

**A VÁROSI ZÖLDINFRASTRUKTÚRA SZEREPE A
FENNTARTHATÓ CSAPADÉKVÍZ-
GAZDÁLKODÁSBAN**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

CSETE ÁKOS KRISTÓF

Témavezető:
Dr. Gulyás Ágnes
egyetemi adjunktus

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi és Informatikai Kar
Földtudományok Doktori Iskola
Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

Szeged
2023

Bevezetés és célkitűzés

A klímaváltozás napjaink egyik legfontosabb problémaköre, amely az élet minden területét érinti. Hatása sokrétű, szinte az összes ökológiai és gazdasági alrendszerre kiterjed. A városi területeken a klímaváltozás negatív hatásai még határozottabban érvényesülhetnek a mesterséges környezeti feltételek miatt. A zöldinfrastruktúra részeként a városi növényzet természetes megoldásokat kínálhat a klímaváltozás hatásaira való felkészülésben, hiszen számos tompító, puffer hatással rendelkezik. A növényzet megannyi kedvező hatással bírhat a mikroklíma módosításától kezdve a légköri szennyeződések megkötésén át a városi vízgazdálkodás javításáig. A növényzet szerepe a fenntartható városi vízgazdálkodásban egy kiemelten fontos szakterület, mivel a növényzet a tompító hatásai révén hozzájárulhat a felszíni lefolyás csökkentéséhez, a csapadék visszatartásához és a beszivárgás elősegítéséhez, ezáltal pedig a városi vízgazdálkodás kiegyensúlyozottabbá tételéhez.

Doktori kutatásom során a városi növényzet és a zöldinfrastruktúra fenntartható vízgazdálkodásban betöltött szerepét vizsgáltam szegedi mintaterületeken. A növényzet vízkörforgásra gyakorolt hatásainak részletes feltárását végeztem el térinformatikai és modellezési eszközök segítségével. A növényzet szerepe mellett vizsgáltam a zöld-kék infrastruktúra fontos részét képező csapadékvízgyűjtést is, elsősorban abban a kontextusban, hogy a gyűjtött csapadékvíz milyen szerepet tölthet be a fenntartható városi vízgazdálkodásban és a növényzet öntözésében. E vizsgálatok során szintén térinformatikai és a hidrológiai modellezési eszközöket használtam fel. A disszertációban bemutatott vizsgálatok mintaterületei Szeged belterületén találhatóak, ugyanakkor az általam felállított módszertan hasonló felépítésű hazai (vagy közép-európai) városokra is kiterjeszhető, amennyiben a vizsgálatokhoz használt adatkörök rendelkezésre állnak.

A doktori disszertációban az alábbi kérdések megválaszolását tűztem ki célul:

- A növényzet felszínborítási arányának megváltoztatása milyen irányba mozdítja el a városi területek hidrológiai folyamatait és alátámasztható-e a városi növényzet fenntartható vízgazdálkodásban betöltött pozitív szerepe hidrológiai modellezés alapján?
- Az i-Tree Hydro modell alkalmas-e hazai mintaterületeken történő vizsgálatokra?
- A növényzet öntözővízigényének meghatározására létrehozhatóak-e olyan indikátorok, amelyek egyszerűen előállíthatók és alkalmasak

csapadékvízgyűjtésre kijelölhető területek városon belüli lehatárolására?

- Mekkora az a pufferzóna távolság, amelyen belül hatékony a növényzet öntözése összegyűjtött csapadékvízből, illetve használható-e a pufferzóna alapú módszertan városi környezetben öntözési igény megállapítására?
- Milyen mértékben képes fedezni az összegyűjtött csapadékvíz a növényzet öntözővíz igényét és Szegeden melyek azok a területek, ahol gyűjtőrendszerek kiépítésében érdemes gondolkodni?

Módszertan

Doktori kutatásom két fő témakörre bontható. Az első témakörben a növényzet városi vízgazdálkodásban és vízkörforgásban betöltött szerepét vizsgáltam mintaterületi elemzések keretében. Ennek során hidrológiai modellezés segítségével szegedi példákon keresztül, eltérő karakterisztikájú városrészek elemzése során tártam fel a növényzet szerepét a városi vízgazdálkodásban. A hidrológiai folyamatok elemzése során szcenárió elemzéseket is végeztem. A szcenárió elemzés során a mintaterület valós felszínborítási adatain alapuló vizsgálatok mellett egy olyan felszínborítási szcenárióval is számoltam, amelyben a növényzet felszínborítási arányát megadott szempontok szerint növeltem, illetve olyan szcenáriót is vizsgáltam, amelyben a növényzet felszínborítási arányát csökkentettem. A vizsgálatok során az i-Tree Hydro modellt használtam. A modell input állományaként a meteorológia adatbázis hazai adatkörökön alapuló összeállítását, továbbá a modell felszínborítási adatbázisához szükséges kategóriák előállítását végeztem el eCognition szoftverrel, szegmens alapú osztályozás segítségével, illetve különböző térinformatikai adatbázisok felhasználásával. Az i-Tree Hydro felszínborítási adatbázisának előállításához négy sávú ortofotót használtam, illetve ebből előállított NDVI vegetációs indexet. A szegmens alapú osztályozás során további térinformatikai állományokat is felhasználtam úgymint DEM-et (Digital Elevation Model), DSM-et (Digital Surface Model), nDSM-et (Normalized Digital Surface Model), illetve egy vektoros épületadatbázist. Az osztályba sorolás eredményeképpen a mintaterületekről részletes felszínborítási térkép állt elő a modell által kívánt részletességgel. A felszínborítási adatbázis mellett a területekről előállítottam a fakoronák alatti felszínborítási térképeket, amelyek hasonló módszertannal készültek. A modell futtatásához szükséges meteorológiai adatokat hazai és nemzetközi adatbázisok alapján állítottam össze. Ennek eredményeképpen olyan meteorológiai és potenciális evapotranszpirációs adatbázisokat

állítottam elő a modellhez, amely feldolgozása során feltártam a hazai vizsgálatokhoz szükséges, elérhető adatköröket és hátráltató tényezőket is.

A doktori kutatásom második témakörében a csapadékvízgyűjtés fenntartható városi vízgazdálkodásban betöltött szerepét vizsgáltam, továbbá a csapadékvízgyűjtés szerepét a városi növényzet öntözésében. E vizsgálatok során mikro- és lokális léptékben elemeztem a csapadékvízgyűjtés vízgazdálkodásban betöltött szerepét. A csapadékvízgyűjtés vizsgálata során hidrológiai modellezést alkalmaztam, amelyhez az EPA SWMM modellt használtam. Mikroléptékben feltártam azokat a lehetőségeket és folyamatokat, amelyek egy-egy épület szintjén megvalósíthatóak. A mikroléptékű vizsgálatok alapként szolgáltak a nagyobb léptékű vizsgálat megalapozásához. A lokális léptékű csapadékvízgyűjtési vizsgálat során olyan módszertant állítottam fel, amellyel elősegíthető az épületekhez kapcsolódó csapadékvízgyűjtési lehetőségek városrészsztintű felmérése, illetve az ehhez kapcsolódó növényzeti öntözési igények városrészsztintű tervezése. Olyan növényzeti és az öntözővízigények (növényzeti kategóriák alkalmazásával) jellemzésére szolgáló indikátorokat dolgoztam ki, amelyek könnyen előállíthatók, így adaptálhatóak más településeken is. A hidrológiai modellezés mellett komplex térinformatikai módszereket is alkalmaztam. A növényzet lehatárolása során NDVI indexet használtam, amely alapján dolgoztam ki a növényzeti indikátorokat. A növényzeti indikátorok kialakítása során létrehoztam indikátorokat a teljesen növényzetre és külön a magasabb minőségű növényzetre (távérzékelési adatok alapján magasabb minőségűnek tekinthető) vonatkozóan. Az öntözővízigény meghatározásához pedig különböző távolságú pufferzónákat (10 m, 20 m, 50 m) határoltam le. A módszertan kidolgozása során arra törekedtem, hogy ne csupán egy adott mintaterületre legyen alkalmazható, hanem bizonyos korlátok között adaptálható legyen más hasonló felépítésű településen is.

Új tudományos eredmények

T1. A növényzet magasabb felszínborítási aránya kedvező irányba mozdítja el a városi területek hidrológiai folyamatait, amelyet a hidrológiai modellezés scenárió elemzése és városrész összehasonlítása is alátámaszt.

Csete & Gulyás, 2019a; Csete & Gulyás, 2021

A minterületi vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a növényzet felszínborítási arányának megváltoztatása nagymértékű változásokat okozhat a városi területek hidrológiai folyamataiban. A növényzet felszínborítási

arányának növelése a városi vízgazdálkodás szempontjából kedvező irányba mozdíthatja el a hidrológiai folyamatokat, hiszen ennek következtében a tompító folyamatok, mint az intercepció és az evaporáció mértéke is megnövekszik. Ezzel szemben a növényzet arányának csökkentése a felszíni lefolyás mértékének növekedésével jár, amely a vízgazdálkodás szempontjából kedvezőtlennek tekinthető. A városi növényzet szerepét a fenntartható vízgazdálkodásban alátámasztják a modellezési vizsgálatok, amely leginkább a felszíni lefolyáscsökkentésben mutatkozik meg. Ez mind a scenárió vizsgálatban, mind a két eltérő felszínborítású városrész összehasonlítása során megállapítható. A scenárió vizsgálat során, amikor a növényzet arányának növelésére került sor a felszíni lefolyás mértéke csökkent, a két városrész összehasonlítása során pedig abban a városrészben volt alacsonyabb a felszíni lefolyás aránya, amelyben a növényzet aránya magasabb volt. Az összehasonlító vizsgálatok során olyan eredmények születtek, amelyek azt támasztják alá, hogy a külsőbb nyitottabb beépítettséggel rendelkező városrész, hidrológiai folyamatai kedvezőbbek a városi vízgazdálkodás szempontjából. Ez annak is köszönhető, hogy az épületek közötti területek nyitottabbak és a zöldfelületek aránya is magasabb. A növényzet arányának növelése során a lombkorona áthullása és az áteresztő felszínek lefolyása is nő, azonban mivel az intercepció és az infiltráció mértéke is növekszik, így összeségében a vízháztartás szempontjából a folyamatok kedvező irányba módosulnak.

T2. Az i-Tree Hydro modell alkalmazható hazai mintaterületek vizsgálatára, azonban az input adatok előállításának nehézségei, hátráltathatják használatát.

Csete & Gulyás, 2019a; Csete & Gulyás, 2021

Az i-Tree Hydro modell alkalmas lehet hazai területeken történő hidrológiai vizsgálatokra, azonban alkalmazását az inputadatok előállításának nehézségei akadályozhatják. A modell használatához szükséges inputadatok, Magyarországon is rendelkezésre állnak, azonban nem mindegyik általam felhasznált adatbázis érhető el nyilvánosan, emellett pedig a nyersadatok feldolgozása is természettudományos háttértudást igényel. Ezek a tényezők hátráltathatják a várostervezési folyamatok során történő felhasználását. A modell használhatóságának felmérését nagyban nehezíti, hogy bár komplex és a növényzet folyamataival részletesen foglalkozó modell, ennek ellenére nagyon kevés nemzetközi, tudományos publikáció áll róla rendelkezésre. A modell kimeneti eredményei azonban – az előbbiek figyelembevételével – hasznosak lehetnek megalapozó

tanulmányok támogatására, így a fenntarthatóbb döntéshozási folyamatok elősegítésére is, hiszen többek között a szcenárió elemzés lehetősége megteremti a felhasználás feltételeit egy-egy városi zöldfelületeket érintő változtatás tervezése során.

T3. A növényzet öntözővízigényének meghatározására létrehozhatóak olyan indikátorok, amelyek a növényzet felszínborításán, illetve az öntözőndő felszín csapadékvízgyűjtő felülettől való távolságán alapulnak.

Csete et al., 2021

A doktori kutatásom során kidolgozott növényzeti és öntözővízigény indikátorok alkalmasak lehetnek városon belüli csapadékvízgyűjtésre alkalmas területek kijelölésére és ezzel párhuzamosan a növényzet öntözővízigényének meghatározására. Ezek az indikátorok viszonylag kevés input adattal dolgoznak, ezért előállításuk is egyszerűen megoldható, akár más városok mintaterületein is, amennyiben az alapadatok rendelkezésre állnak. A növényzeti indikátorok alapját az NDVI vegetációs index adja, amelynek kategorizálásával álltak elő az indikátorok, míg az öntözővízigény indikátorok a hidrológiai modellezésen és pufferzónák méretén, felszínborításán alapulnak. Az indikátorok előállítása többlépcsős folyamat, amely során, mind térinformatikai, mind pedig hidrológiai modellezési eszközök használatára szükség van.

T4. A pufferzónák alapján jól meghatározható városi környezetben a növényzet öntözési igénye, amely alapján a növényzet öntözése összegyűjthető csapadékvízből leghatékonyabban a 10 méteres pufferzónákon belül oldható meg.

Csete et al., 2021

A pufferzónák egyszerű és könnyű lehatárolást tesznek lehetővé városi környezetben, illetve nagy területen is automatizálható az előállításuk a csapadékvízgyűjtő felületek körül. A növényzet öntözési igényének meghatározásához a pufferzónákon belül a vegetáció lehatárolása szükséges. Amennyiben a növényzet a zónákon belül pontosan lehatárolható, abban az esetben viszonylag pontos adatok állhatnak elő az öntözőndő felületek méretéről. A pufferzóna módszer segítségével egységes módszertannal határolhatóak le a csapadékvízgyűjtőfelületek környezetében az öntözőndő felszínek. A pufferzónák lehatárolásán alapuló módszer nem tesz különbséget a magán, illetve köztulajdonú zöldfelületek között, hanem egységes a

növényzet felszínborítási arányán és minőségén alapul. A leginkább kedvező pufferzóna méret 10 méter, ezen belül oldható meg leginkább a teljes növényzet öntözése. A 20 méteres zónák esetében kevésbé fedezi az összegyűjtött csapadékvíz az öntözési igényt, míg az 50 méteres zóna távolságnál kevés esetben.

T5. Szeged esetében az észak-keleti és dél-nyugati városrészek (lakótelepi és családi házas) alkalmasak a leginkább csapadékvízgyűjtésből történő öntözésre, ezek közül az észak-keleti városrészben lehet képes az összegyűjtött csapadékvíz a növényzet öntözővíz igényét fedezni.

Csete et al., 2021

Szegeden az észak-keleti lakótelepi városrészekben a tetők alapvetően nagyobb méretű lapostetők, amelyekről nagy mennyiségű csapadékvíz gyűjthető össze. Ezzel szemben a családi házas övezetekben a kisméretű tetők a jellemzőek, amelyekről kevesebb víz gyűjthető. Szegeden a lakótelepeket magába foglaló városrész (D4), illetve a belváros (D1) az, ahol a tetők átlagos mérete nagy, ezáltal a csapadékvízgyűjtési potenciáljuk is magasabb, hiszen a tetőkről nagy mennyiségű víz gyűjthető össze. Ezzel szemben az említett családi házas övezetekben, amelyek nagyrészt a D3-as és a D2-es városrészekben találhatóak meg, kisebb a csapadékvízgyűjtési potenciál a kisebb méretű tetők miatt. A D5-ös városrész, amely többnyire az ipari területeket foglalja magába alapvetően nagy tetőfelületekkel rendelkezik, amelyek a nagyobb csapadékvízgyűjtési potenciálhoz járulnak hozzá. Ezek a jellegzetességek megfeleltethetők más hasonló felépítésű városokra is, hiszen a legtöbb nagyobb méretű magyar településen (Kecskemét, Szolnok, Debrecen stb.) megtalálhatóak a fentebb említett városrész típusok (még ha azok területi aránya és városon belüli elhelyezkedése el is tér a szegeditől). Ebből adódóan a következtetések kiterjeszthetők ezekre a településekre is.

Azoknak a területeknek a kijelölése, ahol gyűjtőrendszerek kiépítését érdemes megfontolni két főbb tényezőn alapul. Az épülettetőről összegyűjtendő víz mennyiségén, illetve az öntözendő növényzet kiterjedésén. Szegeden a pufferzónák növényzeti borítottsága a lakótelepi (D4), és a családházias övezetekben a legmagasabb (D3 és kisebb részben a D2). E területek közül a D4-es esetében az összegyűjtendő csapadékvíz mennyisége is magas, így leginkább ebben a városrészben indokolt a gyűjtőrendszerek kialakítása. A D3 és D2 városrészekben a növényzet aránya szintén magas azonban a megvalósítható öntözővízigények elmaradnak a D4-es területtől,

mivel az átlagosan kisebb tetőméret miatt kevesebb az összegyűjthető csapadékvíz mennyisége. Azonban a családiházak területeken ennek ellenére is érdemes a gyűjtőrendszerek kiépítését tervezni, hiszen még ha nem is képesek teljes mértékben fedezni a pufferzónák öntözővízigényét abban az esetben is hozzájárulhatnak a fenntarthatóbb öntözéshez. A D1-es városrészben, amely a főbb belvárosi területeket foglalja magába Szegeden az összegyűjthető csapadékvíz mennyisége magas, azonban a növényzet aránya elmarad a D4-es területétől. Itt nem a növényzet öntözése miatt érdemes csapadékvízgyűjtésben gondolkodni, hanem a lefolyáscsúcsok csökkentése végett, amely az erősen burkolt belvárosban jelentős problémaforrás lehet.

Summary

My doctoral research consists of two major topics. In the first topic, I analyzed the role of vegetation in the urban water management, as well as in the water cycle. In which I used hydrological modelling and analyzed the role of vegetation in the urban water management through the example of urban districts with different characteristics from Szeged. I also carried out scenario analyses to evaluate the hydrological processes, which confirmed the vegetation's positive role in the surface runoff modification. As an additional objective of this research topic the used model's applicability in the Hungarian practice was also investigated.

In the second topic of my research, I examined the role of rainwater harvesting in the sustainable urban water management, as well as in the irrigation of urban vegetation. I analyzed the role of rainwater harvesting in the water management on both a micro and a local scale. My goal in the micro-scale research was to analyze the possibilities and processes that can be implemented at the scale of a single building. The goal of the local analysis of the rainwater harvesting was to develop a methodology that facilitates city-wide planning of rainwater harvesting and based on that the estimation of the vegetation's irrigation needs. To this end, I set out to develop relatively easily produced indicators for characterizing vegetation and irrigation water requirements. As a result of my analyses, I gave quantitative estimations about the rainwater collection possibilities of each studied district, and I identified the areas with vegetation that requires irrigation. I also determined which buffer zone sizes are suitable for covering the irrigation water demand.

My methods provide an opportunity for comparative analyses in other Hungarian or European cities as well. I am confident that the results and methods of my research can contribute to a more sustainable urban water management in Hungary.

A doktori értekezés alapját képező publikációk

(MTMT azonosító: 10060962)

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2019a). Investigating the role of green infrastructure in sustainable urban water management, a case study in Szeged. *Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences*, 14(2), 483–494. <http://doi.org/10.26471/cjees/2019/014/097>

IF (2019): 1,307

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2019b). Modeling options for rainwater harvesting developments in a public institution as part of sustainable urban water management solutions. *Acta Climatologica Et Chorologica*, 53(1), 5–16. <http://doi.org/10.14232/acta.clim.2019.53.1>

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2021). Green infrastructure-based hydrological modelling, a comparison between different urban districts, through the case of Szeged, Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin (2009-)*, 70(4), 353–368. <http://doi.org/10.15201/hungeobull.70.4.5>

IF (2021): 1,591

Csete, Á. K., Kolcsár, R. A., & Gulyás, Á. (2021). Rainwater harvesting potential and vegetation irrigation assessment derived from building data based hydrological modeling through the case study of Szeged, Hungary. *Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences*, 16(2), 469–482. <http://doi.org/10.26471/cjees/2021/016/192>

IF (2021): 1,316

Összesített Impact factor (IF): 4,214

További doktori értekezéshez kapcsolódó publikációk

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2018). A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodási szerepének vizsgálata a csapadék interakcióján keresztül, szegedi példán. *Léggör: Az Országos Meteorológiai Intézet Szakmai Tájékoztatója*, 63(3), 118–125.

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2020). Adaptation of UFORE-Hydro model for Szeged and the southern region of the Great Hungarian Plain based on local meteorological database. *Acta Climatologica Et Chorologica*, 54(1), 5–17. <http://doi.org/10.14232/acta.clim.2020.54.1>

További publikációk

Csete, Á., Tanács, E., & Gulyás, Á. (2016). Assessment of tree of heaven (*Ailanthus altissima*) spread dynamics on example of Szeged (Hungary). *Acta Climatologica Et Chorologica*, 49–50, 9–20.

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2018). A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodási szerepének vizsgálati lehetőségei a környezettudatos településtervezés tükrében. In *Környezet és energia* (pp. 257–263).

Csete, Á., & Gulyás, Á. (2019). A zöld infrastruktúra hatása a városi vízgazdálkodásra és a csapadékvíz gyűjtésének modellezési lehetőségei a fenntarthatóság jegyében. In *Tájak működése és arculata* (pp. 287–291).

Keveiné, B. I., Tanács, E., Csete, Á. K., & Kiss, M. (2020). Az ökoszisztéma-szolgáltatások fenntartásának szerepe a klímaváltozás mérséklésében: az erdők szénmegkötése. In *Klimaváltozás okozta kihívások - Globálistól lokálisig* (pp. 161–170).

Kolcsár, R. A., Csete, Á. K., Kovács-Győri, A., & Szilassi, P. (2022). Age-group-based evaluation of residents' urban green space provision: Szeged, Hungary. A case study. *Hungarian Geographical Bulletin (2009-)*, 71(3), 249–269. <http://doi.org/10.15201/hungeobull.71.3.3>

IF (2021): 1,59

Konferencia absztraktok, közlemények

- Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2017). A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodásban betöltött szerepének vizsgálata Szeged példáján. In *Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században: a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai* (pp. 89–99).
- Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2018). A zöld infrastruktúra városi vízgazdálkodásban betöltött szerepének vizsgálati lehetőségei, a klímatudatos csapadékvíz-gazdálkodás tükrében. In *44. Meteorológiai Tudományos Napok. 2018. November 22-23. Klimaváltozás és alkalmazkodás. Az előadások összefoglalói.* (pp. 25–25).
- Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2019). A zöld infrastruktúra hatása a városi vízgazdálkodásra és a csapadékvíz gyűjtésének modellezési lehetőségei a fenntarthatóság jegyében. In *VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia* (p. 76).
- Gulyás, Á., & Csete, Á. (2020). Assessment of the role of green infrastructure in sustainable urban water management. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*. <http://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-17994>
- Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2020). Mapping of rainwater harvesting potential, a case study of Szeged, Hungary. In *Proceedings of the 26th International Symposium on Analytical and Environmental Problems* (pp. 109–110).
- Csete, Á., & Gulyás, Á. (2020). Eltérő felszínborítású városi területek csapadékvíz-gazdálkodásának összehasonlítása hidrológiai modellezés segítségével. In *46. Meteorológiai Tudományos Nap 2020. november 19. Tudomány és tradíció a meteorológiában* (p. 23).
- Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2021). Mapping of rainwater harvesting potential derived from building data-based hydrological models through the case study of Szeged, Hungary. In *EGU General Assembly 2021: Conference Abstracts*. <http://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-6431>

Előadások, posztterek

Előadások

- Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2018). A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodási szerepének vizsgálati lehetőségei a környezettudatos

településtervezés tükrében. *Környezet és energia Környezet és energia: Hatékony termelés, tudatos felhasználás konferencia, Debrecen*

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2019). A zöld infrastruktúra hatása a városi vízgazdálkodásra és a csapadékvíz gyűjtésének modellezési lehetőségei a fenntarthatóság jegyében, *VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia, Kisvárdá*

Posztterek

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2017). A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodásban betöltött szerepének vizsgálata Szeged példáján, *VII. Magyar Tájökológiai Konferencia, Szeged*

Gulyás, Á., & **Csete, Á. K.** (2017) Urban green infrastructure as a nature based solution in sustainable water management, case study in Szeged (Hungary), *2nd European Urban Green Infrastructure Conference, Budapest*

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2018). A zöld infrastruktúra városi vízgazdálkodásban betöltött szerepének vizsgálati lehetőségei, a klímatudatos csapadékvíz-gazdálkodás tükrében, *44. Meteorológiai tudományos napok, Budapest*

Gulyás, Á., & **Csete, Á. K.** (2019). Possible evaluation methods of the role of urban green infrastructure in sustainable water management, case study in Szeged, Hungary (Hungary), *3rd European Urban Green Infrastructure Conference, London*

Gulyás, Á., & **Csete, Á. K.** (2020) Assessment of the role of green infrastructure in sustainable urban water management, *EGU General Assembly, Wien*

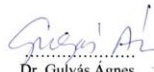
Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2020). Mapping of rainwater harvesting potential, a case study of Szeged, Hungary, *26. International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged*

Csete, Á. K., & Gulyás, Á. (2021). Mapping of rainwater harvesting potential derived from building data-based hydrological models through the case study of Szeged, Hungary, *EGU General Assembly, Wien*

Társszerzői nyilatkozat

Alulírott Gulyás Ágnes nyilatkozom, hogy az **Investigating the role of green infrastructure in sustainable urban water management, a case study in Szeged**, *Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences*, 2019, 14(2), 483–494. publikációban a doktorjelölt szerepe meghatározó fontosságú, nem használtam fel tudományos fokozat megszerzésekor, és ezt a jövőben sem teszem.

Szeged, 2023. 07. 05.

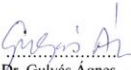


Dr. Gulyás Ágnes

Társ szerzői nyilatkozat

Alulírott *Gulyás Ágnes* nyilatkozom, hogy a **Modeling options for rainwater harvesting developments in a public institution as part of sustainable urban water management solutions. *Acta Climatologica Et Chorologica*, 2019, 53(1), 5–16.** publikációban a doktorjelölt szerepe meghatározó fontosságú, nem használtam fel tudományos fokozat megszerzésekor, és ezt a jövőben sem teszem.

Szeged, 2023. 07. 05.

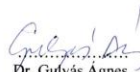


Dr. Gulyás Ágnes

Társszerzői nyilatkozat

Alulírott *Gulyás Ágnes* nyilatkozom, hogy a **Green infrastructure-based hydrological modelling, a comparison between different urban districts, through the case of Szeged, Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*. 2021, 70(4), 353–368.** publikációban a doktorjelölt szerepe meghatározó fontosságú, nem használtam fel tudományos fokozat megszerzésekor, és ezt a jövőben sem teszem.

Szeged, 2023. 07. 05.



Dr. Gulyás Ágnes

Társszerzői nyilatkozat

Alulírott *Kolcsár Ronald András* és *Gulyás Ágnes* nyilatkozom, hogy a **Rainwater harvesting potential and vegetation irrigation assessment derived from building data based hydrological modeling through the case study of Szeged, Hungary. *Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences*, 2021, 16(2), 469–482.** publikációban a doktorjelölt szerepe meghatározó fontosságú, nem használtam fel tudományos fokozat megszerzésekor, és ezt a jövőben sem teszem.

Szeged, 2023. 07. 05.


.....
Dr. Kolcsár Ronald András


.....
Dr. Gulyás Ágnes