

# II. Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia 2019 Tanulmányok

Szerkesztette  
Bíró Tibor



**LUDOVIKA**  
EGYETEMI KIADÓ

# Tartalom

A tanulmánykötet szerzői	7
A szerkesztő előszava	9
I. rész: Integrált települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	11
<i>Bosnyákovics Gabriella – Macsinka Klára – Czinkota Imre: Települések zöld víznyelői – az esőkertek tisztítási hatékonyságának vizsgálata</i>	13
<i>Czikkely Márton: A települési vízgazdálkodás gazdasági és üzleti struktúrájának fejlesztési lehetőségei</i>	23
<i>Oszoly Tamás: Többcélú települési csapadékvíz-gazdálkodás</i>	31
<i>Gerőfi-Gerhardt András – Pálvölgyi-Buczynska Ilona: Csapadékvíz-elvezető művek fejlesztési lehetőségei városi környezetben</i>	37
<i>Korom Annamária – Hornyák Sándor János – Korom Pál Ferenc: A szentesi kék és zöld hálózat kezelése, példa a belterületi csapadék- és vízgyűjtő-gazdálkodás nehézségeire és új szempontjaira</i>	47
<i>Makó Magdolna – Barabás Győző Ferenc: A Ráckevei–Soroksári-Duna-ág védelme záportározóval</i>	57
<i>Németh Tamás: Kisvízfolyások mint a városi csapadékvíz befogadói</i>	69
II. rész: Kutatás, innováció és legjobb gyakorlat témakörében elhangzott előadások publikációi	79
<i>Ilyés Csaba – Tóth Márton – Lénárt László – Szűcs Péter: Csapadék és talajvíz kapcsolatának spektrális vizsgálata</i>	81
<i>Goda Zoltán – Vadkerti Edit – Mátrai Ildikó: Szerves mikroszennyezők eltávolításának hatékonysága a parti szűrés folyamatában</i>	87
<i>Salamon Endre – Orgoványi Péter – Vadkerti Edit – Mátrai Ildikó – Bíró Tibor: Csapadékvízgyűjtési és -felhasználási tervek a VTK félüzemi víztechnológiai telepén</i>	95
<i>Parrag Tamás Károly: A csapadékvíz veszélyes mikroszennyezőinek meghatározása</i>	109
III. rész: Stratégia, gazdaság, politika és oktatás témakörében elhangzott előadások publikációi	133
<i>Muhoray Árpád: Árvízvédelmi ismeretek oktatása a védelmi igazgatási szakon</i>	135
<i>Tóth László – Makay Gábor – Balatonyi László: Az önkormányzatok települési vízgazdálkodással kapcsolatos feladatainak központi támogatása és azok közgazdasági vonatkozásai</i>	151
<i>Balatonyi László – Tóth László: A csapadékvíz-gazdálkodással összefüggő önkormányzati fejlesztések országos összefoglalása a 2016–2019 közötti időszakra vonatkozóan</i>	157

## Tartalom

IV. rész: Település- és lakosságvédelem témakörében elhangzott előadások publikációi	169
<i>Horváth Nándor: Vis maior káresemények tapasztalatai Pest megyében</i>	171
<i>Hábermayer Tamás: Ár- és belvív-veszélyeztetettség felmérése elektronikus adatgyűjtéssel</i>	175
<i>Kirovne Rác Réka: Az extrém csapadékhullással összefüggő katasztrófavédelmi feladatok</i>	183
<i>Nagy Zoltán András: Szabálysértések és bűncselekmények árvízvédelem idején (de lege ferenda javaslattal)</i>	189
<i>Berger Ádám: Prevenció, avagy a védekezés alappillére</i>	197
<i>Cimer Zsolt: A csapadékvíz-gazdálkodás jelentősége veszélyes ipari üzemeknél</i>	207
<i>Horváthné Papp Márta: A lakosság érzékennyé tétele a tudatos csapadékvíz-gazdálkodásra</i>	213
V. rész: Infrastruktúra-gazdálkodás, üzemeltetés témakörében elhangzott előadások publikációi	219
<i>Priváczkiné Hajdu Zsuzsanna: Síkvidéki települések vízgazdálkodási sajátosságai</i>	221
<i>Eördöghné Miklós Mária – Lenkovics László: A zöldtető szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban</i>	235
<i>Lenkovics László – Eördöghné Miklós Mária: Csapadékvíz-hasznosítás a Solar Decathlon PTE MIK épületében</i>	243
<i>Szongoth Gábor: Vizesárok működése a Balaton déli partján</i>	249
<i>Mrekva László: A városi árvizek hatásának vizsgálata a kritikus víziközmű-infrastruktúrárendszerben</i>	255

## A tanulmánykötet szerzői

<i>Balatonyi László:</i>	osztályvezető, Települési Vízgazdálkodási Osztály; OMIT törzsvezető-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Barabás Győző Ferenc:</i>	telepvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
<i>Berger Adám:</i>	mérnök, NKE Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Bíró Tibor:</i>	dékan, egyetemi docens, mb. tanszékvezető, NKE Víz- és Környezetpolitikai Tanszék
<i>Bosnyákovics Gabriella:</i>	Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar Talajtan és Agrokémia Tanszék
<i>Cimer Zsolt:</i>	egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, mb. tanszékvezető, NKE Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Czikkely Márton:</i>	tanársegéd, Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Regionális Gazdaságtani és Vidékfejlesztési Intézet
<i>Czinkota Imre:</i>	egyetemi docens, Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar Talajtan és Agrokémia Tanszék
<i>Eördöghné Miklós Mária:</i>	egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Épületgépész- és Létesítménymérnök Tanszék
<i>Gerőfi-Gerhardt András:</i>	telepvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
<i>Goda Zoltán:</i>	tudományos segédmunkatárs, NKE Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Hábermayer Tamás:</i>	tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság
<i>Hornák Sándor János:</i>	vízügyi referens, Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság
<i>Horváth Nándor:</i>	tűzoltó ezredes, megyei polgári védelmi főfelügyelő, Pest Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság
<i>Horváthné Papp Márta:</i>	mesteroktató, NKE Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Ilyés Csaba:</i>	tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport
<i>Kirovna Rácz Réka:</i>	tűzvédelmi őrnagy, adjunktus, NKE Rendészettudományi Kar Katasztrófavédelmi Intézet
<i>Korom Annamária:</i>	egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Ökoturisztikai Tanszék
<i>Korom Pál Ferenc:</i>	szakértő, vízmérnök, Szentes Város Polgármesteri Hivatal

A tanulmánykötet szerzői

<i>Lénárt László:</i>	címzetes egyetemi tanár, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet
<i>Lenkovics László:</i>	tanársegéd, Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Épületgépész- és Létesítménymérnök Tanszék
<i>Macsinka Klára:</i>	egyetemi docens, Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építőmérnöki Intézet
<i>Makay Gábor:</i>	osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság
<i>Makó Magdolna:</i>	környezetvédelmi vezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
<i>Mátrai Ildikó ˝:</i>	egyetemi docens, NKE Víz tudományi Kar Vízellátási és Csatornázási Tanszék
<i>Mrekva László:</i>	mesteroktató, NKE Víz tudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Muhoray Árpád:</i>	ny. pv. vezérőrnagy, egyetemi docens, NKE Rendészettudományi Kar Katasztrófavédelmi Intézet
<i>Nagy Zoltán András:</i>	habil. egyetemi docens, PTE ÁJK Büntetőjogi Tanszék
<i>Németh Tamás:</i>	Ár- és Belvízvédelmi Osztály, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
<i>Orgoványi Péter:</i>	mérnök, NKE Víz tudományi Kar Vízellátási és Csatornázási Tanszék
<i>Oszoly Tamás:</i>	műszaki vezérigazgató-helyettes, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
<i>Pálvölgyi-Buczynska Ilona:</i>	csoporthoz vezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
<i>Parrag Tamás Károly:</i>	tudományos segéd munkatárs, NKE Víz tudományi Kar Vízellátási és Csatornázási Tanszék
<i>Priváczkiné Hajdu Zsuzsanna:</i>	osztályvezető, Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság
<i>Salamon Endre:</i>	egyetemi tanársegéd, NKE Víz tudományi Kar Vízellátási és Csatornázási Tanszék
<i>Szongoth Gábor:</i>	geofizikus
<i>Szűcs Péter:</i>	dékán, egyetemi tanár, MTA doktora, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport
<i>Tóth László:</i>	gazdasági főigazgató-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víz tudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék
<i>Tóth Márton:</i>	egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet
<i>Vadkerti Edit:</i>	egyetemi docens, mb. tanszék vezető, NKE Víz tudományi Kar Vízellátási és Csatornázási Tanszék

## Települések zöld víznyelői – az esőkertek tisztítási hatékonyságának vizsgálata

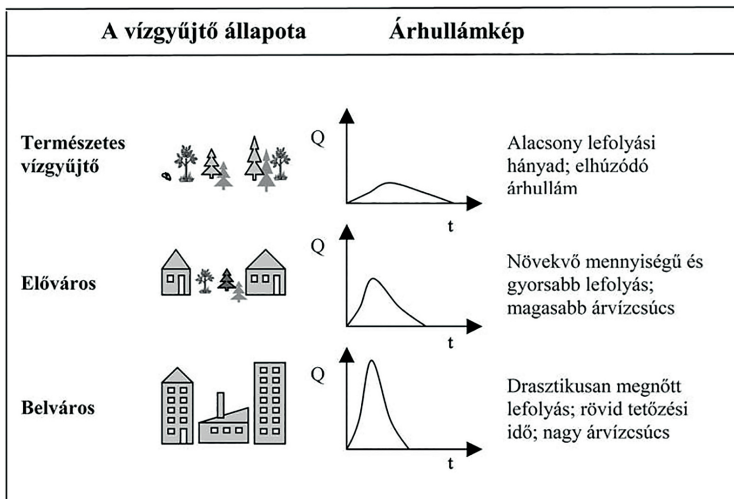
### Bevezetés

Az elmúlt években tapasztalt – a klímaváltozással is összefüggésben lévő – nagy intenzitású csapadékok és azok települési károkozásai szükségessé teszik a csapadékezelő rendszerek tervezésének és üzemeltetésének újragondolását [1].

Magyarország területén az elmúlt években az évente lehulló csapadék átlagos mennyisége nem, de eloszlása jelentősen megváltozott [2]. Egyre gyakoribbá válnak a rövid idejű, nagy intenzitású csapadékok, amelyek városi, beépített környezetben az anyagi károkozás mellett akár emberéleteket is veszélyeztethetnek. A lefolyás késleltetése, a vízviisszatartás hirtelen lezúduló nagy intenzitású csapadékok esetén megoldást jelenthet a problémára, így olyan felületek kialakítására kell törekedni, amelyek tározásra és tisztításra is képesek.

A városi területeken az eredetileg természetes vízgyűjtő az emberi beavatkozás hatására jelentősen módosul, mennyiségi és minőségi változásokat vonva maga után a hidrológiai körfolyamatban. A legjelentősebb változást a burkolt, vízzáró felületek növekedése, valamint a csökkenő felületi tározódás és ugyancsak csökkenő felületi érdesség miatt a vízvezető képesség fokozott növekedése jelenti.

A vízzáró felületek növekedésének következtében a városiasodást megelőző korszakhoz képest megnő a lefolyás, a kialakuló tetőző vízhozam, és csökken az összegyülekezési idő, illetve az árhullám tetőzési ideje [3] (1. ábra).



1. ábra: Az urbanizáció hatása a lefolyásra [1] (a szerzők szerkesztése)

A fenntartható csapadékvíz-elvezetés elsődleges célja az árhullámkép elnyújtása, az árvízcsúcs csökkentése, valamint a csapadékvíz helyben tartása és hasznosítása.

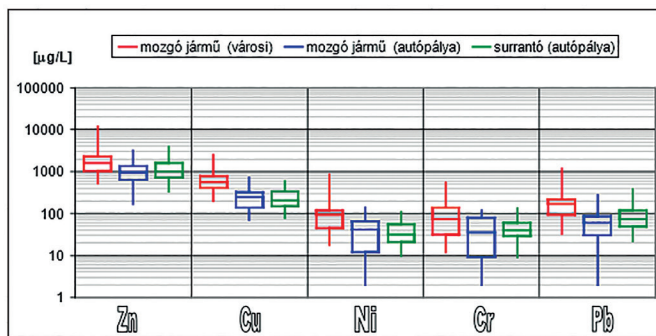
## Útról lefolyó csapadékvizek szennyező anyagai

Az útról lefolyó csapadékvizek szennyezettségével az elmúlt években több kutatás is foglalkozott. Belterületi és külterületi folyópályaszakaszokat vizsgáltak, mozgó járműves és surrantóból vett minta segítségével. A közúti csapadékvizek megengedhető szennyezettségét illetően jelenleg nincs érvényes jogi szabályozás. A mért koncentrációk jelentőségét ezért a pontforrás jellegű szennyvízkibocsátásokra vonatkozó, felszíni vizek terhelhetőségét szabályozó 28/2004. KvVM rendelet határértékeivel (1. táblázat) hasonlították össze.

1. táblázat: A befogadóba való közvetlen bevezetésre a hatóság által megállapítható egyedi határértékek [4] (a szerzők szerkesztése)

Koncentráció µg/L	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb
minimum	500	100	100	200	50
maximum	10 000	4 000	2 000	2 000	400

A közúti csapadékvizekben mért Pb-, Zn- és Cu-koncentrációk több alkalommal is meghaladták az érzékeny befogadókra érvényes emissziós határértékeket (elsősorban belterületen). Bár az útpályáról lefolyó szennyezett csapadékvizek esetében időszakos jellegű kibocsátásokról van szó, ez az eredmény arra enged következtetni, hogy felszíni vizekbe, illetve közcsetornába vezetésük kezelés nélkül nem tekinthető kockázatmentesnek [5].



2. ábra: Összes Zn-, Cu-, Ni-, Cr- és Pb-koncentrációk közúti csapadékvizekben [5 p55] (a szerzők szerkesztése)

Potenciális szennyező anyagok:

- potenciálisan toxikus elemek (például réz, cink, ólom, nikkel, króm);
- ásványolajok, zsiradékok;
- téli útüzemeltetés – síkosságmentesítés sói ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ );

- egyéb szerves és szervetlen szennyezők (gumitörmelékek, butadién és izoprén oligomerek, festékpigmentek, féktárcsák és fékpofák lekopott anyagai, korom, egyéb kopás- és bomlástermékek, állati ürülék).

## **A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban**

Városi és kistérségi szinten a természetes területek foltjainak rendszere biztosít élőhelyet, árvízvédelmet, tisztább levegőt, tisztább vizet. Helyi – utca, tömb – szinten a természetet utánzó létesítmények rendszere biztosítja a záporvizek visszatartását, a lefolyás lassítását, a tisztítást követő beszivárogtatást azáltal, hogy magukba szívják, tározzák a vizet [6].

Az úgynevezett LID (Low Impact Development) lefolyásszabályozási megoldások közé tartoznak a szivárogtató létesítmények, amelyeknél a szennyezett lefolyást speciális anyagú szűrőrétegen vezetjük át a csatornahálózat vagy a talaj-talajvíz felé.

A tisztítás mellett ezek a megoldások lassítják a lefolyás sebességét, csökkentik a lefolyó vízmennyiséget és a lefolyási csúcsokat. A csapadékvíz-gazdálkodás elvei szerint tervezett új rendszereknek az elvezetés mellett a kellő mértékű tisztítási megoldásokat is tartalmazniuk kell, ami megköveteli a szennyező anyagok lemosódásának számíthatóságát, valamint a szennyezőanyag-transzport számítását is a méretezési eljárásokban. Ennek a szennyezőanyagkapacitás-méretezésnek pedig fontos szerepe van a talajvizek és városi talajok védelme szempontjából.

A zöldinfrastruktúra eszközei települési környezetben a szikkasztóárkok, infiltrációs medencék, wetlandek, esőkertek, zöldtetők, zöldhomlokzatok.

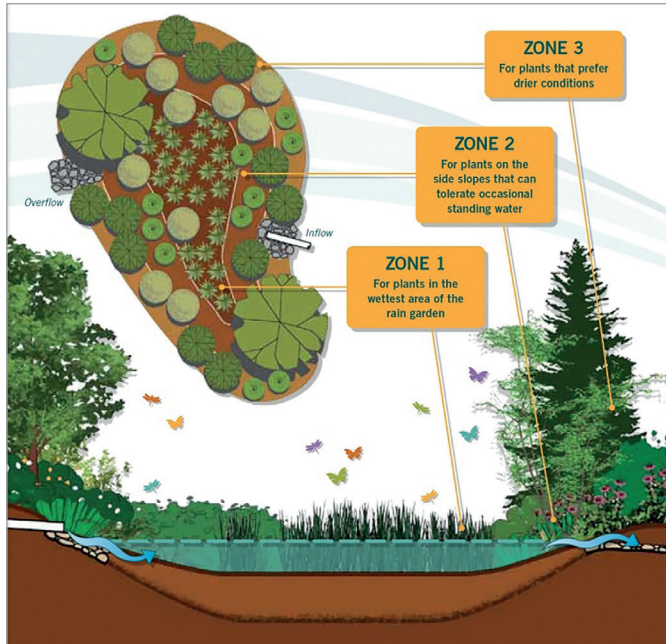
## **Az esőkert**

Az esőkert (rain garden) természetes, növényekkel beültetett vízgyűjtő medence, amely a talajjal közvetlen kapcsolatban van. A mesterséges, növényzettel beültetett mélyület a burkolt felületek lefolyó vizeit fogadja, beszivárogtat és párologtat. Maga a létesítmény a növényekkel borított csatornák és az infiltrációs medencék egy továbbfejlesztett változatának tekinthető, hiszen a víz-visszatartást, tisztítást és szivárogtatást egymaga végzi.

Az esőkert helyszínrajzi értelemben három zónára osztható (3. ábra). A zónák között az alapvető különbség a vízborítottságban van, amely meghatározza a beültethető növények fajtáját is. A középső, 1. zóna akár 48 órán keresztül (extrém csapadékok esetén még tovább) vízborítás alatt lehet, így ebbe a zónába vízkedvelő, víztűrő fajokat célszerű ültetni. A 3. zónába a leginkább szárazságtűrő fajok kerülnek, hiszen ezen a területen sokszor csak átfolyik a csapadékvíz, külön öntözés pedig csak ritkán megoldott a kertek esetében.

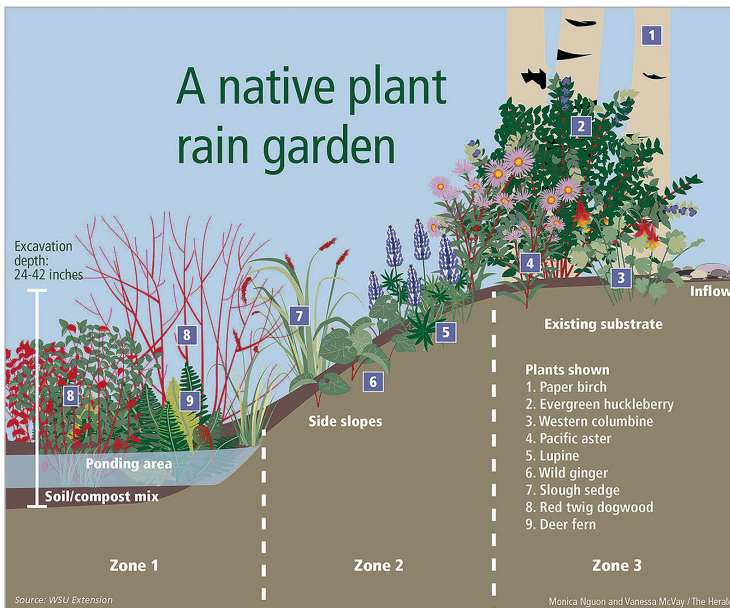
A kert kialakítása a talajtervezéssel, talajvizsgálattal kezdődik. Amennyiben a területen lévő talaj nem alkalmas az esőkert kialakításához, talajcserére lehet szükség. Az altalaj vízáteresztő és víztartó képessége akkor ideális, ha az összegyűjtött vizet 48 órán belül el tudja szivárogtatni. Az altalajra kerül a területen honos fajokból az egyes zónáknak megfelelően összeválogatott növénytakaró, amely az erdő természetes működését utánozva begyűjti és elszivárogtatja a vizet. A vízgyűjtő medence aljára kerül egy talajkeverék, az úgynevezett ültetőközegek, amely növeli a kert tisztítási hatékonyságát, mivel részt vesz a károsanyag-eltávolításban és a vízvisszatartásban is, a benne lévő kavics megakadályozza a talaj eltömődését és a feliszapolódást.





3. ábra: Az esőkert elvi elrendezése (zónák) és metszete [7] (a szerzők)

Az ültetőközeg egyik fő összetevője a fenyőkéreg. A fenyőkéreg vízfellevő tulajdonságának köszönhetően jól használható a csapadékvíz tárolására és szűrésére (4. ábra).



4. ábra: Az esőkert felépítése [8] (a szerzők)

A fakéreg (H mulch) és a fenyőkéreg (P mulch) ásványolajokkal szembeni adszorpciós kapacitását statikus (batch) adszorpciós mérésekkel már vizsgálták [9], de jelenleg még kevés tanulmány született a témában. A vizsgálatok szerint a fakéreg adszorpciós képessége az ioncsere-folyamatoknak köszönhető. Ólommal ( $Pb^{2+}$ ), rézzel ( $Cu^{2+}$ ) és cinkkel ( $Zn^{2+}$ ) szemben vizsgáltak keményfa- és fenyőkérget is. A vizsgálatok során kiderült, hogy a keményfa-kéreg nagyobb szorpciós kapacitással rendelkezik, de a fenyőkéreg is megköti az ólom több mint 90%-át, a réz és a cink több mint 80%-át [9].

## Anyag és módszer

Laboratóriumi méréseink során arra keressük választ, hogy a fenyőkéreg és – mivel az esőkert ültetőközegének jelentős részét ez teszi ki – maga az esőkert bír-e potenciálisan toxikus elem-megkötő tulajdonsággal. Mivel a tisztítás már az ültetőközeg legfelső rétegében elkezdődik, így először egyes potenciálisan toxikus fémek megkötődésének vizsgálatát végeztük el fakéreg-aprítékon. A statikus (batch) kísérlet során a mulcs rézion- és ólomion-visszatartó képességét vizsgáltuk, és az adszorpciós izotermák segítségével meghatároztuk a maximálisan megköthető szennyezőanyag-mennyiséget. Szárított, aprított, homogenizált, légszáraz 1,4–5,6 mm közötti átmérőjű mintára ismert koncentrációjú  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  és  $Pb(NO_3)_2$  oldatot öntöttünk, majd 2 órás rázatás után a leszűrt oldatokat AAS atomabszorpciós spektrofotométer visszamértük, ebből meghatározva az abszorbeált mennyiségeket.

## Eredmények és következtetések

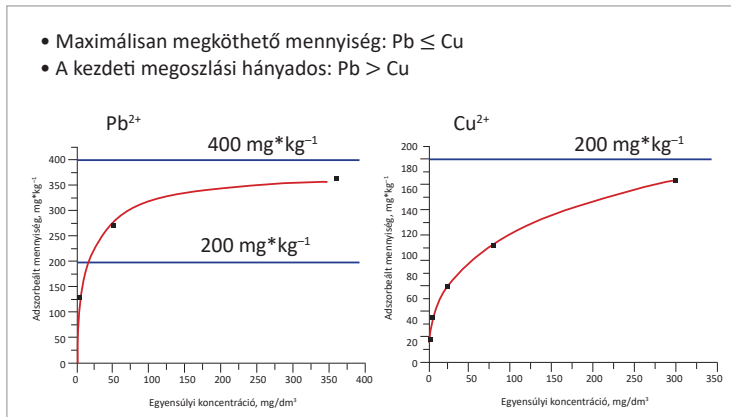
A kapott eredmények értékelése nemlineáris függvényillesztéssel (Langmuir-típusú adszorpciós izotermák) történt.

$$\text{Izoterma illesztése: } y = \frac{a \times k \times x^n}{1 + k \times x^n} + q$$

ahol:  $a$  – maximálisan abszorbeálható mennyiség ( $Pb \leq Cu$ )  
 $k$  – kötési erő ( $Pb < Cu$ )

Paraméter/elem	Pb	Cu
$a$	397,02 ± 48,2	410,8 ± 173,3
$k$	0,14 ± 0,030	0,04 ± 0,012
$n$	0,697 ± 0,14	0,5 ± 0,08
Korreláció ( $R^2$ )	0,98906	0,99697

Az 5. ábrán látható adszorpciós izotermákból megállapítható, hogy az általunk vizsgált mulcsanyag az ólom és a réz esetében egyaránt jó megkötőképességgel rendelkezik. Az ólom esetében a gyors telítettség jellemző, meredekebb felfutású a görbe, és gyorsan eléri az állandó értéket. A maximálisan adszorbeálható anyagmennyiség ~400 mg/kg. A réz esetében lassabb a telítődés, sokkal laposabb érintővel fut fel a görbe, és az ábrázolt szakaszban még nem érte el a konstans értéket. A becsült maximálisan adszorbeálható anyagmennyiség közel ugyanannyi, mint az ólom esetében.



5. ábra: A megköthetőség az egyensúlyi koncentrációk függvényében (a szerzők)

### Esőkertek alkalmazása a gyakorlatban

Esőkert alkalmazására számtalan külföldi példát találunk, a teljesség igénye nélkül a skandináv országokban, Indiában, Ausztráliában, az Egyesült Királyságban és az USA több államában is. Ezzel szemben a hazai gyakorlatban sajnos ez csak néhány mintakertre korlátozódik.

Az első esőkertek családi házas övezetekben, először csak az udvarokban, tetőcsapadékok felfogására szolgáltak, később megjelentek az előkertekben is, ahol már a közútról lefolyó csapadékvízet tározták és tisztították. Az út melletti esőkertek elsősorban külterületi vagy kevésbé beépített területeken jellemzőek, de egyre inkább betörnek olyan városrészekbe is, ahol a sűrű, városias beépítés jellemző. Ezekben a területeken akár kis felületeket is ki lehet használni erre a célra, mint például a forgalom elől elzárt területek, járdaszigetek, az út és a járda közötti zöldsávok, parkolók elválasztó szigetei (1. kép).



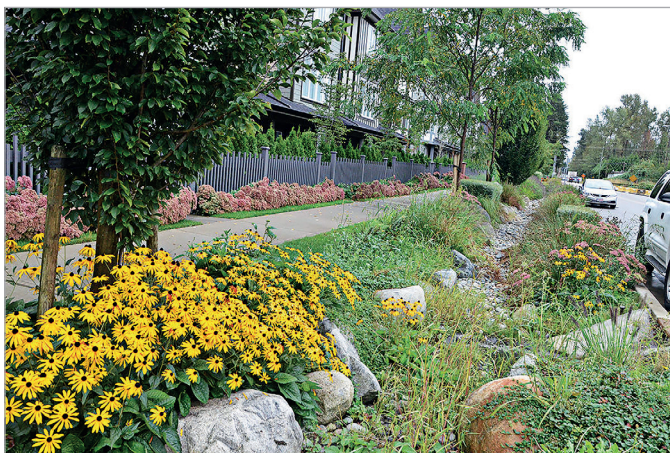
1. kép: Út melletti mini esőkert – San Francisco, USA [10] (a szerzők felvétele)

A példák közül látható, hogy a kert alakja igen változatos lehet. Célszerű kihasználni a rendelkezésre álló helyet, és minél nagyobb felületen kialakítani a kertet, így nagyobb felületen tud szivárogtatni, illetve így a tározókapacitása is megnő. Az út és járda közé hosszúkás alakú, több medencéből álló kertet célszerű létesíteni (2. kép).



2. kép: Út melletti esőkert – Aikenhead Road, Glasgow, Egyesült Királyság [11] (a szerzők felvétele)

A szikkasztóárkokhoz hasonlóan fontos, hogy a kert alja vízszintes legyen, így nem egy ponton történik a beszivárgás, hanem a teljes felületen. Ez alól kivételt képeznek az olyan kertek, ahol valamilyen okból nem lehetséges a szikkasztás, ezekből a kertekből a tisztított vizet elvezetik. Az osztott medencés kialakítás abból a szempontból is ideális, hogy a lejtős területen is ki tudunk alakítani egymáshoz képest lépcsőzetesen eltolts, vízszintes fenekű medencéket, illetve egy-egy medencéből kisebb mennyiségű tisztított víz kerül elvezetésre. Amennyiben megfelelő méretű terület áll rendelkezésünkre az út és a járda között, egy hosszan elnyúló, árokszerű kertet is kialakíthatunk, vagy akár egy meglévő nyílt árkot is átalakíthatunk esőkertté, ezzel növelve a meglévő létesítmény tározó- és tisztítókapacitását (3. kép).



3. kép: Út melletti esőkert – Willoughby, Ausztrália [12] (a szerzők felvétele)

## Összefoglalás

Az esőkertek nemcsak összegyűjtik, de kiválóan meg is szűrik a csapadékvizet. A tározás és tisztítás mellett az esőkertek növelik a városi területek tájképi értékét, de lakott területeken kívül is alkalmazhatóak előnyös tulajdonságaik miatt. Számos esettanulmány készült az esőkertek csapadéklefolyásban és -visszatartásban 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, az 1-100 éves visszatérési idejű csapadékcúcsok mennyiségét pedig 4-16%-ban képesek csökkenteni. Az esőkert vízvisszatartó képességét tehát igazoltnak tekinthetjük, az ültetőközeget és a betelepített növények tisztítási hatékonyságát jelenleg is zajló mérésekkel és kísérletekkel igazoljuk.

Méréseink során beigazolódtott, hogy az esőkert ültetőközegeinek fő alkotóeleme, a fenyőkéreg potenciálisan toxikus elem-megkötő tulajdonsággal bír a rézionnal és az ólomionnal szemben. A fent említett esettanulmányok és a saját méréseink alapján elmondható, hogy az esőkert vízvisszatartó képessége és potenciális szennyezőanyag-felvevő képessége is jelentős.

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 csapadékrendserekből, megakadályozva azok túlterhelődését, és csökkenti a vízzáró városi felületeken képződő, tisztítás nélkül a felszíni vizekbe befolyó csapadék víz mennyiségét. A zöldinfrastruktúra-módszerek javítják vagy helyreállítják a természetes és mesterséges városi területek vízmegőrző képességét, elősegítik a csapadék víz természetes környezetben történő hasznosulását, 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. A fenntartható városi vízgazdálkodásnak a természetközeli megoldások felé kell fejlődnie, helyben tartva és visszaforgatva a vizet, miközben felkészül a váratlan és valószínűleg egyre nagyobb károkat okozó rendkívüli csapadékokra [13].

A kutatásunkat tovább folytatva tenyészedényes növénykísérleteket végzünk, valamint külső helyszíneken eltérő forgalmú utak mellé mintaesőkerteket telepítünk, ahol további laboratóriumi mérésekhez vízmintavétel történik. Célunk a hazai előírásoknak megfelelő tisztítási hatékonysággal üzemelő kert paramétereinek meghatározása, adott vízgyűjtő terület és útkategória esetén.

## Felhasznált irodalom

1. Gayer J, Ligetvári F. Települési vízgazdálkodás, csapadék víz-elhelyezés. Budapest: Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht.; 2007. 176 p.
2. Gácsér V, Pléh Cs, Lakatos M, Molnár Á. Változik-e éghajlatunk? Magyarországi trendek, szélsőségek. Iskolakultúra. 2014;24(11–12):13–27.
3. Gayer J. A települési csapadék víz-elhelyezés az integrált vízgazdálkodás tükrében. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem; 2004. 119 p.
4. 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól
5. Budai P. A közúti közlekedés nehézfém kibocsátásainak hatása a csapadékvizek szennyezettségére. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; 2011. 84 p.

6. Hancz G. A zöld infrastruktúra szerepe a települési vízgazdálkodásban. Debreceni Műszaki Közlemények: A Debreceni Egyetem Műszaki Kar lapja. 2013;12(2):121–130.
7. Kenzle S, Nuffer A. Rain Gardens: Plant selection and maintenance [Internet]. [letöltve 2019. november 11.]. Elérhető: [www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Watershed/growgreen/2019LPT/Rain-Garden-Plants-and-Maintenance-Susan-Kenzle-Darcy-Nuffer.pdf](http://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Watershed/growgreen/2019LPT/Rain-Garden-Plants-and-Maintenance-Susan-Kenzle-Darcy-Nuffer.pdf)
8. Rain gardens: Nature's sponge. Bothell-Kenmore Reporter [Internet]. 2018. szeptember 18 [letöltve 2019. november 11.]. Elérhető: [www.bothell-reporter.com/life/rain-gardens-natures-sponge/](http://www.bothell-reporter.com/life/rain-gardens-natures-sponge/)
9. Jang A, Seo Y, Paul L, Bishop PL. The removal of heavy metals in urban runoff by sorption on mulch. Environ Pollut. 2005 Jan;133:117–127.
10. Hammerl T. City seeks neighborhood 'guardians' to adopt its new rain gardens. Hoodline [Internet]. 2019. május 7 [letöltve 2019. november 11.]. Elérhető: <https://hoodline.com/2019/05/city-seeks-neighborhood-rain-guardians-to-adopt-its-new-rain-gardens/>
11. Carus C. Rain Gardens on Aikenhead Road. MoFloCoCo [Internet]. 2018. március 18 [letöltve 2019. november 11.]. Elérhető: [www.moflococo.org/rain-gardens-on-aikenhead-road/](http://www.moflococo.org/rain-gardens-on-aikenhead-road/)
12. Claxton M. Rain gardens a trash-filled hazard, says Langley resident. Langley Advance Times [Internet]. 2019. szeptember 13 [letöltve 2019. november 11.]. Elérhető: [www.langleyadvancetimes.com/news/rain-gardens-a-trash-filled-hazard-says-langley-resident/](http://www.langleyadvancetimes.com/news/rain-gardens-a-trash-filled-hazard-says-langley-resident/)
13. Mrekva L. A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyás-szabályozásában. In: Bíró T, szerkesztő. Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia. Tanulmányok. Budapest: Dialóg Campus; 2019. p. 127–147.

VÁKÁT OLDAL