



MENTOR EGYESÜLET  
— maszesz —

# Dulovics Junior Szimpózium

2024. április 10.

Absztrakt füzet



maszesz

Magyar Víz- és  
Szennyvíztechnikai  
Szövetség



ÓBUDAI EGYETEM  
REJTŐ SÁNDOR KÖNNYŰIPARI  
ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI KAR





## Tartalomjegyzék

|  |    |
|--|----|
| Gyürky Katalin - Vízfolyások geometriai modellezése egy újszerű interpolációs eljárással .   | 2  |
| Hunyadi - Zoltán Emese - Fenntartható települési vízgazdálkodás – a vízérzékeny város: a városi csapadékvíz-gazdálkodás lehetőségei és problémakörei .....                 | 4  |
| Kendli Henrietta - Vízmegtartás vizsgálata épített környezetben .....  | 6  |
| Kiss János - Szennyvíztisztító kisberendezések ATP alapú biomassa vizsgálata .....   | 8  |
| Kloknicer Tamás - A MICROBI technológia kialakulása és fejlődése: Néhány marék géltől a konténerizált szennyvíztisztító technológiáig.....                                 | 9  |
| Nagy- Mezei Csenge - Gyógyszerhatóanyagok eltávolíthatósága kommunális szennyvíztisztító telepen: Mit nyújt a meglévő technológia negyedik tisztítási fokozat nélkül?..... | 11 |
| Négyesi Klaudia - A MARRMoT eszköztár alkalmazhatósága és korlátai magyarországi kisvízgyűjtőkön végzett hosszú idejű csapadék-lefolyás modellezés esetén .....            | 13 |
| Reska Zsombor - A Hévízi-tó vízmérlegének, hóháztartásának és víz-levegő határfelületi cserefolyamatainak együttes vizsgálata .....  | 15 |
| Szentirmai Piroska - Városi zöldfelületek öntözési vízigényének meghatározása .....  | 16 |
| Tikász Gergely - Folyami makroműanyag szennyezők detektálása képalapú mesterséges intelligenciával .....   | 18 |
| Tóth Dániel - Iszapvíztelenítő centrifugák optimális üzemeltetési paramétereinek meghatározása az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen .....                              | 22 |

## Támogatói előadás

|   |    |
|---|----|
| Szendró Attila - Adaptív, szenzorikán alapuló tisztítási eljárás kutatása az élelmiszeriparban..... | 23 |
|---|----|



## Vízfolyások geometriai modellezése egy újszerű interpolációs eljárással

Gyürky Katalin\*, Dr. Fleit Gábor\*, Dr. Török Gergely Tihamér\*

\* Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

### Kulcsszavak

medergeometria; interpoláció; meander

### A MEDERGEOMETRIA PONTOSSÁGÁNAK NEHÉZSÉGE

Vízfolyások morfodinamikai vizsgálatához elengedhetetlen a megbízható medergeometria szerkesztése. Azonban a domborzati adatokat jellemzően csak diszkrét pontokban lehet megmérni, így ahhoz, hogy folytonos medertérképet lehessen szerkeszteni, interpolációs algoritmusokat alkalmazunk.

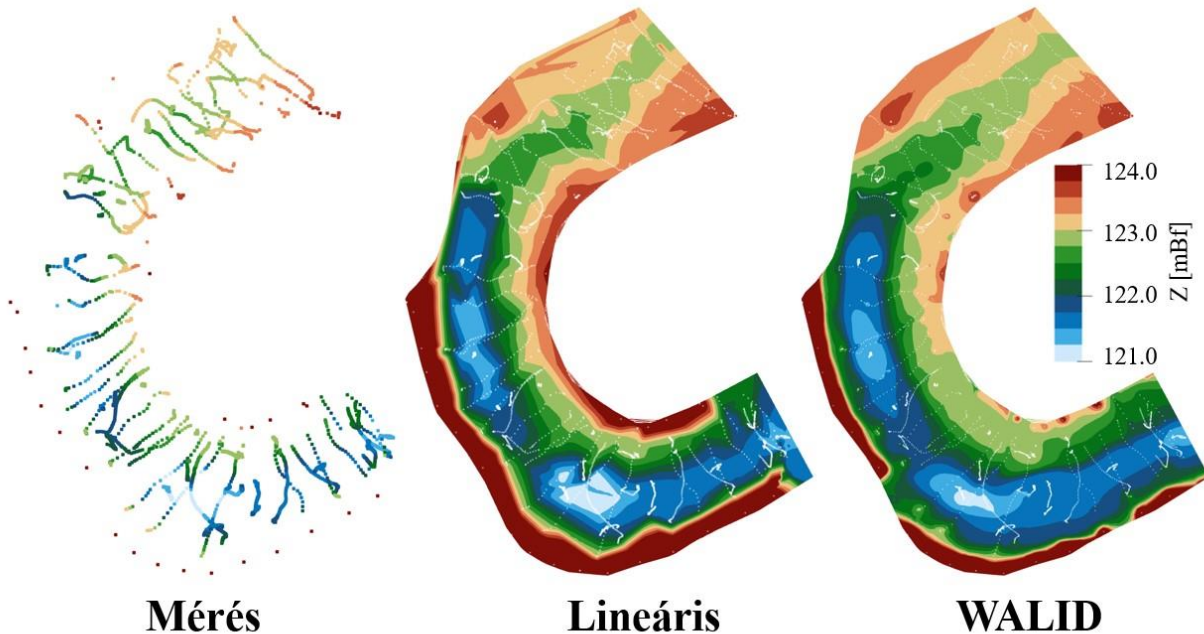
### KUTATÁSI FOLYAMAT

Kutatásom során az Ipoly egyik túlfejlett kanyarulatánál vizsgáltam a medergeometria szerkesztésének módjait. A pontszerű adatokat két terepi mérés alkalmával rögzítettük, majd különböző térbeli interpolációs módszereket teszteltem. A hagyományos eljárásokat érdemes kiegészíteni folyóspecifikus jellemzőkkel ahhoz, hogy pontos térképet lehessen előállítani.

*Interpolációs módszerek. Ilyen módszer például az újszerű WALID, amelynek tesztelését végeztem. Az algoritmus sajátossága, hogy bemenő adatként elegendő a diszkrét pontokban végzett magassági méréseket és a folyó sodorvonalát megadni. A technikát véletlenszerűen kiszűrt mérési pontok segítségével igazoltam, majd összehasonlítottam a lineáris interpoláció alkalmazásával – amely bár egy precíz közelítés, most mégis gyengébb teljesítményt mutatott, az folyókra jellemző anizotrópia és a mérési pontok inhomogén eloszlása miatt.*

*Az újszerű eljárás megbízhatósága. A négyzetes középhiba (RMSE) értéke a WALID módszer fölényét mutatta a lineáris interpolációhoz képest. Megállapítható, hogy az új módszer komplex folyami környezetben is megbízható, interpolációs anomáliáktól mentes medertérképet eredményezett. Az érzékenységvizsgálatban változtatott szabad paraméterek mérsékelten befolyásolták a generált térképeket, amely a módszer robusztusságát igazolja.*

*Felhasználási lehetőségek. A megbízható medergeometria alapot szolgál mederváltozás vizsgálatára, amely ipari alkalmazásban időbeli és akár anyagi előnyöket is jelenthet. További célunk, hogy a bemutatott eljárás alkalmazásával nyomon kövessük a kanyarulat fejlődését, illetve numerikus modellek számára szolgáltatunk peremfeltételt.*



*A generált DTM-ek a két interpolációs módszer esetén.*

## SZAKIRODALOM

- Ádány, Sz., 2015. A többsugaras mederfelmérési módszer vizsgálata a Duna példáján keresztül. BSc diplomamunka. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- Fleit, G., (bírálat alatt) Windowed Anisotropic Local Inverse Distance weighted (WALID) interpolation method for riverbed mapping. *Journal of Hydrology*
- Fleit, G., Baranya, S., 2022. Egységes digitális terepmodellek készítése változó részletességű és minőségű mederfelmérések alapján. XXXIX. Országos Vándorgyűlés (MHT), Nyíregyháza, 2022. július 6–8.
- Kardos, M., 2013. Interpolation of river's morphological model from cross sectional survey. In *Proceedings of the 2nd Conference of Junior Researchers in Civil Engineering, Budapest 2013.06.17-18.*, pp. 243-248.
- Merwade, V. M., Maidment, D. R., Goff, J. A., 2006. Anisotropic considerations while interpolating river channel bathymetry. *Journal of Hydrology*, 331(3), 731–741. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.06.018>



## Fenntartható települési vízgazdálkodás – a vízérzékeny város: a városi csapadékvíz-gazdálkodás lehetőségei és problémakörei

Hunyadi-Zoltán Emese\*

\* Felsőfokú vízvédelmi kiemelt szakügyintéző, Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Magyarország  
(E-mail: [emese.hunyadiz@gmail.com](mailto:emese.hunyadiz@gmail.com))

### **Kulcsszavak**

fenntarthatóság, csapadékvíz-gazdálkodás, körforgásos vízgazdálkodás, TWINS-projekt

### **ABSZTRAKT**

Napjainkban a környezetvédelem nem etikai kérdés, hanem a túlélés melletti döntés: annak elhatározása, hogy a jelen generációja úgy elégíti ki az élethez szükséges igényeit, hogy esélyt adjon a következő generációknak is arra, hogy kielégíthessék a szükségleteiket. Ez a fenntartható fejlődés fő célja. Ám ahhoz, hogy ez megvalósuljon, gyökeres változtatásokat kell alkalmazni a társadalmi fejlődés, az ipar és technológia, az anyagok ésszerű alkalmazása, sőt az építéset, beruházások területén is.

A XXI. században a világot a klímaválság sújtja, szélsőséges időjárási körülmények alakulnak ki, az ivóvízkészletek elérhetősége kiegyensúlyozatlanná válik, így egyre fontosabb a vizek helyben tartása, a vizekkel történő fenntartható gazdálkodás. A városi környezetben ennek egyik kézenfekvő módszere: a csapadékkal történő körforgásos gazdálkodás.

Az újfajta városi vízgazdálkodás, amit a Smart City alrendszereként vízkos város néven is ismerhetünk, már eszközévé vette ezt a fajta vízviszatarást és hasznosítást. Igaz, még nincs kifinomult eszközrendszer, sem kiforrott gépészeti séma erre – hisz ahány probléma, annyi féle megoldás létezik –, azonban a cél mindenhol ugyan az: a „bölcsőtől bölcsőig” elv alkalmazása, vagyis a nyitott folyamatok körfolyamatokká való alakításával zárni az anyag és energia áramokat.

A tanulmány arra keres választ, hogy miért fontos a vízviszatarás, az újrahasznosítás, milyen példák léteznek rá a világ többi részén, továbbá egy valós projekt – a XIII. kerületben tervezett TWINS-projekt – és annak csapadék felhasználással kapcsolatos valós műszaki megoldásai is bemutatásra kerülnek.



A TWINS-projekt keretein belül fontos kérdés, hogy az egyre szegényebb csapadékmennyiség miatt valójában hány liter szürkevizet képes egy ilyen rendszer hasznosítani, és ez alapján a tározókat (szürkevíz tározó, záportározó) hogyan kell méretezni, hogy ne álljon fenn sem a túlméretezés, sem az idő előtti telítődés veszélye. Ezenkívül vizsgálat alá kerül az épületen kialakított zöldfelületek rétegrendjeinek talajvastagsága is, valamint, hogy ez miképpen befolyásolja a lefolyási időt, létezik-e közöttük kapcsolat.

Ezekre a kérdésekre a tanulmány konkrét méretezéssel, egy havi csapadék-jegyzőkönyv elemzésével és szimulációs lefolyás-kísérletekkel ad választ, ezzel javaslatot téve a TWINS csapadékvíz-rendszerének optimalizálására.

### SZAKIRODALOM

Galambos P.: A települési vízgazdálkodás és a körkörös gazdaság. Hidrológiai közlöny, 101(3).

Major V. (2021): A körforgásos gazdaság és a víz kapcsolata. Hidrológiai közlöny, 101(3).

Csizmadia D. (2018): Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken. Zöldinfrastruktúra Füzetek 3. Budapest.

Budapest Főváros XIII. kerületi Önkormányzat: Intelligens kerület koncepció. Budapest.

Finta és Társai Építész Stúdió Kft., AGOREX Kft. (2022): TWINS irodaépület – Koncepció és engedélyezési terv 2. Építészeti, Épületgépész és Környezetrendezési Műszaki Műszaki Leírás. Budapest.

Szikra Cs. (2009): KOMPLEX tervezési segédlet (A komplex feladatok és diplomatervek gyakorlati számításai és adatai). Egyetemi jegyzet. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Építészmérnöki Kar, Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, Budapest.



## Vízmeztartás vizsgálata épített környezetben

Kendli Henrietta\*

\*Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Környezetmérnök alapszak  
E-mail: henriettakendli@gmail.com

### Kulcsszavak

Vízáteresztés, vízmeztartás, modell kísérlet, burkoltság

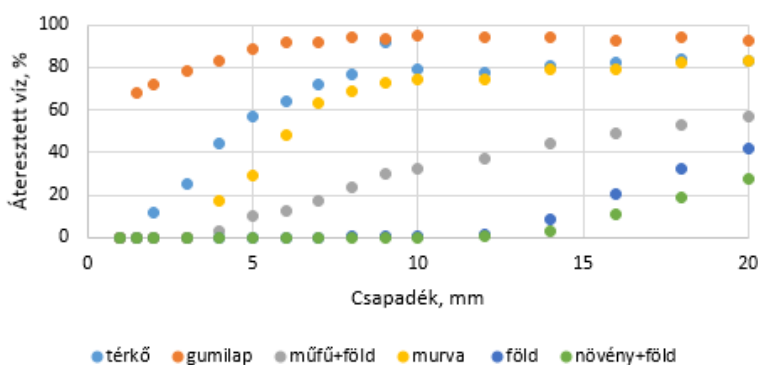
### VÍZMEGTARTÁS VIZSGÁLATA ÉPÍTETT KÖRNYEZETBEN

Hipotézisem szerint egy terület nagyarányú burkoltsága negatívan befolyásolja a csapadék talajba szivárgását és ezáltal a lokális vízkörforgását. Ezért tömeg mérésen alapuló modell kísérletet végeztem eltérő burkolatok vízáteresztését tanulmányoztam. Célom az összehasonlítás volt, éppen emiatt labor körülmények között mesterségesen locsoltam a különböző borításokat. Az áteresztett víz mennyiségéből következtettem a megtartott víz mennyiségére. Az így kapott adatokból vontam le következtetéseimet.

### EREDMÉNYEK ÉS ENNEK ÉRTÉKELÉSE

A modell kísérletben hat eltérő közegnek a vízáteresztő, majd ebből kiszámítva a vízmeztartását elemeztem. Az alábbi ábrán látható százalékos értékben a burkolatok relatív vízáteresztése.

Vízáteresztés



1. ábra, Relatív vízáteresztés a csapadék rétegvastagsága függvényében



A következő táblázat bemutatja a legnagyobb csapadék terhelés esetén megtartott vízmennyiségét, százalékban kifejezve.

| Minta               | Megtartott víz, % (20 mm) |
|---------------------|---------------------------|
| térkő               | 17                        |
| gumilap             | 7                         |
| műfű+talaj          | 39                        |
| murva               | 16                        |
| talaj               | 52                        |
| <b>növény+talaj</b> | <b>66</b>                 |

Modell kísérletem céljaként megfigyeltem eltérő közegű burkolatok vízáteresztő és vízmegtartó képességét. A legjobb vízmegtartó közegnek a növényt borított talajt találtam.

### SZAKIRODALOM

- Bíró Tibor (2019), II. Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia Tanulmányok, Közszolgálati Tudásportál
- Csizmadia Dóra (2020), Új szemlélet a városi csapadékvíz-gazdálkodásban (I.-IV.), Másfél fok
- Farkas Alexandra(2020), Így bánhatnánk hatékonyan a Budapestre hulló esővízzel, Greenfo
- Hercig Zsuzsanna, dr. Szatzker Petra(2021), ADAPTÁCIÓS ÚTMUTATÓ önkormányzatok számára, LIFE-MICACC
- Igazvölgyi Zsuzsanna, Soós Zoltán, Tóth Csaba (2015), Víz az útpályaszerkezetben, ÚTÜGYI LAPOK
- Lázár Ildikó (2013), Hidrológia, <http://akadalymentes.ovf.hu/hu/hidrologia>
- Makó András(2017), Új talajfizikai mérő- és becslőmódszerek kidolgozása vizes és nem-vizes folyadékfázist tartalmazó talajokra, MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS, <https://docplayer.hu/157552081-Uj-talajfizikai-mero-es.html>
- Metnet (2022), A szabályos észlelés, azaz észlelési segédlet II., metnet, <https://www.metnet.hu/kislexikon/a-szabalyos-eszleles-azaz-eszlelesi-segedlet-ii>
- OMSZ(Országos Meteorológiai Szolgálat) (2022), Éves és évszakos csapadékösszegek változása, [https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt\\_hazai\\_valtozasok/homerseklet\\_es\\_csapadektrendek/csapadekosszegek/](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/csapadekosszegek/)
- OMSZ(Országos Meteorológiai Szolgálat) (2022), Magyarország csapadék viszonyai
- Pluzsik Tamás, Szegőné Kertész Éva, Urbán Ferenc, Zadravec Zsófia(2017), Cembeton útmutató, Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség
- Stefanovits Pál(1999), Talajtan, Mezőgazda Kiadó
- Tóth Brigitta (2011), Jellegzetes hazai talajok víztartó képességének számítása és jellemzése talajtérképi információk alapján, Pannon Egyetem Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskolája, Doktori (PhD) értekezés
- Varga Illés Levente(2019), A kertvárosi csapadékvíz-gazdálkodás példái, Érdlakó





## Szennyvíztisztító kisberendezések ATP alapú biomassa vizsgálata

Kiss János\*

\*Nemzeti Közzolgálati Egyetem Víz tudományi Kar, Vízellátási és csatornázási tanszék

### **Kulcsszavak**

egyedi szennyvíztisztítás, ATP, decentralizált szennyvízkezelés, üzemeltetés, tisztítási hatékonyság

### **RÖVID TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ**

A modern világ egyik kiemelkedő globális problémája a fogyasztásra alkalmas ivóvíz csökkenő mennyisége. Az emberi tevékenységek során keletkező szennyvizek egyik alapvető része a kommunális szennyvíz, amelynek egy része nem a megszokott technológiával, közcsatornázás útján kerül feldolgozásra, hanem helyben, a lakóingatlan közelében történik az ártalmatlanítása. Az esetek nagy részében az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések helyben szikkasztják el az általuk megtisztított vizet. A berendezések megfelelő működése kulcsfontosságú, hiszen a tisztított víz közvetlenül a környezetbe kerül. Ennek a tisztítási hatásfoknak a monitorozása centralizált telepeken többek között az oxigén igény, lebegőanyag és iszapindex segítségével történik, melyek időigényes, akár több napot igénylő vizsgálatok. Jelen előadás célja összehasonlítani a gyakorlatban használt hagyományos módszereket a Magyarországon még nem igazán ismert, de a nemzetközi gyakorlatban már elterjedőben lévő helyszíni, ATP alapú biomassa méréssel. Ez a módszer néhány perc alatt információt nyújt a biológiai közösség állapotáról, amely alapvető kritérium az eleveniszapos technológiáknál, így a szolgáltatók a helyszínen, rövid idő alatt fel tudják mérni a biológiai rendszer állapotát. Kutatásunk során azt vizsgáljuk, kiválthatja-e a helyszíni ATP alapú biomassa mérés a hagyományos vizsgálatokat a szennyvíztisztító kisberendezések üzemeltetése során, továbbá bemutatjuk a módszer potenciális hátrányait is.



## A MICROBI technológia kialakulása és fejlődése: Néhány marék géltől a konténerizált szennyvíztisztító technológiáig

Kloknicer Tamás<sup>\*,\*\*,\*\*</sup>, Sándor Dániel Benjamin<sup>\*</sup>, Dr. Szabó Anita<sup>\*,\*\*</sup>

\* Inno-Water Zrt., \*\* Anyagtudományok és Technológiák doktori iskola, \*\*\* Óbudai Egyetem Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet

### ABSZTRAKT

A technológia alapötlete a BME Vízi közmű és Környezetmérnöki tanszékén született meg a Dr. Fleit Ernő vezette IASON c. K+F projekt keretein belül 2004-ben. Az ötlet olyan, a szennyvíztisztításban alkalmazható mikroméretű (az eleveniszapos pehely mérettartományába eső) biofilm hordozóanyag létrehozása volt, mely képes reagálni környezetének paramétereire, illetve tulajdonságai (pl. sűrűség, felületi töltés, biodegradálhatóság) szabályozhatók a szintézis során. A fejlesztett hidrogéleken alapuló technológia tisztítási hatékonysága laboratóriumi léptékben igazolásra került, azonban a hordozóanyagok gyártása költséges, a szintézisközeg veszélyes volt.

2018-ban az Inno-Water Zrt. MICROBI (intelligens mikroreaktorok gyártása biológiai szennyvíztisztításhoz) névvel egy ITM által finanszírozott Ipar 4.0-ás pályázatot nyert, melynek terméke 2 olyan automata gyártókonténer lett, ahol az alkalmazott, új típusú hordozóanyagokat gazdaságosan, biztonságosan és nagy mennyiségben (üzemi léptékben) lehet gyártani. Az anyagtudományi kutatások olyan, PVA alapú hidrogélek kifejlesztéséhez vezettek, amelyek nagyságrendekkel kisebb méretűek (100-1500  $\mu\text{m}$ ), mint a hagyományos mozgóágyas eleveniszapos technológiában alkalmazott carrierek (2,2-50 mm, 9-64 mm), és kisebbek, mint a modern, PVA alapú hidrogélek (4\*4 mm). A fejlesztett gélek olyan környezetet biztosítanak a mikroorganizmusok számára, melynek köszönhetően azok ellenállóbbak lesznek a negatív behatásokkal (mérgezés, tápanyag hiány, terhelés ingadozás stb.) szemben.



Az NKFIH által támogatott „MICROBI – Intelligens mikroreaktorok alkalmazása biológiai szennyvíztisztításban” című 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00118 sz. projektben két konténerizált szennyvíztisztító technológiát és négy új receptúrát fejlesztettünk. 2023-ban az egyes receptúrák tesztelésére, valamint mikroszkópos biofilmes vizsgálatára egy nyertes ÚNKP pályázat, valamint 2024 februárjától egy KDP pályázat keretein belül, továbbá az Inno-Water Zrt. saját finanszírozásában került továbbfejlesztésre a technológia. Ipari léptékben a konténerizált folyamatos üzemű technológia képes az előülepített kommunális szennyvizek hatékony megtisztítására. A technológiai eredmények téli és kora tavaszi adatok alapján kerülnek bemutatásra az előadás során. A technológia jelenleg stabil üzemre képes heti karbantartás mellett, illetve 25-30 m<sup>3</sup>/d kommunális szennyvíz megtisztítására 99,4%-os ammónium, 94,3% KOI és 75% összes nitrogén eltávolítási ráta mellett. További terveink között szerepel a technológia intenzifikálása, nagyobb tisztítási hatékonyság elérése, illetve további technológiai paraméterek (pl. keletkező fölösiszap mennyiség) meghatározása.

Laboratóriumi léptékben további kísérletek folynak annak érdekében, hogy meghatározzuk a hordozóanyagon növekvő biofilm vastagságát, tömegét, illetve a hordozóanyag mellett lévő pelyhes frakció és a biofilm biomassza arányát. Fénymikroszkópos számolási módszerrel meghatározható a pelyhek melletti hidrogélmennyiség, valamint TTC festés és Image-Pro szoftver segítségével feldolgozott mikroszkópos felvételek felhasználásával meghatározható a biofilm vastagság, valamint a hordozóanyagok méretbeli változása a tisztítás során. Az eredmények függvényében továbbfejleszhető a MICROBI technológiára épülő modellkörnyezet, melynek segítségével egy MI alapú irányítástechnika dolgozható ki a konténerizált technológia vezérlésére.



## Gyógyszerhatóanyagok eltávolíthatósága kommunális szennyvíztisztító telepen: Mit nyújt a meglévő technológia negyedik tisztítási fokozat nélkül?

Nagy-Mezei Csenge\*.\*\*

\* Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Asztalos Sándor út. 4., \*\* Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.  
(E-mail: [pribelszkyics@fcsm.hu](mailto:pribelszkyics@fcsm.hu))

### Kulcsszavak

Kommunális szennyvíz; 91/271/EGK irányelv; gyógyszerhatóanyagok; kometabolizmus

### BEVEZETÉS

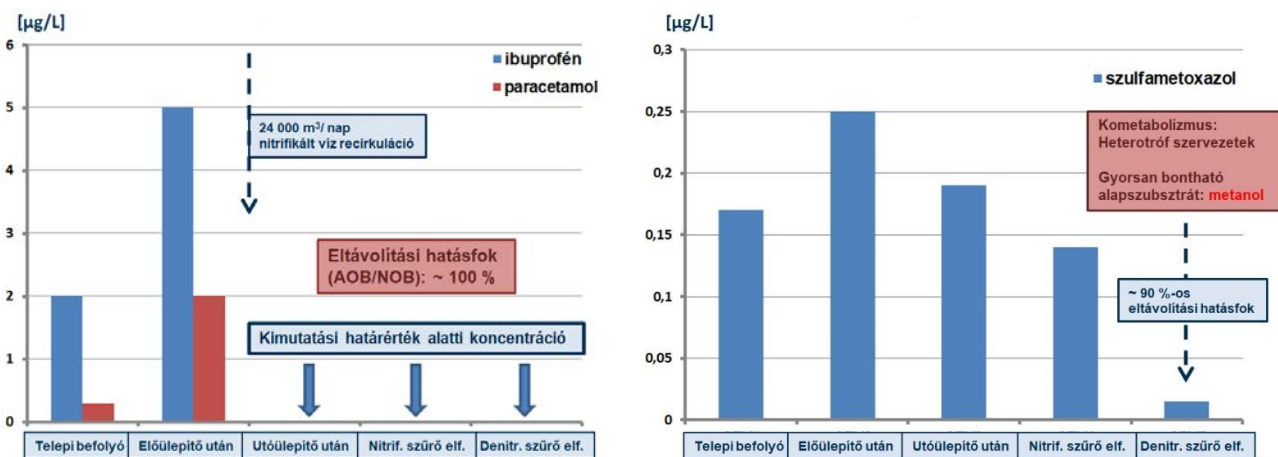
A felszíni vizekbe vezetett szerves és szervesetlen mikroszennyezők jelentős környezeti és egészségügyi károsodásokat idézhetnek elő. Mennyiségük csökkentése, a meglévő szennyezés kezelése, hatékony eltávolítása a közeljövőben a környezetvédelem és az egészségügy egyik kiemelten kezelendő kérdésköre lesz. A települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv módosítása a szennyvíztelepek üzemeltetőivel szemben szigorúbb követelményeket támaszt az elkövetkezendő években. A direktíva 2023 évi módosítása már tartalmazza a mikroszennyezők minőségi és mennyiségi meghatározását és nyomon követését, továbbá a szennyvíztisztítás negyedik fokozatának kiépítési kötelezettségét lakosegyenérték terheléstől és kockázatértékeléstől függően. A környezeti és egészségügyi kockázatot hordozó gyógyszermaradványok kiemelkedő jelentőséggel bírnak a szerves mikroszennyezők között. A gyógyszermaradványok csoportján belül pedig az antibiotikumokra és a kapcsolódó antibiotikum-rezisztencia jelenségére humán- és állategészségügyi szempontból is jelentős figyelmet kell szentelni (91/271/EGK irányelv; Bezsényi és mtsai. 2021). A gyógyszerhatóanyagok koncentrációjának a szennyvíztisztítás technológiai lépései során történő változását a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep tisztítósorán vizsgáltuk.

### MINTAVÉTELI ÉS VIZSGÁLATI MÓDSZER

A gyógyszermaradványok koncentrációváltozásának meghatározásához időarányos átlagmintákat vettünk a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvonali technológiai sorának jellemző pontjairól. A gyógyszerhatóanyagok koncentrációinak meghatározását egy, az adott komponensek vizsgálatára akkreditált laboratórium végezte el nagy teljesítményű folyadékkromatográfiával kapcsolt tandem tömegspektrometria (HPLC-MS/MS) eljárással (berendezés típusa: 1290 HPLC 6495C QQQ). A kimutatási határ a szennyvizekben 0,1 µg/L, valamint 0,01 µg/L volt alkalmazott technikától függően, egyedi komponensek esetén pedig 5 µg/L (metformin), illetve 20 µg/L (amoxicillin).

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A laboratórium által vizsgált 133 komponens közül 60 gyógyszerhatóanyagot sikerült legalább egy szennyvíz mintából kimutatni. A kommunális és ipari szennyvízzel érkező gyógyszerhatóanyagok viselkedése számos paramétertől, környezeti tényezőtől, valamint technológiai adottságtól függhet, ezek alapján a tisztítótelepeken: 1. adszorbeálódhat a primer vagy fölös iszappon, ez által dúsulhat az iszapvonalon, 2. lebontásra kerülhet a tisztítótelep baktérium közössége által, 3. eltávolításra kerülhet a negyedik tisztítási fokozattal, avagy 4. távozhat a tisztított szennyvízzel a befogadóba. A gyógyszermaradványok biológiai lebontása gyakran az ún. ko-metabolizmussal valósul meg, amely során különféle baktériumok, enzimeik véletlenszerűen hibás működése következtében képesek lehetnek gyógyszermolekulákat is bontani. Ehhez szükséges, hogy az adott szerves mikroszennyező mellett bőségesen rendelkezésre álljon a baktérium alapszubsztátja (pl. nitrifikáló baktériumok esetében az ammónia) is. Erre a jelenségre a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen is találtunk példákat az eredmények értékelése során.



1. ábra: Az ibuprofén, a paracetamol (bal oldalon) és a szulfametoxazol (jobb oldalon) koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvonálán

Az ibuprofén és a paracetamol kometabolikus eltávolítása a szakirodalom szerint nagy hatékonysággal megy végbe, ami a nitrifikáló baktériumoknak (AOB és NOB) köszönhető. Ezt igazolja a koncentrációk drasztikus csökkenése is a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep nagyterhelésű eleveniszapos fokozata után vett mintákban (1. ábra, bal oldal). Egy másik példa a kometabolizmus jelenségére a szulfametoxazol eltávolítása, melynek koncentrációja legnagyobb mértékben a második biológiai fokozat denitrifikációs szűrőin csökken le, ahol gyorsan bontható szénforrás, metanol adagolása történik. Az eltávolítási hatásfok csaknem 90 %-os (1. ábra, jobb oldal).

## SZAKIRODALOM

91/271/EGK irányelv a települési szennyvíz kezeléséről – 2023 évi módosítás

Bezsenyi, A., Makó, M., Takács, E. (2021) Mit tehetünk, ha nincs pénzünk negyedik tisztítási fokozat kialakítására? Hírcsatorna, 2021(4), 5-17.



## A MARRMoT eszköztár alkalmazhatósága és korlátai magyarországi kisvízgyűjtőkön végzett hosszú idejű csapadék-lefolyás modellezés esetén

Négyesi Klaudia\*, Nagy Eszter Dóra\*

\* Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, BME, ÉMK, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.  
(E-mail: [negyesiklaudia@edu.bme.hu](mailto:negyesiklaudia@edu.bme.hu))

\*\* Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, BME, ÉMK, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.  
(E-mail: [nagy.eszter@emk.bme.hu](mailto:nagy.eszter@emk.bme.hu))

### **Kulcsszavak**

csapadék; lefolyás; modellezés; hidrológia

### **ABSZTRAKT**

Hazánkban a csapadék-lefolyás modellezési gyakorlatban nincs egyértelmű útmutató arra, hogy milyen modelleket, módszereket, bemenő adatokat vagy akár szoftvereket alkalmazzunk. Jelen kutatás két hazai kisvízgyűjtő példáján vizsgálja a MARRMoT (*Modular Assessment of Rainfall-Runoff Models Toolbox*) csapadék-lefolyás modellezési eszköztár (*Trotter et al., 2022*) alkalmazhatóságát, feltárja annak korlátait és javaslatokat tesz az eszköztár segítségével történő modellezés során a legalkalmasabb bemeneti adatokra.

A MARRMoT eszköztár egy ingyenesen elérhető, MATLAB alapú csapadék-lefolyás modellezési kódcsomag. Az eszköztár összesen 47 különböző konceptuális hidrológiai modellel rendelkezik, az egészen egyszerű pár paraméteres modellektől kezdve az összetettebb, akár 24 paraméteres modellekig. A modellek napi időbeli felbontással alkalmazhatóak, és mindössze három bemeneti adatsor szükséges az alkalmazásukhoz: csapadék, potenciális párolgás és hőmérséklet. A kutatás során három különböző típusú csapadékadat alkalmazását vizsgáltuk az eszköztár segítségével, névlegesen felszíni csapadékmérő állomások adatsorait (HungaroMet); homogenizált, rácspontokra interpolált adatsorokat (HungaroMet); illetve reanalízis adatsorokat (ECMWF).



A vizsgált két vízgyűjtő modell eredményei alapján meghatároztuk a kutatás két fő konklúzióját, miszerint a MARRMoT eszköztár alkalmazása során a felszíni csapadékmérő állomások adataival lehet a legjobb modell hatékonyságot elérni, illetve az eszköztárba beépített optimalizációs módszer fenntartásokkal kezelendő, ugyanis az nem minden esetben vezet a globális optimumhoz. Mindemellett a kutatás eredményei rámutatnak arra, hogy a vizsgált 47 eltérő modell közül csak pár modell volt alkalmas elfogadható szimulációs eredményeket adni. Ennek oka lehet, hogy az adott modellek a vizsgált magyarországi vízgyűjtőkhöz képest jelentősen eltérő tulajdonságú vízgyűjtőkre készültek, avagy nem olyan hidrológiai folyamatokat reprezentálnak, amelyek a magyarországi kisvízgyűjtőknél meghatározóak, továbbá az adatok minősége is jelentősen befolyásolhatja a modellek hatékonyságát. A kutatás folytatásaként vizsgálni fogjuk az adatok korrekciós lehetőségeit, általunk implementált modelleket fogunk alkalmazni, illetve elemezni fogjuk más optimalizációs módszerek beépítésének lehetőségeit.

### SZAKIRODALOM

Trotter, Luca & Knoben, Wouter & Fowler, Keirnan & Saft, Margarita & Peel, Murray. (2022). Modular Assessment of Rainfall–Runoff Models Toolbox (MARRMoT) v2.1: an object-oriented implementation of 47 established hydrological models for improved speed and readability. Geoscientific Model Development. 15. 6359-6369. 10.5194/gmd-15-6359-2022.



## A Hévízi-tó vízmérlegének, hőháztartásának és víz-levegő határfelületi cserefolyamatainak együttes vizsgálata

Reska Zsombor\*

\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

### ABSZTRAKT

A Hévízi-tó Európa legnagyobb melegvizes tava 4,4 hektáros kiterjedésével. Tőzegmedrű forrástó, amelyet a közel 40 méter mély forrásbarlangból feltörő, nagy hozamú, majdnem 40 °C-os melegvíz táplál. A tavat tápláló vízhozam a '70-es évektől a Bakonyban folyó bauxitkitermeléssel együtt járó karsztvízkiemelés következtében rohamosan csökkent, ami a 80-as évekre majd a felére csökkent. A bányászati tevékenység rohamos csökkenésével a vízhozam újra emelkedni kezdett és napjainkra újra magas szinten áll. A mélységi forrásbarlangból előtörő melegvíz összetett áramlási, hőmérsékleti viszonyokat teremt, aminek eredményeképp jelenleg ismeretlen légkör-víz határfelületi cserefolyamatok, keveredési viszonyok és transzportfolyamatok játszódnak le. Az áramlási viszonyokat például a 80-as évek elején vizsgálták utoljára, amikor a melegvíz-utánpótlás jelentősen kevesebb volt, mint napjainkban. Mindezeknek köszönhetően, illetve a forrásvízhozam mérésének hiányában jelenleg nagy bizonytalansággal tudjuk megbecsülni a tó vízmérlegét és hőháztartását. Mindemellett a tavak esetében folyamatosan visszatérő kérdés, hogy az üvegházhatásért felelős légköri anyagokat, például a vízgőzt és a szén-dioxidot, milyen mértékben bocsátják ki magukból, vagy éppen nyelik el. Ebből a szempontból a Hévízi-tó esete érdekes. A vízgőz esetében fontos szerepet játszik a vízhőmérséklet, amely nemcsak a nyári időszakban magas, hanem a téli időszakban is. A tó hőmérséklete a téli hónapokban is 20 °C felett van, vagyis ekkor is nagy intenzitással történik párolgás, szemben az ugyanilyen klímájú, természetes tavakkal. A szén-dioxid tekintetében a tőzeges üledék kulcsszerepet játszhat, mivel az abból eredő kibocsátás számottevő lehet. Ezzel kapcsolatban azonban semmilyen vizsgálatot nem végeztek ez idáig.

A kutatás célja a Hévízi-tó alapvető víz- és hőmérleg komponenseinek, valamint ennek részeként a víz-levegő határfelületén történő vízgőz- és szén-dioxid cserefolyamatainak feltárása. Ez utóbbiakat közvetlenül meghatározzák a fentebb említett tavi keveredési, áramlási és hőmérsékleti folyamatok. Jelen kutatás egy első lépés a tó jelenlegi állapotának megismeréséhez. A helyzetkép felállításához több hetes terepi mérést valósítunk meg, amelyek során mérjük az áramlási sebességeket, az elfolyó vízhozamokat, illetve egyidejűleg hidrometeorológiai méréseket végzünk egy általunk telepített állomás segítségével. Ennek részét képezik örvény-kovariancia mérések, amelyek közvetlenül szolgáltatják a vízgőz- és szén-dioxid fluxusokat. A kutatómunka alapvetően tehát mérésekre összpontosít, de ezek a későbbiekben meg tudják alapozni azon numerikus modellfejlesztéseket, amelyekkel az egyes tervezett fejlesztések hatását vizsgálni lehet.





## Városi zöldfelületek öntözési vízigényének meghatározása

Szentirmai Piroska\*, Ács Tamás \*\*, Decsi Bence \*\*\*, Horváth-Varga Laura \*\*\*\*

\*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék  
(E-mail: [szentirmai.piroska@gmail.com](mailto:szentirmai.piroska@gmail.com))

\*\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék  
(E-mail: [acs.tamas@emk.bme.hu](mailto:acs.tamas@emk.bme.hu))

\*\*\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék  
(E-mail: [decsi.bence@emk.bme.hu](mailto:decsi.bence@emk.bme.hu))

\*\*\*\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék  
(E-mail: [varga.laura@emk.bme.hu](mailto:varga.laura@emk.bme.hu))

### **Kulcsszavak**

csapadékvíz-gazdálkodás; városi zöldfelületek; öntözési vízigény

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

Az éghajlatváltozás következtében csökken a növények számára hozzáférhető víz mennyisége, mivel a ritkábban, de nagyobb intenzitással hulló csapadékok kisebb hányada szivárog a talajba. Különösen igaz ez a városi területeken, ahol a vízzáró felületek nagy területeken zárják ki a csapadék beszivárgását. A csökkenő talajnedvesség és süllyedő talajvízszintek következtében egyre többet kell öntözni, amely sok esetben ivóvíz felhasználásával történik. A fenntartható városi vízgazdálkodás részeként elterjedőben van, hogy az öntözést olyan alternatív vízforrásokból valósítsuk meg, mint a csapadékvíz. A csapadékvíz hasznosításához tározók létesítésére van szükség, melyek a csapadékmentes időszakokban is lehetővé teszik az öntözést. Magyarországon jelenleg nincs kiforrott szakirodalom a városi zöldfelületek öntözési vízigényének meghatározására, miközben ez az egyik legfontosabb alapadata a csapadékvíz hasznosítását lehetővé tevő tározók/tartályok méretezésének.

Jelen kutatásban összegyűjtöttem és értékeltem a szakirodalomban fellelhető számítási módszereket, amelyek a városi zöldfelületek öntözővíz igényeinek meghatározására szolgálnak. A FŐKERT Nonprofit Zrt. munkatársainak segítségével vizsgáltam a budapesti zöldfelületek öntözésének jellemzőit, melynek részeként feltártam a jelenleg alkalmazott öntözési koncepciót, és valós helyszínek vízfogyasztási adatainak elemzésével összefüggéseket határoztam meg az öntözővíz igények számításához. A valós öntözési adatokat összehasonlítottam a szakirodalomban fellelhető módszerekkel számított értékekkel. Ajánlásokat tettem az öntözés során felhasznált vízmennyiségek lehetséges optimalizálására, illetve a tározók méretezésének módszertanára.



A kutatásom során arra jutottam, hogy az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) öntözési vízigény becselő segédletének alkalmazásával a jelenlegi öntözési vízmennyiségektől számottevően magasabb vízigények adódtak, amire több magyarázat lehetséges. Egyrészt a budapesti ad hoc jelleggel történő öntözés lehet a háttérben, ami nem minden esetben követi a növények tényleges vízigényét, inkább az adott helyszínen szükséges mértékűnek ítélt esztétikai igények kielégítésén alapszik. Másrésztől magyarázható az egyszerűsített számítási módszerek pontatlanságával, illetve azzal ténnyel, hogy sokkal inkább mezőgazdasági növények öntözési vízigényének számítására lettek kitalálva. Az öntözési adatok összegyűjtése, rendszerezése segítségül szolgálhat a jövőben az öntözés optimalizálására irányuló számítások bemeneti adatainak beszerzéséhez, emellett a zöldfelületek vízfogyasztásának becslése a csapadékvíz-tározók méretezéséhez is elengedhetetlen. Külföldön már van példa rá, de a jövőben célszerű lenne hazánkban is olyan öntözési rendszereket fejleszteni, amik a növények vízigényének figyelembevételével működnek.

#### SZAKIRODALOM

- Hornyák S. J. (2023) A csapadékvíz-gazdálkodás szerepe a klímaadaptációban a környezetesztétika tükrében Szeged-Tápé példáján. Szeged.
- L. Hoffmann, M. Lakatos (2019) Növekvő csapadékinтенzítás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában. Dialóg Campus Kiadó. Budapest.
- H. Nouri, S. Beecham, A. M. Hassanli, F. Kazemi (2013) Water requirements of urban landscape plants: A comparison of three factor-based approaches. Ecol. Eng.
- C. Brouwer, M. Heibloem (1986) IRRIGATION WATER MANAGEMENT Training manual no. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome,
- J. Doorenbos, P. W.O. (1977) Guidelines for predicting crop water requirements, kiad. in FAO Irrigation and Drainage Paper, no. 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome
- K. Buzás, L. Varga, M. Honti (2022) Optimális, fajlagos tároló térfogatok meghatározása. Tetővíztározók méretezése segédlet.



## Folyami makroműanyag szennyezők detektálása képalapú mesterséges intelligenciával

Tikász Gergely\*

\* Vízépítési és vízgazdálkodási tanszék, Budapesti Műszaki és gazdaságtudományi egyetem, 1111 Buda-pest, Műegyetem rkp. 3., (E-mail: tikasz.gergely@edu.bme.hu)

### Kulcsszavak

Makroműanyag, Antropogén hulladék, Computer vision, Mesterséges intelligencia, Objektum detektálás, Folyami környezet

### ABSZTRAKT

A felszíni vizekben egyre jelentősebb problémaként jelenik meg az antropogén hulladék, mint szennyező anyag. Az utóbbi évtizedekben a műanyag használati tárgyak és csomagolások száma rohamosan növekedett, ezzel együtt jelent meg és nőtt a műanyag hulladék mennyisége a településeken kívül, a mezőgazdasági és természetvédelmi területeken. Az ártereken összegyűlt hulladékot egy kisebb árhullám is könnyedén öblíti ki, így a természetes uszadékkal együtt vonul le a folyón. Az ártereken eldobott vagy odahordott műanyag túlnyomó részt makroműanyag (>5 mm), amely vegyi és biológiai hatások, valamint hosszú ideig tartó UV sugárzás és mechanikai igénybevétel hatására apróbb darabokra esik szét és mikroműanyag (<5 mm) szennyezővé válik. Hazánk medence jellege és vízrajza miatt különös mértékben kiszolgáltatott a szomszédos országokból érkező folyami makroműanyag szennyezésnek. Az érkező „hulladékáradat” nem csak ökológiai és esztétikai szempontból veszélyes, de az árvízi levonulást és egyes műtárgyak üzemeltetést is akadályozza.

A műanyag szennyezők viselkedéséről keveset tudunk, mivel azok észlelési, mérési és monitoring módszerei még kidolgozatlanok és nem elterjedtek. Előadásomban felszíni vizekben, elsősorban folyami környezetben megjelenő makroműanyagot detektáló kép alapú módszer fejlesztése és annak eredményei kerülnek bemutatásra. A makroműanyag észleléséhez vízfelületről videófelvételek készültek, amelyek vizsgálatához számos területen alkalmazott objektum felismerő mélytanuló eljárás került bevetésre. Munkám célja a felvételeken megjelenő makroműanyagok detektálása, számszerűsítése és a tanított detektor teljesítményének vizsgálata validáció során. Ezzel lehetővé téve az eszköz későbbi bevetését valós idejű makroműanyag detektálásra. A makroműanyagok detektálása lehetőséget adhat monitoring vagy riasztó állomások létrehozására és a makroműanyagok kvantifikálására. Ilyen állomásokkal gyűjtött adatokkal transzport modelleket állíthatunk fel, valamint vizsgálhatjuk a makroműanyagok konzervatívitasát is, így jobban megérthetjük a műanyagszennyezés viselkedését.



## SZAKIRODALOM

- Aburaed, N., Alsaad, M., Mansoori A., S., Al-Ahmad, H., (2022). A Study on the Auto-nous Detection of Impact Craters. *Artificial Neural Networks in Pattern Recognition* pp. 181-194
- Andrady, A. L., Neal, M. A., (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 364, pp. 1977–1984.
- Armitage, S., Awty-Carroll, K., Clewley D., Martinez-Vicente V., (2022) Detection and Clas-sification of Floating Plastic Litter Using a Vessel-Mounted Video Camera and Deep Learning Remote Sensing, Vol. 14
- Garcia-Garin O., Monleón-Getino T., López-Brosa P., Borrell A., Aguilar A., Borja-Robalino R., Cardona L., Vighi M., (2021) Automatic detection and quantification of floating marine macro-litter in aerial images: Introducing a novel deep learning approach connected to a web application in R, *Environmental Pollution*, Volume 273,
- Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7),
- Girshick, R. (2015). Fast r-cnn. In *Proceedings of the IEEE international conference on com-puter vision* (pp. 1440-1448).
- Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J. (2014). Rich feature hierarchies for accura-te object detection and semantic segmentation. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 580-587).
- Gonçalves G., Andriolo U., Pinto L., Duarte D., (2020) Mapping marine litter with Unmanned Aerial Systems: A showcase comparison among manual image screening and machine learning techniques, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 155,
- Hurley R., Fredrik H., Braaten V., Nizzetto L., Steindal E. H., Lin Y., Clayer F., van Emmerik T., Buenaventura N. T., Eidsvoll D. P., Økelsrud A., Norling M., Hans N. A., Olsen M., (2023), Measuring riverine macroplastic: Methods, harmonisation, and quality control, *Water Research*, Volume 235,
- Ivy N., Bhattacharya S., Dey S., Gupta K., Dey A., Sharma P., (2023) Effects of microplastics and arsenic on plants: Interactions, toxicity and environmental implications, *Chemosphere*, Volume 338,
- J. Musić, S. Kružić, I. Stančić, F. Alexandrou (2020) Detecting underwater sea litter using deep neural networks: an initial study 2020 5th International Conference on Smart and Susta-inable Technologies (SpliTech). pp. 1-6,
- Konan Jean-Claude, K., (2022) A COMPREHENSIVE OVERVIEW OF ARTIFICIAL IN-TELLIGENCE, *Proceedings of the CS & IT Conference - CSCP*, Vol. 12, No. 23, pp. 173-194
- Kylili K., Hadjistassou C., Artusi A., (2020) An intelligent way for discerning plastics at the shorelines and the seas *Environ, Sci. Pollut. Res.*, 27 , pp. 42631-42643,
- Liro M., Zielonka A, van Emmerik T., (2023) Macroplastic fragmentation in rivers, *Environ-ment International*, Volume 180
- Morritt D., Stefanoudis P. V., Pearce D., Crimmen O. A., Clark P. F., (2014) Plastic in the Thames: A river runs through it, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 78, Issues 1–2,



- Paller, G., Élő, G., (2022). Towards a Floating Plastic Waste Early Warning System.
- Papakonstantinou, A., Batsaris, M., Spondylidis, S., Topouzelis, K. A., (2021) Citizen Science Unmanned Aerial System Data Acquisition Protocol and Deep Learning Techniques for the Automatic Detection and Mapping of Marine Litter Concentrations in the Coastal Zone. *Drones*, No. 5-6.
- Partridge D., (2017), Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology, Artificial Intelligence Elsevier,
- Peng, J. Jury, E. Dönnés, P., Ciurtin, C., (2021). Machine Learning Techniques for Personalized Medicine Approaches in Immune-Mediated Chronic Inflammatory Diseases: Applications and Challenges. *Frontiers in Pharmacology*. Vol. 12.
- Pires da Mata Costa, L., Miranda, D., Oliveira, A., Falcon, L., Pimenta, M., Bessa, I., Wouters, S., Andrade, M., Pinto, J., (2021). Capture and Reuse of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) for a Plastics Circular Economy: A Review. *Processes*. Vol. 9.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A., (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 779-788).
- Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J. (2015). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *Advances in neural information processing systems*, Vol. 28.
- Teng C., Kylili K., Hadjistassou C., (2022) Deploying deep learning to estimate the abundance of marine debris from video footage, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 183,
- van Emmerik T., Kieu-Le T. C., Loozen M., van Oeveren K., Strady E., Bui X. T., Egger M., Gasperi J., Lebreton L., Nguyen P. D., Schwarz A., Slat B., Tassin B., (2018) A Methodology to Characterize Riverine Macroplastic Emission Into the Ocean, *Frontiers in Marine Science*, Volume 5
- van Lieshout, C., van Oeveren, K., van Emmerik, T., & Postma, E. (2020). Automated river plastic monitoring using deep learning and cameras. *Earth and Space Science*, 7,
- Wolf, M, van Den B., Katelijin, G., Shungudzemwoyo P., Gnann, N., Sattler, K., Stahl, F., Zielinski, O., (2020) Machine learning for aquatic plastic litter detection, classification and quantification (APLASTIC-Q), *Environmental Research Letters*, vol. 15
- Xue B., Huang B., Wei W., Chen G., Li H., Zhao N., Zhang H., (2021) An efficient deep-sea debris detection method using deep neural networks *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Observations Remote Sensing*, Vol. 14, pp. 12348-12360,
- Yangzhou X., Peñuelas J., Sardans J., Liu Y., Yao B., Yuan L., (2023) Effects of microplastics exposure on soil inorganic nitrogen: A comprehensive synthesis, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 460,
- Yılmaz, M.; Bostancı, B. (2023) Investigation of Real Estate Tax Leakage Loss Rates with ANNs. *Buildings*, Vol. 13,
- Ying L., Mochen W., Huijuan L., Hailin X., Jianguo T., Mengyang L., Fenglin W., Yanming L., Jie W., Si L., (2023) Current advances in microplastic contamination in aquatic sediment: Analytical methods, global occurrence, and effects on elemental cycling, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, Volume 168,



Yuan C., Abhishek K. A., Fan W., Quanyin T., Jinhui L., (2021) Single-use plastics: Production, usage, disposal, and adverse impacts, *Science of The Total Environment*, Volume 752, Daims, H., Purkhold, U., Bjerrum, L., Arnold, E., Wilderer, P. and Wagner, M. (2001) Nitrification in sequencing biofilm batch reactor: lessons from molecular approaches. *Water Science and Technology*, **43**(3), 9-18.



## Izapvíztelenítő centrifugák optimális üzemeltetési paramétereinek meghatározása az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen

Tóth Dániel<sup>\*,\*\*</sup>

\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

\*\* Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

### ABSZTRAKT

A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepe 200 ezer m<sup>3</sup>/nap-os kapacitással Magyarország második legnagyobb szennyvíztisztító telepe. A biológiai tisztítás során keletkező szennyvíziszap kezelésére kiépített technológia iszapsűrítésből, anaerob iszapstabilizálásból, illetve víztelenítésből áll.

A telepen kezelendő iszapok költségei a szennyvíztisztító telep összköltségének jelentős részét teszik ki, amelyek közül az iszap menedzsmentje jelentős üzemeltetési költségeket generál. Ezek minimalizálása érdekében kiemelt figyelmet kell fordítani a centrifugák megfelelő működtetésére.

Az alkalmazott víztelenítési technológia optimalizálása kínálja a legjobb lehetőséget az üzemeltetési költségek csökkentésére. A víztelenítő centrifugák finomhangolásának célja az iszapvíztelenítés hatékonyságának fokozása, a folyamat során előállított víztelenített iszap szárazanyag-tartalmának növelése és a kívánt értéken tartása, valamint a keletkező csurgalékvíz minőségének javítása. A víztelenített iszap szárazanyag-tartalmának beállítása fontos lépés a berendezések jó állapotban tartása és az energiafelhasználás csökkentése érdekében. Törekedni kell az iszapvonalai technológiai folyamatok gazdaságossá tételére, ezáltal csökkenthetők az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep üzemeltetési költségei.

Az iszapkezelés valamennyi fázisából napi szinten történik mintavétel, annak érdekében, hogy az ebből végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeit, valamint a víztelenítő centrifugák üzemi paramétereit felhasználva átfogó képet kapjunk a folyamatok alakulásáról. A részfolyamatok megfelelő nyomon követése és a vizsgálati eredmények, üzemi adatok kiértékelésével elvégezhető az iszapvíztelenítés optimalizálható paramétereinek meghatározása. A centrifugák megfelelő üzemeltetését nagymértékben segíti, hogy a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. tekintélyes tapasztalatot gyűjtött össze a víztelenítő centrifugákról az országszerte elvégzett szervizeléseknek, felújításoknak és telepítéseknek köszönhetően.

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen végzett kísérletek során meghatározott optimális beállításokra vonatkozó eredmények, valamint egy általánosan alkalmazható szisztematikus megközelítés kerül bemutatásra, amellyel bármely centrifuga optimalizálása elvégezhető.



## Adaptív, szenzorikán alapuló tisztítási eljárás kutatása az élelmiszeriparban

Kutatási témafelelős: Rácz László

Kutatásban részt vettek: Rózsa Jakab, Bresztó József, Szendrő Attila, Jaczkó Benjámin, Lieszkovszky László, Németh Péter, Horváth Barnabás

Kutatáshoz elnyert támogatás pályázati azonosítója: GINOP-2.1.2-8.1.4-16-2017-00199

Az élelmiszeripari alapanyagok és késztermékek szállítása rendkívül kényes, nagy odafigyelést igénylő feladat, mivel a szállítás során ugyanolyan szigorú higiéniai követelményeknek kell megfelelni, mint az élelmiszerek előállításánál. Külön kihívást jelent a folyékony élelmiszeripari anyagok mozgatásában, hogy ezeket az anyagokat jellemzően nem dedikált tartályautóban szállítják (azaz pl. isocukrot csak cukrot szállító tartályban), hanem folyamatosan váltogatják a szállított anyagokat (pl. cukor után olajat, majd csokoládét). Mindezek miatt ezeket a tartályokat két szállítás között tisztítani, kezelni kell. Ez a kezelés az előáru leeresztését, a tartály belső átvizsgálását, mosását és szárítását foglalja magába. A kezelés leginkább energiaigényes része a mosás, melynek korszerűsítésével jelentős mennyiségű energiát, vizet, mosószert lehet megtakarítani és a kezelés környezeti terhelését csökkenteni.

A Szelence Ipari Megoldások Kft 2019-ben kutatási projektbe kezdett annak érdekében, hogy a modern tartálytisztás világszerte egységesen alkalmazott folyamatát továbbfejlessze. A projekt a GINOP-2.1.2-8.1.4-16 „Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása kombinált hiteltermék keretében” című pályázati kiírásán támogatást nyert el a „Új, adaptív kezelési eljárás kidolgozása és megvalósítása élelmiszeripari tartályok tisztítására” projektnév alatt.

A kutatási és az azt követő technológia- és folyamatfejlesztési tevékenység célja az volt, hogy az általánosan alkalmazott statikus mosási technológiákat a projekt keretében elvégzett tudományos kutatások eredményeit alkalmazva átalakítsa dinamikus, adaptív mosási folyamattá.

Statikus mosási folyamat alatt azt értjük, amikor a tartályban korábban szállított előáru fixen meghatározza a mosási folyamat lépéseit, valamint ezen lépések hosszát és minőségét. Ennek előnye, hogy az iparági sztenderdek alkalmazásával biztosítható, hogy minden esetben a szigorú minőségi elvárásoknak megfelelő higiéniai minőséget érjen el a folyamat. Hátránya viszont, hogy nem reflektál a kiinduló állapotra, pedig könnyen belátható, hogy a tartályban maradt előáru (az előző szállításból hátramaradt anyag) mennyisége és állapota (pl. mennyire száradt ki, milyen a hőmérséklete) jelentősen befolyásolja a tisztítás víz-, mosószert-, energia- és időigényét. Az általános sztenderd, statikus mosási folyamatok értelemszerűen a „legrosszabb esetet” feltételezve kerültek paraméterezésre, ami az esetek jelentős részében hosszabb és energiaigényesebb tisztítást eredményez a feltétlenül szükségesnél.

Az adaptív mosási folyamat - amely a kutatás tárgyát képezte - azt jelenti, hogy a tartálytisztítási folyamat reflektál bizonyos mosás közben mért paraméterekre, ezáltal lehetővé válik, hogy a tisztítási eljárás csak addig tartson, amíg a tartály az elvárt tisztasági, minőségi állapotba nem kerül.





Az adaptív mosási technológia kidolgozásának fő kihívása annak kidolgozása volt, hogy

- melyek azok a paraméterek, amelyek alapján a tartály higiéniai minősége minden kétséget kizáróan ellenőrizhető;
- hogyan lehet ezen paramétereket ipari körülmények között, megbízhatóan mérni;
- milyen célértékeket kell ezen paramétereknek felvennie ahhoz, hogy a tisztítási folyamatot elkészültnek lehessen minősíteni,
- hogyan lehet biztosítani, hogy utólag visszakereshetően rendelkezésre álljon a megfelelő kezelési eljárást bemutató adatsor minden egyes tisztításhoz?

A fentiek megválaszolására indított tudományos vizsgálat kiterjedt a vizsgált alkalmazási területen használható mérési módszerekre és mérőrendszerekre, illetve az eltérő előárak technológiára gyakorolt hatására, illetve magába foglalta a mosószer elemzését is, ahol egyrészt cél volt a minél teljesebb mértékű biológiai lebomlás, másrészt a hatékony alkalmazás.

Kutatásunk során sikerült olyan adekvát analitikai módszert kidolgozni és integrálni a mosási technológiába, mely egyértelműen mutatja, hogy a tisztítás alatt álló tartályból elfolyó mosóvíz tiszta. A korábbi laboratóriumi méréseink, mint pH, vezetőképesség és zavarosság mérés nem adtak azonnali választ (hiszen nem online működnek) a tartály belső tisztaságára vonatkozóan. Ezek a mérések, még ha online, in situ mérések is lennének, sem lennének alkalmasak a rendkívül változatos tisztítandó anyagminőségek analitikai szintű vizsgálatára. Projektünk eredményeképpen olyan újszerű, folytonosan működő, automatikus elemző módszer és technológia jött létre, amivel az elfolyó mosóvizet elemezve 100%-os biztonsággal jelezhető, hogy a tartály tiszta.

A kutatás kiterjedt arra is, hogy milyen az időbeni kapcsolat, azaz az időkézés az analitikai mérés és a tartály megfelelő tisztasága között. Ugyanis az elfolyó víz paramétereinek mért értékei és az élelmiszer tartály abban a pillanatban létező tisztasága közötti függvénykapcsolatot is meg kellett állapítani ahhoz, hogy az új méréstechnológia optimalizálni legyen képes a mosótechnológia komponenseinek működését.

A fentiek eredményeképpen születhetett meg egy olyan komplex rendszer, ami méri a tartályok tisztasága szempontjából kritikus paramétereket, a mérésekre ható kulcs tényezők figyelembevételével kompenzálja és a megfelelő függvényszerű kapcsolatok mentén értelmezi a mért adatokat és a feldolgozott adatok alapján úgy irányítja a mosási folyamatot, hogy az a lehető legalacsonyabb energia felhasználás mellett működjön amellet, hogy biztosítja, hogy a tartályok minden esetben 100%-osan tiszták legyenek az eljárás végére.

Az adaptív mosási folyamat azt eredményezi, hogy az egyes mosási fázisok csak a szükséges ideig és feltétlenül szükséges energiát, vizet és vegyszert használva kerülnek elvégzésre, így a jelenleginél kedvezőbb lesz az energiafelhasználás, kevesebb lesz a vízfelhasználás és a szennyvízkibocsátás, illetve gyorsabb lesz maga a mosási folyamat. Egyes mosások esetén az elért vízmegtakarítás eléri a 30%-ot, amely a magas energiaárak miatt nem csak környezeti, de gazdasági szempontból is jelentőséggel bír. Mindeközben természetesen a tartálytisztítás minősége nem változik, az élelmiszerbiztonsági szempontok a legkisebb mértékben sem sérülnek.

A jelenlegi ismeretek szerint és a nemzetközi partnerek elmondása alapján Európában ilyen adaptív mosási technológiával az élelmiszeripari tartálytisztítás területén egyetlen más piaci szereplő sem rendelkezik. A technológia immár túl van egy több, mint 1 éves próbaidőszakon, amely idő alatt üzembiztosnak és eredményesnek bizonyult.

Az adaptív tisztítási technológia kapcsán a következő feladatot annak elterjesztése jelenti:



folyamatban annak kidolgozása, hogy hogyan lehet más tartálytisztító állomások számára is elérhető „termékké” formálni az új rendszert, illetve érdekes szakmai kihívást jelent annak vizsgálata, hogy a tartálytisztítási iparág mellett milyen egyéb területeken lehetne a kutatási eredményeket alkalmazni.

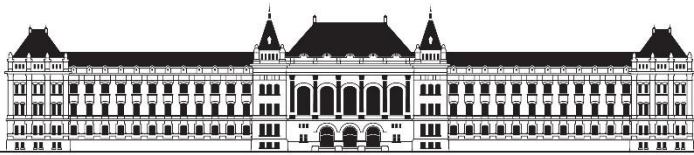


MENTOR EGYESÜLET  
— mäszesz —

Dulovics Junior Szimpózium

2024. április 10.

A rendezvény nem valósulhatott volna meg nagylelkű támogatóink nélkül, akiknek ezúton is szeretnénk megköszönni hozzájárulásukat a feltörekvő fiatalok bemutatkozási lehetőségének biztosításához.



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2



MAGYAR MÉRNÖKI  
KAMARA



International Association  
of Water Service Companies  
in the Danube River  
Catchment Area



ZIELINSKI SZILÁRD  
ÉPÍTŐMÉRNÖKI  
SZAKKOLLÉGIUM



ZIELINSKI SZILÁRD  
ÉPÍTŐMÉRNÖKI  
SZAKKOLLÉGIUM  
VÍZÉPÍTŐ TAGOZAT