



Pannon Egyetem
University of Pannonia

VSZI'26

**Víz- és szennyvízkezelés az
iparban 2026**

XII. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia

**Water and wastewater treatment
in the industry 2026**

XII. Soós Ernő International Scientific Conference



Pannon Egyetem, Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ, Víztechnológiai Kutatócsoport

A Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ létrehozásával egy egyedülálló tudásközpont jött létre Nagykanizsán a víztisztítás, vízkezelés területén. A Kutatóközpont munkáját nemzetközi ipari szakértői hálózat támogatja.

A Központ munkatársai különböző területek szakértői (vegyész, biológus, gyógyszerész, környezetmérnök, környezetkutató, élelmiszermérnök, mezőgazdasági biotechnológus, természetvédelmi mérnök), ezáltal szerteágazó tudás biztosítja a Kutatóközpont széles látókörét.

A fő kutatási területek közé tartozik:

- vízkezelés
- ipari víz előkészítés és a hulladékvíz kezelés
- olajipari technológiákból származó technológiai és hulladékvizek visszaforgatási megoldásai
- termálvizek elfolyó szennyvizének újrahasznosítási lehetőségei
- vizekben előforduló mikroszennyezők és mikroműanyagok minőségi és mennyiségi feltérképezése, eltávolítási technológiák kidolgozása
- a COVID-19 és további gasztroenterális megbetegedést okozó vírus örökítőanyagának szennyvízből történő kimutatása

A Kutató-Fejlesztő Központ saját, jól felszerelt laboratóriummal rendelkezik, amely lehetőséget nyújt: analitikai és mikrobiológiai komponensek meghatározására különböző eredetű vizekből (például felszíni, felszín alatti víz, ívóvíz, szennyvíz, ipari víz); továbbá laboratóriumi (félüzemi) kísérletek elvégzésére K + F projektek keretében.

Partnereink számára az alábbi szolgáltatásokat nyújtjuk:

- vízkezelő rendszerek felülvizsgálata, javaslattétel innovatív, korszerű technológiákra nemzetközi gyakorlat és/vagy kísérletek alapján, optimalizálás, vízvisszaforgatási lehetőségek mérlegelése, OPEX-CAPEX számítás
- esettanulmányok működő rendszerekről, javaslattelemek vegyszerfelhasználás javítására, költséghatékonysági számításokkal
- „Zero Liquid Discharge” vagy ahhoz közeli technológiák
- összehasonlító elemzések, értékelések készítése, következtetések levonása meglevő adatokból, SWOT elemzés

- félüzemi (Pilot) kísérletek tervezése, kivitelezése K+F projektek keretén belül
- klasszikus és nagyműszeres vizsgálatok (GC-MS, UPLC-MS/MS, IC)
- vízkémiai és vízmikrobiológiai vizsgálatok végzése (nem akkreditált)
- COVID-19 és egyéb gastroenterális megbetegedést okozó vírus örökítőanyagának szennyvízből történő kimutatása

Egyedi céges igények esetén a Kutatóközpont vállalja többek között vízkezeléssel, új technológiai eljárásokkal, analitikai módszerekkel, biológiai vagy mikrobiológiai kérdésekkel kapcsolatban a cégek igényei szerint összeállított előadás vagy komplex oktatási program megtartását magyar vagy angol nyelven.



Soós Ernő Research and Development Center, Water Technology Research Group

With the establishment of the Soós Ernő Research and Development Center, a unique knowledge center was created in Nagykanizsa in the field of water purification and water treatment. The work of the Research Center is supported by an international network of industry experts.

The colleagues of the Center are experts in various fields (chemist, biologist, pharmacist, environmental engineer, environmental researcher, food engineer, agricultural biotechnologist, nature conservation engineer), thus providing a wide range of knowledge to the Research Center.



The main research areas include:

- water treatment
- industrial water treatment and waste water treatment
- technological and wastewater recycling solutions from oil technologies possibilities for recycling wastewater from thermal waters
- qualitative and quantitative determination of micropollutants and microplastics in waters, development of removal technologies
- detection of COVID-19 and other gastroenterological virus hereditary material in wastewater

An own, well-equipped laboratory is available to the Research and Development Center, which allows: the determination of analytical and microbiological components from waters of various origins (e.g. surface water, groundwater, drinking water, sewage, industrial water); and to carry out laboratory (semi-industrial) experiments in the framework of R&D projects.



We provide the following services to our partners:

- review of water treatment systems, proposing innovative, up-to-date technologies based on international practice and/or experiments, optimization, consideration of water recycling options, OPEX-CAPEX calculation
- case studies of operating systems, suggestions for improving chemical use, with cost-effectiveness calculations
- "Zero Liquid Discharge" or similar technologies
- comparative analyzes, evaluations, drawing conclusions from existing data, SWOT analysis
- planning and implementation of semi-industrial (Pilot) experiments in the framework of R&D projects
- performing water chemical and microbiological tests (not accredited) • classical and high performance analysis (GC-MS, UPLC-MS/MS, IEC)
- detection of COVID-19 and other gastroenteral virus inheritance from wastewater In case of individual company needs, the Research Center undertakes to hold a lecture or a complex educational program in Hungarian or English, prepared in accordance with the needs of the companies, in connection with water treatment, new technological methods, analytical methods, biological or microbiological issues.

Tisztelt Konferencia Résztevő!

Nagy szeretettel köszöntöm a Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ, a Pannon Egyetem Nagykanizsa - Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ és a Kanizsa Felsőoktatásáért Alapítvány rendezvényén. A tiszta ivóvíz előállítása ma már a bőséges vízkészletekkel és növekvő fizetőképes kereslettel rendelkező országokban is kiemelt feladat. A 2014-ben alapított kutatóközpont alapvető szándéka, hogy a Nagykanizsán több évtizedes múltra visszatekintő, vízkezelésben és víztisztításban szerzett eredményeket és tapasztalatokat felhasználva, a víztisztítás-vízkezelés területén, nemzetközi szinten folytasson kutatásokat. Kiemelten fontos továbbá számunkra az iparágak és közüzemek különböző víz- és szennyvízkezelési problémáinak megoldására képes szakemberek képzése. Ennek elősegítésére, és az utánpótlás nevelése érdekében szükséges a tehetséggondozás. A kutatóközpont munkájába az általános és középiskolás fiatalok egyaránt betekintést nyerhetnek, számukra természettudományos tárgyakat népszerűsítő előadásokat, nyílt laboratóriumi foglalkozásokat és nyári táborokat szervezünk. A tudásmegosztás, kapcsolatépítés és tapasztalatcsere elengedhetetlen a fejlődéshez, így az évenként megrendezésre kerülő Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferenciánkkal erre szeretnénk lehetőséget biztosítani a víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozó tudományos és ipari szakemberek találkozása és tanácskozása révén.

Kiváló előadásokat, sikeres tapasztalatcserét és kapcsolatépítő beszélgetéseket kívánok Önöknek a mai konferenciára!

Üdvözléttel:

Dr. Maász Gábor
Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ
igazgató

Dear conference participants!

I would like to welcome you on behalf of the Soós Ernő Research and Development Center, University of Pannonia Nagykanizsa - University Center for Circular Economy and the Foundation for Higher Education of Kanizsa. The production of clean drinking water is also a priority in countries with abundant water resources and growing solvent demand. The main goal of the research center, founded in 2014, is to carry out international researches in the field of water purification and water treatment, by using the research results and experience in water purification and water treatment in the Nagykanizsa region which is based on decades of history. It is also of utmost importance for us to train specialists who are able to solve various water and waste water treatment problems in industries and public utilities. In order to support this goal and provide the future professionals, talent management is needed. Elementary and high school students can have the insight into the work of the research center as we offer them lectures, open lab sessions and summer camps, all promoting natural sciences. Knowledge sharing, networking and exchange of experience are essential for development, so we would like to provide the opportunity for this with our annual Soós Ernő International Scientific Conference through the presentations and discussions of scientific and industrial professionals in the field of water and waste water treatment.

I wish you excellent presentations, great discussions, networking and pleasant time for today's conference!

Best regards,

Gabor Maasz, PhD
Soós Ernő Research and Development
Center
head of institute

Program

2026. 10. 15. (Csütörtök)

09:30 - 10:00 Regisztráció / Registration

10:00 - 10:40 Köszöntő beszédek / Welcome speeches

10:40 - 11:40 Plenáris előadások / Plenary lectures

11:40 - 13:00 Ebéd, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése /
Lunch, industrial exhibition booths and scientific posters

13:15 - 13:45 Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztályi Ülés /
Hungarian Chemical Society Membrane Department Meeting

13:00 - 14:40 Vízkezelés és fenntarthatóság szekció / Water Treatment and Sustainability
Section

14:40 - 15:00 Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése /
Coffee break, industrial exhibitor booths and scientific posters

15:00 - 15:40 Tudásból üzleti érték szekció / From Knowledge to Business Value Section

15:40 - 17:00 Tudásból üzleti érték kerekasztal-beszélgetés

17:00 - 19:00 Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése /
Coffee break, industrial exhibitor booths and scientific posters

19:00 - Gálavacsora / Gala dinner

Plenáris előadások

(Moderátor: Dr. Mezőfi Nóra)

10:00-10:40 Köszöntő beszédek

Gerencsérné Dr. Berta Renáta, fejlesztési rektorhelyettes (Pannon Egyetem)

Hegedűsné Dr. Baranyai Nóra, főigazgató (Pannon Egyetem - Nagykanizsa Kampusz)

Horváth Jácint, Nagykanizsa Megyei Jogú Város polgármestere

Czirákiné Pakulár Judit, Zalakaros Város polgármestere

10:40-11:10 **Prof. Dr. habil. Tamás János DSc**, egyetemi tanár (Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Víz tudományi és Környezetinformatikai Tanszék):
Ipari parkok és az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv

11:10-11:40 **Kelemen Péter**, üzemvezető (Dunántúli Regionális Vízmű Zrt., Fenntartási Üzem):
Per aspera ad Astra...avagy együttműködés kialakítása

11:40-13:00 *Ebéd, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése /
Lunch, industrial exhibition booths and scientific posters*

Vízkezelés és fenntarthatóság szekció

(Szekcióelnök: Gerencsérné Dr. Berta Renáta)

- 13:00-13:20** **Janovics László**, tanácsadó (innomine Digital Innovation Hub Nonprofit Kft.): A UNITED CIRCLES Horizon Europe projekt a szennyvízkezelésről
- 13:20-13:40** **Dr. Goda Zoltán**, adjunktus (Nemzeti Közszerológati Egyetem Vítudományi Kar): Együttműködésből szakmai világajnokság – Először indult magyar versenyző a Worldskills világversenyen vízipari technológiák versenyszámban
- 13:40-14:00** **Abelneh Terefe Mekuria**, PhD student (University of Pannonia, Chemical Engineering and Material Sciences Doctoral School): Adaptive NF–RO systems for tailored irrigation water production: A simulation-based approach
- 14:00-14:20** **Dr. Zarándy Ákos**, tudományos tanácsadó (HUN-REN SZTAKI): Mikroműanyag detekció Digitális Holografikus-Fluoreszcens Mikroszkóppal
- 14:20-14:40** **Dr. Szigeti Tamás János**, stratégiai igazgató (Bálint Analitika Kft.): A Mezőföld és a Velencei-tó vízrendszerének rehabilitálásának lehetősége
- 14:40-15:00** Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése / Coffee break, industrial exhibiton booths and scientific posters

Tudásból üzleti érték szekció

(Szekcióelnök: Dr. Maász Gábor)

15:00-15:20 **Kölkedi Krisztián**, vezérigazgató (Nexgen Innovation Labs Zrt.): Szabadalom van. Vevő nincs. – avagy az innovációmenedzsment kihívásai a piacon

15:20-15:40 **Dr. Járvas Gábor**, igazgató (Pannon Egyetem, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet): Elvezetünk a megoldáshoz - A Pannon Egyetem tudás és technológiatranszfer szolgáltatásainak bemutatása

Tudásból üzleti érték kerekasztal beszélgetés

(Moderátor: Dr. Maász Gábor)

Résztevők:

Kölkedi Krisztián, vezérigazgató (Nexgen Innovation Labs Zrt.)

Dr. Járvas Gábor, igazgató (Pannon Egyetem, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet)

Dr. Kesserű Péter, szervezeti coach (HUN-REN Szeged Biológiai Kutatóközpont)

Program

2026. 10. 16. (péntek)

08:30 - 09:00 Regisztráció / Registration

09:00 - 09:30 Ifjú Kutatói Díj és Szebenyi Mária Kémia Emlékverseny Díjátadó / Awards
Ceremony for the Young Researchers' Award and the Szebenyi Mária Memorial
Chemistry Competition

09:30 - 10:50 Szekció előadások I. / Section lectures I.

10:50 - 11:10 *Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése /
Coffee break, industrial exhibitor booths and scientific posters*

11:10 - 12:50 Szekció előadások II. / Section lectures II.

12:50 - 14:30 *Ebéd, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése /
Lunch, industrial exhibition booths and scientific posters*

Fenntartható vízkezelés és vízújrahasználat (Szekcióelnök: egyeztetés alatt)

- 09:30-09:50** **Nagy Kristóf Bence**, IKD MSc kategória nyertese (Pannon Egyetem): Nitrogén és foszfor visszanyerésének vizsgálata elektrokémiai pH-modulációs technikával
- 09:50-10:10** **Krasznói Anna**, ügyvezető (ÖkoTech-Home Kft.): Decentralizált szennyvíztisztítás mint a helyi vízmegtartás eszköze
- 10:10-10:30** **Reham Saleh Abdullah Mohammed**, PhD student (Eötvös Loránd University): Treated Wastewater Reuse for Sustainable Agriculture Using MAR Approach. Case Study: Kiskunfélegyháza, Hungary
- 10:30-10:50** **Györki Gábor**, tanársegéd (Nemzeti Közszoigalati Egyetem Víztudományi Kar): Második generációs ATP-alapú biomasszamérés egyedi szennyvíztisztítók monitorozásában
- 10:50-11:10** *Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése/ Coffee break, industrial exhibiton booths and scientific posters*
- 11:10-11:30** **Dr. Rácz Gábor**, kutató (Hidrofilt Kft.): Az utolsó cseppig – ZLD és hulladékvíz-minimalizálás az iparban
- 11:30-11:50** **Nagy-Mezei Csenge**, doktorandusz / technológus mérnök (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem / Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.): Mikroszennyezők eltávolítása szennyvíztisztító telepeken – A negyedik fokozat bevezetésének kezdeti lépései
- 11:50-12:10** **Kovács Norbert**, projektmérnök (Bálint Analitika Kft.): Ózonos szennyvíztisztítás – technológiai lehetőségek és gyakorlati tapasztalatok
- 12:10-12:30** **Dr. Cséfalvay Edit**, habilitált egyetemi docens (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem): Zöld hidrogén előállítása membrános eljárásokkal
- 12:30-12:50** **Fernández Pérez Alejandro**, MSc student (University of Pannonia - Nagykanizsa Campus): Microfibre Pollution in the Fast Fashion Industry: Consumer Behaviour, Wastewater Treatment and Circular Design Implications
- 12:50-14:30** *Ebéd, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése/ Lunch, industrial exhibiton booths and scientific posters*

UNITED CIRCLES Horizon Europe projekt a szennyvízkezelésről

Mi a UNITED CIRCLES lényege?

A UNITED CIRCLES európai kutatási és innovációs projekt célja olyan Hubs for Circularity (H4C) együttműködések kialakítása, amelyekben ipari vállalatok, víz- és szennyvízkezelők, technológiai fejlesztők, önkormányzatok, hatóságok, egyetemek és kutatóhelyek közösen alakítanak ki körforgásos értékláncokat. A cél, hogy a ma hulladékként vagy mellékáramként kezelt víz-, anyag- és energiaáramok más szereplők számára értékes erőforrássá váljanak, miközben javul az energia- és erőforrás-hatékonyság, csökken a CO₂-kibocsátás és közelebb kerülünk a zéró hulladék szemlélethez.

A dél-dunántúli AQUARIS H4C fókusz

A magyarországi hub célja a szennyvíz és a szennyvíziszap körforgásos, lehetőség szerint zárt rendszerű hasznosításának elősegítése a Dél-Dunántúlon. A vizsgált erőforrások között a tisztított víz mellett biomassa, cellulóz és más visszanyerhető anyagok is megjelenhetnek. A feladat nem egyetlen technológia kiválasztása: olyan működő ökoszisztémát kell kialakítani, amely összekapcsolja a szennyvíz keletkezési pontjait, a tisztítási és erőforrás-visszanyerési technológiákat, valamint az ipari és mezőgazdasági felhasználókat.

A kihívás egyszerre technológiai és üzleti

A kezelt szennyvíz újrahasználatának útjában nemcsak technológiai kérdések állnak. Meg kell oldani a mikroszennyezők biztonságos eltávolítását és a stabil vízminőséget, kezelni kell a szabályozási és engedélyezési korlátokat, meg kell teremteni a társadalmi bizalmat, és mindenekelőtt életképes üzleti modelleket kell létrehozni. A regenerált víz, a tápanyagok vagy a biomassa csak akkor válik valódi erőforrássá, ha van rá felhasználó, megfelelő infrastruktúra, gazdaságos technológia és együttműködés a szereplők között.

Mit csinálunk a régióban?

Az AQUARIS kezdeményező és facilitátori szerepet vállal. Feltérképezzük a helyben keletkező szennyvíz- és iszapáramokat, értékeli a szoba jöhető kezelési és erőforrás-visszanyerési technológiákat, vizsgáljuk a környezeti, társadalmi és műszaki-gazdasági megvalósíthatóságot, majd beruházási eseteket és finanszírozható projektkoncepciókat készítünk. A nemzetközi H4C tapasztalatokat felhasználjuk, de a dél-dunántúli adottságokra épülő saját megoldásokat keressük.

Nemzetközi példa – Salamanca

A Salamanca Hub4Circularity jól mutatja a megközelítés lényegét: a hagyományos szennyvíztisztító telep erőforrás-visszanyerő központtá válhat, ahol a víz, a tápanyagok, a cellulóz, a biogáz és az energia zárt vagy részben zárt körfolyamatokba kerülnek vissza. A projektben víztechnológiai, papíripari, műtrágyai, bioelektrokémiai és környezetgazdálkodási szereplők kapcsolódnak össze – vagyis az innováció az egyes technológiák mellett az együttműködő értékláncban rejlik.

KIKET KERESÜNK? Víz- és szennyvízkezelő vállalatokat, technológiafejlesztőket, ipari és mezőgazdasági felhasználókat, kutatókat, egyetemeket és minden olyan szervezetet, amely technológiával, kutatási eredménnyel, pilot helyszínnel vagy konkrét felhasználási igénnyel hozzá tud járulni egy dél-dunántúli körforgásos víz- és erőforrás-értéklánc kialakításához.

Nemzeti Közszerológati Egyetem Víztudományi Kar
6500 Baja, Bajcsy-Zs. u. 14-16.
goda.zoltan@uni-nke.hu

Együttműködésből szakmai világbajnokság – Először indult magyar versenyző a Worldskills világversenyen vízipari technológiák versenyszámában

A felsőoktatás és az ipar együttműködése a korszerű szakemberképzés és a tehetséggondozás fontos eszköze. Ennek konkrét példája a FESTO Kft. és a Nemzeti Közszerológati Egyetem Víztudományi Karának partnersége, amelynek eredményeként 2026-ban először indulhatott magyar versenyző a WorldSkills világv verseny vízipari technológiák versenyszámában. A 2026 szeptemberében, Shanghai-ban rendezett megmérettetésen Magyarországot Kurdi Kristóf, a kar egykori hallgatója képviselte.

A hazai válogatóversenytől a nemzetközi részvételig vezető út során az egyetemi szakmai tudás, az ipari technológiai háttér és a gyakorlati felkészítés szorosan összekapcsolódott. A FESTO és az NKE Víz tudományi Karának közös munkáját a Hidrokomplex Mérnök szolgáltatói Kft. közreműködése is támogatta. A felkészülés és a négy napos verseny az ivóvíz- és szennyvízkezeléshez, a vízminőség ellenőrzéséhez, valamint a technológiai rendszerek üzemeltetéséhez és automatizálásához kapcsolódó összetett gyakorlati feladatokra épült. Ezek megoldása az elméleti ismeretek alkalmazása mellett precizitást, önálló problémamegoldást és folyamatos alkalmazkodást kívánt.

Az első magyar részvétel a Worldskills víz ipari technológiák versenyszámában a hazai vízügyi szakemberképzés nemzetközi bemutatkozását és egy korszerű, gyakorlatias szemléletű felkészítési folyamat eredményét is jelentette. A megszerzett szakmai tapasztalatok, a nemzetközi követelmények közvetlen megismerése és a kialakult kapcsolatok a gyakorlatorientált oktatás fejlesztését, valamint a következő versenyzők felkészítését is segíthetik. A Bajáról Shanghajig vezető út példát mutat arra, hogyan teremthet az egyetemi oktatás és az ipari szakértelem együttműködése nemzetközi lehetőséget a fiatal szakemberek számára.

¹*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki
Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
1111 Budapest, Műegyetem rkp.3.,
csefalvay.edit@gpk.bme.hu*

²*Laboratory for Water Biophysics and Membrane Processes,
Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, University of Maribor,
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija*

Zöld hidrogén előállítása membrános eljárásokkal

A hidrogén a fosszilis energiahordozók fenntartható, fontos alternatívája lehet. Előállításában fontos szerepet kaphat a Power-to-X koncepció: megújuló villamos energia és elektrolízis alkalmazásával, például zöld H₂ előállítható elő. Az elektrolízishez azonban megfelelő minőségű tápvíz szükséges. A vízben található szennyezőanyagok kedvezőtlenül befolyásolhatják a berendezések üzemét és élettartamát, és az elektrolizáló technológiától függően különböző vízminőség beállítása szükséges. A projekt célja azon vízforrások azonosítása és vizsgálata, amelyek megfelelő kezelést követően alkalmasak lehetnek elektrolizálók tápvízellátására. A különböző eredettől függően különböző kezelési technológia szükséges a különböző vizekhez és kérdéses annak gazdaságos kivitelezése is. Vizsgáljuk, hogy milyen előkezelési és tisztítási folyamatok szükségesek ahhoz, hogy megfelelő vízminőség álljon elő. Ennek feltárását, a kezelés lehetőségeit és tisztítási lépések kihívásait mutatjuk be.

Köszönetnyilvánítás:

A 2025-1.2.4-TÉT-2025-00040 számú Projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által kibocsátott támogatói okirat alapján valósult meg. A közlemény az OTKA FK-143215. számú NKFIH által támogatott projekt keretében valósult meg.

¹HUN-REN SZTAKI, Budapest, 1111. Kende utca 13-17,
zarandy@sztaki.hu

²Pannon Egyetem, Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ,
zrinyi.zita@pen.uni-pannon.hu

Mikroműanyag detekció Digitális Holografikus-Fluoreszcens Mikroszkóppal

Digitális Holografikus-Fluoreszcens Mikroszkóp egy folyadékminták vizsgálatra kidolgozott átfolyós rendszerű eszköz, amely két közös látóterű mikroszkóp kombinálásából áll. A holografikus mikroszkóp éles monokromatikus képeket képes készíteni a minta térfogatának bármely síkjában elhelyezkedő objektumról, míg a fluoreszcens mikroszkóp komponens megméri ennek az objektumnak a fluoreszcens választ akár három különböző gerjesztő hullámhossznál is. Így a mintában szuszpendált objektumokat egyszerre lehet morfológiai tulajdonságaik, valamint fluoreszcens spektrális lenyomatuk alapján elemezni.

A mikroműanyagok detekciója, azonosítása, folyadék mintákban (pl. szennyvízben vagy élővízben) manapság kifejezetten költséges labor-intenzív feladat. A normál mikroszkópos azonosítás problematikája, hogy a mikroműanyagoknak nincsen specifikus alakja vagy mérete, így a morfológiai elemzés alapján nem különíthetők meg egyéb törmelékektől. Ugyanakkor fluoreszcens festést (pl. Nílus vörös) alkalmazva a mikroműanyag darabok fluoreszcens választ adnak [1]. Így az egyes mikroműanyagok fluoreszcens válaszuk alapján nagy biztonsággal megkülönböztethetők, mennyiségük így mérhetővé válik [2].

[1] Ho, Derek, and Julie Masura. "Dyeing to know: harmonizing Nile red staining protocols for microplastic identification." *Colorants* 4.2 (2025): 20.

[2] Ahaddouch, M., Botero, N. K., Esteitie, R., Zarándy, Á., Bicsák, B., & Acién, F. C. (2026). AI-enhanced digital holographic microscopy for real-time monitoring and early contamination detection in industrial microalgae raceway ponds. *Algal Research*, 104950.

A Mezőföld és a Velencei-tó vízrendszerének rehabilitálásának lehetősége

A szakemberek és laikusok évtizedek óta vitatkoznak azon, hogy Földünk éghajlatában tényszerűen kimutatható-e az általános felmelegedés. Nos, a 2026. évi nyár – úgy vélem – markáns jelét adta annak, hogy bolygónk éghajlata egyértelműen melegszik.

Előadásomban bemutatok néhány jelenséget, amely a globális felmelegedés hatására állt elő, és várhatóan erősödni is fog.

Az idei aszály félelmetes pusztítást végzett a mezőgazdasági ágazatban, és ijesztő mértékben csökkentette felszíni vizeink vízszintjét. Az idei ősz elejére a Mezőföld északi régiójában fekvő Velencei-tó várhatóan kiszárad. Jelen összefoglaló írásakor (2026.08.26. 14:00) az agárdi vízmérce mindössze 17 cm szintet mutat, a tó normális üzemmenetéhez javasolt 130 cm-re szemben. A tóból hozzávetőlegesen 30 millió m³ víz hiányzik.

A Mezőföld búza-, kukorica- és napraforgó-állományában óvatos becslés szerint 10-12 milliárd Ft értékű termés kiesés várható a rendkívül forró nyár következtében beállt fatális vízhiány miatt.

A jelenleg nem üzemelő Dudai Vasmű egykori energiaszolgáltató cége, az ISD Power Kft. vezetői és egy Nagyvenyimben élő mezőgazdasági szakember ötlete alapján létrejött civil kezdeményezés – immár tizenkét, a mezőgazdasághoz, hidrológiához, ökológiához, a környezet laboratóriumi vizsgálatához értő taggal – arra irányul, hogy az ISD Power Kft. által üzemeltetett, 13.500 m³/óra kapacitású, teljesen üzemképes vízkivételi mű igénybevételével meg lehetne oldani a Mezőföld területeinek öntözését és a hidegebb időszakokban pedig a Velencei-tó víz-utánpótlását is.

A víz-utánpótlás kiegészítője lehetne a Velencei-tó környéki szennyvíztelepek által kibocsátott tisztított víz negyedik fázisú, ózonos kezelése révén nyerhető, évi 2-3 millió m³ víz is. Az ózonos víztisztítás részleteit szintén a Bálint Analitika Kft. munkájáról szóló előadásban Kovács Norbert projektmérnökünk szeretné ismertetni.

Prezentációmban a civil kezdeményezésben résztvevő kollégák által kidolgozott tervezési elveket, illetve a Velencei-tóba juttatott Duna-víz várható vízkémiai, ökológiai hatásairól is beszélek.

A projekt megvalósítási költségei összemérhetőek az aszály okozta károk összegével.

Nitrogén és foszfor visszanyerésének vizsgálata elektrokémiai pH- modulációs technikával

A diplomadolgozat célja a nitrogén és foszfor szennyvízből, elsősorban vizeletből történő visszanyerésének vizsgálata elektrokémiai pH-moduláció alkalmazásával. A téma jelentőségét az adja, hogy a nitrogén- és foszfortartalmú vegyületek fontos szerepet töltenek be a mezőgazdaságban, miközben a hagyományos műtrágyagyártás jelentős energiafelhasználással jár, a túlzott műtrágyahasználat pedig környezeti terhelést okozhat. A vizelet koncentrált tápanyagforrás, ezért annak kezelése és a benne található nitrogén és foszfor visszanyerése hozzájárulhat a körforgásos gazdasághoz.

A vizsgálatok során két- és háromkamrás elektrolíziscellákat alkalmaztam különböző ioncserélő membránokkal. A kétkamrás rendszer kationcserélő membránt, a háromkamrás rendszer anioncserélő és bipoláris membránt tartalmazott. A kísérletekben szintetikus, karbamid- és foszfáttartalmú vizeletoldatot használtam. Vizsgáltam a membránok ellenállását és vezetőképességét, az elektrokémiai pH-növelés hatékonyságát, a karbamid stabilitását és permeabilitását, valamint a keletkező foszfátcsapadék mennyiségét.

A kutatásban kimutattam, hogy az alkalmazott membránok vezetőképessége megfelelőnek bizonyult az elektrokémiai pH-növeléshez. A nagyobb áramsűrűség gyorsabb pH-emelkedést eredményezett. 75 A/m^2 áramsűrűségnél a 11-es pH eléréséhez a kétkamrás rendszernek 2,55 órára, míg a háromkamrás rendszernek 3,1 órára volt szüksége. A háromkamrás rendszer lassabb pH-növelése ellenére előnyös lehet, mivel kialakítása csökkenti az anódtérben keletkező klór visszajutásának lehetőségét.

A pH-növelés jelentősen javította a karbamid stabilitását. Az 30 napos tárolás végén a pH-növelt oldatokban a kiindulási karbamid több, mint 80%-a oldatban maradt, és a tárolási hőmérsékletnek nem volt jelentős hatása. A magasabb pH gátolta a karbamid bontásában szerepet játszó ureáz enzim működését. Ugyanakkor hosszabb működési idő esetén a karbamid az ioncserélő membránon keresztül is diffundálhatott, ezért a technológia további optimalizálása szükséges.

A foszfát-visszanyerés során a kezdeti 251 mg/l foszfátkoncentrációból átlagosan $82,3 \pm 2,8\%$ került visszanyerésre csapadék formájában. A visszanyerés mértékét többek között a kalciumion-koncentráció és a membrán típusa befolyásolta. Összességében a vizsgálatok alapján az elektrokémiai pH-moduláció alkalmas lehet a karbamid stabilizálására és a foszfát visszanyerésére. A további fejlesztésben a membránok, az áramsűrűség, a karbamid permeabilitása és a visszanyert tápanyagok hasznosítása lehet fontos.

Decentralizált szennyvíztisztítás mint a helyi vízmegtartás eszköze

A háztartási szennyvízre általában eltávolítandó szennyezésként tekintünk, miközben megfelelő tisztítás után folyamatosan rendelkezésre álló helyi vízforrás is lehet. Több mint két évtized és közel 4000 magyarországi telepítés gyakorlati tapasztalatai alapján mutatjuk be a decentralizált biológiai szennyvíztisztítás szerepét a helyi vízmegtartásban. Megfelelő talaj- és hidrogeológiai adottságok mellett a tisztított víz helyben történő elszikkasztásával visszakerülhet a helyi vízkörforgásba, és egy része a felszín alatti vízkészletek utánpótlásához is hozzájárulhat. Az előadás kitér a hosszú távú ellenőrizhetőség és karbantartás jelentőségére, valamint a decentralizáció felhasználói szemléletre gyakorolt hatására. Bemutatjuk továbbá azokat a szabályozási és finanszírozási kérdéseket, amelyek jelenleg befolyásolják e megoldások szélesebb körű magyarországi alkalmazását.

***Treated Wastewater Reuse for Sustainable Agriculture Using MAR
Approach. Case Study: Kiskunfélegyháza, Hungary***

In response to global water challenges, treated wastewater (TWW) can support sustainable water management through Managed Aquifer Recharge (MAR). This study aimed to improve understanding of the interaction between groundwater and TWW flowing in canals, and to assess the environmental impacts of TWW in the Kiskunfélegyháza area. Hydraulic data show that along the canal reach, TWW predominantly infiltrates into the subsurface, although the hydraulic connection may vary temporally at a few locations. High TDS and hardness values suggest potential water-quality concerns, while local dilution points indicate groundwater discharge into the canals. This uncontrolled interaction may affect groundwater conservation and water retention.

This study investigates methods to modify the hydraulic interactions between groundwater and surface water and to prevent groundwater contamination. The work was conducted by the National Multidisciplinary Laboratory for Climate Change (RRF-2.3.1-21-2022-00014) within Hungary's National Recovery and Resilience Plan, supported by the Recovery and Resilience Facility of the European Union.

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víztudományi Kar, Vízi
Környezettudományi Tanszék,
6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12–14.
Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium,
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víztudományi Kar,
6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12–14.
gyorki.gabor@uni-nke.hu

Második generációs ATP-alapú biomasszamérés egyedi szennyvíztisztítók monitorozásában

A szennyvíztisztításban a BOI és KOI meghatározásának hosszú átfutási ideje korlátozza a folyamat gyors értékelését és az időben történő beavatkozást. Ez különösen jelentős az egyedi szennyvíztisztítók esetén, ahol a rendszeres szakmai felügyelet jellemzően nem biztosított. Vizsgálatunk célja annak értékelése volt, hogy a második generációs ATP-alapú biomasszamérések alkalmasak-e a biológiai tisztítás teljesítményének gyors értékelésére valós üzemeltetési körülmények között. A befolyó szennyvíz, az eleveniszap és az elfolyó szennyvíz BOI-, KOI- és ATP-paramétereit vizsgáltuk, az ATP-eltávolítás és a BOI-eltávolítás között statisztikailag szignifikáns lineáris kapcsolatot mutattunk ki. Az ATP-alapú paraméterek továbbá megfelelően jellemzik az eleveniszap állapotát. Eredményeink alapján az ATP-alapú mérések gyors indikátorként alkalmazhatók a szennyvíztisztítás teljesítményének értékelésére, lehetővé téve a helyszíni beavatkozást további laboratóriumi mérések és újabb kiszállás nélkül.

Az utolsó cseppig – ZLD és hulladékvíz-minimalizálás az iparban

Az ipari termelés bővülését egyre gyakrabban a víz korlátozza: a vízhiány, a szigorodó kibocsátási határértékek és a folyékony hulladékok növekvő ártalmatlanítási díjai egyszerre teszik szükségessé innovatív technológiák kidolgozását. Előadásunkban ipari példákon mutatjuk be a Hidrofilt Kft. aktuális megoldásait. A fémfeldolgozó iparban keletkező szennyvízre kidolgozott ZLD (zero liquid discharge) koncepció konténeres pilotvizsgálatban igazolta, hogy a víz döntő hányada visszanyerhető és technológiai vízként újrahasznosítható. Ezzel a saját fejlesztésű eljárással jelentősen csökkenthető a szükséges bepárló-kapacitás, így a beruházási és az energiaköltségek is racionalizálhatóak. Emellett az ipari termelésben összegyűjtött, erősen szennyezett és hulladékként elszállított vizes oldatokra fejlesztett „HidroWaste-Minimization” eljárásunk jelentősen csökkentheti az ártalmatlanítandó hulladék tömegét, belátható megtérülési idővel. Az eredmények alapján nagy biztonsággal állíthatjuk, hogy az ipari szennyvíz visszaforgatása, mennyiségének csökkentése ma már egy valódi, rentábilis alternatíva, és az ellátásbiztonsági előnyök mellett előmozdítja az élő környezetünk megővését is.

¹Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Asztalos Sándor út 4.

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,
Agrárkörnyezettani Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

³Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari Kar, Környezetmérnöki és
Természettudományi Intézet, 1034 Budapest, Doberdó utca 6.
pribelszkycs@fcsm.hu

Mikroszennyezők eltávolítása szennyvíztisztító telepeken – A negyedik fokozat bevezetésének kezdeti lépései

A települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelv legújabb módosítását (2024/3019/EU) 2024. novemberében adták ki, mely számos új követelménnyel bővült. A szennyvíztisztító telepek esetében többek között foglalkozni kell a mikroszennyezők nyers és tisztított szennyvízben történő monitorozásával, továbbá a beérkező terhelés, azaz a lakosegyenérték alapján meghatározott esetekben a negyedleges tisztítási technológia telepítésével. A mikroszennyező anyagok nehezen bontható, perzisztens vegyületek (pl. gyógyszerhatóanyagok, peszticidek), melyek kis koncentrációban ($\mu\text{g/L}$, ng/L) vannak jelen a szennyvízben. A negyedleges szennyvíztisztítási technológiák alkalmazásával a mikroszennyezők koncentrációja nagymértékben csökkenthető a tisztított szennyvízben. A negyedleges tisztítási technológiáknak számos előnye van, esetenként hátránya is lehet, mindezek ismeretében szükséges a megfelelő technológiát kiválasztani és a meglévő tisztítósorba integrálni. Negyedleges tisztítási technológia pl. a nagyhatékonyságú oxidációs eljárások (pl. ózon, UV), a porított és a granulált formában alkalmazott aktívszemes adszorpció és a membránszeparációs eljárások. Az elérhető technológiák előzetes áttekintése, vizsgálata során a nagyhatékonyságú oxidációs eljárások alkalmazása bizonyul környezeti és gazdasági szempontból a leghatékonyabbnak. Ezen technológiák kémiaiilag roncsolják a mikroszennyezőket, az antibiotikum-rezisztens baktériumokat és géneket, továbbá a nagyhatékonyságú oxidációs eljárások alkalmazása során nem keletkezik további kezelést igénylő, mikroszennyezőkkel koncentráltan szennyezett közeg. Az előadásban a negyedik tisztítási fokozat bevezetésével kapcsolatos új követelményeket, előzetes vizsgálatokat, a mikroszennyezők monitorozásával kapcsolatos általános tapasztalatokat, valamint a technológia megválasztásához kapcsolódó információkat, megfontolásokat mutatjuk be.

***Ózonos szennyvíztisztítás – technológiai lehetőségek és
gyakorlati tapasztalatok***

Az ózonos szennyvíztisztítás napjainkban egyre nagyobb figyelmet kap a korszerű vízkezelési megoldások között, mivel az ózon erős oxidálószerként hatékonyan alkalmazható a szennyvízben jelen lévő szerves szennyezők és egyéb szennyezőanyagok eltávolítására. Az előadás röviden bemutatja az ózon alapú oxidációs technológia működési elvét, főbb alkalmazási lehetőségeit és a technológia szennyvíztisztításban betöltött szerepét. Ezt követően egy megvalósult projekt során szerzett gyakorlati tapasztalatokat és a kísérletek eredményeit mutatom be, különös tekintettel a tisztítás hatékonyságára és a technológia alkalmazhatóságára. Az eredmények alapján szó lesz az ózonos kezelésben rejlő lehetőségekről, valamint a technológia további fejlesztési irányairól. Az előadás során rövid kitekintésként a kezelt szennyvíz hasznosításának és a vízkészletek fenntarthatóbb kezelésének lehetőségei is szóba kerülnek.

Soós Ernő Research and Development Center,
University of Pannonia,
Zrínyi u. 18, H-8800 Nagykanizsa, Hungary

***Adaptive NF–RO systems for tailored irrigation water production:
A simulation-based approach***

Producing irrigation water from saline and brackish groundwater requires effective desalination while maintaining control over the treated-water composition. Although reverse osmosis (RO) provides high salt removal, it limits flexibility in tailoring water composition to irrigation requirements, and managing the concentrate remains challenging. Hybrid nanofiltration–reverse osmosis (NF–RO) systems combine selective ion retention with desalination, offering greater flexibility in controlling water quality. However, previous NF–RO approaches have primarily used static blending strategies to achieve irrigation-water quality.

This study develops a simulation-based adaptive NF–RO framework in which NF concentrate and RO permeate are blended to produce irrigation water with tailored salinity. The framework integrates membrane-process simulation with model-based irrigation-water quality optimization and was evaluated using representative brackish groundwater with 2721 mg L⁻¹ total dissolved solids (TDS). Under the investigated conditions, the model predicted that the blended water could meet specified irrigation-water quality constraints for salt-sensitive crops, including electrical conductivity (EC) < 0.7 dS m⁻¹, sodium adsorption ratio (SAR) < 3, and pH 6–8. Across the investigated NF–RO configurations, NF-concentrate blending ratios reached 4.49%, with SAR serving as the limiting water-quality constraint. The results demonstrate the potential of adaptive NF–RO operation to regulate irrigation-water composition while balancing water recovery and water-quality requirements. Overall, the framework provides a basis for adaptive desalination strategies for sustainable agricultural water production.

Microfibre Pollution in the Fast Fashion Industry: Consumer Behaviour, Wastewater Treatment and Circular Design Implications

Laundering synthetic textiles is estimated to account for roughly a third of primary microplastics entering marine environments, and conventional wastewater treatment plants are not designed to capture these microfibres. Little is known, however, about how real household laundering habits in a fast fashion context feed this pollution pathway, or which interventions work best. This mixed-methods study combines a consumer survey (wardrobe composition, washing habits, awareness of textile-based microplastics) with an expert assessment ranking circular design, filtration and regulatory measures. Awareness of laundering as a microplastic source is expected to be low and unrelated to behaviour, while experts are expected to favour source-level design interventions over downstream fixes and to see consumer and infrastructural measures as complementary. The findings aim to guide wastewater operators, textile designers and policymakers in prioritising mitigation.

Poszter szekció

Poster session

Abelneh Terefe Mekuria, PhD student (*University of Pannonia, Chemical Engineering and Material Sciences Doctoral School*): Recovery-dependent rejection of humic acid and cations in polyelectrolyte multilayer nanofiltration

Chioma Lilian Ozoaduche, PhD student (*Agribiotechnology and Precision Breeding for Food Security National Laboratory, Institute of Genetics and Biotechnology, Hungarian University of Agriculture and Life Science*): Acquired Antibiotic Resistance Determinants in Untreated Wastewater and Sewage Sludge

Zita Zrinyi PhD, research fellow (*University of Pannonia - Nagykanizsa Campus, Soós Ernő Research and Development Center*): Holographic Microscopy in the Service of Microplastic Standard Certification

Dr. Kucserka Tamás, tudományos munkatárs (*Pannon Egyetem - Nagykanizsa Kampusz, Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ*): Water 4.0: Egy moduláris és költséghatékony ipari adatgyűjtő keretrendszer a vízparágon túl

Barbara Duba, PhD student (*University of Pannonia - Nagykanizsa Campus, Soós Ernő Research and Development Center*): Source-to-sink dynamics of microplastics in urban wastewater treatment plants with different treatment technologies

Lilla Hárs, PhD student (*Hidrofilt Ltd.*): Micropollutant Removal with a Combined UF/RO Pilot System: Quaternary Treatment of Municipal Wastewater

*Recovery-dependent rejection of humic acid and cations in
polyelectrolyte multilayer nanofiltration*

Natural organic matter and dissolved cations can substantially influence nanofiltration performance; increasing recovery progressively concentrates retained species and may alter their rejection. This is particularly relevant to polyelectrolyte multilayer (PEM) nanofiltration, where separation performance can depend on membrane architecture and feed composition. However, recovery dependence of organic-matter and cation rejection in PEM nanofiltration has received limited attention. This study investigated the recovery-dependent rejection of humic acid (HA) and dissolved cations using a (PDADMAC/PSS)₆ PEM nanofiltration membrane, with dNF80 as a commercial reference.

Recovery-dependent rejection of HA and cations was evaluated over permeate recoveries ranging from 0 to 88% using feeds containing HA with or without divalent cations. Increasing recovery increased HA rejection from approximately 90% to 98.7%, while permeate flux remained relatively stable. In the presence of HA, Ca²⁺ rejection increased from 33% to 53.5%, whereas in the corresponding control, it decreased from 33% to 28%. In contrast, Na⁺ rejection showed limited dependence on recovery. These contrasting responses suggest that recovery influences cation rejection in an HA-dependent manner, while HA rejection becomes progressively stronger at higher recovery. The findings highlight the importance of recovery and feed composition in determining organic-matter and ion rejection during PEM nanofiltration operations.

*¹Agribiotechnology and Precision Breeding for Food Security
National Laboratory, Institute of Genetics and Biotechnology,
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
2100, Gödöllő, Hungary*

*²Doctoral School of Natural Sciences,
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
2100, Gödöllő, Hungary.*

*Ozoaduche.Chioma.Lilian@phd.uni-mate.hu,
Libisch.Balazs.Karoly@uni-mate.hu*

Acquired Antibiotic Resistance Determinants in Untreated Wastewater and Sewage Sludge

Acquired antibiotic resistance genes (ARGs) were detected from food animals, aquaculture, untreated wastewater and sewage sludge, and searched against NCBI databases. Metagenomic analysis identified 59 ARGs in pig and carp intestinal samples, with 66.6% of tetracycline, 37.5% of aminoglycoside, 40% of β -lactam, and 55.5% of other resistance genes also detected in a North-Pest wastewater sample. *tetA(P)*, *lnu(C)*, and *sulI* were present both in African catfish intestine and in wastewater from North-Pest. An *Acinetobacter* plasmid from North-Pest wastewater carried *msr(E)/mph(E)*, also reported from similar plasmids of hospital sewage-derived *A. towneri*, and clinical *A. junii*. Culture-based studies showed, that an *Aeromonas hydrophila* from South-Pest sewage sludge carried *aadA* in a class 1 integron, that was also described in clinical and fish *Aeromonas* isolates. An antibiotic-resistant, integrase-bearing *Pseudomonas* spp. strain was cultured from waste of a biogas plant. Our findings suggest, that wastewater, food animal and clinical resistomes can overlap and interact in the dissemination of acquired ARGs. Supported by RRF-2.3.1-21-2022-00007.

***Holographic Microscopy in the Service of Microplastic Standard
Certification***

Reliable and well-characterized microplastic reference materials are essential for method validation, interlaboratory comparisons, wastewater treatment technology assessment, and ecotoxicological studies. Currently available microplastic standards are typically produced either by bottom-up approaches resulting in spherical particles, or by top-down fragmentation methods designed to better mimic environmentally relevant particle morphologies. However, top-down generated reference materials are generally provides limited morphological information (mainly average particle size by DLS).

In this work, we present a digital holographic microscopy-based workflow for the advanced characterization and qualification of microplastic reference materials. DHM enables rapid, label-free, three-dimensional imaging and provides quantitative morphometric and optical information at the single-particle level.

The proposed evaluation strategy applies morphometric descriptors adapted from particle characterization approaches established in geosciences (Varga et al., Scientific Reports, 2021). Parameters describing particle size, shape complexity, surface morphology, and optical behavior are extracted from reconstructed holographic images and used for automated particle classification through neural network-assisted analysis.

The developed workflow allows significantly more information-rich characterization of fragmented microplastic standards compared with conventional DLS-based approaches. This enables the qualification of reference materials not only by average size distribution but also by environmentally relevant morphological properties.

Such advanced microplastic standards may substantially improve the reproducibility and environmental relevance of industrial and environmental health-related experiments, including wastewater treatment plant fourth-stage technology testing and ecotoxicological studies where realistic environmental microplastic mimics are required.

The presented methodology demonstrates the potential of combining digital holographic microscopy, morphometric analysis, and artificial intelligence to support next-generation microplastic reference material certification and harmonized analytical quality assurance.

Keywords: microplastic reference materials; digital holographic microscopy; morphometry; neural networks; certified standards; particle characterization

*Pannon Egyetem – Nagykanizsa Kampusz,
Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ
Nagykanizsa, Zrínyi Miklós utca 18.,
kucserka.tamas@pen-uni-pannon.hu*

***Water 4.0: Egy moduláris és költséghatékony ipari adatgyűjtő
keretrendszer a víziparágon túl***

Az ipari digitalizáció egyik alapvető kihívása a különböző technológiai folyamatokban keletkező adatok megbízható, folyamatos és költséghatékony kezelése. A Water 4.0 egy moduláris digitális keretrendszer, amely mérési adatok gyűjtését, rendszerezését, megjelenítését és a beavatkozások támogatását teszi lehetővé. Kutatásunk célja a rendszer víziparon túli alkalmazási lehetőségeinek feltárása és a releváns célterületek azonosítása. Az elemzés alapján az ipari gyártás, az energetika, az élelmiszer- és feldolgozóipar, valamint az adatvezérelt gyártás kínál ígéretes alkalmazási lehetőségeket, például hűtőkörök, energiafelhasználás, technológiai paraméterek és gépállapot-adatok monitorozásában. A rendszer fő értékét a rugalmas bővíthetőség, az egységes adatkezelés és a célzott, költséghatékony alkalmazhatóság jelentheti. A bemutatott kutatás az RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú (Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium) projekt támogatásával valósult meg.

***Source-to-sink dynamics of microplastics in urban
wastewater treatment plants with different treatment technologies***

Microplastics are ubiquitous contaminants originating from both primary and secondary sources and are now detected in all environmental compartments. Urban wastewater treatment plants (UWWTPs) represent one of the most important pathways through which microplastics enter aquatic environments. Although wastewater treatment

processes can remove a substantial fraction of incoming particles, significant amounts may still be discharged via treated effluent or accumulate in sewage sludge. Understanding the fate and transport of microplastics within treatment systems is therefore essential for evaluating their environmental release and supporting future regulatory requirements, including those introduced by the revised Urban Wastewater Treatment Directive (EU 2024/3019).

This PhD project aims to investigate the occurrence, removal efficiency, and source-to-sink dynamics of microplastics in UWWTPs operating with different treatment technologies. A spatio-temporal sampling strategy is being developed to assess microplastic distribution throughout the treatment process. Sampling locations include raw influent, post-screening wastewater, post-grit removal wastewater, biological treatment units, final effluent, and sewage sludge streams. Comparative investigations will be performed at wastewater treatment plants differing in size, treatment technology, and industrial influence.

The poster presents the proposed sampling design together with the laboratory workflow currently being optimized for microplastic analysis. The analytical procedure includes sample pretreatment based on state-of-the-art oxidation and filtration approaches, density separation using ZnCl_2 solution, and polymer identification by Raman spectroscopy. The objective is to establish a robust and reproducible methodology suitable for long-term monitoring and comparison among treatment facilities.

As the project is currently in its initial phase, feedback and discussion are particularly welcome regarding the sampling strategy, selection of monitoring points, temporal resolution, and methodological considerations for assessing microplastic fate within wastewater treatment systems.

Keywords: microplastic, emission, wastewater treatment plants, directive

Hidrofilt Ltd

H-8800 Nagykanizsa, Magyar utca 191. | H-8801 Nagykanizsa Pf.: 139. |

hars.l@hidrofilt.hu

Micropollutant Removal with a Combined UF/RO Pilot System: Quaternary Treatment of Municipal Wastewater

Biologically treated municipal wastewater may still contain dissolved micropollutants, including pharmaceutical residues, antibiotics, pesticides, and endocrine-disrupting compounds, which can persist after conventional biological treatment. Once discharged into receiving waters, these substances may pose environmental risks and can also limit the safe reuse of treated wastewater. Their removal is therefore becoming an increasingly important objective of advanced wastewater treatment and is also reflected in the quaternary treatment requirements introduced by the recast EU Urban Wastewater Treatment Directive (EU) 2024/3019.

This study investigates the performance of a combined ultrafiltration–reverse osmosis (UF/RO) pilot system operated at the Nagykanizsa wastewater treatment plant for the advanced treatment of biologically treated municipal wastewater after secondary settling. Within the treatment train, ultrafiltration acts as a physical and microbiological barrier and provides effective pretreatment for the subsequent reverse osmosis stage, while reverse osmosis serves as the main barrier against dissolved micropollutants and salts.

Micropollutants were analysed using UPLC–MS/MS at different stages of the treatment process, enabling the contribution of the individual membrane steps to be evaluated. The results showed that ultrafiltration alone had only a limited effect on dissolved micropollutants, whereas the reverse osmosis stage provided highly effective removal.

The study demonstrates the potential of combined UF/RO treatment as a quaternary treatment option for municipal wastewater. The treated permeate shows promising water quality for high-quality water-reuse applications, while the combined membrane process can contribute to reducing micropollutant loads discharged into the aquatic environment.

A Pannon Egyetem nagykanizsai képzési helyén elérhető vízügyi képzéseink

Vízügyi üzemeltetési mérnök BSc



- Magyarország számára a felszíni vízkészletek időbeli megoszlásának egyenetlenségei miatt a vízhiány és a túl sok víz egyaránt gondot okoz, így a vízgazdálkodás Magyarországon tradicionális tevékenység. Már az 1845-ös tiszai árvíz után megkezdődtek az első folyószabályozási munkálatok, így a hazai szakemberek nagy múlttal rendelkeznek a vízgazdálkodás területén. A nagy tapasztalatot igyekeznek a szakértők a képzések során is átadni.
- A Vízügyi üzemeltetési mérnök BSc képzés célja olyan szakemberek képzése, akik képesek vízügyi, vízgazdálkodási területen mérnöki-üzembehelyezési, üzemeltetési feladatok ellátására, üzemeltetői jogosultság birtokában a megfelelő mérnöki szakterületen vízügyi létesítmények beüzemelési és üzemeltetési feladatainak végzésére. Széles körű ipari kapcsolatainknak köszönhetően hallgatóink gyakorlatorientált képzés keretében saját maguk által elvégzett feladatok révén már a képzési évek alatt szakmai tapasztalatot szerezhetnek.
- Az angol nyelvű képzésre külföldi hallgatókat is várunk.

Szakmai ismeretek

- természettudományi ismeretek (fizika, kémia, matematika, mechanika, mérnök-geológia, hidrobiológia, vízkémia, mikrobiológia, alkalmazott ökológia)
- gazdasági és humán ismeretek [kommunikáció és konfliktuskezelés, közgazdasági ismeretek, víz- és környezetjog, menedzsment- és vállalkozás gazdaságtan, projektmenedzsment (szervezési ismeretek), minőségügyi ismeretek, pénzügyi ismeretek, logisztika, európai uniós ismeretek, számviteli ismeretek, esélyegyenlőségi ismeretek]
- vízügyi üzemeltetési mérnöki szakmai ismeretek (informatika, műszaki ábrázolás, építési szerkezetek, hidraulika, hidrológia, geotechnika, vízgépek, a vízi létesítmények rekonstrukciója, talajtan, és mezőgazdaságtan, hidrogeológia, hidroinformatika és adatbázis kezelés, energiagazdálkodás, ivóvíztisztítás, szennyvíztisztítás, Magyarország vízgazdálkodása, adatértékelési módszerek, honvédelmi és katasztrófavédelmi ismeretek, biztonságtechnika, tűzvédelem, egészség- és munkavédelem, korrózióvédelem)

Az indítani kívánt specifikációk:

- Környezeti analitika, méréstechnika és monitoring
- Biotechnológia és innováció
- Víztisztítás- és talajvédelem, hulladék gazdálkodás és kárelhárítás

Az induló képzési formák:

- levelező tagozat magyar nyelven
- nappali tagozat angol nyelven
- nappali tagozat magyar nyelven

Idegen nyelvi követelmény:

Az alapfokozat megszerzéséhez egy idegen nyelvből államilag elismert, középfokú (B2), komplex típusú nyelvvizsga vagy azzal egyenértékű érettségi bizonyítvány vagy oklevél szükséges.

A szakmai gyakorlat követelményei:

A szakmai gyakorlat legalább 6 hét időtartamú, szakmai gyakorlóhelyen szervezett egybefüggő gyakorlat.

Információ:



Víz- és szennyvízkezelő rendszerüzemeltető szakirányú továbbképzési szak



Szakmai ismeretek

A víz- és szennyvízkezelő rendszerüzemeltető szakmérnök/szakember képzés célja olyan speciális ismeretekkel és szemléletmóddal rendelkező szakemberek képzése, akik a korábban megszerzett szakképzettségük és felsőfokú ismereteik birtokában képesek az iparágak és közüzemek különböző víz- és szennyvízkezelési problémáinak megoldására, így:

- a víz- és a szennyvíz minőségének ellenőrzésére,
- a technológia üzemeltetésére,
- a fellépő problémák felismerésére és orvoslására,
- megalapozott állásfoglalás kialakítására, majd ennek helytálló és közérthető kommunikációjára,
- a víz- és szennyvízkezeléssel kapcsolatos beruházások megtervezésére és megvalósítására, a rendszerek üzemeltetésére.

A képzés során elsajátítandó kompetenciák

- a képzés szakterületén megszerzett elméleti ismeretek és gyakorlati módszerek rendszerezése, megfelelő alkalmazása, önálló döntési és fejlesztési készség elsajátítása
- képesség a víz- és szennyvíz mennyiségi és minőségi jellemzőinek vizsgálatára, mérési tervek összeállítására, azok kivitelezésére és értékelésére
- a korszerű víz- és szennyvízkezelést biztosító technológiák ismerete, optimalizálása és működtetése
- a minőségügyi és a műszaki szabályozás ismerete és alkalmazása
- elemző, értékelő készség a víz- és szennyvízkezeléssel kapcsolatos műszaki, gazdasági és társadalmi hatások figyelembevételével

A szakképzettség alkalmazása ipari környezetben

A víz- és szennyvízkezelő rendszerüzemeltető szakmérnök szakirányú továbbképzési szakon végzettek alkalmasak a víz- és szennyvíz minőségének ellenőrzésére, a technológiák üzemeltetésére, valamint a lehetséges problémák felismerésére és orvoslására. Képesek megalapozott állásfoglalás kialakítására, majd ennek helytálló és közérthető kommunikációjára.

A szakképzettség nemcsak hazai, hanem nemzetközi szinten is hasznosítható ismereteket biztosít, így a végzettek alkalmasak víz- és szennyvízkezeléssel kapcsolatos beruházások megtervezésére és megvalósítására, a rendszerek üzemeltetésére.

Információ:



Educational Programs at University of Pannonia Nagykanizsa

Water and Wastewater Treatment System Operation Programme



About water for experts – Professional engineering training program from one of Hungary's oldest historical universities. „Water is essential for life on Earth as much as good quality education for professional experts.” The University of Pannonia Soós Ernő Research and Development Center offers a special postgraduate diploma programme in Nagykanizsa Campus for those who are interested in water and wastewater treatment.

Hungary can be characterized by significant water resources and a great experience in the field of water treatment. In this respect, the University of Pannonia offers high quality education supported by cutting edge research activity. The University of Pannonia Faculty of Engineering and the Nagykanizsa Campus commit for the purpose of establishing productive partnerships between academic and industrial operators. Our aim is to create a generation of engineers which will take a lead in the development of innovative and sustainable technologies.

Our postgraduate programme provides

- Advanced training to engineers and specialists to develop their understanding of the activities involved in water and wastewater treatment and to work out strategies and devise systems that are crucial to preserve the environment.
- The programme aims to develop your ability to think originally and create innovative solutions to practical problems. You will enhance your skills to plan, implement and manage projects in the water and waste- water industry.
- The Water and Wastewater Treatment System Operation Programme is mainly designed for those non-engineering and engineering graduates who are keen pursue a career within companies and organisations involved in water and wastewater engineering

We require:

- a science or engineering degree qualification (e.g.: in chemical or environmental engineering, technical management or software design)
- keen interest in solving problems of water supply and water quality both in Hungary and around the world.

The programme covers subject areas of chemistry, microbiology and mechanical engineering that are essential in understanding the water and wastewater treatment methods and processes. Additional areas of study related to water and wastewater treatment include automation, quality assurance, business economics, etc. Students gain experience in modern calculation methods and laboratory practice in water chemistry and process technology.

Information:



Bronz fokozatú támogatónk

ProMinent[®]



PumpTech

Ipari Szivattyútechnika Kft.

Waters

THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.[®]

További támogatóink



Pannon Egyetem
University of Pannonia





Főszerkesztő: Kovács Barbara, Krähling Klaudia

Grafika, tervezés: Krähling Klaudia

Kovács Barbara, Hompó Patrícia

Szakmai felelős: Dr. Maász Gábor

Kiadó: Pannon Egyetem, Nagykanizsa Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ,

Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ

Készült: Nagykanizsa, 2026. október 09.

Soós Ernő Kutató - Fejlesztő Központ

Pannon Egyetem Nagykanizsa Körforgásos Gazdaság Egyetemi
Központ

Kanizsa Felsőoktatásáért Alapítvány
8800 Nagykanizsa Zrínyi M. u. 18.

E-mail: conference@pen.uni-pannon.hu, Tel.: +36 30 504 5331

[www. sooswrc.hu](http://www.sooswrc.hu)