségének, illetve elhelyezésének módja is. A levegőminőség vizsgálata során fontos a magasság figyelembevétele, míg például egy talajvizsgálat esetében az út középtengelyétől adott távolságokban, több mélységben célszerű mintát venni (SZWALEC et al. 2020).

A vizsgálati paraméterek és a kijelölt mérőpontok alapján a *mintavétel gyakoriságát* kell meghatározni, melyet a tér- és időbeli változékonyság befolyásol. Minél változékonyság jellemző, annál gyakrabban kell mérést végezni. A mintázási időközöket a változékonyság figyelembe vételével az adatrögzítés gyakorisága adja meg. Ez környezeti elemtől függően, napi, heti, havi, de akár éves méréseket is jelenthet. Bizonyos paraméterek a mintavételi ponton fixen telepített, automatikus érzékelő műszerek segítségével is mérhetők.

A fenti szempontok alapján tudjuk kiválasztani a megfelelő *mérési módszert*. Ennek első lépése a mintavételezés, mely nagymértékben meghatározza az eredmények pontosságát. Ezt követi a

speciális műszerek vagy eszközök segítségével történő koncentráció-meghatározás, általában laboratóriumi körülmények között, szabványok által rögzített eljárással.

A forgalomból származó hatások megfigyelésére szolgáló monitoring rendszerek többségét a levegőbe és talajba kerülő szennyezők, valamint a zaj mértékének vizsgálata céljából hozzák létre. Ezek ismeretében kutatásunk során is ezen hatások vizsgálatára helyeztük a hangsúlyt, kiegészítve a szintén fontos, de ritkábban figyelembe vett élővilággal. Eredményeinket az *I. táblázatban* foglaltuk össze.

Légszennyező anyagok esetén a vizsgálandó komponensek között a nitrogén-oxidok (NO_x), nitrogén-dioxid (NO₂), szén-monoxid (CO), kén-dioxid (SO₂), szénhidrogének (ezen belül is a BTEX), az ózon (O₃) és a szállópor (PM₁₀) szerepelt. A mérőpontok elhelyezkedését és a mérések idejét a 6/2011. (I. 14.) a levegőterheltségi szint és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról szóló VM rendelet alapján határozzák meg, melyet az aktuálisan vizsgált út egyes adottságai módosíthatnak. Az egyes szennyezőkre vonatkozó mérési módszereket a jogszabályban megjelölt szabványok rögzítik.

A porszennyezés az utak melletti első méterekben a legerősebb, 20 m után már csökkenő értéket mutat, de az úttól akár 1000 méterre is eljuthatnak a részecskék (KORONIKÁÉ PÉCSINGER 2008).

Talajszennyezők tekintetében az ólomvegyületek közvetlen hatásterület az uralkodó széliránytól függően az úttól 50-100 m-es sávban és a talajfelszíntől 4-5 m-es magasságig terjedhet. A levegő ólomfeldúsulása a forgalom függvényében exponenciális jelleget mutat. Az úttól távolodva fokozatosan csökken a növény, a talaj és a víz terheltsége. A talaj felső, 10-20 cm-es rétegében, főként az útpadkán és annak környezetében nagymértékű lehet a fém feldúsulása.

A talaj és a gyeptakaró nehézfém tartalmára vonatkozóan KÁDÁR (1993) az M7-es autópálya mentén végzett vizsgálatokat, melyek kimutatták, hogy az útpadkáknál legnagyobb a mennyiségük, ami annak köszönhető, hogy a szennyezők részben közvetlenül az útra kerülnek és onnan a porral és esővel a padkára jutnak. A légkörbe kerülő szennyezők másik része az uralkodó szelekkel távolabbra kerül. A mérőpontok kijelölésénél szükséges tehát ezek figyelembevételére is. A nehézfémek vertikális terjedését TAKÁCS (1983) vizsgálta, és kimutatta, hogy a mélységgel az általa vizsgált talajtípusokban csökkent az ólom mennyisége.

Látható tehát, hogy az egyes nehézfémek esetén is fontos a mérőpontok kijelölésénél a helyi adottságok figyelembevételére. A környezetterhelés mértékének megállapítására szolgáló méréseket ebben az esetben is a vonatkozó szabványok alapján szükséges elvégezni.

A közlekedés a zaj szempontjából lineáris forrásnak tekinthető. A településeken belüli zajterhelés nagyságát az egyes útvonalak járműforgalmán kívül a beépítési viszonyok, ezen belül a zajforrások és a védendő homlokzatok közötti távolság, az útkereszteződések is befolyásolják. Így akár néhány száz méteres útszakaszon is jelentősen változhat az okozott közúti zajterhelés nagysága. Ezek ismerete különösen fontos a monitoring rendszer mérési pontjainak kijelölésekor. A közlekedési zajmérés mérőpontjainak elhelyezkedését (talajfelszíntől és kibocsátó forrástól számított távolság), a mérések gyakoriságát, illetve azok módját a 25/2004 (XII. 20.) a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól szóló KvVM rendelet határozza meg. A környezeti zaj vizsgálatát és értékelését az MSZ 18150-1:1998 szabványban előírtaknak megfelelően kell elvégezni.

A forgalom élővilágra gyakorolt környezeti hatásainak megállapítására az alapállapot felmérést követően az újonnan megjelenő növényfajok számbavétele, valamint a vadátjárók megfigyelése szolgál. A tervezési szempontok meghatározása jelentősen függ az vizsgált út típusától, illetve elhelyezkedésétől.

táblázat: Az utak esetében alkalmazható monitoring rendszerek tervezési szempontjai

Vizsgált környezeti elem	Vizsgálati paraméterek	Vizsgálati pontok helye	Mérési gyakoriság	Mérés módja
Levegőminőség	nitrogén-oxidok (NO _x), nitrogén-dioxid (NO ₂), szén-monoxid (CO), kén-dioxid (SO ₂), szénhidrogének (BTEX), ózon (O ₃), szállópor (PM ₁₀)	a vizsgált úttól függően változnak; kijelölésük a 6/2011.(I.14.) VM rendelet alapján történik (pontos távolság, magasság, elhelyezkedés)	Az út létesítésének szakaszában (24órás) napi mérés. A forgalom megindulása után 90-120 nap között	az egyes szennyezőkre vonatkozó mérési módszereket a jogszabályban megjelölt szabványok rögzítik.
Talajszennyezők	nehézfémek (általában Pb, Zn, Cu, Cd)	a vizsgált úttól függően kerülnek kijelölésre (úttól való távolság, mintavétel mélysége)		az egyes szennyezőkre vonatkozó mérési módszereket szabványok rögzítik
Zaj-rezgés	nappali és éjszakai mértékadó egyenértékű A-hangnyomásszint	a 25/2004 (XII.20.) KvVM rendelet szerint	alapállapot felmérés; építési munkálatok alatt; forgalomba helyezést követően 90-120 nap között és fél év múlva	25/2004 (XII.20.) KvVM rendelet és MSZ 18150-1:1998 szabvány szerint
Élővilág	ökológiai átjárók (inkább nagyvad)	a vizsgált úttól függően	a forgalomba helyezést követően min. 5 évig	
	invazív fajok előfordulása	az alapállapot-felmérés során rögzített területen, illetve annak 500-500 méteres kisajátítási szakaszán	kivitelezés megkezdése előtt; a forgalomba helyezést követően 2 évig évente	terepi felmérés

Összefoglalás

Vizsgálataink során meghatároztuk a közúti közlekedés legfontosabb környezeti hatásait, melyek figyelemmel kísérésére, illetve hatáscsökkentésére fontos monitoring rendszert tervezni. A szakirodalmi áttekintés, illetve az esettanulmányok eredményei alapján feltártuk azokat a paramétereket, amelyek figyelembevétele feltétlenül szükséges egy jól működő, hosszútávon fenntartható rendszer kiépítéséhez.

Tapasztalataink alapján a legtöbb út esetében csupán a légszennyezés, illetve a zajszennyezés vizsgálatára javasoltak monitoring rendszert, amelyek rendelkeznek kellő jogszabályi és szabványi háttérrel is. Annak ellenére azonban, hogy jelentős hatások érik a talajt, illetve az élővilágot is, azok állapotának változására nem helyeztek nagy hangsúlyt. Az általunk vizsgált módszerek méréseken alapultak, amelyek a kitettséget mutatják, éppen ezért javasoljuk bizonyos

szennyezők esetén (légszennyezés, nehézfémek) a hatásokat jól indikáló biomonitring módszer párhuzamos alkalmazását is.

Köszönetnyilvánítás: Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- 153/2009. (XI. 13.) FVM rendelet az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény végrehajtásáról
2007. évi CXXIX. törvény a termőföld védelméről
25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet. a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól.
284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól
6/2011. (I. 14.) VM rendelet a levegőtérheltségi szint és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról
BARTHA D., BIDLÓ A., KOVÁCS G. (2000): Esettanulmány az utak és az ökológiai folyosók konfliktuspontjaira erdei ökoszisztémákban. In: Pallag O. (szerk.): Nyomvonalas létesítmények élőhely-fragmentáló hatása - Nemzeti jelentés az IENE COST 341 témában, Budapest, pp. 67-68.
BÖRÖCZ, T. (2009): Közúti járművek ásványolaj-kibocsátásainak vizsgálata. Diplomamunka. BME.
CLEMENT A., SZILÁGYI F. (2011): Környezeti monitoring. Oktatási segédanyag. BME, Budapest
FIEDLER, H. J., (1990): Bodennutzung und Bodenschutz: Jena. VEB Gustav Fischer, Verlag, Stuttgart.
GONDI F., HALMÓCZKI SZ., DANKÓ GY., DURA GY., LIGETI ZS., SZABÓ I. (2004): Kármentesítési Útmutató 7., A mennyiségi kockázatfelmérés módszertana. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
GOUVEIA C., FONSECA A. (2008): New approaches to environmental monitoring: the use of ICT to explore volunteered geographic information. *GeoJournal* 72, 185-197
HORVÁTH B., KOREN Cs., PRILESZKY I., TÓTH-SZABÓ ZS. (2010): Közlekedéstervezés. Széchenyi István Egyetem
KÁDÁR I. (1993): Adatok a közlekedés, település és az ipar által okozott talajszennyezés megítéléséhez. *Növénytermelés*, 42. 185-190. p.
KORONIKÁNE PÉCSINGER J. (2008): Az útkörnyezet hatásterjedést befolyásoló szerepe természeti területeken. Doktori disszertáció. NyME Sopron.
KORONIKÁNE PÉCSINGER, J., ELEKNÉ FODOR, V., POLGÁR, A, PINTÉRNÉ NAGY, E. (2019): Útkörnyezeti hatások monitorozása - Biomonitring módszer fejlesztése a közlekedési eredetű környezetterhelés indikálásához. 17th International Conference on Application of Natural-, Technological- and Economic Sciences. pp. 115-121.
MODRZEWSKA, B., WYSZKOWSKI, M. (2014): Trace metals content in soils along the state road 51 (north-eastern Poland). *Environ Monit Assess* 186, 2589–2597
MSZ 18150-1:1998. A környezeti zaj vizsgálata és értékelése.
PÁLFI Á. szerk. (2004): Útmenti zöld növényzet károsanyag-terhelése. BME OMIKK Környezetvédelem, 2004/19-20.
STEINNES, E. (2013): Mercury. In: ALLOWAY, B.J. (Ed.): *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability*. Springer Science & Business Media. pp. 411-428.
SZWALEC A., MUNDALA P., KEDZIOR R., PAWLIK J.(2020): Monitoring and assessment of cadmium, lead, zinc and copper concentrations in arable roadside soils in terms of different traffic conditions. *Environmental Monitoring and Assessment* 192:155. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8120-x>
TAKÁCS M. (1983): Az ólomtartalom változásának vizsgálata az Általér környezetvédelmi modellterület néhány talajtípusán. In: CSATHÓ P. (1994): *A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés*. MTA, Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest.
THORTON, I. (1991): Metal contamination of soils in urban areas. In: BULLOCK, P., GREGORY, P. J. (Eds.) *Soils in the Urban Environment*. Blackwell, Oxford. p. 184.
TÓTH M., GURÁLY H., TÓTH E., GÖRÖGH Z. (2001): Az energiafelhasználás hatékonyságának javítása. Tanulmány. Nyíregyháza