

# III. Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia 2021

## Tanulmányok

Szerkesztette  
Bíró Tibor



**LUDOVIKA**  
EGYETEMI KIADÓ

# Tartalom

<i>A tanulmánykötet szerzői</i>	7
<i>A szerkesztő előszava</i>	9
I. rész – Az integrált települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	11
Balatonyi László – Hegyi Zoltán: A közút forgalma által okozott szennyeződések terjedésének vizsgálata a közúti csapadékvíz-elvezetésben	13
II. rész – A kutatás, innováció és legjobb gyakorlat témakörében elhangzott előadások publikációi	23
Bana Zsolt – Balogh Balázs – Rác Tibor: Neurálishálózat-alapú vízállás-előrejelző modellek a budapesti kisvízfolyásokon	25
Kozák Péter: Csapadékvíz-gazdálkodási kérdések az Alsó-Tisza vízgyűjtőjén	45
III. rész – A stratégia, gazdaságpolitika és oktatás témakörében elhangzott előadások publikációi	63
Máthé Katalin: A kulcsvonalmódszer alkalmazása vonal menti struktúrák létesítésére	65
IV. rész – A település- és lakosságvédelem témakörében elhangzott előadások publikációi	83
Hábermayer Tamás: Az éghajlatváltozás jövőbeli hatásai a települési csapadékvízre – tudatos tervezés a rendkívüli események elhárítása kapcsán	85
Márton Attila: A Szuha-pataki árvízcsúcscsökkentő tározó hatásának elemzése Ecseg település villámárvizekkel szemben való védettségére	93
Bene Viktória – Cimer Zsolt: Csapadékvíz-gazdálkodás kontra veszélyhelyzet kialakulása a veszélyes ipari üzemekben	105
V. rész – Az infrastruktúra-gazdálkodás, -üzemeltetés témakörében elhangzott előadások publikációi	113
Nagy Zoltán András: Kibertámadások víziközművek ellen	115
Hetsi Zsolt – Mrekva László: Szélsőséges csapadék kezelése a mezőgazdasági gyakorlatban	127
VI. rész – Az előrejelzés, méretezés és tervezés témakörében elhangzott előadások publikációi	137
Rác Tibor: Hellmann–Fuess-csapadékirók szisztematikus hibájának korrekciója a feldolgozott záporadatokban	139

## A tanulmánykötet szerzői

*Balatonyi László:* osztályvezető, Települési Vízgazdálkodási Osztály, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

*Balogh Balázs:* okleveles építőmérnök, FCSM

*Bana Zsolt:* okleveles térképész

*Bene Viktória:* PhD-hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola; Honvédelmi Minisztérium Hatósági Főosztály

*Cimer Zsolt:* egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, tanszékvezető, NKE Víztudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

*Hábermayer Tamás:* tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság

*Hegyi Zoltán:* környezetvédelmi albizottság-vezető, MAÚT; ügyvezető igazgató, VIKÖTI Kft; vezető tervező

*Hetesi Zsolt:* egyetemi docens, NKE Víztudományi Kar, Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

*Kozák Péter:* okleveles építőmérnök, igazgató, Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság

*Márton Attila:* okleveles építőmérnök, csoportvezető, Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság Vízyűjtő-gazdálkodási Csoport

*Máthé Katalin:* tudományos munkatárs, NKE Víztudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

*Mrekva László:* mesteroktató, NKE Víztudományi Kar, Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

*Nagy Zoltán András:* egyetemi docens, NKE Rendészettudományi Kar Bűnügyi, Gazdaságvédelmi és Kiberbűnözés Elleni Tanszék

*Rácz Tibor:* okleveles építőmérnök, PhD-hallgató

## A közút forgalma által okozott szennyeződések terjedésének vizsgálata a közúti csapadékvíz-elvezetésben

### Bevezetés

A tervezések és előkészítések során a tervező sokszor kerül abba a helyzetbe, hogy a tervezett nyomvonalas létesítmény (út) csapadékvíz-elvezetéséhez költséges műszaki kialakítással vízvezető rendszer kiépítését kell megterveznie az esetleges szikkasztás vagy a helyben tározás és szikkasztás, párologtatás helyett. A jogszabályi megfogalmazásokon túl sok esetben a helyi előírások is szigorú feltételeket szabnak. A mindennapi tervezői gyakorlat során a hatósági egyeztetések alkalmával – határozatokon kívül – sokszor elhangzik az a mondat, hogy az útburkolatról lefolyó víz szennyezett, és ezért sem élő vízfolyásba közvetlenül, sem szikkasztással nem lehet a vízvezetést megoldani. Költséges tisztítóberendezéseket, illetve költséges zárt vagy burkolt csapadékvíz-elvezető rendszereket kell tervezni. Az előzőekben említett mondatnak kutatásokon alapuló létjogosultsága nincs, mérések és vizsgálatok sajnálatosan nem alapozzák meg sem a jogszabályi megfogalmazásokat, sem a helyi szabályozásokat és tiltásokat. Részletes és átfogó kutatás hiányában ezek a kijelentések általánosságban igazak, de helyspecifikusan eltérhetnek a feltételezett állapottól.

A vonatkozó jogszabályi háttér rövid ismertetése:

- 219/2004. (VII. 21.) kormányrendelet a felszín alatti vizek védelméről;
- 220/2004. (VII. 21.) kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól;
- 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;
- 123/1997. (VII. 18.) kormányrendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellétesítmények védelméről;

- 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól;
- 27/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a felszín alatti víz állapota szempontjából érzékeny területeken levő települések besorolásáról;
- 90/2007. (IV. 26.) kormányrendelet a környezetkárosodás megelőzésének és elhárításának rendjéről.

### **Célkitűzés**

A kutatás során a vizsgálatok és laboreredmények alapján meghatározandó, hogy melyek a havárián kívüli általános üzemből eredő szennyeződések, és azok milyen távolságba és milyen mélységbe jutnak el, szivárognak be a talajba. A beszivárgási eredményeket különböző forgalmú utakra kell meghatározni, hiszen egy autópálya vagy egy kis forgalmú út, illetve egy kerékpárút forgalmából adódó szennyezés keletkezése és annak terjedése talajösszetételtől függően jelentősen eltér.

A célkitűzés teljesülésével párhuzamosan az alábbi kérdésekre próbál választ adni a kutatás:

- a) A közúti csapadékvíz normál üzemrend mellett is szennyezett?
- b) A közúti csapadékvíz a pályatesten előálló havária/baleset során szennyeződhet?
- c) A közúti csapadékvíz havária/baleset felszámolása során szennyeződhet?

### **A kutatás és a téma indokoltsága**

Az éghajlatváltozás következtében fokozódó nyomás nehezedik Magyarország hozzáférhető édesvízkészleteire, és több régióban is a kereslet és a kínálat aszimmetriája figyelhető meg. Az éghajlatváltozás következtében egyre szélsőséesebb időjárási jelenségek negatív hatással vannak a vízellátásra. Az időben és térben változó vízkészletek közép- és hosszú távon jelentős negatív hatással vannak a környezetbiztonságra, és ösztársadalmi szinten éreztetik hatásukat. A szélsőségeknek kitettség pedig korlátozza Magyarország versenyképességét, gazdasági stabilitását. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság tevékenységportfóliójában új elemként jelenik meg mind a települési vízgazdálkodás, mind a csapadékvízgazdálkodás, de nyilvánvalóan az állami és az egyéni szerepvállalás fontosságának

erősödése várható a következő években. A víz egyre élesebb biztonsági deficitként jelenik meg a Föld lakosságának preferencia-rendszerében. Közgazdasági szempontból is jelentős potenciálúak azok az országok, ahol a vízzel megfelelően gazdálkodnak. A különböző gazdasági ágazatok vízigénye miatt egyre kiélezettebb verseny folyik a vízért mint erőforrásért, miközben vízkészleteinknek nemcsak a mennyiségét, hanem a minőségét is óvnunk kell.

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 [1]. E pozitív eredmények 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 elemekben, rendszerekben azok állapotának megfigyelésére monitoringrendszer kiépítésére van lehetőség, amellyel nyomon követhetjük a ténylegesen jelentkező változásokat, és szükség esetén hatásmérséklő beavatkozásokat határozhatunk meg, illetve ellenőrizhetjük azok sikerességét is [2].

A nyomvonalas létesítmények csapadékvíz-elvezető rendszere sok esetben nemcsak a burkolati vizeket gyűjti és vezeti el, hanem a környező és a vízgyűjtő területek vizeit is összegyűjti, a természetes lefolyásokat megakadályozza és a vízelvezető rendszeren keresztül kivezeti a területről, így megváltoztatja a lefolyási és szivárgási viszonyokat. Amikor az út vízelvezető rendszerét zártan, illetve részben burkoltan alakítjuk ki, teljes mértékben megakadályozzuk a talajba szivárgás lehetőségét, amivel a talajvíz utánpótlását ellehetlenítjük.

A vízelvezetés ilyenfajta kialakításának indoka a legtöbb esetben ez a már említett mondat: az útburkolatról lefolyó víz szennyezett. Mindazonáltal a szennyezettség időben és térben igen változó. A talaj szennyeződhet az útkörnyezet légteréből a légköri csapadékkal való le-, kicsapódás, majd nedves ülepedés útján, illetve az út menti szennyezett növényzetről lemosódás, az útburkolatnál lefolyó csapadékvízzel szállított szennyezők hatására [3]. E kijelentés igazságtartalmának részletes vizsgálata és méréseken alapuló koncepcióális kutatása a cél.

A környezeti monitoring egy célorientált, szervezett mérési és kiértékelési tevékenység, amelynek segítségével figyelemmel tudjuk kísérni a vizsgálandó környezeti elemek állapotát, változását, és ezek ismeretében meg tudjuk határozni az állapot romlását előidéző okokat [4]. A monitoringtevékenység egyik célja, hogy mérje és összegezze a környezet állapotára vonatkozó adatokat a bizonytalanságok csökkentése és ellenőrzése érdekében [5]. A környezeti monitoring

révén olyan adatokhoz juthatunk, amelyek alkalmasak környezetünk állapotának értékelésére [6].

A korábbi hasonló vizsgálatok és mérések részben igazolják a mondat helytelenségét, azonban a megfogalmazás helytelenségét alátámasztó komplex kutatási mérésorozatot nem történt, amely alapján módosítani lehetne a jogszabályi háttérrel és a műszaki előírásokat.

### **A közlekedésből fakadó csapadékvíz minőségi aspektusai**

A csapadékvíz hasznosíthatóságát a lefolyás vízminősége erősen befolyásolja, korlátozhatja, mivel az egyes használatokhoz a szennyező komponensek még megengedhető koncentrációja tartozik. Például hasznosításnak tekintve a talajnedvesség/talajvíz pótlását, a termelt talajba, illetve a talajvízbe juttatható komponensek határértékeit jogszabályok tartalmazzák. Hasonlóképpen, a felszíni befogadókra is léteznek területileg előírt vízminőségi emissziós, illetve immisziós határértékek. A szabályozás azonban korlátozott mértékben alkalmazható a csapadékvízzel szállított szennyező anyagokra.

A felszíni lefolyás vízminőségét a városi légkör és az egyes területhasználatokhoz kapcsolódó vízgyűjtő felület szennyezettsége határozza meg. A szennyezett légtérrel át lehulló esőcseppek ad- és abszorpció útján „kimossák”, magukkal ragadják a levegőben található szilárd szállópor-részecskéket (PM10, PM2,5), valamint a savképző gyököket alkotó aeroszol részecskéket, amelyek zömében égési folyamatokból származnak (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO és CO<sub>2</sub>). Az esőcseppeknek ezen az úton kialakuló szennyezettsége a koncentrációkat tekintve elhanyagolható, kivéve a pH-nak a tiszta levegőhöz képest savas irányban elmozduló csökkenését. Az esővíz szennyeződésmentes levegőben kimérhető, gyengén savas pH 5,5-ös értéke akár 3-as értékre is csökkenhet. A pH-érték csökkenésével a víz fémekre vonatkozó oldóképessége növekszik. Az oldott fémek mozgékonyasága a talaj-talajvíz térben és a potenciális környezeti hatásuk, mivel beépülhetnek a tápláléklánc folyamatába, jóval nagyobb a szilárd fázisúakénál. Ráadásul eltávolíthatóságuk a felszíni lefolyás során bonyolultabbá válik.

Ahhoz, hogy a szennyezőket eltávolíthassuk, néhány jellemzőjüket meg kell ismerni. A szennyeződés fő forrása a szennyezett városi felszín, ezen belül is a nagy gépjárműforgalmú és/vagy (nehéz) iparosított felületek. A csapadégmentes időszakban felhalmozódott szennyező anyagok eltávolításának transzportfolyamata a fent említett oldatba kerülő fémek kivételével a szilárd felszín

le mosásával és a szilárd fázisként való szállítással valósulhat meg. Ez alól kivételt képeznek a járművekből kicsöpögő, kiszóródó alifás szénhidrogének, ásványolajok – többségében motorolaj – és a hidraulika-rendszerek folyadékai.

A lemosható, alakilag szilárd részecskék zöme inert ásványi összetételű por. Alkotóelemei közé tartoznak még a gépjármű gumiköpenyei és az aszfaltburkolat kopásakor keletkező finom, szerves, biológiailag azonban nem bontható részecskék, valamint a belső égésű motorok (dőntő mértékben a dízelmotorok) kipufogógázában megtalálható koromrészecskék is, amelyek kémiaiailag policiklikus aromás szénhidrogének (PAH-ok). Az útfelületen felhalmozódó és lemosható részecskék mérete a szálló por néhány mikrométeres szemcseméretei és a 0,1-0,2 mm-es értékek között változik.

Ennek az olajnak az eltávolíthatósága jelentősen különbözik a parkolókról (beleértve a buszvégállomások felületét is) lemoshatóktól. Míg a parkolóknak az elcsöpögő olaj úgynevezett „olaj a vízben” típusú emulziót képez a csapadékvízzel, amelyet a gyakorlatban ismert olajfogókkal sikeresen eltávolíthatunk, az útfelületek olajszennyezettsége sajátos formában jelentkezik. Ez az olaj alapvetően a tömitési hibák miatt, a járó motorokból permet formájában kiszóródó mikron nagyságú olajcseppek formájában jelenik meg. A gumiköpenyek ezeket összegyűrik a lekopott gumi- és aszfaltszemcsékkel, amelyek körbezárlják az olajpermet részecskéit. Így egy olyan heterogén összetételű anyag keletkezik, amely megakadályozza, hogy az olaj például az oleofil abszorbensekkel közvetlenül érintkezzen, és ott megtapadjon. Ez az olajtartalom hagyományos módszerekkel, felúsztatással nem választható el a víztől, csak homokszűréssel vagy kisebb hatékonyságú koaleszcens szűrőkkel. Kiemelendő, hogy az utcai szemét nem tartozik a vízminőséget közvetlenül veszélyeztető szennyezők közé, eltávolítása a közterület-tisztítás hagyományos feladata. A közlekedési eredetű, felszíni és felszín alatti vizek szennyezés elleni védelmére a gyakorlatban hatékonyan alkalmazhatók a szikkasztó, szűrő tározók [7].

### **A részletes kutatási terv ismertetése**

A kutatási feladat az alábbi fő lépésekből áll:

- előkészítés;
- a mintaterületek kijelölése, a vizsgálatok meghatározása;
- a mintavételi helyek meghatározása, beazonosítása;
- a mintavételek elvégzése;



- laboratóriumi munkák;
- az eredmények összefoglalása, elemzése, javaslatok megfogalmazása;
- publikálás, ismeretterjesztés.

### *Előkészítés*

A lehetséges szennyező anyagok beazonosítását követően a vizsgálati módszereket, majd a klimatikus hatások ismeretében a mintavételi gyakoriságokat kell meghatározni. Ki kell jelölni a mintavételekbe és vizsgálatokba bevonandó szervezeteket, és meg kell határozni a velük való kapcsolattartást. Biztosítani kell a jogi hátteret.

### *A mintaterületek kijelölése, vizsgálatok meghatározása*

Az előkészítést követően javaslatot kell tenni a mintaterületekre. Mind sík, mind hegyvidéki utak kijelölése, valamint különböző útkategóriák is javasoltak. Meg kell határozni a vizsgálati módszereket és azok gyakoriságát.

A forgalom gyakoriságának, a lokális szennyezettségnek és a potenciálisan veszélyeztetett felszíni vagy felszín alatti vízkészletnek a figyelembevételével ki kell jelölni a monitoringpontokat és a mintavételeket, a mintavételek gyakoriságát, a környezeti feltételeket.

El kell készíteni a kutatási tervet, javasolt az alapállapot felvétele. Száraz és csapadékos időszakban is szükséges a mintavételezés elvégzése. Ezek ismeretében fel kell venni a kapcsolatot a kijelölt utak, vízelvezető rendszerek és befogadók kezelőivel, és az ő ismereteik szerint a kutatási tervet felül kell vizsgálni, szükség esetén pedig módosítani.

### *A mintavételi helyek meghatározása, beazonosítása*

A kutatási terv alapján a helyszíni bejárásokkal be kell azonosítani az elvégzendő feladatokat. Meg kell határozni, hogy a mintavételezési helyek megközelíthető-e. A mintavételi helyeket javasolt közvetlenül az út mellett a padkában, az úti menti árokban, a vízelvezető rendszerben az úttól távolabb 5-10 m-re, valamint

a befogadó előtt meghatározni (legalább négy pontot). A szükséges előterveket el kell készíteni, és az engedélyeket be kell szerezni.

### *A mintavételek elvégzése*

A kutatási tervben meg kell adni, hogy a kijelölt mintavételi helyeken mikor és hány alkalommal kell a mintavételezést megtenni. Jelen ismereteink szerint mindenképpen szükséges az alapállapot rögzítése. Azt követően a lefolyási viszonyok ismeretében meg kell határozni, hogy a mintavételezést hány alkalommal és milyen időjárási és/vagy forgalmi viszonyok között kell elvégezni. A mintavételezés javasolt mind száraz, mind csapadékos időszakban, továbbá a klimatikus viszonyokat is figyelembe véve zivatarok közvetlen időszakában (azalatt és röviddel azt követően) is.

A méréseket akkreditált laborban kell elvégezni. A másodlagos célkitűzések között szerepel egy minél nagyobb területet lefedő és minél részletesebb (térbeli felbontású) térinformatikai térkép előállítása (interpolált raszteres állomány), amely feltételezi a kellő minőségű és mennyiségű adatot.

### *Laboratóriumi munkák*

A munka környezetvédelmi felmérés, amelynek célja annak megbecslése, hogy az autóutak mint vonalas infrastruktúrák mennyiben szennyeznek valójában a közvetlen környezetüket.

A munka alapvetően két részre osztható a jelenleg érvényes és rendeletekben rögzített környezetvédelmi vizsgálatoknak megfelelően. Az első a teljes vizsgálandó területet lefedő mintázás és szűrővizsgálat.

Az alapállapot-vizsgálatok során javasolt lehetőség szerint különválasztani a vonal menti nedves-száraz kiülepedés diffúz szennyeződéseit, illetve a pontszerű elvezetések okozta szennyeződéseket. A talajok és iszapfogók anyagának vizsgálatát előbb gyors és költségkímélő módszerekkel szükséges felmérni. Ez a TPH (összes ásványi szénhidrogén) esetében a Petroflag (U.S. EPA SW-846 METHOD 9074) turbidimetriás mérési módszert, a nehézfémek esetében az XRF elemanalizátort (Niton XL3t XRF) jelenti. Addicionális vizsgálatok kívánatosak a mátrix meghatározása céljából: mésztartalom, pH, hézagterefogat, hidraulikai vezetőképesség, humusz/szervesanyag-, szemcseeloszlás- és szabatos

ásványtani leírás. A problémás területek lehatárolása után a vett minták egy részéből akkreditált gázkromatográfiás TPH-meghatározás és (ICP-módszerrel) fémvizsgálat végezhető. A fémek vizsgálat előtti feltárása történhet teljes fém-tartalomra és/vagy biológiailag felvehető elem-tartalomra.

A talajok azon jellemzője, hogy képesek ionok megkötésére, visszatartására és kicserélésére, fontos információ lehet, amelyet a természeti folyamatok mellett az engedélyezési eljárások során is fel lehetne használni. A fenti információk miatt lehetőleg vizsgáljuk a földtani közeg adszorpciós képességét is.

### *Az eredmények összefoglalása, elemzése, javaslatok megfogalmazása*

A laboratóriumi eredményeket a jogszabályokban megfogalmazott határértékekkel össze kell hasonlítani. Az összehasonlítási eredmények ismeretében a következtetéseket le kell vonni, az eredményeket összegezve meg kell adni.

Az eredményekre alapozva a kutatásban részt vevőknek mind műszaki, mind jogi oldalról javaslatokat és ajánlásokat kell tenniük, amelyek alapjai lehetnek a műszaki előírásokban (UME), illetve jogszabályokban megfogalmazott előírások módosításának.

### *Publikálás, ismeretterjesztés*

A kutatási eredményeket a hazai műszaki és jogi környezetben minél szélesebb körben, publikációkon és konferenciákon keresztül ismertetni kell.

### **A kutatás várható végeredménye (társadalmi, műszaki, jogi és pénzügyi relevanciák), az eredmények várható hasznosítása, a kutatási feladat végrehajtásával nyerhető előnyök felsorolása**

A kutatás prognosztizálható eredménye következtében arra az általános megközelítésre, hogy „az útburkolatról lefolyó víz szennyezett”, térben és időben sokkal részletesebb, helyspecifikus és objektív – akkreditált méréseken, elemzéseken

alapuló – választ tudunk adni. Ezen információk birtokában javasolt felülvizsgálni, hogy a jelen közúti részterületet érintő kutatást és eredményeket követően érdemes-e a vasúti közlekedési részterületen is hasonló témájú és tárgyú kutatást elvégezni.

A korábbi vizsgálatok és a gyakorlati tapasztalatok alapján feltételezhető, hogy a burkolatról lefolyó vizek talajba beszivárgása, élővízbe bevezetése nem károsítja sem a talajvizet, sem az élővíz állapotát. Nyilvánvalóan ott, ahol kiemelt jelentőségű vízbázis található, nagyobb körültekintéssel kell eljárni. Mindazonáltal pontosan ez okozza a problémát, elsősorban hatósági oldalról, hogy nincsenek meg a kellő információk (alapadatok, beszivárgásmodellezés), így jogosan az elővigyázatosság elve mentén túl szigorú feltételrendszert állítanak a beruházások elé. Amennyiben a kísérlet megerősíti és bizonyítja a korábbi vizsgálati eredményeket és gyakorlati tapasztalatokat, akkor a műszaki előírások és jogszabályok változtatását követően a jövőben elkerülhetők a költséges beruházások (például árokburkolások), valamint a tisztító műtárgyak felesleges sűrűségű kiépítése. Amennyiben figyelembe vesszük akár a kül- és belterületi közutak különféle fejlesztési alapokból történő beruházási igényeit, és csak 5-10% „műszakitartalomcsökkenés” képzelhető el a különféle vízépítési művek elhagyásával, már akkor is jelentős anyagi haszon érhető el. A felesleges műtárgyak kiépítési költségei mellett a terület igénybevétele is növeli a beruházások költségét, továbbá az üzemeltetés során is jelentős üzemeltetési- és fenntartási költség-csökkenés érhető el, amely mind a kutatási eredmény hasznaként értelmezendő.

Mindezen, pénzben kifejezhető közgazdasági előnyök mellett vízgazdálkodási szempontból is előnyös a területi vízháztartásokra nézve, hogy az oda leeső csapadékvizeket nem koncentráltan, zárt rendszerben vezetik ki az adott területről, hanem azok ott elszikkadva vagy részben elszikkadva a talaj vízháztartását segítik, és ez a vízgazdálkodásban is pozitív hatásokat eredményez.

## **Köszönetnyilvánítás**

A részletes kutatási tématervezést a MAÚT Magyar Út- és Vasútügyi Társaság finanszírozta.

## Felhasznált irodalom

1. Horváth B, Koren Cs, Prileszky I, Tóth-Szabó Zs. Közlekedéstervezés. Győr: Széchenyi István Egyetem; 2010. 182 p.
2. Elekné FV, Biró B, Polgár A. Közlekedésből származó környezetterhelések monitorozási lehetőségei. Természet-, műszaki- és gazdaságtudományok alkalmazása nemzetközi konferencia [Internet]. 2019 [letöltve 2021. november 6.];18:105–110. Elérhető: <http://ojs.elte.hu/index.php/tmgank/article/view/682>
3. Koronikáné Pécsinger J. Az útkörnyezet hatásterjedést befolyásoló szerepe természeti területeken. Doktori disszertáció. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem; 2008. 130 p.
4. Arts J, Noteboom S. Environmental impact assessment monitoring and auditing. In: Hillary R, Jolly A, editors. The CBI Environmental Management Handbook. London: Earthscan; 2000. p. 431–436.
5. Gouveia C, Fonseca A. New approaches to environmental monitoring: the use of ICT to explore volunteered geographic information. GeoJournal [Internet]. 2008 Aug [cited 2021 Nov 6];72(3):185–197. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-008-9183-3>
6. Dobos T, Orbay P, Nagy A, Pájer J, Oláh M, Tőkés P. A környezetállapot kifejezését szolgáló monitoring rendszer koncepciója és alkalmazási lehetőségeinek feltárása. Kutatási jelentés. Sopron: Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezetvédelmi Tanszék; 1990.
7. Buzás K. A közúti közlekedés hatása a felszíni csapadékvíz-lefolyás szénhidrogén szennyezettségére. Doktori (PhD-) disszertáció. Budapest: Budapesti Műszaki Egyetem; 2009. 106 p.