

CUM SCIENTIA PRO AQUIS HUNGARIAE

Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia

Tanulmányok



Szerkesztette:
BÍRÓ TIBOR

Dialóg Campus

Tartalom

A szerkesztő előszava	7
I. rész: A települési vízgazdálkodás hidrológiai folyamatai témakörében elhangzott előadások publikációi	9
Hoffmann Lilla – Lakatos Mónika: Növekvő csapadékintenzitás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában	11
Ilyés Csaba – Szűcs Péter – Turai Endre: Csapadékösszegek és talajvízszint-idősorok spektrális elemzése	21
Czigány Szabolcs – Domján Anita – Nagy Gábor – Ronczyk Levente: Reakcióidő-számítás hidrológiai mérőhálózat alapján Pécssett	29
Horányiné Csiszár Gabriella – Ilyés Csaba – Lénárt László – Szűcs Péter – Üszögh Lajos: Miskolci villámárvizek elemzése a bükkí források és a városi szennyvízelvezető rendszer hozamadatai alapján	39
Bardóczyné Székely Emőke: A biológiai aktivitásérték (BAÉ) fogalma és kapcsolata a települési hidrológiával	45
Orgoványi Péter – Salamon Endre – Török László: Egy mérnök számára szükséges adatok és módszerek a települési csapadékvíz-elvezetés és csapadékvíz-gazdálkodás tervezése során	55
II. rész: A települési infrastruktúra és települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	65
Fehér János – Nagy Attila – Riczu Péter – Tamás János: A nagy felbontású 3D városmodell felépítése és szerepe a települési vízgazdálkodásban	67
Komárominé Kucsák Mónika: A villámárvízi elöntések enyhítése érdekében magnövelt városi zöldfelületek hatásvizsgálata egy konkrét példán keresztül	77
Karches Tamás – Mátrai Ildikó – Orgoványi Péter – Vadkerti Edit: Csapadékesemény hatása a mozgóágyas biofilmreaktorokat alkalmazó szennyvízkezelési technológiára	91
Puskás Tibor: Szélsőséges időjárási események hatása a pécsi víz- és szennyvízszolgáltatásra konkrét esetek alapján	99
Ámon Gergely: A települési vízrendszerek modellezéssel történő tervezése	109
Kozák Péter: A települési csapadékvíz-kezelés és a külterületi vízvezető rendszerek diszharmonijának bemutatása dél-alföldi esettanulmányokon keresztül	117
Mrekva László: A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyásszabályozásában	127
Goda Zoltán: A villámárvizek meteorológiai háttere	149

III. rész: A csatornahálózatokra gyakorolt hatások és a fenntartható csapadécsatornázás témakörében elhangzott előadások publikációi	159
Dulovics Dezsőné: A települési csapadékvíz-gazdálkodás csatornahálózatra gyakorolt hatásai	161
Istók Balázs – Lengyel Róbert: A lézerszkennelt 3D felszínmodell alkalmazása a csatornakiöntések pontosítására	173
Salamon Endre: Csatornahálózat hidraulikai modellezése az oktatásban	183
Rác Tibor: A 2017. május 23-i és az azt megelőző 2015. évi három budapesti felhőszakadás jellemzői	193
Gerőfi-Gerhardt András: Egyesített rendszerű csapadékvíz-elvezető művek bővítésének lehetőségei nagyvárosi környezetben	215
Hajtó Ödön: A vízügyi szabályozás és a csőstatika példája	227
Hancz Gabriella: A fenntartható csapadécsatornázás várható eredményei Debrecen példáján	235
IV. rész: A csapadékvíz-gazdálkodás katasztrófavédelmi aspektusai témakörében elhangzott előadások publikációi	243
Békési István – Sólyom Péter: Közép-Tisza-vidéki települések belvíz-veszélyeztetettségének értékelése	245
Jackovics Péter: Kárelhárítási, veszélyhelyzet-kezelési és helyreállítási feladatok a katasztrófavédelem polgári védelmi szakterülete elmúlt öt éves tevékenységének tükrében	251
Hábermayer Tamás: Katasztrófavédelmi önkéntesek szervezése a települések ár- és belvíz elleni védekezéséhez	261
Takács Krisztina – Kuti Rajmund: Extrém esőzések következtében kialakult csapadéktöbblet kezelésének tapasztalatai Győrben	273
Balatonyi László – Makay Gábor – Tóth László: A közelmúlt globális klímaváltozásainak, helyi vízkáreseményeinek hatása és költségvetési következményei a dél-dunántúli kis vízfolyások esetében	279
Hoffmann Imre – Cimer Zsolt – Király Lajos: A csapadékvíz-gazdálkodás iparbiztonsági aspektusai	293
A tanulmánykötet szerzői	305

Mrekva László

A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyásszabályozásában

Bevezetés

A rohamos urbanizáció, a koncentrálnódó gazdasági tevékenység és a klímaváltozás együttesen megnöveli a városi katasztrófák kialakulásának kockázatát az egész világon. A nem tervezett városfejlesztés, a fajsúlyos városi agglomerációkért folytatott verseny és a környezet degradációja, a földhasználat megváltoztatása gyakran a városok természetes vízgyűjtő-területeinek árvizek általi veszélyeztetéséhez vezet. A jelenlegi települési földhasználati gyakorlat miatt a városokban előregedő műszaki struktúrájú, túlterhelt csatornahálózatok találhatók, sürgető csapadékvíz-elvezetési és -kezelési problémákkal. A klímaváltozáshoz köszönhető megnövekedett csapadéktevékenység és az áthatolhatatlan városi felületek számának növekedése a katasztrófális károk kockázatának növekedését jelenti a városi területeken. Igényként merül fel a beépített területekről történő csapadéklefolyás mértékének csökkentése. *Ward és társai* szerint a csapadékvízgyűjtésre egyre inkább a fenntartható vízgazdálkodás integrált részeként kell tekintenünk (WARD–MEMON–BUTLER 2012). A kormányok régóta küzdenek e problémák megoldásával. A jelenkori településtervezés szabályozása megkívánja a csapadékvizekkel való észszerű gazdálkodást (a keletkezés helyén történő tárolást és felhasználást). A zöld infrastruktúrális megoldások ennek az integrált megközelítési módnak egyfajta kulcselemei. A zöldinfrastruktúrák alkalmazása az a fajta megközelítés, amelyben a szélsőséges³ időjárási jelenségek – például az intenzitásukban és gyakoriságukban, térben és időben eltérő csapadékos időjárásból fakadó negatív hatások – kezelésekor a természetes eljárások használatára összpontosítunk a környezetvédelmi, a szociális és a gazdasági előnyök szem előtt tartása mellett. A zöldinfrastruktúra mint *koncepcionális szemléletmód* (lásd *Módszertani útmutató a zöldinfrastruktúra fejlesztési és fenntartási akcióterv készítéséhez*) jelentős mértékben járul hozzá a fenntartható települési csapadékvíz-gazdálkodás kulcsfontosságú célkitűzéseinek megvalósításához. A fenntartható városi csapadékvíz-gazdálkodás számára nélkülözhetetlen legfontosabb

³ „A víz a szélsőséges mennyiségével is lehet környezeti ártalom, mert a sok víz vagy kevés víz egyaránt okozhat katasztrófális károkat.” (ILLÉS et al. 1978)

jövőbeli intézkedések a víztakarékos módszerek kidolgozása, a fokozott vízvisszatartás, a hatékony csapadékvíz-gazdálkodás, a megnövelt befogadóképességű csatornarendszerek kiépítése, a klímaváltozás hatásait figyelembe vevő településfejlesztés. A dolgozat a zöld-infrastruktúrák csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyásszabályozásában, ezzel együtt a városi árvizek eliminálásában betöltött szerepére koncentrálna, kitérve azok hidrológiai teljesítőképességére.

A téma indokltsága

Ahogy a városi területek egyre inkább terjeszkednek (1. ábra) a világ növekvő lakosságának teret biztosítva, egyre nagyobb valószínűségű igény mutatkozik a városi területek természeti környezetre gyakorolt hatásának mennyiségi és minőségi szabályozása iránt. Habár a népesség fontos szempont a városi környezet vizsgálatakor, a városi terület egy térbeli fogalom, amelyet csak részben definiál annak határain belül élő népessége (WEEKS 2010), a folyamatban nem csupán a városlakók száma nő, hanem a városias jelleg is terjed (PIRISI–TRÓCSÁNYI [s. a.]). A globális városi területek bővülésének szembevető eredménye a természetes folyamatok megváltozásában, valamint a természeti kincsek megfogyatkozásában nyilvánul meg (NIEMCZYNOWICZ 1999; VÖRÖSMARTY et al. 2000). A városi táj megváltoztatása hatással van a beszivárgásra és az evapotranspiráció befolyásolása által a városi hidrológiára.



1. ábra

Városok terjeszkedése

Forrás: https://c1.staticflickr.com/9/8090/8551983771_0ccb5a133d_b.jpg
(A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

Az áthatolhatatlan felületek növekedése negatívan befolyásolja a lefolyás folyamatát, mivel a porózus felületekről történő lefolyás a beszivárgás eltérő dinamikájának köszönhetően bizonytalanságot tükröz, és jelentős mennyiségi és minőségi változásokat okoz a hidrológiai körfolyamatban. A városi hidrológia szempontjából az urbanizáció hatására adott városi területen megnő a népsűrűség, és ezzel párhuzamosan a beépítés mértéke is

növekszik. A növekvő népsűrűség növekvő vízigényeket indukál, ami a vízkészlet túlzott kiaknázásához vezet. A beépítés mértékének növekedése, az áthatolhatatlan, lefolyástalan területek növekedése következtében a városi területeken megváltoznak a lefolyási viszonyok (1. táblázat). A lefolyási viszonyok megváltozása általában lefolyásnövekedést és csökkenő felületi tározódást jelent. Megnövekszik az áramlási sebesség, csökken a késleltetés időtartama. A megnövekedett burkolt felületekről lefolyó, a vízbe kerülő szennyeződés hatására a befogadók vízminősége romlik, ami vízminőség-szabályozási problémákhoz vezet. Mindezek a megoldásra váró feladatok cselekvésre készítetik a 21. század emberét. A városi földhasználat jellegének megváltozása, amely megnöveli a csapadéklefolyást, a városi árvízi katasztrófák intenzifikációjához (erősödéséhez) vezet.

1. táblázat

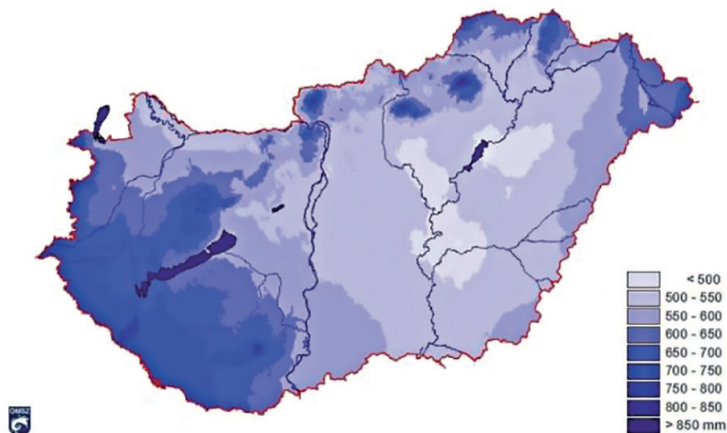
A lefolyás mértéke %-ban (a felszínre hulló csapadék és a lefolyó vízmennyiség aránya) különböző típusú felszínek esetében

aszfaltburkolat	85–95
bitumennel kiöntött kockakő	80–85
kockakő bitumenkiöntés nélkül	50–70
faragott terméskő burkolat	40–50
kavicsolt vagy mechanikailag stabilizált út	15–30
rét	15–30
szántó	8–20
erdő	3–10
park	5–10

Forrás: Magyar Urbanisztikai Társaság 2011, 13.

Alapvető vízpolitikai célkitűzésre van szükség a városok vízszükségletének biztosítása, a csapadékvíz helyben⁴ hasznosítása, a helyi víztározás elősegítése érdekében. Magyarországon az évi átlagos csapadék 500-750 mm. A tájaink között jelentős eltérések vannak az éves csapadékmennyiség tekintetében (2. ábra), ami azt mutatja, hogy rá vagyunk szorulva az észszerű vízviasszatartásra és csapadékvíz-gazdálkodásra.

⁴ „Figyelemmel az éghajlatváltozásból eredő csapadékinzénitálás növekedésére, szükséges egyrészt az elvezetés helyett a csapadékvízzel való gazdálkodás előtérbe helyezése [...]” 27/2015. (VI. 17.) OGY határozat a 2015–2020 közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról, 1. sz. melléklet, 15.



2. ábra

Magyarország átlagos éves csapadékösszege 1971–2000 között

Forrás: OMSZ

Szélesebb körben szükséges alkalmazni – kiemelt figyelmet fordítva a víztakarékos technológiák elterjesztésére – a vízvisszatartás, a racionális talajhasználat, a felszíni lefolyás csökkentése és a csapadékvíz elszikkasztása, illetve visszatartása eszközeit. A globális éghajlatváltozást megfigyelve elmondható, hogy változnak a csapadékmintázatok: ez azt jelenti, hogy bár összességében több csapadék hullik globálisan, eloszlása térben és időben is egyenetlenebbé vált, továbbá növekedett a párolgás mértéke, és gyakoribbá váltak a heves csapadéktevékenységek is. E trendeknek a látványos felerősödésére kell számítanunk a jövőben (TAKÁCS-SÁNTA 2007). Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) a csapadék csökkenése, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedése várható.⁵ A csapadékváltozás mértéke meghaladhatja akár a 30-35%-ot (Kiss 2015). Hazánkban a csapadékból származó vízkészlet jelentős,⁶ de elmondható, hogy a csapadékvízzel tulajdonképpen nem gazdálkodunk, és az erre vonatkozó jogszabályi kezdeményezés is igen hiányos.

„A kérdés nem az, hogy vajon a klímaváltozás megtörténik-e, hanem az, hogy mit tehetünk. Reálisan fel kell becsülnünk a változások jelentőségét, amelyek már körülöttünk tapasztalhatók és ennek megfelelően alkalmazkodnunk kell hozzájuk.” (ENSZ Környezetvédelmi Program, UNEP 2007). A mai körülmények között legkézenfekvőbb megoldás a burkolt felületek kiterjedésének csökkentése, és ezzel szemben a zöldfelületek növelése

⁵ A megnövekedett hőmérséklet hatására az egyes területeken tapasztalható csapadék formája, gyakorisága és mennyisége is megváltozik. Magyarországon emiatt összességében kevesebb eső várható, amely azonban intenzívebb esőzések folyamán fog lehullani, elsősorban a téli időszakban (*A klímaváltozás várható gazdasági hatásai Magyarországon 2020–2040* [2015]).

⁶ „A készletek második legnagyobb pozitív összetevője a csapadék, amely közelítően a befolyó felszíni készlet felével egyenlő. Ez azt is jelzi, hogy ésszerű vízvisszatartás és csapadékvíz-gazdálkodás révén a vízgazdálkodás és főleg a mezőgazdasági vízgazdálkodás tartalékai számottevőek.” (Nemzeti Vízzstratégia 28.)

volna. A nemzetközi gyakorlatban az előbb említett, jogszabályi kezdeményezés kötelezőként történő megvalósulásának lehetünk tanúi. Norvégiában például jogszabályi úton kötelezik az ingatlanulajdonosokat a területükre hulló csapadék összegyűjtésére, helyben tartására, ezzel tehermentesítve a víziközmű-szolgáltatók által üzemeltetett csatornahálózatokat. Magyarországon is vannak pozitív előrelépések: egyes városok építési szabályzata már tesz előírásokat például a zöldtetők kialakítását illetően.

„Mekkora zöldterületre lenne szükségünk a hazai településeken? Magyarországon az egy főre eső zöldterület településenként 0,49 és 140 m² között változik. Az ajánlott zöldterületi minimum 21-30 m²/fő, amelyből 7-10 m²-t közvetlenül az épületek körül, 7-10 m²-t 300-500 méteres távolságra, további 7-10 m²-t pedig nagyobb közparkként kellene biztosítani.” (LEVEGŐ MUNKACSOPORT [s. a.]

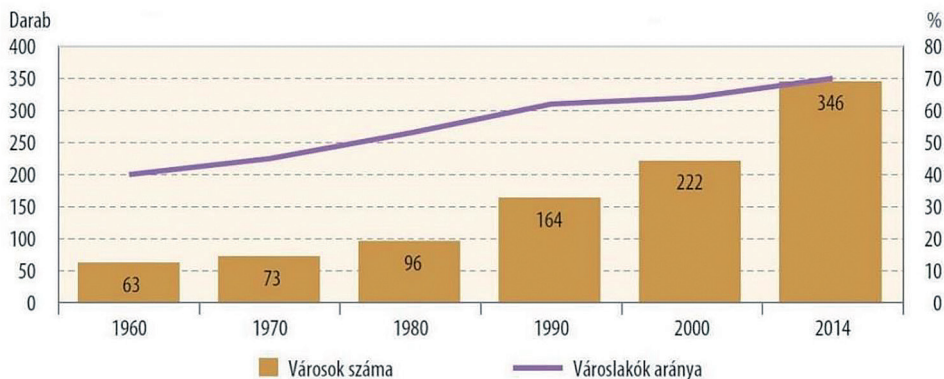
A települések életében sajátságosan sokszínű⁷ és jelentős szerepe van a víznek a környezet fejlesztése és az infrastruktúra megteremtése tekintetében. Nem újszerű a gondolat, hogy „a településeket közvetlen érintő környezetet átgondolt területfejlesztéssel, területrendezéssel és a vízi környezet fejlesztésével lehet eredményesen kialakítani” (ILLÉS et al. 1978), és az intézkedéseket, amennyire csak lehetséges, az eredményesség érdekében koordinált módon kell kezelni a teljes vízgyűjtőn. Mindezen fejlesztések alapját képezik a városiasodásnak, ezzel együtt a városok infrastrukturális ellátottságának. A vízgyűjtők átfogó szemléletű rendezése megelőzi a kedvezőtlen környezeti ártalmak integrálódását, növeli a kedvező hatásokat, bővíti a vízgazdálkodás többcélúságát.

A városi lefolyáskarakterisztika és a zöldinfrastruktúra kapcsolata

A városi hidrológia egy sajátságos tudást, ismeretet igénylő szegmense a hidrológiának, amit akkor és azokon a területeken alkalmaznak, ahol a koncentrálnódó emberi tevékenység kapcsolatba kerül a természetes folyamatokkal. A lakosság folyamatos növekedése (3. ábra) és a városi területek fokozódó fejlesztése kihatással van egy adott terület természeti jellemvonásaira, és megváltoztatja ott a hidrológiai gyakorlatot.⁸

⁷ „A víz az egyik leghatásosabb környezetgazdagító tényező által is, hogy fokozza más környezeti elemek (pl. erdők, parkok) esztétikai, közcélú (jóléti) és tájformáló hatását.” (ILLÉS et al. 1978)

⁸ „A népes településeken átlagosan 5-10%-kal magasabb a csapadék mennyisége a környező területekénél.” (KlímaBarát Városok 2012)

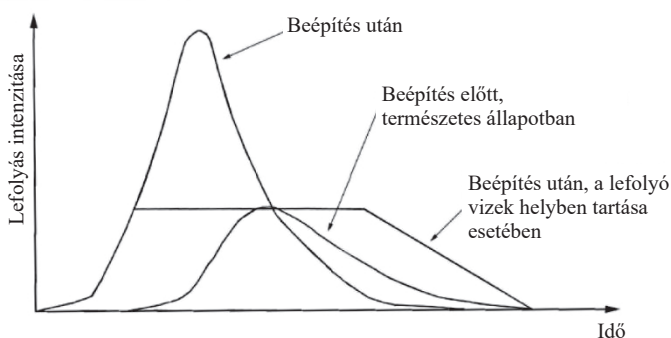


3. ábra

A városok számának és a városlakók arányának alakulása Magyarországon

Forrás: KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL 2015

Az elvárosiasodás egyik figyelemre méltó következménye az áthatolhatatlan felszínek növekedése, vagyis a burkolt utcák, utak, parkolóhelyek (ideértve a háztetőket is) jelenléte. Ezek a jelentősen megnövekedett felületek együttesen okozzák a lefolyás mennyiségének növekedését, valamint a talaj infiltrációs képességének csökkenését (4. ábra). A nem megfelelően kialakított városi csatornarendszerek a természetes vízgyűjtőkhöz képest nem tudják a lefolyást a lehető leggyorsabban levezetni, ezzel árvizek kialakulását okozzák (KASSIM–KASSIM 1999). A városi csapadékvíz-gazdálkodás az a fajta megszerzett tudás, ismeret, tapasztalat, amely megkísérli értelmezni, szabályozni és hasznosítani a hidrológiai körfolyamatban jelen lévő víz különböző megjelenési formáit.



4. ábra

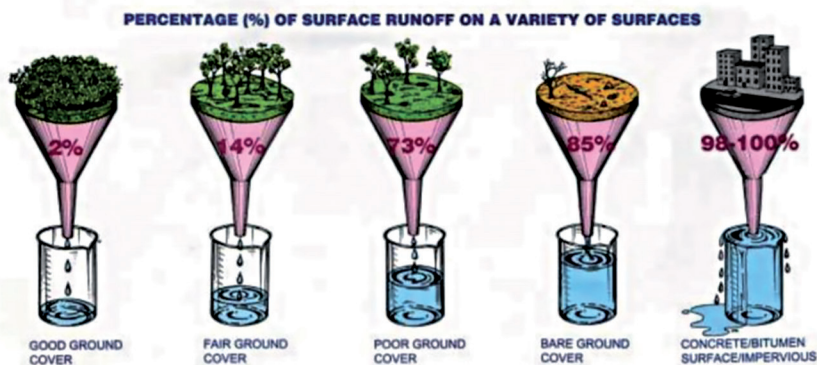
A beépítés hatása a felszíni lefolyásra

Forrás: WRIGHT–HEANEY 2001

A városi csapadékvíz-gazdálkodás ismereteinek alkalmazása leginkább az ember természeti folyamatokba történő beavatkozása esetén indokolt. A városi területeken és a vidéki, természethez közeli területeken lezajló hidrológiai folyamatok hasonlóak, de a városi területeken ezek a folyamatok térben és időben szűkebb skálán mozognak (DELLEUR 2003). A városi csapadékvizekkel való gazdálkodás során megoldandó kérdéskör szorosan egy viszonylag kis területen koncentrálódó népszaporulattal hozható összefüggésbe. A közlekedési hálózat fejlődése – ami egy magasabb életszínvonal elérését vetíti előre – nagy kiterjedésű, áthatolhatatlan urbánus felületek kialakulását eredményezi, amelyekről a víz egyenesen az amúgy is túlterhelt, műszakilag alulméretezett csatornarendszerekbe kerül. A hidrológiai folyamatokat szemlélve ennek a ténynek a befogadóra gyakorolt hatása meglehetősen drámai.

A csapadékvízgyűjtés hosszú időre nyúlik vissza: számos ősi civilizáció arra használta a csapadékvizet, hogy megbirkózzon a víz időszakos rendelkezésre állásának problémájával. A csapadékvízgyűjtési módszerek széles választéka ismeretes, és a különböző megoldások kiválasztása legalább annyira függ a vízgyűjtő területtől, mint a végső felhasználás céljától. A csapadékvízgyűjtési technikák két fő típusra (*in situ* és *ex situ*) oszthatók. Az *in situ* (eredeti helyzetben) csapadékvízgyűjtés célja növelni a talajban tározott csapadékvíz mennyiségét úgy, hogy azt a felhasználás helyén gyűjtik össze. Ennek az eljárásnak a lényege, hogy a csapadékvíz helyben marad. Az *ex situ* (nem eredeti helyzetben) csapadékvízgyűjtés esetén a csapadékvizet – a végső felhasználási helyhez képest – külső területen gyűjtik össze. Ilyen csapadékvízgyűjtésre szolgáló külső területek a városi természetes talajfelszínek, háztetők, utak és járdák.

A jelenkori városokban adott csapadékból származó lefolyás jelentősen több, mint korábban volt, és a lefolyó mennyiségek is 2-10-szeresére növekedtek (ROESNER et al. 2001). Dasch (2003) rávilágított az urbanizáció egy másik, szintén a lefolyásra gyakorolt negatív hatására, amely ugyancsak az áthatolhatatlan területek fejlődésének eredménye: a legtöbb csapadék beszívárogni képes hányada csökken, a lefolyási hányada pedig növekszik (5. ábra).



5. ábra

A felszíni lefolyás százalékos eloszlása különböző felszíneken

Forrás: <http://beckleysanitaryboard.org/impervious-surface>
(A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

A városi zöldterületekkel foglalkozó modern kutatások (PATAKI et al. 2011) rávilágítottak arra, hogy ahol az áthatolhatatlan felületek általi beépítettség mérete eléri a városi terület 50-90%-át, ott a beépített felületek 40-83%-án felszíni lefolyás képződik adott csapadékesemény alkalmával. Ez a lefolyás egyaránt származhat együttesen a közterületekről, illetve a magán-lakóingatlanokról. További tanulmányok (*The Multifunctionality of Green Infrastructure* 2012) (PYKE et al. 2011) kiemelten kezelik, és egyre nagyobb érdeklődést mutatnak a zöldinfrastruktúra tudománya és gyakorlata iránt, hangsúlyozva azok várostervezésben betöltött integratív szerepének fontosságát. Kimutatták például, hogy az áthatolhatatlan városi felületek szerény mértékű (25%-ról 16%-ra) csökkentése is jelentős csökkenést eredményezne a csapadékvíz lefolyásában.

A csapadékvíz-gazdálkodás általánosan alkalmazható céljai közül kiemelve, Wurbs és Jones (2002) hangsúlyozták, hogy a városi területeken az élet minőségét az árvizek csökkentése által, a csapadéklefolyás okán kialakult szokásos városi gyakorlat minél kisebb mértékű megzavarása és a védendő vízminőség jelentőségének szem előtt tartása által kellene növelni.

A vízgazdálkodás komplex értelmezése szerint a vizek kártételeinek megelőzése, valamint a károk lehetséges csökkentésére való felkészülés elengedhetetlen része a fenntartható vízgazdálkodás koncepciójának (MEDGYASSZAY 2007). Minden esetben a kor vívmányait, a társadalmi igényeket és a fenntarthatóságot szem előtt tartó fejlesztések növelése az elsődleges szempont. A fejlesztések során különös tekintettel kell lenni a csapadékvízzel történő gazdálkodásra (gyűjtés, helyben történő felhasználás, elvezetés), illetve az extrém időjárási körülmények kezelésére. A hirtelen lezúduló csapadékvizek elleni védekezéshez nemcsak a jól tervezett és méretezett csapadékvíz-hálózat kiépítése és a meglévő hálózat elégséges bővítése szükséges, hanem a meglévő hálózati elemek folyamatos karbantartása is. A fejlesztések során kiemelt hangsúlyt kell kapnia a költséghatékony vízvisszatartásnak és csapadékvíz-gazdálkodásnak. A fölös csapadékvizek kártétel nélküli levezetése társadalmi követelmény, ezért a kezelésükkel kapcsolatban alapvető paradigmaváltásra van szükség mind a gyakorlat, mind pedig a törvényi szabályozás téren.

A víz nem ellenségünk, hanem egy nagyon fontos lételem, ezért a vizet nem eltávolítani, hanem hasznosítani szükséges. A csapadékvizek helyben tartása és felhasználása tetemes költségmegtakarítást jelent. A tározott vízmennyiség nem jelenik meg a csapadékvíz-csatornahálózatban, amelynek terhelése ezáltal jelentősen csökkenthető. A hatásos gazdálkodási stratégia első lépése, hogy a problémát illetően egyértelműen definiált célokot kell megfogalmazni.

A hidrológiai körforgás alapelve szerint, amikor esik, az első esőcseppeket felfogják a növények levelei és szárai, amikor az esőcseppek elérik a talaj felszínét, a víz elkezd beszivárogni a talajba, amíg eléri azt a szintet, ahol a csapadékként intenzitás mértéke meghaladja a talaj infiltrációs kapacitását, vagyis már nem képes több víz beszivárogni a talajba. A talaj infiltrációs kapacitása a talaj szerkezetének függvényében változik. Eltekintve a csapadék karakterisztikájától (intenzitás, időtartam, eloszlás) számos egyéb speciális tényező van közvetlen befolyással a lefolyás bekövetkezésére és nagyságára. A leggyakoribb tényező a talaj típusa. Számos kutatás vizsgálta a különféle talajtípusokat és felszínborítottságot változtatós lefolyási körülmények között. A kutatások szerint a másik legfontosabb tényező, ami hatással van a lefolyásra, a növényzet. Az a terület, amelyik növényzettel sűrűn borított, kisebb mértékű lefolyást produkál, mint amelyik kopár. Kimutatták, hogy az intercepció során

elpárolgó vízmennyiség függ a növényzet fajtájától és annak fejlettségi szintjétől. Emellett a vegetáció is jelentős hatással van a talaj infiltrációs kapacitására. A sűrű növényzeti lefedettség megvédi a talajt a heves esőzés hatásától, ami végső fokon a talaj alkotórészeinek károsodását okozza (például talajdiszperzió⁹), aminek az a következménye, hogy az apró talajrészecskék a talaj felső pórusaiba vándorolnak, eltömve a pórusokat, és egy vékony, de sűrű, tömör felszint képeznek, ami nagymértékben csökkenti az infiltrációs képességet. Ráadásul a növények gyökérzete, mint a talajban jelen lévő szerves rendszer növeli a talaj porozitását, lehetővé téve több víz beszivárgását a talajba. A növényzet késlelteti, lassítja a felszíni lefolyást, több időt adva a víznek beszivárogni és elpárologni. A kutatásokat figyelembe véve a növényzet bizonyítottan pozitív hatással van a lefolyás karakterisztikájára.

A növényzet mellett a lefolyás kialakulásában jelentős szerepet játszik az adott vízgyűjtő lejtése és mérete. A meredekebb lejtők nagyobb lefolyást generálnak a lankásabb felszíneknél, utóbbi esetében a víz ideiglenesen képes kisebb-nagyobb mértékben tározódni és később beszivárogni. A földhasználat¹⁰ szintén a felszíni lefolyás folyamatát befolyásoló tényező. A földhasználat (a föld funkcionalitásának megváltozása szempontjából) a természetes környezetnek az ember konzekvens beavatkozása általi módosulása. Horoszné Gulyás Margit tanulmányában a földhasználati viszonyok vizsgálata során megállapította, hogy

- a lefolyást emberi léptékben a földhasználati viszonyok befolyásolják legjobban, geológiai léptékben pedig a terület földrajzi adottságai (domborzati és talajviszonyok),
- a beépített területeken legnagyobb mértékű a lefolyás, az erdővel borított térszíneken a legkisebb,
- a birtokszerkezet közvetett módon hatással van a lefolyás mértékének alakulására (HOROSZNÉ GULYÁS 2012).

A földhasználat megváltozása – például a felszínnek az urbanizáció miatti lezárása (áthalthatatlan felületek) – említendő az elsők között az árvízi katasztrófákat súlyosbító emberi tényezők esetében, mivel megnövelik a csapadéklefolyást. A földfelszín adottságainak – például a talaj típusának, a növénytakarónak és a földhasználati gyakorlatnak – közvetlen hatása van a keletkező felszíni lefolyás mennyiségének növekedésében, ezért a földhasználati gyakorlat, a lefolyás és az árvizek előfordulása közötti kapcsolat számos olyan körülményre, tényezőre vezethető vissza, amelyeket a földhasználati előírások, szabályozási intézkedések során figyelembe kell venni (WMO/GWP). „Az Európai Bizottság szerint a zöldinfrastruktúra alapvető szerepet játszik a nem fenntartható földhasználat csökkentésében”

⁹ *Diszperzív talaj*: Azon kötött talajok, amelyekben a fizikai-kémiai tulajdonságaik miatt az agyagszemcsék közti kötőerő alacsony, így kis energiával megbontható a szemcsék szerkezete, és a talaj könnyen erodálható. Forrás: www.gwpszotar.hu (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

¹⁰ Az Európai Környezetvédelmi Ügynökségnek a városok terjeszkedéséről szóló jelentése szerint a városok földhasználatát az Európai Unió területének több mint egynegyedére hatott közvetlenül 1990–2000 között. Ez elsősorban a korábbi mezőgazdasági területeken történt meg, ami olyan fontos ökoszisztéma-szolgáltatások elvesztéséhez vezetett, mint például az élelmiszer-termelés, az árvizekkel szembeni védelem és a biológiai sokszínűség. Az európai földhasználatot több fontos tényező vezérli: a személyes életér iránti igény növekedése, valamint a gazdasági tevékenység, a fokozott mobilitás és a közlekedési infrastruktúra növekedése általában földterület igénybevételéhez vezet. A föld véges erőforrás: használatának módja a környezeti változások egyik fő oka, továbbá jelentős hatást gyakorol az életminőségre és az ökoszisztémákra, valamint az infrastruktúrák kezelésére. E téren a gazdálkodás hosszú távú szemléletére van szükség.

(Green Infranet). A földhasználat gyakorlata megkívánja a víz jelentőségének városképi kihangsúlyozását, a városi környezet megújítását, a meglévő zöldfelületek rehabilitációját, illetve azok bővítését. E feladatok elvégzése során a csapadékvíz fenntartható kezelésével kell reagálni a nagy esőzésekre. Bármely földhasználati változásról hozott döntés egyben vízgazdálkodási döntés is, ezért szükséges megfelelő földhasználati szabályozás a hatékony vízvédelem érdekében (FALKENMARK et al. 1999; GAYER–LIGETVÁRI 2007, 27.)

Mi a zöldinfrastruktúra, és mi a szerepe a városi lefolyásszabályozásban?

A zöldinfrastruktúra fogalma

„A zöld infrastruktúra az ökoszisztémák koherenciájának és alkalmazkodóképességének megőrzésével törekszik a biodiverzitás fenntartására, egyúttal hozzájárul a klímaváltozáshoz való alkalmazkodáshoz és csökkenti a természeti katasztrófákkal szembeni sebezhetőséget. A zöld infrastruktúra koncepciót az Európai Bizottság 2009-es *Fehér könyv a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodásról* (COM [2009] 147 Final) című dokumentuma (2009) vezette be az EU politika részeként.”

„Az Európai Bizottság Környezetbarát Infrastruktúráról szóló Közleménye szerint ez egy eszköz az ökológiai, gazdasági és társadalmi javak természetesen alapuló előállítására, a természet által az emberi társadalomnak nyújtott előnyök jobb felismerésére, valamint az ezen előnyök fenntartását és megerősítését szolgáló beruházások mozgósítására. Más szóval, természetes és félig természetes területek és más zöldterületek hálózatát jelenti, amely az emberi jóllétet és életminőséget támogató ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújt.” (EURÓPAI KÖRNYEZETVÉDELMI ÜGYNÖKSÉG 2017)

„Zöld infrastruktúrának nevezzük azokat a természetes és félig természetes területeket, valamint egyéb növényzettel fedett és ökológiai funkciót betöltő területek stratégiaileg megtervezett hálózatát, amelyet úgy terveztek és irányítanak, hogy széleskörű ökoszisztéma szolgáltatások nyújtására legyen képes. A zöld infrastruktúra gerincét a zöldfelületek/zöldterületek („zöld” elemek) és a vízfelületek („kék” elemek) adják. A zöld infrastruktúra kiegészítheti vagy esetenként kiválthatja a műszaki, azaz „szürke” infrastruktúra-elemeket (utak, csatornák, vezetékek és berendezések, épületek stb.)” [*Módszertani útmutató a zöld infrastruktúra fejlesztési és fenntartási akcióterv készítéséhez* (2016); 28/2015. (VI. 17.) OGY határozat]

„A zöld infrastruktúra, természetes területeknek, művelt területeknek és egyéb szabadtereknek stratégiaileg tervezett és fenntartott hálózata, mely hálózat elemei megőrzik az ökoszisztéma értékeit és funkcióit, és így az ezekhez kapcsolódó a társadalom számára általuk biztosított előnyöket is.” (Oláh András Béla fordítása.)

„A zöld infrastruktúra egy bizonyítottan eredményes eszköz az ökológiai, gazdasági és társadalmi javak természetes megoldásokkal történő előállítására. Segít abban, hogy felismerjük a természet által az emberi társadalom számára előállított javak értékét, valamint hozzájárul a javak fenntarthatóságát és megerősítését szolgáló beruházások mozgósításához. Emellett elősegíti, hogy költséges infrastruktúra kiépítése helyett a természet által nyújtott olcsóbb, tartósabb megoldásokat vegyük igénybe.” (EURÓPAI BIZOTTSÁG 2013)

A zöldinfrastruktúrák lefolyáscsökkentő hatása

Számos városi csatornarendszer elhanyagolt állapotban van, köszönhetően a tisztítás és a fenntartás hiányának. A kicsi és közepes városok a gyors fejlődésnek köszönhetően nem fejlesztik körültekintően csatornarendszereiket. A sok helyen még ki nem épített, vagy létező, de nem megfelelő kapacitású, illetve karbantartottságú árkok, csatornák miatt alkalmanként a város több területén jelentkeznek kisebb-nagyobb problémák. Ezért a város vízháztartásának vizsgálatakor figyelembe kell vennünk, hogy a városi területeket csapadék esetén a település földrajzi fekvéséből, domborzatából, továbbá a nyílt és zárt rendszerű csapadékvíz-elvezető hálózat fenntartásának, megőrzésének hiányából adódóan vízkárak kialakulása veszélyezteti, amit kezelnünk kell. Helyi vízkárt kiváltó természeti adottságokat nem áll módunkban befolyásolni, az ember azonban tevékenységével a vízkár veszélyét befolyásolhatja, csökkentheti vagy növelheti.

A városi felszínnek minőségének rendkívül nagy szerepe van a városklíma kialakulásában (OLÁH 2012). A városi felszínnek (ahol a természetes felszínt átalakították, lefedték, a talajfelszín helyett utak, parkok és betonnal burkolt területek alakultak ki) jelentős része mesterségesen kialakított olyan felület, ahol sok esetben a csapadék legnagyobb hányada lefolyik az adott felületről, mivel annak vízmegtartó képessége lecsökkent. A vízelvezető hálózatok megléte és a mesterséges, áthatolhatatlan felületek együttesen azt eredményezik, hogy a csapadék lefolyik, nem tud helyben maradni, nem tud beszivárogni.

„Az integrált városi árvízi kockázatkezelés végső célja az, hogy minimalizáljuk az emberi veszteségeket és a gazdasági károkat, mialatt a természeti erőforrásokat felhasználjuk az emberiség létének jobbá tételére. A felszíni lefolyás csökkentése különféle intézkedéseken keresztül érhető el. Kísérleti mérések és szakirodalmi adatok, valamint számtalan beépítés igazolja, hogy (az olyan zöld infrastruktúrák, mint) a zöld tetők a lehulló csapadék jelentős részét visszatartják, illetve a csapadékcúcsok esetén a lefolyó csapadékvíz mennyiség lefolyását jelentősen késleltetik.” (MREKVA – HORVÁTHNÉ PINTÉR 2010)

A *Global Water Partnership* (GWP, Globális Vízügyi Partnerség) szerint: „az integrált vízgazdálkodás egy olyan folyamat, amely elősegíti a víz-, a terület- és a kapcsolódó egyéb készletek koordinált felhasználását és a készletekkel való összehangolt gazdálkodást annak érdekében, hogy igazságos módon maximalizálják a gazdasági és társadalmi jólétet, anélkül, hogy sértenék a létfontosságú ökoszisztémák fenntarthatóságát.” (GLOBAL WATER PARTNERSHIP 2015, 2.)

A zöldinfrastruktúra egyedülálló megközelítés (EWERS et al. 2009; LAFORTEZZA et al. 2010), multifunkcionalitás és bölcs megőrzés (EEA 2011), amely összehangolva veszi figyelembe a területfejlesztést és az építettinfrastruktúra-tervezést (BENEDICT–MCMAHON 2002).

A városi lefolyást lassító, a zöldinfrastruktúra fejlesztését igénylő megoldások együttes célja a víz megőrzése (*A vízgyűjtő-gazdálkodás korszerű gyakorlati megoldásai* [s. a.]), a környezetvédelmi, a szociális és a gazdasági előnyök érvényre jutása mellett. Tehát, ha beépítjük a városokba a zöldfelületeket, csökkentjük, sőt megelőzzük a környezeti ártalmak zömét.

Zöldinfrastruktúra-típusok

Zöldtetők



6. ábra

Variációk zöldtetőre

Forrás: www.google.hu/search?q=Zöldtető&client=opera&hs=Vj4&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0a-hUKEwjX7YSB4bjWAhVIbFAKHfysB2cQ_AUICigB&biw=2327&bih=891
(A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

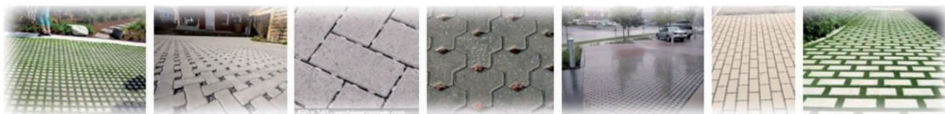
A zöldtetők többrétegű, mesterséges, a vízelvezető rétegen túl növényzettel borított rendszerek az épületek tetején, amelyek kialakításuknak köszönhetően járulnak hozzá az esztétikus zöld városi tájképhez. Az intenzív zöldtetők kialakításából adódóan esetenként jelentős többletterhelés (vastag ültetőközeg, nagyméretű növényzet) hat a tetőfödémre, és egyedi kialakításuknak köszönhetően közparkként is használhatók, míg az extenzív zöldtetők ültetőközége vékonyabb, és ebből adódóan a többletterhek is csökkennek. Az extenzív zöldtetők nem járható tetők; fontosságuk a környezetre és az épületekre gyakorolt kedvező hatásokban, valamint az esztétikus látvány kialakításában jelentkezik.

„A zöldtetőknek az esővíz mennyiségi gazdálkodásában (mennyiség visszatartás) betöltött szerepe jelentős, *Bengtsson* Svédországban vízmérleg alapú tanulmányában kimutatta, hogy a vizsgált zöldtető az éves kifolyást akár 64%-kal is csökkenteni képes, az evapotranspirációnak¹¹ köszönhetően. *Stovin* egy kis méretarányú zöldtetőn végzett tesztet, amelynek eredményei (Sheffield, Anglia) kimutatták, hogy tavasszal a zöldtető vízmegtartó képessége elérte a 34%-ot is. *Kohler és társai* által Németországban végzett kutatások szerint egy 5-12 cm vastag ültetőközegű extenzív zöldtető általi párolgás az éves csapadék mennyiség 60-80%-át is elérheti. A kutatási eredmények általánosságban kimutatták, hogy a zöldtető ültetőközegének vastagságát növelve nem eredményezett szignifikáns eredményt a vízvisszatartás mennyiségét illetően. *Scholtz és Barth* megfigyelték azt, hogy ha az ültetőközeg vastagságát 2-ről 15 cm-re növelik a visszatartó képesség csupán 58%-ról 72%-ra növekedett, jóllehet az ültetőközeg karakterisztikája a legfontosabb tényezők egyike a vízvisszatartást illetően.” (MREKVA – HORVÁTHNÉ PINTÉR 2010)

Összességében elmondható, hogy a zöldtetők 22-70%-kal képesek csökkenteni a kifolyási csúcspontokat (DUNN 2007) a normál tetőszerkezetekhez képest, potenciálisan hozzájárulva a fenntartható városi esővíz-gazdálkodáshoz.

¹¹ Az evapotranspiráció az a vízmennyiség, amely adott növényállományból és a talajból pára alakban a légtérbe távozik. (LIGETVÁRI 2011)

Áteresztő burkolatok



7. ábra

Áteresztő burkolatok

Forrás: www.google.hu/search?client=opera&biw=3200&bih=1225&tbm=isch&sa=1&q=Permeable+paving&oq=Permeable+paving&gs_l=psy-ab.3..0i19k114.3244.3244.0.4861.1.1.0.0.0.89.89.1.1.0....0...1.1.64. psy-ab..0.1.88....0.X27xIkqoGBM (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

Az áteresztő burkolatok szerkezetüket tekintve lehetővé teszik a csapadékvíz felszínen keresztüli beszivárgását az alsóbb rétegekbe, és/vagy elősegítik a felszíni vizekbe történő irányított bevezetést. Két jellemző típusuk különböztethető meg:

- porózus vagy többsejtű járdák, kövezetek, ahol a víz a teljes felszín felületen keresztül képes beszivárogni,
- áteresztő járdák, kövezetek, ahol az alaptesteket a téglákhoz hasonlóan fektetik le, és ennek az elhelyezésnek köszönhetően az egyes elemek közötti tér biztosítja a beszivárgást.

Míg az első esetben porózus terek, addig a második esetben az elemek közötti tér az, ami biztosítja a zöldítés lehetőségét. Alkalmazási területüket illetően gyakorlatilag minden terpekkörülmények között elhelyezhetők (kivételet képeznek olyan lokális körülmények, mint például a magas talajvízállás, vagy ahol a talaj vagy a vízvezető réteg szennyezett, fertőzött); akár utakon, járdákon, parkolóokban is megtalálható ez az igen változatos városképi elem, biztosítva a csapadék számára kedvezőbb beszivárgást. Megfelelően tervezett és kivitelezett körülmények között képes a csapadék negatív hatásainak kiküszöbölésére és a lefolyás tározás általi szabályozására. Az áteresztő burkolatok lefolyáscsökkentő képessége a szakirodalmi ismeretek alapján 10 és 100% között változik, míg a lefolyási csúcsokat akár 90%-kal is képesek csökkenteni (BLANC et al. 2012).

Foster és társai kimutatták, hogy az áteresztő burkolatok 70-90%-kal képesek a lefolyást csökkenteni (FOSTER–LOWE–WINKELMAN 2011).

A vízáteresztő burkolatok további előnye, hogy alkalmazásukkor csak kisebb vízvezető rendszer kiépítése szükséges, vagy esetenként teljesen el is hagyható. A burkolaton át a talajba szivárgó vizet a városi növényzet fel tudja venni, így javul a vízellátottsága, és többet képes párologtatni, így jelentősen hűti környezetét. Egyes burkolatok a szemcsék közötti hézagoknak köszönhetően zajcsökkentő szereppel is bírnak (*Vízáteresztő burkolatok, Vízáteresztő burkolattípusok alkalmazásának útmutatója* [2016]).

Növénnyel borított csatornák



8. ábra

Növénnyel borított csatornák

Forrás: <https://hu.pinterest.com/ezraremy/swales> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

Széles, sekély mélységű, burkolt vagy burkolatlan, növénnel borított vegetációs csatornák, amelyek a felszíni víz elvezetésére alkalmasak, csökkentik a felszíni lefolyási hányadát és mennyiségét. A fenntartható városi csapadékcatornázás folyamatán belül a csapadékvíz egy következő szakaszba történő továbbszállítására szolgálnak. A talaj- és a talajvízviszonyok függvényében kerülnek kialakításra az infiltráció fokozása érdekében. A felszíni vízgazdálkodásra való adottság alapján háromfajta vegetációs csatornát különböztetünk meg:

- *Alap vegetációs csatorna:* a csapadékvíz városi vízgyűjtőről egy következő szakaszba történő elvezetésére szolgál a fenntartható városi csapadékcatornázás folyamatán belül. Lehet burkolt vagy burkolatlan, a beszívargás igényének függvényében.
- *Fokozottan száraz vegetációs csatorna:* az alap vegetációs csatornához képest a vegetációs réteg alatt kiképzett szivárgócsöves szűrőággal készül, ezzel az alap vegetációs csatornához képest többlet csapadékvíz-befogadó és -szállító képességgel rendelkezik. A szivárgócsöves szűrőágnak köszönhetően a nagyobb csapadéklefolyásoktól eltekintve száraz marad, és megvédi a csapadékcatornákat az esetleges eltömődésektől még mérsékeltebb lejtési viszonyok esetén is. Amennyiben az alsóbb talajréteg nem megfelelő, akkor a szivárgócső alá szűrőszövet kerül beépítésre a megfelelő infiltráció biztosítása érdekében.
- *Nedves vegetációs csatorna:* ahol a felszíni lefolyás hosszan tartó kezelése szükséges, egyfajta természetes vizes élőhelyállapot fenntartásához.

A nedves vegetációs csatorna jellemzően nedves marad, mivel a csatorna fenékszintje a víz-elvezető réteg, illetve a talajvíz szintje alatt van (SAMPLE–DOUMAR 2013).

A vegetációs csatornákat változatos körülmények között, tipikusan utak mellé telepítve alkalmazzák, de megtalálhatók parkolók, illetve egyéb nyitott városi terek mentén. Ideálisan alkalmazhatóak ipari területek csatornázási problémáinak kezelésére, a felszíni vizeket veszélyeztető szennyezőanyagok eltávolítására. A vegetációs csatornák kapacitásukat tekintve a 10–30 éves visszatérési idejű csapadékesemények hatásának enyhítésére, csillapítására és kezelésére kell tervezni, habár fennáll a lehetősége az 1–100 éves csapadékeseményekből származó lefolyási viszonyok szabályozására is – ezért a vegetációs csatornák hatékonysága nagymértékben a jó tervezéstől és a vízgyűjtő karakterisztikától függ (BLANC et al. 2012). A szakirodalom szerint általánosságban a vegetációs csatornák az átlagos lefolyást 50%-kal képesek csökkenteni. *Sniffer* kutatásai során, Skóciában 52-65%-os lefolyási csúcscsökkenést is kimutattott.

Infiltrációs/szikkasztó árok



9. ábra

Szikkasztó árkok

Forrás: www.google.hu/search?q=infiltration+trenches&client=opera&hs=q7q&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEWikh42LxmWAhXSh7QKHSojAwoQ_AUICigB&biw=2048&bih=784 (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

Az infiltrációs vagy szikkasztó árok sekély mélységű, általában kavicsal vagy terméskövel feltöltött árok, amelyen keresztül a víz beszívárog a mélyebb rétegek felé, fokozva a talaj lecsapoló képességét. Ideális esetben az árkokkal szomszédos áthatolhatatlan felületek felől oldalsó beáramlás alakul ki az árok felé. Az infiltrációs árkok alkalmasak a fajlagos felszíni lefolyás mértékének és mennyiségének (durva becslések szerint az éves lefolyás 60–90%-ával való) csökkentésére, elősegítve a talajvíz-utánpótlást is. Más irodalmi adatok 50–90%-ot jelölnek meg az éves lefolyás mennyiségének csökkentése érdekében (BERGMAN et al. 2010). Az árkokban lévő kitöltőközegeken és a talajon keresztül képesek megtisztítani a lefolyó vízmennyiséget. Hatékonyan távolítják el a szennyezőanyagokat és az üledéket. Nagyobb fenntartható csapadékvíz-tisztító rendszerekkel kombinálva fejtik ki legjobban hatásukat (egyfajta előtisztító rendszerként funkcionálnak, ahol az üledékbemosódás magas lehet). A viszonylag keskeny vonalvezetésüknek köszönhetően a legtöbb helyen alkalmazhatóak. A kiépítésük ideális parkolók, utak mentén, továbbá játszóterek, valamint pihenésre kijelölt helyek körül.

Infiltrációs medencék



10. ábra

Infiltrációs medencék

Forrás: www.google.hu/search?q=infiltration+basin&client=opera&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjL8oiNvcDWAhWMyVAKHTbXBssQsAQILQ&biw=2560&bih=980 (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

Az áthatolhatatlan városi felületekről történő jellemzően az 1–30 éves (néha akár 1–100 éves) visszatérési idejű csapadékeseményből származó felszíni lefolyás összegyűjtésére és tárolására létesített, növényvel (fa, bokor) borított, alapvetően sekély mélységű, mesterséges medencék. A fenntartható csapadékcساتornázás legjobb gyakorlatának részeként lehetővé teszik a vízből az üledék és szennyezőanyagok lerakódását, a víz mélyebb talajrétegekbe

és a talajvízbe történő beszivárgását. Az infiltrációs medencék általában az év nagy részében száraz állapotúak, kivételt képeznek a nagy intenzitású csapadékos időszakok. Ideális esetben játszóterekkel, rekreációs városi területekkel, illetve közterületekkel (például parkolók) együtt kerülnek megvalósításra. Növelik a talaj nedvességtartalmát, nagy szerepük van a talajvíz-utánpótlásban, a városi árvíz kockázat csökkentésében. Az infiltrációs medencék esetén az ideális vízgyűjtő terület nagysága kevesebb, mint 0,2 km², és ideálisan a 24 óra alatt összegyűlekezett víz 50%-át képes beszivároztatni (CREW 2012). A medencék hatékonysága függ az altalaj állapotától és a vízgyűjtő terület karakterisztikájától. Barber és társai kimutatták, hogy az infiltrációs medencék hatásosan képesek csökkenteni a kicsapadékok esetén a lefolyási csúcsot akár 65-87%-kal, közepes csapadék esetén 50-60%-kal és nagycsapadék esetén 40%-kal.

Esőkertek



11. ábra

Példák esőkertekre

Forrás: www.google.hu/search?q=rain+gardens&client=opera&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewj-qNKRI77WAhXGLVAKHU_8CgMQ_AUICigB&biw=2048&bih=784&dpr=1.25 (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

Az esőkertek kis méretű, növényvel (fűvel, időszakos elöntést tűrő évelő virágokkal) borított kertek, amelyeket – esztétikai szerepükön túl – tározási és beszivárgásnövelő céllal létesítenek (például kocsifeljárókról, utcákról, lakóingatlanokon, épületek közelében a tetőkről lefolyó csapadékvíz összegyűjtésére és beszivároztatására). Az esőkertek az idő legnagyobb részében szárazak. Jellemzően csak a csapadéktevékenység ideje alatt és közvetlenül azután tározzák a vizet (12–48 órán belül kiszáradnak) (GROUNDWATER).

Az esőkertek nemcsak összegyűjtik, de kiválóan meg is szűrik a csapadékvizet. Flexibilis tervezhetőségüknek és kivitelezhetőségüknek köszönhetően az esőkertek elsősorban növelik a városi területek tájképi értékét, de lakott területeken kívül is alkalmazzák előnyös tulajdonságaikat. Számos esettanulmány készült az esőkertek csapadéklefolyásban betöltött szerepének vizsgálatát illetően. Angliában például kimutatták, hogy az esőkertek az 1–2 éves visszatérési idejű csapadékcúcsok mennyiségét 70–96%-ban, az 1–30 éves visszatérési idejű csapadékcúcsok mennyiségét 8–39%-ban és az 1–100 éves visszatérési idejű csapadékcúcsok mennyiségét pedig 4–16%-ban képesek csökkenteni (URS 2013). Más feljegyzések szerint Kínában például nagycsapadék esetén is 77–94%-os csökkentést mutattak ki.

Összefoglalás

A zöldinfrastruktúra-megközelítés a városi csapadékvíz-gazdálkodás szempontjából egy költséghatékony, fenntartható és környezetbarát megoldás. A zöldinfrastruktúra-megoldások fenntartható módon összegyűjtik, szűrik, abszorbeálják, párologtatják, újrahasznosítják és tisztítják a városi felszínen lefolyó csapadékvizet mint potenciális készletet. A zöldinfrastruktúra gyakorlata kirekeszti az esővizet a városi csapadékrendszerekből, megakadályozva azok túlterhelődését, és csökkenti az áthatolhatatlan városi felületeken képződő, tisztítás nélkül a felszíni vizekbe befolyó csapadékvíz mennyiségét. Alkalmazásuk által bizonyítottan csökken a városi árvíz kockázat, javul a levegő minősége, kialakul egy esztétikusabb városi tájkép. A zöldinfrastruktúra koncepciója módot ad arra, hogy a csapadékvíz-elvezetés szemszögéből meghatározott fejlesztési szándék valósuljon meg.

A megfelelő vízellátás minden közösség működésének előfeltétele. Számos zöldinfrastruktúra-megoldást a hagyományos víztisztítási szolgáltatások alternatív vagy kiegészítő szolgáltatásaként alkalmaznak. Megóvják a talajvizet a szennyezőanyagoktól azáltal, hogy megszűrik a szennyezett vizet, csapadéként szolgálnak az üledék, az olaj és egyéb szennyezőanyagok számára, enyhítik a meglévő víztisztító infrastruktúrákon lévő nyomást a bioretenció¹² és az infiltráció által úgy, hogy gyűjtik a vizet, és beszívárogtatják a talajba.

Az emberiség a társadalmi, gazdasági tevékenysége során igen változatos formában hasznosítja a vizet mint természeti erőforrást, ugyanakkor számos esetben rákényszerül a vizek kártétele elleni védekezésre. Az egyre növekvő és terjeszkedő áthatolhatatlan felületek, a városiasodó vízgyűjtőkön belül, szignifikáns módon veszélyeztetik a természetes és épített környezet minőségét egyaránt. Ilyen veszélyforrás a csapadéklefolyás, a lecsökkent vízminőség, a nyári hőmérséklet-maximumok, a leromlott és lepusztult vizes és szárazföldi természetes élőhelyek, valamint a városi tájkép, a vízfolyások lecsökkent esztétikai vonzereje. A megváltozott városi földhasználat, az urbanizációs növekedés a legnagyobb változást vitathatatlanul a csapadékból származó lefolyás eltérő mennyiségében és a lefolyó víz minőségében idézi elő. A fenntartható városi csapadékvíz-gazdálkodás a természetes lefolyási viszonyok kialakítására törekszik oly módon, hogy a csapadékvíz lehetőleg helyben hasznosuljon. A jelenlegi terület-használati gyakorlat miatt hazánkban a mesterséges területek nagysága az elmúlt évtizedben közel duplájára nőtt, ezzel sürgető csapadékvíz-kezelési problémákat indukálva. A zöldinfrastruktúra módszerei javítják vagy helyreállítják a természetes és mesterséges városi területek vízmegőrző képességét, elősegítik a csapadékvíz természetes környezetben történő hasznosulását, azt szabályozott módon beszívárogtatva a talajba vagy a felszín alatti vizekbe, tehermentesítve az öregedő városi csatornarendszereket (amelyek számára egyre nagyobb kihívást jelent a megváltozott eloszlású esőzések kezelése), alkalmazkodva az éghajlatváltozás hatásaihoz.

Sokrétűségüknek köszönhetően a zöldinfrastruktúrák csökkenthetik a városi területeken az árvízveszélyt, miközben javítják és szabályozzák a víz minőségét, növelik a vízhez való hozzáférést, csökkentik az esővíz-gazdálkodáshoz szükséges költséges infrastruktúra iránti igényt a táj képének javítása közben, és zöldebbé teszik a városokat, miközben kellemes környezetet biztosítanak azok lakosainak.

¹² *Bioretenció*: az a folyamat, amelyben a szennyezőanyagokat és az üledéket eltávolítják a lefolyó csapadékvízből (Bioretention Manual, 2007).

A felszíni vízelvezetés rendszerében előforduló hiányosságok a településen élők életkörülményeit, a település környezeti állapotát alapvetően befolyásolja. Ezért a modern város-tervezés előfeltétele kell, hogy legyen a városi területek vízrendezésének és a csapadékvizek elvezetésének, hasznosításának a megoldása, a természeti és épített környezet védelme.

A jövőben egyre gyakoribbá váló szélsőséges időjárási események szükségessé teszik a hiányzó csapadékvíz-elvezető rendszerek kiépítését, az elöregedett (hidraulikailag rendezetlen) rendszerek felújítását, karbantartását, a szükséges tárolókapacitások felülvizsgálatát (elégéses infrastrukturális háttér biztosítása) a város fenntartható működése érdekében. A településszerkezeti tervekben integrált és komplex módon kell megjeleníteni a zöldinfrastruktúra-fejlesztések városszerkezeti szintű javaslatait a vízgazdálkodás, a vízellátás, a szennyvíz- és csapadékvíz-elvezetés és a felszíni vízrendezés szempontjából.

A jövőbeli fenntartható városi csapadékvíz-gazdálkodás célja helyreállítani a természetes vízkörforgást annak eredeti funkciója szerint úgy, hogy egyrészt növeli a városi területeken a csapadékvíz beszivárgást, másrészt elősegíti az evaporáció és/vagy evapotranspiráció folyamatát. Ennek egyik legegyszerűbb módja, hogy megóvja ezeket a többfunkciós városi zöldterületeket, mert

- a megnövekedett infiltrációnak és evapotranspirációnak köszönhetően csökkentik a felszíni lefolyást,
- az intercepció révén visszatartják a vizet,
- megszürik az átszivárgott vizet,
- visszapótolják a talajvízkészletet,
- csökkentik a légszennyezést, miközben javítják a városi mikroklimát, és
- rekreációs célokra is alkalmasak.

A fenntartható városi vízgazdálkodásnak mindinkább a természetközeli megoldások (mint amilyen a zöldinfrastruktúra-konceptió) felé kell fejlődnie, helyben tartva és visszaforgatva a vizet, miközben felkészül a váratlan és valószínűleg egyre nagyobb károkat okozni képes rendkívüli csapadékokra.

Irodalomjegyzék

- 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről.
27/2015. (VI. 17.) OGY határozat 1. melléklet, 4. Nemzeti Környezetvédelmi Program 2015–2020
28/2015. (VI. 17.) OGY határozat a biológiai sokféleség megőrzésének 2015–2020 közötti időszakra szóló nemzeti stratégiájáról, 1. melléklet.
- A klímaváltozás várható gazdasági hatásai Magyarországon 2020–2040* (2015). Budapest, MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet. Elérhető: https://gvi.hu/files/researches/470/klima_2015_elemzes_150902_.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- A vízgyűjtő-gazdálkodás korszerű gyakorlati megoldásai* (s. a.). Elérhető: www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/info/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-felulvizsgalata/A%20vizgyujto-gazdalkodas%20korszeru%20gyakorlati%20megoldasai%20-%20Tajekoztato-fuzet.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

- BAJRACHARYA, A. R. – RAI, R. R. – RANA, S. (2016): Effects of Urbanization on Storm Water Runoff: A Case Study of Kathmandu Metropolitan City, Nepal. *Journal of the Institute of Engineering*, Vol. 11, No. 1. 36–49. DOI: <https://doi.org/10.3126/jie.v11i1.14694>
- DAVIES, P. J. – CORKERY, L. – NIPPERESS, D. (2017): *Urban Ecology: Theory, Policy and Practice in New South Wales, Australia*. Elérhető: www.researchgate.net/profile/Paul_Osmond/publication/320076299_Urban_ecology_Theory_policy_and_practice_in_New_South_Wales_Australia/links/59cca0ba45851556e9878456/Urban-ecology-Theory-policy-and-practice-in-New-South-Wales-Australia.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- EURÓPAI BIZOTTSÁG (2013): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Környezetbarát infrastruktúra — Európa természeti tőkájének növelése. {SWD(2013) 155 final}*. Brüsszel, 2013.5.6. COM(2013) 249 final. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0249&from=EN> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- EURÓPAI KÖRNYEZETVÉDELMI ÜGYNÖKSÉG (2015): *Zöld infrastruktúra: jobb élet, természetes megoldásokkal*. Elérhető: www.eea.europa.eu/hu/articles/zold-infrastruktura-jobb-élet-termeszetes-megoldasokkal (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- EURÓPAI KÖRNYEZETVÉDELMI ÜGYNÖKSÉG (2017): *Földhasználat*. Elérhető: www.eea.europa.eu/hu/themes/landuse/intro (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- FOSTER, J. – LOWE, A. – WINKELMAN, S. (2011): *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*. Elérhető: www.amwa.net/galleries/climate-change/Green_Infrastructure_FINAL.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- GAYER J. – LIGETVÁRI F. (2007): *Települési vízgazdálkodás, csapadékvíz-elhelyezés*. Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- GLOBAL WATER PARTNERSHIP (2015): *Integrált vízgazdálkodás Kelet- és Közép Európában –IVG Kontra EU Víz Keretirányelv*. Stockholm, GWP Secretariat. Elérhető: www.gwpmo.hu/sources/root/upload/GWP_Tech_Focus_Paper_No_8_web_hun.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- GODDARD, M. A. – DOUGILL, A. J. – BENTON, T. G. (2009): Scaling up from Gardens: Biodiversity Conservation in Urban Environments. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 25, No. 2. 90–98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.07.016>
- GYULAI I. (2011): *A fenntartható fejlődés – Megoldások a fenntartható fejlődés felé*. Elérhető: https://mtvsz.hu/dynamic/fenntart/ff_megoldasok.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- HOROSZNÉ GULYÁS M. (2012): Lefolyás-szabályozás és talajvédelem. *Természetföldrajzi Közlemények*, 1. évf. 2. sz. 41–56.
- ILLÉS Gy. et al. (1978): *A települések vízgazdálkodása*. Budapest, Országos Vízügyi Hivatal.
- KISS G. (2015): Klímaváltozás: hatások és felkészülés Magyarországon. *Euronews.com*, 2015. 10. 21. Elérhető: <http://hu.euronews.com/2015/10/21/klimavaltozas-hatasok-es-felkeszules-magyarorszagon> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- KOVÁTS-NÉMETH M. – BODÁNÉ KENDROVICS R. – JUVANCSZ Z. (2015): Környezetpedagógia a fenntarthatóságért. Klímaváltozás és a fenntartható vízgazdálkodás összefüggései egy vízminőség-védelmi projektben. *E-CONOM*, 4. évf. 1. sz. 2–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.17836/EC.2015.1.002>
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2015): *Magyarország Településhálózata 2. Városok-falvak*. Elérhető: www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo_telepuleshalozata/varosok_falvak.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)

- LEVEGŐ MUNKACSOPORT (s. a.): *Fogalommagyarázat – a városi zöldfelületek és zöldterületek*. Elérhető: www.levego.hu/kapcsolodo-anyagok/fogalommagyarakat-a-varosi-zoldfeluletek-es-zoldteruletek (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- MAGYAR URBANISZTIKAI TÁRSASÁG (2011): *Városklíma kalauz*. Elérhető: www.mut.hu/index.php?module=news&action=getfile&fid=182647 (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- Módszertani útmutató a zöld infrastruktúra fejlesztési és fenntartási akcióterv készítéséhez. 1.0. változat, 2016. április. TOP-2.1.2-15/6.3.2-15 zöld város kialakítása felhíváshoz* (2016). Budapest, Miniszterelnökség. Elérhető: www.kormany.hu/download/7/19/e0000/M%C3%B3dszertan-Z%C3%B6ld%20Infrastrukt%C3%BAra%20Akci%C3%B3tervhez.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- MREKVA L. – HORVÁTHNÉ PINTÉR J. (2010): *A zöldtetők szerepe a csapadékvíz felhasználásban és átmeneti tározásában a városi területeken*. Kézirat.
- MREKVA L. (2014): *A földhasználat szerepe a városi árvízi kockázatkezelésben*. Kézirat.
- NIEMCZYNOWICZ J. (1999): Urban Hydrology and Water Management – Present and Future Challenges. *Urban Water*, Vol. 1, No. 1. 1–14. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(99\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(99)00009-6)
- OLÁH A. B. (2012): *A városi beépítettség és a felszíntípusok hatása a kisugárzási hőmérsékletre*. PhD-értekezés. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola. Elérhető: <http://phd.lib.uni-corvinus.hu/639> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- PATAKI, D. E. et al. (2011): Coupling Biogeochemical Cycles in Urban Environments: Ecosystem Services, Green Solutions, and Misconceptions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 9, No. 1. 27–36. DOI: <https://doi.org/10.1890/090220>
- PIRISI G. – TRÓCSÁNYI A. (s. a.): Általános társadalom- és gazdaságföldrajz. Elérhető: <http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/foldrajz2> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- REALE, J. (s. a.): *Urban streams*. Elérhető: <https://riverrestoration.wikispaces.com/Urban+streams> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- SAMPLE, D. J. – DOUMAR, L. (2013): *Best Management Practice Fact Sheet. 11, Wet Swale*. Elérhető: <http://hdl.handle.net/10919/70587> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- SZABÓ Gy. (2010): *A településrendezési tervek és a birtokrendezés kapcsolódásai, informatikai támogatottság*. Elérhető: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FTR12/ch01.html (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- SZILÁGYI J. E. (2016): A vízhez kötődő káresemények jogi szabályozása – előtanulmány. *Publicationes Universitatis Miskolcensis. Sectio Juridica et Politica*, Tom. 34. 281–314.
- TAKÁCS-SÁNTA A. (2007): *A globális éghajlatváltozás*. Budapest, Védjegyet. Elérhető: www.vedegylet.hu/globfesz2/anyag/%C9ghajlat_web.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- The Multifunctionality of Green Infrastructure* (2012). Elérhető: http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/Green_Infrastructure.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- Urban Flood Risk Management – A Tool for Integrated Flood Management. Version 1.0.* (2008). Elérhető: https://library.wmo.int/pmb_ged/ifmts_6.pdf (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- Vízáteresztő burkolatok, Vízáteresztő burkolattípusok alkalmazásának útmutatója* (2016). Budapest, Budapest Főváros Városepítési Tervező. Elérhető: <http://budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/Z%C3%B6ldinfrastrukt%C3%BAra%20f%C3%BCzetek%201.%20-%20Vizatereszt%C3%B3burkolatok.pdf> (A letöltés időpontja: 2018. 02. 19.)
- VÖRÖSMARTY C. J. et al. (2000): Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science*, Vol. 289, No. 5477. 284–288. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.289.5477.284>

-
- WARD, S. – MEMON, F. A. – BUTLER, D. (2012): Performance of a Large Building Rainwater Harvesting System. *Water Research*, Vol. 46, No. 16. 5127–5134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.043>
- WEEKS J. R. (2010): Defining Urban Areas. In RASHED, T. – JÜRGENS, C. eds.: *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. Dordrecht – Heidelberg – London – New York, Springer. 33–45. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4385-7_3

Vákát oldal

A tanulmánykötet szerzői

- Ámon Gergely:** okleveles építőmérnök, hidroinformatikai és vízgazdálkodási szakmérnök, vízépítési tervező, vízrendezési, hidraulikai és víziközmű-szakértő, TURA-Terv Mérnökiroda Kft.
- Balatonyi László:** árvízvédelmi osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet.
- Bardóczyné Székely Emőke:** egyetemi docens, SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Természetvédelmi és Tájgazdálkodási intézet Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék.
- Békési István:** a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.
- Cimer Zsolt:** egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, NKE Víztudományi Kar.
- Czigány Szabolcs:** habilitált egyetemi docens, tanszékvezető, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék.
- Domján Anita:** intézeti technikus, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.
- Dulovics Dezsőné:** professor emerita, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar.
- Fehér János:** a DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet munkatársa.
- Gerőfi-Gerhardt András:** a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. munkatársa.
- Goda Zoltán:** kutatási főreferens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Hábermayer Tamás:** tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság.
- Hajtó Ödön:** okleveles mérnök.
- Hancz Gabriella:** egyetemi docens, DE Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék.
- Hoffmann Imre:** közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkár.
- Hoffmann Lilla:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Horányiné Csiszár Gabriella:** ivóvíz-gazdálkodási részlegvezető, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.
- Ilyés Csaba:** tudományos segédmunkatárs, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.
- Istók Balázs:** adjunktus, BME Áramlástan Tanszék.
- Jackovics Péter:** tűzoltó ezredes, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Országos Polgári Védelmi Főfelügyelőség Veszélyhelyzet-kezelési Főosztály főosztályvezetője, a HUNOR Mentőszervezet parancsnoka.
- Karches Tamás:** főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Király Lajos:** a ZOLTEK Zrt. munkatársa.
- Komárominé Kucsák Mónika:** egyetemi adjunktus, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építőmérnöki Intézet.
- Kozák Péter:** okleveles mérnök, vízgyűjtőfejlesztési osztályvezető, Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság.
- Kuti Rajmund:** egyetemi docens, SZIE Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar.
- Lakatos Mónika:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Lénárt László:** c. egyetemi tanár, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet.
- Lengyel Róbert:** oktató, BME.

Makay Gábor: osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság.

Mátrai Ildikó: főiskolai tanár, intézetvezető, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Mrekva László: mérnök tanár, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet; ügyvezető igazgató, Bajavíz Kft.

Nagy Attila: adjunktus, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Nagy Gábor: tudományos segédmunkatárs, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.

Orgoványi Péter: mérnök, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Puskás Tibor: hidrogeológus, TETTYE Forrásház Zrt.

Rác Tibor: osztályvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

Riczu Péter: tudományos segédmunkatárs, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Ronczyk Levente: adjunktus, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék.

Salamon Endre: egyetemi tanársegéd, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Sólyom Péter: a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.

Szűcs Péter: dékán, egyetemi tanár, az MTA doktora, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.

Takács Krisztina: PhD-hallgató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola.

Tamás János: egyetemi tanár, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.

Tóth László: gazdasági főigazgató-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Török László: főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Turai Endre: intézetigazgató, habilitált egyetemi docens, ME Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet.

Üszögh Lajos: külkapcsolati tanácsadó, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.

Vadkerti Edit: egyetemi docens, intézetvezető-helyettes, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.