

10th Soós Ernő International Scientific Conference

Water and Wastewater Treatment in the Industry 2024

X. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia

Víz- és szennyvízkezelés az iparban 2024

A kiadványt összeállította és szerkesztette:

Kovács Barbara, Virthné Kemes Klára

Tanulmánykötet



Pannon Egyetem
Körforgásos Gazdaság
Egyetemi Központ
Nagykanizsa

Pannon Egyetemi Kiadó 2025

10th Soós Ernő International Scientific Conference
**Water and Wastewater Treatment
in the Industry 2024**

X. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia
**Víz- és szennyvízkezelés
az iparban 2024**

címmel, 2024. október 18-19-én megrendezett konferencia előadásainak
tanulmánykötete

A konferencia rendezői:
Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ
Víztechnológiai Kutatócsoport

A kiadványt összeállította és szerkesztette:
Kovács Barbara, Virthné Kemes Klára

10th Soós Ernő International Scientific Conference
Water and Wastewater Treatment in the Industry 2024

X. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia
Víz- és szennyvízkezelés az iparban 2024

címmel, 2024. október 18-19-én megrendezett konferencia
előadásainak tanulmánykötete

Összeállította és szerkesztette: Kovács Barbara, Virthné Kemes Klára

Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ
Víztechnológiai Kutatócsoport

Kiadja a Pannon Egyetemi Kiadó
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

ISBN 978-963-396-301-2

© Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2025.



Borítóterv: Vipler Nikolett
A kiadásért felelős a Pannon Egyetem rektora



Pannon Egyetem
Körforgásos Gazdaság
Egyetemi Központ
Nagykanizsa



Pannon Egyetem
University of Pannonia



Pannon Egyetem
Körforgásos Gazdaság
Egyetemi Központ Nagykanizsa

X. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia
Víz- és szennyvízkezelés az iparban 2024

Szervezőbizottság tagjai:

Dr. Galambos Ildikó
(Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ, intézetvezető)
Adamcsik Orsolya
Gerencsérné Dr. Berta Renáta
Kovács Barbara
Kovács Nikoletta
Krähling Klaudia
Virthné Kemes Klára

Tudományos bizottság tagjai:

Dr. Galambos Ildikó
(Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ, intézetvezető)
Csákiné Prof. Dr. Tombácz Etelka
Gerencsérné Dr. Berta Renáta
Dr. Kiss Zsolt
Dr. Kucserka Tamás
Dr. Kesserű Péter
Dr. Maász Gábor
Dr. Maáshné Zrínyi Zita
Oláhné Dr. Horváth Borbála
Dr. Szokoli Kitty

Tartalomjegyzék

A konferencia programja / Conference timetable	6
Program előadások	7
Ipar és tudomány találkozása	8
Innovative Solutions in Water Treatment	9
Poszterszekció	10
Ipari partnerek bemutatkozása	11
<i>Molnár Olivér</i>	
Szürkevíz rendszer – innovatív vízkezelési megoldás az esővíz újrahasznosítására	12
Ipar és tudomány találkozása	13
<i>Mádlné Szőnyi Judit, Szabó Zsóka, Szkolnikovics-Simon Szilvia</i>	
Célzott felszín alatti vízpótlás: kiaknázatlan lehetőség a hazai vízgazdálkodásban	14
<i>Dr. Knisz Judit</i>	
Mikrobiálisan befolyásolt korrózió ipari létesítményekben	15
<i>Somogyi Viola, Ricza Tamás, Ördög Tibor, Borsos Krisztina, Meiczinger Mónika, Rácz Gábor, Puskás Sándor</i>	
Rétegvízkezelési technológia a harmadlagos hőelvonási eljárásokhoz	16
<i>Dr. Cséfalvay Edit, Shaheen Reem, Qais Al-Madanat</i>	
Erőművi tápvízkezelés környezetbarát eljárásokkal	17
<i>Attila Csighy, Arijit Nath, Kailo Geremew Geidare, András Koris</i>	
Techno-Economic Analysis of Leachate Purification from Lake Balaton Sludge and Investigation on Product Characterization	18
<i>Gyurik Péter, Korcsog Attila, Szép Ferenc</i>	
Aqua Modisys, az innovatív vízrendszer-fertőtlenítő szolgáltatás	22
<i>Zarándy Ákos, Bicsák Barbara, Orzó László</i>	
Térfogati mikroszkóp ipari és laboratóriumi alkalmazásokban	23
Innovatív megoldások a vízkezelésben	28
<i>Nagy-Mezsei Csenge, Bezsenyi Anikó, Kardos Levente</i>	
A tisztított szennyvíz mezőgazdasági hasznosításának feltételei és következményei	29
<i>Hárs Lilla, Rácz Gábor, Borsos Krisztina, Lakner Gábor</i>	
Biológiai tisztított kommunális szennyvizek újrahasznosításának lehetőségei	30
<i>Ábrahám Nóra, Kecskés Judit, Süveges-Gruber Andrea, Májer Marcell</i>	
Mikroműanyagok felszíni vízből történő eltávolíthatóságának vizsgálata koagulációval: az Unichem Kft. kísérleteinek bemutatása	31
<i>Hárs Lilla, Rácz Gábor, Borsos Krisztina, Lakner Gábor</i>	
Közép-Európa egyik legnagyobb ivóvíztisztító rendszerének üzemeltetési tapasztalatai a 2015. évi átadást követően	32

<i>Bauer László, Szabó Lili, Vancsik Anna, Szalai Zoltán, Szávai Péter, Bruna Silva, Kondor Attila Csaba</i>	
Optimising Surface-Modified Bioadsorbents for Pharmaceutical Adsorption in Fixed-Bed System	33
<i>Iva Ćurić, Fran Hrlić, Luka Brezinščak, Željka Zgorelec, Marija Galić, Davor Dolar</i>	
Reuse of Textile Wastewater by Membrane Processes: RO Permeate for Dyeing and RO Retentate for Irrigation	34
<i>Irena Petrinic, Ana Ambroz, Hermína Buksek</i>	
Forward Osmosis Process Optimization When Concentrating Synthetic Red Dye Textile Wastewater	35
<i>Abelneh Terefe, Áron Bóna, Tamás Kucserka, Ildikó Galambos</i>	
Mitigating Nanofiltration Membrane Fouling: Key Factors and Preventive Strategies	36
<i>Renata Gerencsér-Berta, Ph.D.; Zita Zrinyi, Ph.D., Viktória Czuppon-Csizmadia, Ph.D.</i>	
Current Research Topics and Solutions in the Field of Water and Wastewater Treatment: VSZI ,24 Conference Contribution to Freshwater Section in Manifesto of BIOEAST Initiative	37
Poszterek	38
<i>Zita Zrinyi, Nikoletta Kovács, Renáta Gerencsér-Berta, Gábor Maász, Gábor Németh, Henrietta Hampel, Raul Vazquez, Ildikó Galambos</i>	
Global Clean Water Problem: Deteriorating Surface Water Quality in the Light of Growing Human Needs- Monitoring of Emerging Contaminants in the River Tomebamba, Ecuador	39
<i>Girma Daba, Áron Bóna, Ildikó Galambos</i>	
Nanofiltration Membranes for Water Purification: Balancing Micropollutant Removal and Salt Passage	40
<i>Szabó Lili, Bauer László, Vancsik Anna, Szalai Zoltán, Szávai Péter, Bruna Silva, Kondor Attila Csaba</i>	
Pharmaceutical Adsorption Using Surface-Modified Bioadsorbents in Fixed-Bed Systems	41
<i>Melkam Birlie, Maász Gábor, Etelka Tombácz</i>	
Innovative Water and Wastewater Treatment: Harnessing the Power of Fe ₃ O ₄ /Graphene Oxide Nanocomposite Adsorbent for Pharmaceutical Contaminant Removal	42
<i>Gorica Vuković, Dragica Brkić, Bojana Špirović Trifunović</i>	
Method Development for Simultaneous Detection of CWA in Water Samples by LC-MS/MS	43
Támogató kiállítók	44
ProMinent Magyarország Kft.	45
UNICAM Magyarország Kft.	46
JUMO Hungária Kft.	47
Pannon Egyetem	48

A konferencia programja / Conference timetable

Program: 2024. október 17.

09:30-10:00	Regisztráció /Registration
10:00-10:30	Köszöntő beszédek / Welcome speeches
10:30-12:15	Plenáris előadások /Plenary lectures
12:15-13:15	Ebéd, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése / <i>Lunch, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
13:15-13:45	Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztályi Ülés / Hungarian Chemical Society Membrane Department Meeting
13:30-14:045	Szekció-előadások I. / Section Lectures I
14:45-15:05	Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése / <i>Coffee break, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
15:05-16:25	Szekció-előadások II. / Section Lectures II
16:25-18:00	Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése / <i>Coffee break, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
15:35-16:35	Klasszikuszenei koncert / Classical Music Concert
19:00-	<i>Gálavacsora / Gala Dinner</i>

Program: 2024. október 18.

08:30-09:00	Regisztráció /Registration
09:00-10:20	Szekció-előadások I. / Section Lectures I
10:20-10:40	Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése / <i>Coffee break, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
12:40-12:50	Konferencia záróünnepség / Conference Closing Ceremony
12:50-13:20	NATO MYP G6087-WaRMem nemzetközi projekt ülés / NATO MYP G6087-WaRMem Project Meeting
12:50-13:50	<i>Ebéd / Lunch</i>
13:50-	Zalakarosi Fürdő Zrt. - fürdőbejárás (szabadon választható program) / Technical Tour at Zalakaros Bath Ltd. (optional program)

Program előadások

(Moderátor: Mezőfi Nóra)

10:30-11:00	Koppány Balázs , főosztályvezető (Energiaügyi Minisztérium, Vízgazdálkodásért Felelős Helyettes Államtitkárság): A víziközmű-ágazat fejlesztési irányai
11:00-11:30	Mayer Zsolt , quality director (Veolia Water Hungary Kft.): Történetek a világ legnagyobb membrángyáráról
11:30-12:00	Dr. Galambos Ildikó , intézetvezető, egyetemi docens (Pannon Egyetem Nagykanizsa - Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ, Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ): Vízkezelési kérdések és megoldási lehetőségek -Vízügyi kutatások a körforgásosság jegyében a Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központban
12:00-12:15	Szebenyi Mária Kémia Emlékverseny és az Ifjú Kutatói Díjak átadása
12:15-13:15	<i>Ebéd, ipari kiállítói standok és tudományos poszterek megtekintése / Lunch, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
13:15-13:45	Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztályi Ülés / Hungarian Chemical Society Membrane Department Meeting

Ipar és tudomány találkozása

(Szekcióelnök: Prof. Dr. Tombácz Etelka)

- 13:30-13:45** **Molnár Olivér**, értékesítő mérnök (ProMinent Magyarország Kft.): Szürkevíz rendszer – innovatív vízkezelési megoldás az esővíz újrahasznosítására
- 13:45-14:05** **Mádlné Dr. Szőnyi Judit**, tanszékvezető, egyetemi tanár, **Dr. Szkolnikovics-Simon Szilvia**, egyetemi adjunktus (ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék): Célzott felszín alatti vízpótlás: kiaknáztatlan lehetőség a hazai vízgazdálkodásban
- 14:05-14:25** **Dr. Knisz Judit**, tudományos főmunkatárs (Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Vízstudományi Kar, Vízellátási és Csatornázási Tanszék): Mikrobiálisan befolyásolt korrózió ipari létesítményekben
- 14:25-14:45** **Dr. Somogyi Viola**, egyetemi docens (Pannon Egyetem, Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium): Rétegvízkezelési technológia a kőolaj harmadlagos eljárásokkal való kitermeléséhez
- 14:45-15:05** *Kávészünet, poszter szekció és kiállítói standok megtekintése*
- 15:05-15:25** **Dr. Cséfalvay Edit**, habilitált egyetemi docens (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék): Erőművi tápvízkezelés környezetbarát eljárásokkal
- 15:25-15:45** **Dr. Csighy Attila**, egyetemi tanársegéd (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék): Techno-Economic Analysis of Leachate Purification from Lake Balaton Sludge and Investigation on Product Characterization
- 15:45-16:05** **Korcsog Attila**, projektvezető (Aquaprofit Tervező és Építő Zrt.): Aqua Modisys, az innovatív vízrendszer-fertőtlenítő szolgáltatás
- 16:05-16:25** **Prof. Zarándy Ákos**, tudományos tanácsadó (HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet): Térfogati mikroszkóp ipari és laboratóriumi alkalmazásban

Innovative Solutions in Water Treatment

(Chaired by: Ildikó Galambos, PhD)

09:00-09:20	Nagy-Mezei Csenge , PhD hallgató, technológus mérnök (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék / Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.): A tisztított szennyvíz mezőgazdasági hasznosításának feltételei és következményei
09:20-09:40	Dr. Rácz Gábor , kutató (Hidrofilt Kft): Biológiai tisztított kommunális szennyvizek újrahasznosításának lehetőségei
09:40-10:00	Dr. Ábrahám Nóra , vegyész (Unichem Kft.): Mikroműanyagok felszíni vízből történő eltávolíthatóságának vizsgálata koagulációval: az Unichem Kft. tapasztalatainak bemutatása
10:00-10:20	Hárs Lilla , kutató (Hidrofilt Kft): Közép-Európa egyik legnagyobb ivóvíztisztító rendszerének üzemeltetési tapasztalatai a 2015. évi átadást követően
10:20-10:40	László Bauer , PhD student (HUN-REN Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Geographical Institute): Optimising Surface-Modified Bioadsorbents for Pharmaceutical Adsorption in Fixed-Bed Systems
10:40-11:00	<i>Kávészünet, ipari kiállítói standok és tudományos posztterek megtekintése / Coffee break, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
11:00-11:20	Prof. Davor Dolar , associate professor (University of Zagreb Faculty of Chemical Engineering and Technology): Reuse of Textile Wastewater by Membrane Processes: RO Permeate for Dyeing and RO Retentate for Irrigation
11:20-11:40	Dr. Irena Petrinic , assistant professor (University of Maribor): Forward Osmosis Process Optimization When Concentrating Synthetic Red Dye Textile Wastewater
11:40-12:00	Abelneh Terefe Mekuria , PhD student (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Mitigating Nanofiltration Membrane Fouling: Key Factors and Preventive Strategies
12:00-12:20	Ákos Kristóf , osztályvezető (Agrárminisztérium, Agrárgazdaságért felelős Helyettes Államtitkárság): Setting of Freshwater R&I Priorities for Eastern Europe: BIOEAST Manifesto
12:20-12:40	Renata Gerencsér-Berta, PhD , director general (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy): Current Research Topics and Solutions in the Field of Water and Wastewater Treatment: VSZI ,24 Conference Contribution to Freshwater Section in Manifesto of BIOEAST Initiative
12:50-13:20	NATO MYP G6087-WaRMem nemzetközi projekt ülés / NATO MYP G6087- WaRMem Project Meeting*
12:50-13:20	<i>Ebéd / Lunch</i>
13:50-	Zalakarosi Fürdő Zrt. - fürdőbejárás (szabadon választható program) / Technical Tour at Zalakaros Bath Ltd. (optional program)

*The meeting will take place in the framework of the WaRMem - Water reuse anmembrane separation processes for a reliable and sustainable water supply project.

Poszterszekció

Zita Zrínyi, PhD,

research fellow (University of Pannonia Nagykanizsa - University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Global Clean Water Problem: Deteriorating Surface Water Quality in the Light of Growing Human Needs- Monitoring of Emerging Contaminants in the River Tomebamba, Ecuador

Lili Szabó, PhD,

research fellow (HUN-REN Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Geographical Institute): Pharmaceutical Adsorption Using Surface Modified Bioadsorbents in Fixed-Bed Systems

Girma Daba,

PhD student (University of Pannonia Nagykanizsa - University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Nanofiltration Membranes for Water Purification: Balancing Micropollutant Removal and Salt Passage

Genet Melkamu Birlie,

PhD student (University of Pannonia Nagykanizsa - University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Innovative Water and Wastewater Treatment: Harnessing the Power of Fe_3O_4 / Graphene Oxide Nanocomposite Adsorbent for Pharmaceutical Contaminant Removal

Bojana Špirović Trifunović, PhD,

assistant (University of Belgrad, Faculty of Agriculture): Method development for simultaneous detection of CWA in water samples by LC-MS/MS

Ipari partnerek bemutatkozása

Szürkevíz rendszer – innovatív vízkezelési megoldás az esővíz újrahasznosítására

Molnár Olivér¹

A fenntarthatósági célok középpontjában a természeti erőforrásaink megőrzése és hatékony felhasználása áll. Különösen igaz ez a vízgazdálkodás területén.

Napjainkban már elengedhetetlen, hogy az újonnan épülő üzemek korszerű, a körforgásos gazdaságot támogató megoldásokkal rendelkezzenek. Ilyen megoldás lehet az esővíz újrahasznosítása, amely a megfelelő összegyűjtés, kezelés és tárolás után kiválóan alkalmas például WC-öblítésre a szociális épületben, ezzel is csökkentve az ivóvíz felhasználását és támogatva a környezettudatos működést. Az esővízkezelő rendszer egy puffertartály tartalmát keringteti. A forgatott víz átesik a lebegőanyagokat eltávolító szűrésen, miközben folyamatosan mérjük a legfontosabb paramétereit. Ez alapján vegyszereket adagolunk hozzá azért, hogy az értékeket az előírt szinten tartsuk.

Egy ilyen rendszer telepítésével és használatával hatékonyan járulunk hozzá a fenntartható vízgazdálkodáshoz és a környezetterhelés csökkentéséhez.

Greywater System - an Innovative Water Treatment Solution for Rainwater Recycling

Molnár Olivér¹

At the centre of the sustainability goals there is the conservation and efficient use of our natural resources, especially in the area of water management.

Nowadays, it is essential that new plants are built with modern solutions that support the circular economy. One of these solutions could be the recycling of rainwater, which, after appropriate collection, treatment and storage, is ideal for example for flushing toilets in social buildings, thus reducing the use of drinking water and supporting environmentally sustainable operations.

The rainwater treatment system circulates the rainwater in a buffer tank, the circulated water is filtered to remove suspended solids, and its key parameters are continuously measured and chemicals are added to maintain the values at the required level.

By installing and using such a system, we are effectively contributing to sustainable water management and reducing the impact on the environment.

¹ ProMinent Magyarország Kft.
9027 Győr, Íves utca 2.
molnar.oliver@prominent.com

Ipar és tudomány találkozása

Célzott felszín alatti vízpótlás: kiaknázatlan lehetőség a hazai vízgazdálkodásban

Mádlné Szőnyi Judit¹, Szabó Zsóka^{1,2}, Szkolnikovics-Simon Szilvia¹

A célzott felszín alatti vízutánpótlás (Managed Aquifer Recharge, MAR) régóta alkalmazott vízgazdálkodási módszercsalád, ide tartoznak a partiszűrészű rendszerek is. Ugyanakkor a MAR, mint fogalom alig másfél évtizede ismert. Fontos elkülöníteni a célzott felszín alatti vízutánpótlást, a nem szándékos és nem célzott vízpótlási módoktól. Nem nevezhető MAR módszernek az, amikor a fölösleges többletvizet a felszínen összegyűjtjük vagy elvezetjük.

A MAR rendszerek kialakítása során fontos a környezeti hatások előzetes felmérése, a kialakítást követően a folyamatos megfigyelés, továbbá a kockázatok csökkentése és a megfelelő hatás elérése. Az előadás bemutatja a módszert, a kialakítás főbb típusait, a befolyásoló hidrogeológiai körülményeket, továbbá a felhasználható víztípusokat, köztük a tisztított szennyvizet. Ismerteti a MAR rendszerek létrehozásának feltételeit, vázolja a módszer nemzetközi és hazai alkalmazását, valamint elemzi a módszerek elterjedtebb hazai bevezetését.

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi Intézet
Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék

² Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Földtani Szolgálat
judit.szonyi@ttk.elte.hu

Mikrobiálisan befolyásolt korrózió ipari létesítményekben

Dr. Knisz Judit¹

A mikrobiális korrózió (MIK), a mikroorganizmusok jelenléte és/vagy aktivitása által befolyásolt jelenség, amely számos iparágat érint, például az olaj- és gázipart, a vízi közműveket és az ipari hűtővízrendszereket, több milliárd dolláros kárt okozva világszerte.

A MIK lehetősége gyakran csak jelentős idő és anyagi veszteség után merül fel, amikor már minden más lehetőséget kizártak, ezért a jelenség ismerete elengedhetetlen az üzemeltetők számára. Az elmúlt évtizedekben jelentősen bővültek a MIK-ben részt vevő mikroorganizmusokkal, a kapcsolódó mechanizmusokkal és a MIK-et befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos ismereteink, azonban még mindig sok a megválaszolatlan kérdés. A kimutatásra és nyomon követésre egyre fejlettebb módszereket használunk, valamint új megközelítések jelentek meg a jelenség kezelésére, megelőzésére.

Előadásomban a MIK-kel kapcsolatos jelenlegi ismereteinket foglalom össze röviden, továbbá egy ipari példán keresztül bemutatom ezt a károsító jelenséget.

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Víz tudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék
6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12-14.
knisz.judit@uni-nke.hu

Rétegvízkezelési technológia a harmadlagos kőolajkitermelési eljárásokhoz

**Somogyi Viola¹, Ricza Tamás², Ördög Tibor², Borsos Krisztina³,
Meiczinger Mónika¹, Rácz Gábor³, Puskás Sándor²**

A folyékony szénhidrogének továbbra is a világ gazdaságának hajtóerejét képezik, mivel nincs hasonló hatékonyságú alternatíva sem szintézisanyagként, sem szállítható energiaforrásként. Kinyerésük azonban, a kitermelés előrehaladtával egyre összetettebbé válik. A harmadlagos olajkitermelés (enhanced oil recovery, EOR) során a visszasajtolandó víz tulajdonságait módosítják a kőolaj kihozatal javítása érdekében, adalékanyag - polimer, tenzid vagy nanorészecskék - hozzáadásával. A felhasználásra szánt víz olajszennyeződést, korróziós termékeket, kénhidrogént, és apró szemcséket is tartalmazhat, amelyeket még vegyszeradagolás előtt el kell távolítani a technológia hatékonyságának javítása érdekében.

Az előadás egy ipari környezetben hasznosítható vízkezelési megoldás kifejlesztésének folyamatát mutatja be. A kifejlesztett berendezés magas előszereltségi fokkal szállítható, gyorsan és egyszerűen üzembe helyezhető. Alkalmas nagy szennyezettségű termelési rétegvizek hatékony kezelésére.

1 Pannon Egyetem
Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

2 MOL Nyrt.
1117 Budapest, Dombóvári út 28.

3 Hidrofilt Kft.
8800 Nagykanizsa, Magyar utca 191.
somogyi.viola@mk.uni-pannon.hu

Erőművi tápvízkészítés környezetbarát eljárásokkal

Dr. Cséfalvay Edit, Shaheen Reem, Qais Al-Madanat¹

A nyersvizek megnövekedett szennyezőanyag tartalma jelentős többletterhelést okoz az erőművi póttápvízkészítő technológiáknak.

Kutatásunk során hangsúlyt fektetünk a környezetbarát eljárások kiválasztására és tesztelésére. Eddigi kísérleteink alapján, a jelenleg alkalmazott koagulációs eljárás helyettesíthető mikroszűrő membránokkal. Javasolunk egy membránszűrési sort a hatékony vízkezelés érdekében. A mikroszűrést követő ultraszűréssel a szervesanyag-tartalmat távolítjuk el, míg az azt követő nanoszűrés beillesztésével a vízkőképzést okozó sók koncentrációja csökkenthető. Ezzel a részleges sótelenítéssel tehermentesíthető a tisztítási sorban következő fordított ozmózis membrán. A sótelenítés kétlépcsős fordított ozmózis lépésből áll. Vizsgáljuk még a hőintegráció lehetőségét, és rámutatunk arra, hogy a körfolyamatban lévő hulladékhő a tápvíz melegítésére használható. Energiahatékonyságszempontjából vizsgáljuk a hőszivattyús bepárló, mint alternatív sótelenítési lépés alkalmazási lehetőségét is.

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

Techno-Economic Analysis of Leachate Purification from Lake Balaton Sludge and Investigation on Product Characterization

Attila Csighy, Arijit Nath, Kailo Geremew Geidare, András Koris¹

Abstract

Our society pays a great attention to the environmental protection, but the negative effects of population growth, climate change are also visible globally. In recent years, as a consequence of these problems, we have seen a high level of algal blooms. In order to reduce the eutrophication of Lake Balaton, periodic bed dredging is carried out to reduce the amount of sediment also the phosphor and nitrogen content. The aqueous phase of the sludge sedimentation process is the leachate. The aim of this research is to model and implement

a technology for the treatment of leachate from the Balaton sludge. The objective is to produce water that can be used in the agricultural sector for irrigation or for reuse in surface water. The purification of the leachate is achieved by a two-stage continuous ultrafiltration-nanofiltration (UF-NF) system. Techno-economic analysis of leachate purification was simulated in SuperPro Designer 12®.

Introduction

Lake Balaton is the largest sweetwater lake (600 km²) in Central Europe in the Transdanubian region of Hungary. This freshwater lake also called the 'Hungarian Sea'. Over the decades, human interventions have severely damaged the water quality of the lake and reduced its water level [1]. Algal blooms are also a phenomenon in our country. In 2019, *Ceratium furcoides* and *Aphanizomenon flos-aquae* caused mixed algal blooms in the lake. The chlorophyll concentrations exceeded 300 mg/m³. Dredging and sedimentation alone are not enough to improve the water quality of the lake. Dredging refers to the process of removing sediment and other materials from the bottom of bodies of water for various purposes such as deepening of shallow lakes, eliminating accumulated toxic substances, reducing the release rate of P, and controlling rooted macrophytes. Dredging can cause a temporary decrease in water clarity and quality due to the displacement of sediment [2-3]. In many cases the storage capacity is limited in the reservoir. Sludge and leachate management can be important not only from an environmental and economic perspective, but also in the agricultural sector, where drought, global water scarcity and soil nutrient depletion are causing increasingly serious problems. The main purpose of this study is to develop a leachate treatment technology to produce water that can be used in the agricultural sector.

Material and methods

The leachate was procured from the NYZK1 sludge storage cell from Balatongyörök, Hungary. The leachate sample was collected from the aqueous phase. Filtration process was performed using a continuous, two-stage filtration system using ultrafiltration (UF) followed by nanofiltration (NF) [4]. Prior to the concentration process, the leachate is passed through a physical barrier (grid) to remove larger suspended particulates, which could potentially damage the membrane. After the physical removal the leachate fed into the UF membrane. In the second stage, the permeate from the UF was fed into the NF unit, where the retentate was similarly recirculated. The scenario was built upon the experimental data of the authors. The planned amount of the filled raw material in this case is 20 m³/h. The concentrate was prepared by continuous filtration process until volumetric concentration ratio (VCR) was achieved 2.

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
Institute of Food Science and Technology, Department of Food Process Engineering
1118 Budapest, Ménesi str. 44, Hungary
csighy.attila@uni-mate.hu

The UF permeate was fed into the NF membrane where the VCF value was 8. The NF permeate was collected in a sealed measuring cylinder to minimize potential contamination from airborne particles. The NF concentrate is transferred into the filling machine and filled the soil conditioner into 10 L plastic can. In our work SuperPro Designer (Intelligen Inc., USA) was applied as for techno-economic modeling and analysis tool of the leachete purification. SuperPro Designer enables the application of numerous options for the user in order to define the detailed industrial process flow-sheet, wherein the programmers can use different equipment, reactor models, component and mixtures database, mass and energy balance calculation, price estimations and detailed economical evaluations. The leachete purification scenario (Figure 1) was built up with the combination of membrane filtration (UF, NF). Operation mode was set to continues mode with 250 days per year operation time. For the leachete, the components were first registered based on the compositional data obtained from prior water sample analyses. In Scenario (I) the technology line is formed from storage tanks, centrifuges, membrane filter (UF, NF), and filling machine (Figure 1). The total equipment cost in this case was assumed as US\$ 622.000 (Table 1).

Table 1: Equipment costs for Leachete purification

Item code	Equipment	Number of units	Cost(US\$)
			Scenario V
NF-101	Nanofilter	2	300.000
UF-101	Ultrafilter	1	150.000
FL-101	Filler	1	100.000
PM-101	Centrifugal pump	1	18.000
PM-102	Centrifugal pump	1	18.000
PM-103	Centrifugal pump	1	16.000
V-101	Vertical tank	1	10.000
V-102	Vertical tank	1	10.000
LD-101	Drum	1	0
Total			622.000

Each machine is need to be maintained by one operator. The labor cost was defined at a basic rate of US\$ 10 per hour. The operational parameters of the membrane filtration units, including retention, flux, and concentration ratio, were calibrated using data from preliminary experiments. The effective area of the membranes as well batch time was estimated by the SuperPro Designer.

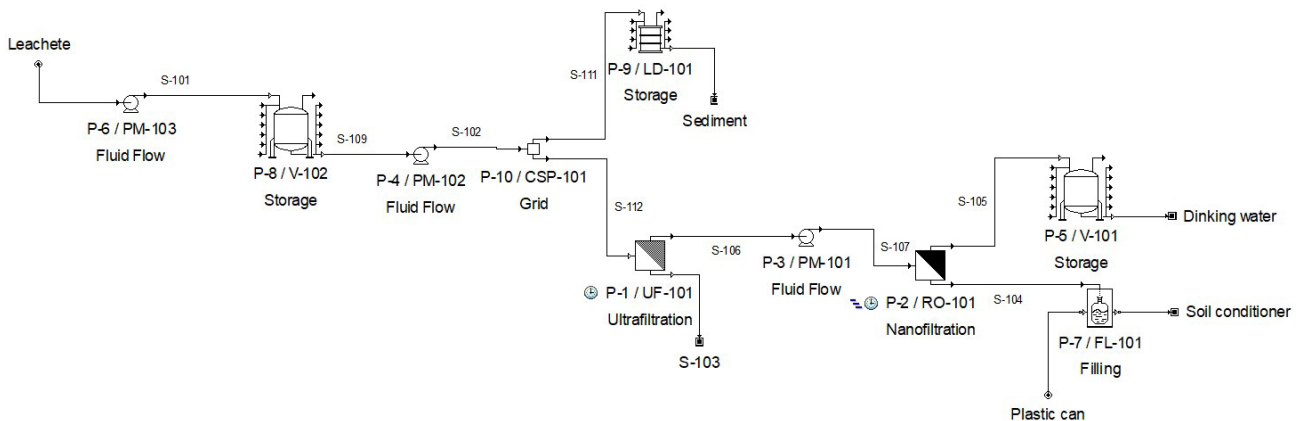


Figure 1: Leachete purification line

Results and discussion

The software determines the economical indicators related to the applied technology. Under the current parameters, the investment costs was US\$ 7.295.000. The investment cost calculated by the SuperPro Designer. The DFC was US\$ 4.777.000 (direct fixed capital cost). The DFC were calculated from default values which includes the equipment costs, equipment installation, process piping instrumentation and controls, electrical system, buildings, yard improvements, auxiliary facilities, engineering, construction expenses, contractor's fee, contingency. The net profit also takes the profit tax and depreciation into account. The profit tax in Hungary is 9% while the depreciation of the fixed capital investment was calculated using straight line method on 10 years lifetime. The estimated annual revenue for the leachete purification scenario was US\$ 25.027.431/year ([Table 2](#)).

Table 2: Annual revenue of Leachete purification

Items	Scenario I		
	Revenue rates (Entites/ yr)	Revenue price (\$/entity)	Revenues (US\$ year-1)
Soil conditioner	1.251.372	20	25.027.431
		Total	25.027.431

The production cost was US\$ 18.57/entity (10 L) whereas the market price was US\$ 20/entity (10 L). Based on the capital cost, operation cost and revenue generation obtained above, profitability analysis was carried out to compare the profitability of Leachete Scenario in terms of the gross profit, net profit, net present value (NPV), internal return rate (IRR), return on investment (ROI) and payback time. The result is summarized in [Table 3](#).

Table 3: Profitability indicator of Leachete purification

	Scenario I (Leachete purification)
Gross Profit (US\$ year-1)	1.780.000
Net Profit (US\$ year-1)	2.074.000
Net Present value (US\$)	8.525.000
Internal rate of return (%)	22.58
Return on investment (%)	28.43
Payback time (year)	3.52

Conclusion

As conclusion, the results of the present work showed that the leachete purification process was economically viable. In conclusion, further studies are necessary for the universal implementation of the technology and its application to surface waters in Hungary.

References

- [1] Nagy-Göde, F. K., & Török, Á. (2022). Types of Landslides along Lake Balaton, Hungary. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. <https://doi.org/10.3311/ppci.18615>
- [2] Vivian, C., & Murray, L. (2009). *Pollution, solids*. In *Elsevier eBooks* (pp. 359–365). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813081-0.00767-9>
- [3] Hupfer, M., & Hilt, S. (2008). *Lake restoration*. In *Elsevier eBooks* (pp. 2080–2093). <https://doi.org/10.1016/b978-008045405-4.00061-6>
- [4] Madsen H. T., (2014): Membrane Filtration in Water Treatment – Removal of Micropollutants, *Chemistry of Advanced Environmental Purification Processes of Water – Fundamentals and Applications*, (pp. 199-248), Edition:1, Chapter:6 DOI:10.1016/B978-0-444-53178-0.00006-7

Aqua Modisys, az innovatív vízrendszer-fertőtlenítő szolgáltatás

Gyurik Péter, Korcsog Attila, Szép Ferenc¹

Az ivóvízművekben, közfürdőkben, élelmiszer előállító üzemekben, illetve intézményi, társasházi belső vízellátó rendszerekben is előfordulhatnak olyan mikrobiológiai elváltozások, melyek vegyszeres fertőtlenítéssel csak nehezen, vagy egyáltalán nem távolíthatóak el a nyomás alatti rendszer elemek (csővezetékek, tárolótartályok, szűrőtartályok) vízzel érintkező részeiről. Az Aqua Modisys vízrendszer-fertőtlenítő szolgáltatásunk mobil berendezéseivel a helyszínen végezzük el a célzott forróvízes (termikus) vagy ózonos fertőtlenítést. Az eseti, vagy a rendszeres fertőtlenítéssel biztosítható a vízellátó hálózatok megfelelő higiéniai állapota.

Kulcsszavak: vízrendszer-fertőtlenítő szolgáltatás, termikus fertőtlenítés, ózonos fertőtlenítés, vegyszermentes mobil fertőtlenítés, biofilm mentesítés, tartályok és vezetékek mobil fertőtlenítése, környezettudatos technológia

¹ Aquaprofit Tervező és Építő Zrt.
1118 Budapest, Budaörsi út 131/a
attila.korcsog@aquaprofit.com

Térfogati mikroszkóp ipari és laboratóriumi alkalmazásokban

Zarándy Ákos, Bicsák Barbara, Orzó László¹

Absztrakt

A HUN-REN SZTAKI kidolgozott egy lézerholográfián alapuló, szabadalmaztatott térfogati mikroszkópcsaládot, amelynek tagjai lehetővé teszik a víztisztítási folyamatokban az automatizált, folyamatos mérést ipari és laboratóriumi körülmények között. Tipikus mérési alkalmazásai: (i) a gépházakban a homokszűrők folyamatos monitorozása, a férgek és egyéb élőlények és részecskék azonosítása és számlálása, a változások detektálása; valamint (ii) a laboratóriumokban az algák osztályozása, számlálása és fluoreszcenciájuk mérése. Továbbá (iii) alkalmazni lehet környezetmonitorozás során automatizált, telepített, folyamatos mérést végző berendezésként. Mesterséges intelligencia alapú felismerőrendszerének köszönhetően, új fajok megjelenésével az eszközök rövid időn belül a helyszínen újrataníthatóak.

Bevezetés

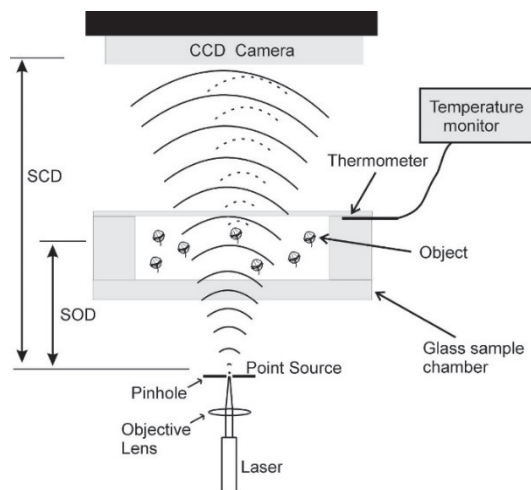
Jelenleg a laboratóriumi mikroszkópos vizsgálatokat teljesen manuális módon biológusok végzik fáradságos, szemet nem kímélő, monoton munkával. A vizsgálatot mintaelőkészítés előzi meg, hiszen a víziparban használt folyékony, nagy mennyiségű mintákat be kell sűríteni. Mivel a hagyományos mikroszkópnak nagyon kicsi a mélységelessége, ezért nagyon kicsi az a térfogat, amely a sűrítés után teljes mértékben átnézésre kerül. Így vizsgálják a felszíni vízkivételi pontokból nyert, illetve a kutakból kivett nyersvizet, valamint a tisztítási eljárás utáni ivóvizet.

Ugyanakkor, a mai technológia lehetővé teszi folyékony vízminták automatizált mikroszkópizálását, mivel a digitális holográfia, a számítástechnika és a mesterséges intelligencia lehetővé teszi automatikusan működő térfogati mikroszkóp építését és gazdaságos üzemeltetését. Tanulmányunkban a HUN-REN SZTAKI által kidolgozott három mikroszkóptípust [1] és azok alkalmazhatóságát mutatjuk be napjaink vízipari gyakorlatában. A mikroszkópokat a Holodetect Instruments Kft. forgalmazza [2].

A térfogati mikroszkóp működése

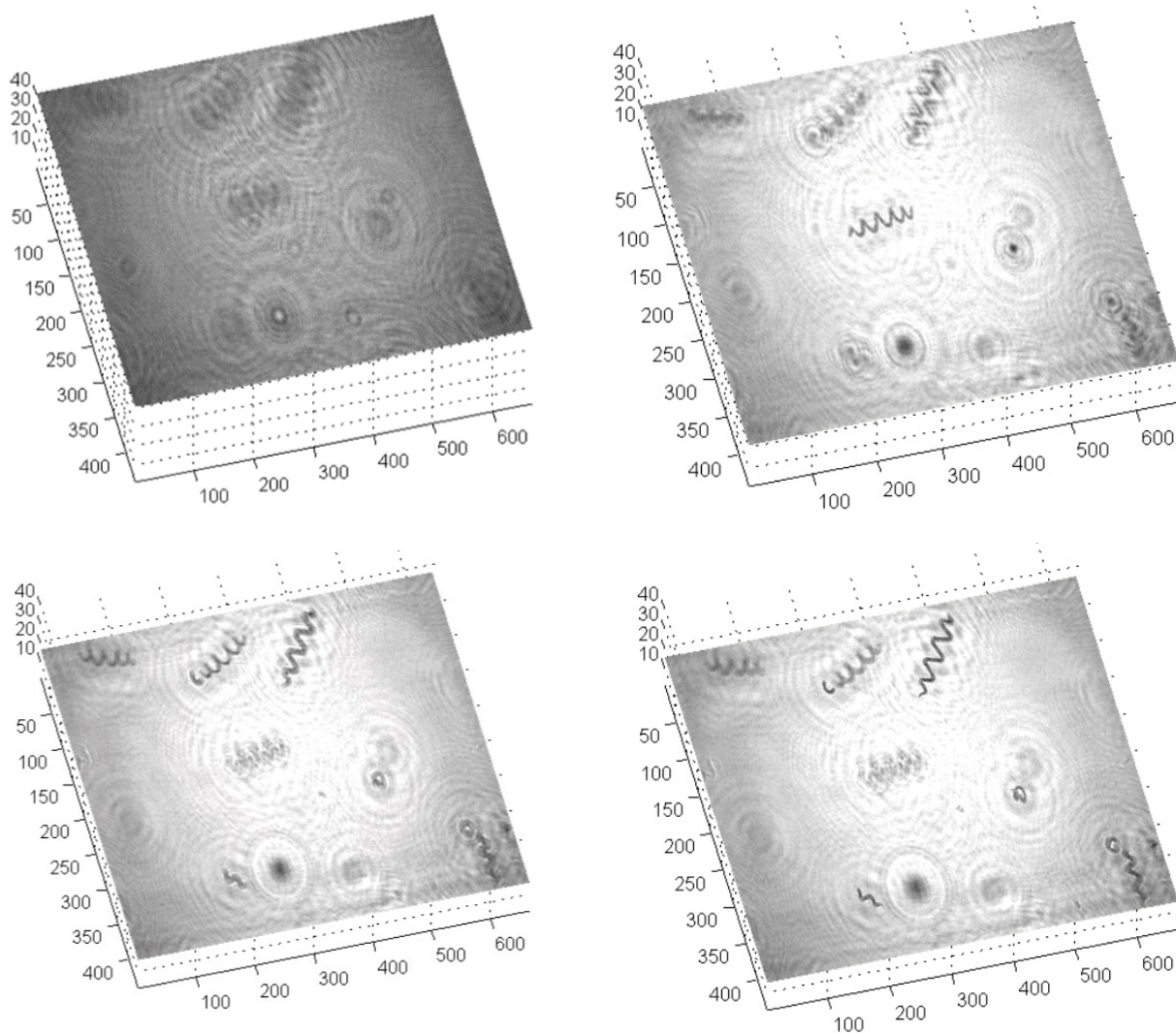
A digitális holografikus mikroszkópok – szemben a hagyományos mikroszkópokkal – nagy mélységelességet képesek átlátni, mivel a holográfia egy egész térrésről gyűjt információt, nem csak egy képsíkból. Az eszköz legegyszerűbb elrendezése az [1. ábrán](#) látható. A lézerforrás átvilágít egy térfogati mintát, például vizet. Az ebben úszó objektumokról szóródó, illetve a folyadékon szóródás nélkül áthaladó koherens lézerefény interferenciát képez, amit a kamerával rögzítünk. Ezek a kamerával készített képek a hologramok, amelyek az ember számára szabad szemmel nem értelmezhetőek, azonban digitális módszerekkel a mintatérfogat tetszőleges síkja kifókuszálható belőlük.

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



1. ábra. Digitális holografikus mikroszkóp elrendezése

A [2. ábra](#) egy hologramot, illetve az abból utólag digitálisan kifókuszált néhány képsíkot mutatja be. Jól látható, hogy a különböző mélységben levő objektumok egymás után élesednek ki.



2. ábra. Eredeti hologram (bal felső), és a különböző kifókuszált képsíkok

A rendszert, átfolyó cellával ellátva és a mintát pumpával mozgatva megkapjuk a digitális holografikus mikroszkópot. A HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetben három holografikus mikroszkóptípust dolgoztunk ki, a Holodetect Mikroszkópcsaládot, melynek tagjai felbontásukban, átvizsgált mintatérfogatukban, illetve fluoreszcens mérési opcióikban térnek el egymástól.

A Holodetect Mikroszkópok

A Holodetect mikroszkópok mindegyik verziója számítógép által vezérelt. Ezek a számítógépek irányítják a mikroszkóp működését és értékeli ki a felvett hologramokat. A kiértékelést – azaz az élőlények vagy az objektumok azonosítását és számlálását – mesterséges intelligencia alapú szoftver végzi. Ebbe a rendszerbe az esetleges helyi fajok, illetve alfajok nagyon gyorsan bevihetőek, felismerésük nem okoz problémát.

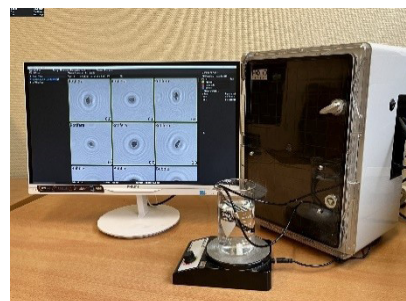
A mikroszkópok lehetnek ipari vagy laboratóriumi kivitelezésűek. Az ipari verzió közvetlenül rá van kötve a vízhálózatra, és onnan a programjának megfelelően veszi a vizet és végzi a méréseket. A mérések eredményei koncentrációkat tartalmazó grafikonokon jelennek meg (pl. nematóda/liter), de az egyes képek is megtekinthetők. Ezek a grafikonok helyben vagy távolról is elérhetők, illetve a felhőben futó szerverre is feltöltésre kerülnek, ahol azok strukturáltan jelennek meg, és a megfelelő jogosultságok figyelembevételével megtekinthetők. A laboratóriumi kivitel egy petri-csészéből szívja fel a mintát és programozható módon végzi a mérést.

Holodetect LVol: nagy térfogat átvizsgálására

A Holodetect LVol mikroszkóp (3. ábra) nagy térfogatot képes áttekinteni, ami akár azt is jelentheti, hogy egy liter vizet is képes sűrítés nélkül átvizsgálni egy óra alatt. Ez a mikroszkóp 10 mikron fölötti objektumokat tud detektálni, például férgek (nematódák, rotiferák) és véglényeket (amőbák), valamint vízben úszó törmelékszemcséket (4. ábra). A mikroszkóp paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A Holodetect LVol paramétereit

	Holodetect LVol
Tipikus objektum méret	15-300 μm
Detektálható (legkisebb) objektumméret	4,5 μm
Holografikus felbontás	2 μm
Mérési sebesség	15-50 ml/min
Átfolyós cella mélysége	10 mm
Fluoreszcens jel mérése	-
Laboratóriumi kivitel	+
Ipari kivitel	+
Méret (W x L x H)	30 x 30 x 40 cm
Súly	6 kg



3. ábra. A Holodetect LVol mikroszkóp

A mikroszkóp tipikus vízipari alkalmazásának egyik példája a gépházi folyamatok monitorozása. Az eszköz képes a kimenő ivóvíz folyamatos vizsgálatára, vagy akár több homokszűrő párhuzamos mérésére teljesen automatizált módon. Segítségével folyamatosan követhetővé válik a féregszám, a homokszűrőkből kilépő szemcsék száma és méreteloszlása, illetve a víz zavarosságának változása. A műszer kiválóan alkalmazható hirtelen változások észlelésére és jelzésére.



4. ábra. A Holodetect LVol mikroszkóppal készített képek

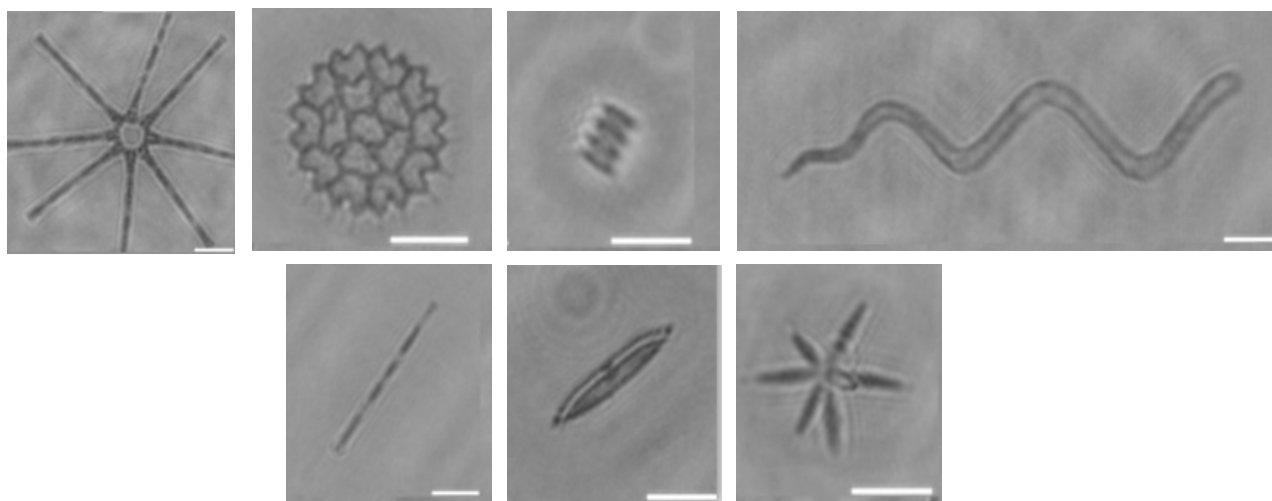
Holodetect HiRes és Holodetect HiRes+Fluor: nagyfelbontású mikroszkópok

A Holodetect HiRes, illetve a Holodetect HiRes+Fluor típusok nagyfelbontásúak, azaz lényegesen kisebb objektumok detektálására is alkalmasak. A Holodetect HiRes+Fluor mikroszkóp különlegessége, hogy az egyes objektumok autofluoreszcens válaszát is képes mérni. Ez kifejezetten alkalmassá teszi felszíni vizek, vagy kifejezetten alga minták vizsgálatára. A mikroszkópok paramétereit az [2. táblázat](#) foglalja össze.

2. táblázat. A Holodetect HiRes és Holodetect HiRes+Fluor paramétereit

	Holodetect HiRes	Holodetect HiRes+Fluor
Tipikus objektumméret	3-75 µm	3-75 µm
Detektálható (legkisebb) objektumméret	1,5 µm	1,5 µm
Holografikus felbontás	0,6 µm	0,6 µm
Mérési sebesség	3,6-18 µl/min	3,6-18 µl/min
Átfolyós cella mélysége	200 µm	200 µm
Fluoreszcens jel mérése	-	+
Laboratóriumi kivitel	+	+
Ipari kivitel	-	-
Méretetek (W x L x H)	30 x 48 x 35 cm	30 x 48 x 35 cm
Súly	7,5 kg	8 kg

Ez a két mikroszkóp laboratóriumokban használható. A Holodetect HiRes+Fluor kifejezetten alkalmas felszíni vízminták elemzésére, alga populáció ([5. ábra](#)) folyamatos monitorozására és vasbaktérium telepek detektálására. Gyors tanításának köszönhetően, képes követni a szezonális algafajokat, illetve kezeli a különböző területekről érkező mintákban levő fajok változatosságát.



5. ábra. A Holodetect HiRes mikroszkóppal készített képek

Irodalomjegyzék

[1] <https://sztaki.hun-ren.hu/kormanyzat/termek/digitalis-holografikus-mikroszkop>

[2] <https://www.holodetect.com/>

Innovatív megoldások a vízkezelésben

A tisztított szennyvíz mezőgazdasági hasznosításának feltételei és következményei

Nagy-Mezei Csenge^{1,2}, Bezsenyi Anikó², Kardos Levente¹

Absztrakt

A települési szennyvíz kezeléséről szóló, 91/271/EGK irányelv legutóbbi módosításának leglényegesebb elemei közé tartozik a harmadlagos tisztítás bevezetési kötelezettsége és határértékeinek szigorítása. Ezek a tisztított szennyvízzel az élővizekbe bocsátott növényi tápanyagok (nitrogén- és foszforformák) mennyiségének csökkentését szolgálják. Az intézkedések célja, az érzékeny vízbázisok védelme és az eutrofizáció megelőzése. A befogadóba bocsátott, tisztított szennyvíz összes N- és P-koncentrációjára vonatkozó határérték csökken, az elvárt eltávolítási hatások fokozódnak. A befogadó vízbázis tápanyagterhelésének csökkentése érdekében, a tisztított szennyvíz egy része felhasználható mezőgazdasági öntözésre. Amennyiben a kezelt települési szennyvíz újrafelhasználásra kerül, meg kell felelnie az (EU) 2020/741 rendeletben meghatározott követelményeknek, azonban a szabályozásba újonnan belépő mikroszennyezők és mikroműanyagok befolyásolhatják a tisztított szennyvíz hasznosíthatóságát.

Abstract

Among the most essential elements of the recent amendment of the 91/271/EEC directive on the treatment of municipal wastewater is the obligation to introduce tertiary treatment and the tightening of its limits, which serves to reduce the amount of plant nutrients (nitrogen and phosphorus forms) released into watercourses with treated wastewater. The aim of the recent requirements is to protect sensitive water bases and prevent eutrophication. The limit values for total N and P concentrations of the treated wastewater discharged into the receiving water base decrease, and the expected removal efficiency increases. In order to reduce the nutrient load of the watercourses, part of the treated wastewater can be used for agricultural irrigation. If treated municipal wastewater is reused, it must meet the requirements set out in Regulation (EU) 2020/741. However, micropollutants and microplastics that are newly included in the regulation may affect the use of treated wastewater.

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék
1118 Budapest, Villányi út 29-43.

² Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
1087 Budapest, Asztalos Sándor út. 4.
pribelszky@fcsm.hu

Biológiailag tisztított kommunális szennyvizek újrahasznosításának lehetőségei

Hárs Lilla, Rácz Gábor, Borsos Krisztina, Lakner Gábor¹

Az elmúlt évek riasztó tapasztalatai nyilvánvalóvá tették, hogy a klimatikus változásokhoz haladéktalanul alkalmazkodnunk kell. Fel kell készülnünk nagy árvizek, illetve hosszú ideig tartó száraz, aszályos időszakok váltakozására. A lakosság a nyári, aszályos időszakban is igényt tart az elérhető vízbázisra csak úgy, mint a mezőgazdaság és az ipar, de annak korlátozottsága miatt előnytelen verseny alakulhat ki. Fontos továbbá, hogy az országhatárokon belül tartsuk vizeinket, az olyan meglévő, de az aszálytól veszélyeztetett víztesteinket kihasználva, mint a Velencei tó.

Az ilyen problémák enyhítésében nyújthat segítséget az előtisztított, elfolyó szennyvizeink és egyéb vizeink újrahasznosítása, felhasználása. Ennek több forrása is lehet: esővíz gyűjtése, betárolása és/vagy felhasználása, az ipar saját tevékenységéből származó szennyvízének újrahasznosítása, illetve a kommunális, tisztított szennyvizek felhasználása az iparban vagy az agrárszektorban.

Gyakorlatilag minden kommunális, biológiai szennyvíztisztító eltér valamilyen szempontból egymástól; nemcsak a kezelendő víz mennyisége, hanem az adott településen jelen lévő ipari tevékenység jellege, részaránya tekintetében is. Így a tisztított víz minősítése a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. számú és 5. számú mellékletei mellett, olyan speciális paraméterek megfogalmazását is igényelheti, amelyek az újrahasznosításuk módszereit segíthetik, valamint felhasználásuk lehetőségét is döntően befolyásolhatják. Ezért hivatásunk része olyan eljárások kifejlesztése, hozzáillesztése, amelyek ezeknek a speciális vízbázisoknak a felhasználását is képesek megbízható és fenntartható módon megvalósítani.

¹ Hidrofilt Kft.

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

racz.g@hidrofilt.hu

Mikroműanyagok felszíni vízből történő eltávolíthatóságának vizsgálata koagulációval: az Unichem Kft. kísérleteinek bemutatása

Ábrahám Nóra, Kecskés Judit, Süveges-Gruber Andrea, Májer Marcell¹

A mikroműanyagok szilárd, apró, vízben oldhatatlan részecskék, amelyek a műanyagok ipari mértékű gyártásával, felhasználásával, illetve legnagyobb arányban a hulladékká vált műanyagok öregedésével, degradálódásával kerülnek a környezetünkbe. Szinte mindenhol kimutatták már a jelenlétüket: talajban, vizekben, levegőben és élő szervezetekben egyaránt. Egészségre gyakorolt káros hatásuk még nem teljesen felderített. Az ECHA korlátozásokat jelentett be a szintetikus mikroműanyagok gyártására, valamint jogszabályalkotók, hatóságok látókörébe is bekerültek ezek a szennyező komponensek. A megfelelő, standardizálható kimutatási módszerek kidolgozása mellett, fontos annak vizsgálata is, hogy miként lehet őket eltávolítani a különböző közegekből.

Előadásunkban az Unichem Kft. által gyártott BOPAC, magas bázicitású polialumínium-klorid koagulánssal vizsgáltuk a koagulációs technológia hatékonyságát, modell mikroműanyaggal dúsított felszíni vízminta tisztítási folyamata során.

¹ Unichem Kft.
6760 Kistelek, Kőiskola út 3.
abrahamnora@unichem.hu

Közép-Európa egyik legnagyobb ivóvíztisztító rendszerének üzemeltetési tapasztalatai a 2015. évi átadást követően

Hárs Lilla, Rácz Gábor, Borsos Krisztina, Lakner Gábor¹

A körütekintő több éven át végzett kitartó munka eredményeként, a 2015. szeptemberi sikeres műszaki átadás óta, Közép-Európa egyik legnagyobb teljesítményű ivóvíztisztító ultraszűrője folyamatosan biztosítja a kiváló minőségű ivóvizet a lakosság számára. A víztisztító megépítése nemcsak a város biztonságos ivóvízellátásához volt elengedhetetlen, de katasztrófhelyzetek esetén régiós vízellátási problémák megoldására is alkalmas, amit az elmúlt nyolcéves üzemi időszak kiválóan bizonyított.

Jelen tanulmányunk a 2015. évi műszaki átadást követő időszak legfontosabb üzemeltetési tapasztalatait hivatott részletesen ismertetni és bemutatni. A víztisztító működése során nyert adatok és tapasztalatok alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a rendszer megbízhatóan és hatékonyan látja el a régiót tiszta ivóvízzel, hozzájárulva ezzel a lakosság biztonságos vízellátásához.

¹ Hidrofilt Kft.
8800 Nagykanizsa, Magyar utca 191. | 8801 Nagykanizsa Pf.: 139.
hars.l@hidrofilt.hu

Optimising Surface-Modified Bioadsorbents for Pharmaceutical Adsorption in Fixed-Bed Systems

Bauer László^{1,2}, Szabó Lili^{1,2}, Vancsik Anna^{1,2}, Szalai Zoltán^{1,2}, Szávai Péter¹,
Bruna Silva^{3,4}, Kondor Attila Csaba¹

The rising prevalence of pharmaceutical pollutants in the environment has necessitated exploring sustainable solutions. Our research evaluated the adsorption efficiency of surface-modified straw as a bioadsorbent for five pharmaceuticals using three different dosages in fixed-bed setups. We computed the total adsorption capacity, saturation time, bed performance, residence time, adsorbent usage, and maximum adsorption capacity. Results indicated that the total adsorption capacity increased significantly from 1 g (95.03 µg for EE2) to 3 g (302.80 µg), with saturation times varying from 97.48 min at 1 g to 262.52 min at 3 g. The bed performance improved notably, peaking at 97.81% with 3 g of bioadsorbent. These findings provide insight into the adsorption behaviour and suggest that optimising bioadsorbent dosage can enhance pollutant removal efficiency in industrial applications. This study highlights the potential of agricultural by-products in addressing environmental challenges.

1 HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
Földrajztudományi Intézet
1111 Budapest, Budaörsi út 45.

2 Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék
1117, Budapest Pázmány Péter sétány 1/C

3 University of Minho
CEB - Centre of Biological Engineering
4710-057 Braga, Portugal

4 University of Minho, Campus Gualta
LABBELS - Associate Laboratory
4710-057 Braga, Portugal
bauer.laszlo@csfk.hun-ren.hu

Reuse of Textile Wastewater by Membrane Processes: RO Permeate for Dyeing and RO Retentate for Irrigation

Iva Ćurić¹, Fran Hrlić¹, Luka Brezinščak²,
Željka Zgorelec², Marija Galić², Davor Dolar¹

Textile production is a global industry, and has significantly increased the production of textile wastewater (TWW) due to emergence of “fast fashion”. This also puts pressure on water resources. Membrane processes are considered the Best Available Technology for the treatment of TWW and enable effective reuse. In this study, real TWW from the Croatian cotton knitwear industry was treated with membrane bioreactor, ultrafiltration, and reverse osmosis (RO).

The RO permeate was reused for dyeing cotton knitwear and the RO retentate was reused for irrigation of basil and beans. The results showed that RO permeate is suitable for dyeing (confirmed by an accredited laboratory). After 21 days of irrigation of basil and beans, the plants and soil were analyzed. The results showed that RO retentate can be used for irrigation, but the better option is dilution with tap water in a 50:50 ratios. The reason for this is the high concentration of organic and inorganic substances in the RO retentate.

Acknowledgment

The research was sponsored by NATO Science for Peace and Security Programme under grant ID G6087.



¹ University of Zagreb
Faculty of Chemical Engineering and Technology
10 000 Zagreb, Trg Marka Marulića 20, Croatia

² University of Zagreb
Faculty of Agriculture
10 000 Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Croatia
icuric@fkit.unizg.hr

Forward Osmosis Process Optimization When Concentrating Synthetic Red Dye Textile Wastewater

Irena Petrinic, Ana Ambroz, Hermina Buksek¹

Treating wastewater without significant investment and operational costs is a challenge for any industry today. Implementing forward osmosis (FO) in textile wastewater treatment offers high value to an industry that is a major consumer of freshwater and a significant pollutant. FO provides high water recovery rates and effective contaminant rejection, especially for dye molecules. This study investigates the application of the Aquaporin hollow fibre FO module in reducing synthetic textile wastewater volume and achieving high rejection rates, with up to 100% rejection of dye molecules observed. The volume of the feed solution, its pH, various salts in it and the concentration of the draw solution were varied to analyse their impact on filtration performance. The research optimizes operating parameters to achieve a dilution factor of 1.12 and 100% rejection at a process efficiency of 83%.

Keywords: textile wastewater concentration, forward osmosis aquaporin hollow fibre module, wastewater treatment.

¹ University of Maribor
Faculty of Chemistry and Chemical Engineering
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenia
irena.petrinic@um.si

Mitigating Nanofiltration Membrane Fouling: Key Factors and Preventive Strategies

Abelneh Terefe, Áron Bóna, Tamás Kucserka, Ildikó Galambos¹

Membrane fouling presents a significant challenge in nanofiltration (NF) processes, affecting both operational efficiency and increasing costs. Effective fouling control is essential to maintaining membrane performance and minimizing disruptions. Various preventive strategies have been developed to address this issue. Pretreatment of feedwater remains a fundamental approach to reduce foulant load. Optimizing membrane cleaning protocols is critical to remove fouling agents, maximize uptime, extend membrane lifespan, and reduce chemical usage. Identifying the ideal operating conditions, such as transmembrane pressure and crossflow rate, helps achieve a sustainable flux while minimizing fouling risks. Additionally, surface modifications—through techniques like coating, grafting, patterning, covalent coupling, and plasma treatments—offer promising methods for fouling reduction. The use of advanced nanomaterials, including polymers, nanoparticles, and nanocomposites, represents another innovative approach to enhance membrane fouling resistance.

Acknowledgment

This work has been implemented by the TKP2021-NKTA-21 project with the support provided by the Ministry of Culture and Innovation of Hungary from the National Research, Development, and Innovation Fund, financed under the 2021 Thematic Excellence Programme funding scheme.

¹University of Pannonia
University Center for Circular Economy
Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.
kalabel0941@gmail.com

Current Research Topics and Solutions in the Field of Water and Wastewater Treatment: VSZI ,24 Conference Contribution to Freshwater Section in Manifesto of BIOEAST Initiative

**Renata Gerencser-Berta, Ph.D.; Zita Zrinyi, Ph.D.,
Viktória Czuppon-Csizmadia, Ph.D.¹**

The Manifesto, presented by the Bioeast Initiative, highlights the importance of involving the region in Europe's transition to a sustainable and circular economy. It emphasizes the need for increased research, innovation, and the adoption of sustainable technologies. The region's natural resources, such as water, fertile soil and biomass, are seen as key to achieving strategic autonomy and sustainability. The Manifesto calls for public investment in bioeconomy research, focusing on food systems, bio-based products, and biomanufacturing.

The Manifesto outlines five priority areas for Freshwater sector:

1. A new water paradigm focusing on integrated watershed management and rainwater harvesting to restore small water cycles through rehydration and afforestation.
2. Nature-based solutions, rainwater harvesting, and sustainable farming to balance food, fiber, and biomass production with natural resource stewardship.
3. Regenerative agriculture and agroforestry for freshwater conservation.
4. Blue-green infrastructure, low-impact urban development, and city redesign to reduce heat island effects.
5. Freshwater bioeconomy development using water-based biomass for food, energy, and industry, emphasizing aquaculture and tourism.

¹University of Pannonia
University Center for Circular Economy
Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.

Poszterek

Global Clean Water Problem: Deteriorating Surface Water Quality in the Light of Growing Human Needs- Monitoring of Emerging Contaminants in the River Tomebamba, Ecuador

**Zita Zrínyi¹, Nikoletta Kovács¹, Renáta Gerencsér-Berta¹, Gábor Maász¹,
Gábor Németh¹, Henrietta Hampel², Raul Vazquez², Ildikó Galambos¹**

Access to clean water is recognized as a fundamental human right by the UN, but growing global demand results in water scarcity issues worldwide. In Cuenca (Ecuador), drinking water sourced from high-mountain rivers currently meets quality and quantity standards, but climate change, and anthropogenic activities may threaten it in the near future. This study aims to quantify emerging contaminants (ECs) in the Tomebamba River and assess the impact of urbanization on water quality. Semiannual water samples were collected from 15 sites along the river, and 55 ECs were quantified by UPLC-MS/MS. At the higher section of the sampling area like the drinking water intake point (site C19), 6 and 4 ECs were detected during the dry and wet seasons, with total concentrations of 30.95 ng/L and 9.11 ng/L, respectively. Further downstream, the number of ECs increased to 27 and 26, with corresponding total concentrations of 2256.44 ng/L and 480.85 ng/L. In summary, urbanization has remarkable effect on the presence of ECs: the pollution increases as the river enters Cuenca and downstream of the WWTP discharge.

Acknowledgment

The research was supported by the National Research, Development, and Innovation Office (NKFIH), Hungary (project identification number: 2021-1.2.4-TÉT-2021-00059). ZZ was supported by the Research scholarship program at University of Pannonia (2024-2.1.1-EKÖP-2024-00025 /130) with the funding of The Ministry for Culture and Innovation from the Source of The National Research, Development and Innovation Fund.

¹ University of Pannonia
University Center for Circular Economy
Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.

² University of Cuenca
Aquatic Ecology Laboratory
Faculty of Quematical Sciences
10150 Cuenca, Av. 12 de Abril, Ecuador
zrinyi.zita@pen.uni-pannon.hu

Nanofiltration Membranes for Water Purification: Balancing Micropollutant Removal and Salt Passage

Girma Daba, Áron Bóna, Ildikó Galambos¹

The pervasive use of pharmaceuticals, personal care products, and endocrine-disrupting chemicals has led to the persistent presence of micropollutants in water, posing significant risks to both ecosystems and human health. Traditional water treatment methods often struggle to effectively remove these contaminants. While various technologies (e.g. membranes, adsorbents, ion exchange) are available to tackle this issue, nanofiltration has emerged as an environmentally friendly solution that offers high water purity for drinking water applications. However, the ion rejection profile of widely used polyamide and polypiperazine membranes—characterized by high rejection of divalent ions (e.g., Ca^{2+} , Mg^{2+}) and moderate to low rejection of monovalent ions (e.g., Na^+)—is less than ideal for producing drinking water. Recent advancements in membrane materials, such as polyelectrolyte multilayers, offer a promising alternative by delivering membranes with a more favorable ion rejection profile, while maintaining effective micropollutant removal.

Acknowledgment

This work has been implemented by the TKP2021-NKTA-21 project with the support provided by the Ministry of Culture and Innovation of Hungary from the National Research, Development, and Innovation Fund, financed under the 2021 Thematic Excellence Programme funding scheme.

¹ University of Pannonia
University Center for Circular Economy
Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.
girmishdeme@gmail.com

Pharmaceutical Adsorption Using Surface-Modified Bioadsorbents in Fixed-Bed Systems

**Szabó Lili^{1,2}, Bauer László^{1,2}, Vancsik Anna^{1,2}, Szalai Zoltán^{1,2},
Szávai Péter¹, Bruna Silva^{3,4}, Kondor Attila Csaba¹**

The increasing environmental concerns surrounding pharmaceutical contaminants have driven research into biosorbents. In our study, we investigated the adsorption processes of various pharmaceuticals using surface-modified agricultural residue as a bioadsorbent, focusing on enhancing its adsorption efficiency. We conducted fixed-bed experiments to assess the adsorption capacity of five different pharmaceuticals at three varying dosages of the modified biosorbent. Results indicated that the maximum adsorption capacities increased significantly with the amount of bioadsorbent used, with the highest efficiency observed for EE2. The saturation times also varied, highlighting the kinetics of adsorption for each molecule. Our findings suggest that modified straw effectively reduces pharmaceutical contaminants, promoting sustainability and environmental protection. This work underscores the potential of agricultural waste as an effective solution for mitigating pharmaceutical pollution.

1 HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
Földrajztudományi Intézet
1111 Budapest, Budaörsi út 45.

2 Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék
1117, Budapest Pázmány Péter sétány 1/C

3 University of Minho
CEB - Centre of Biological Engineering
4710-057 Braga, Portugal

4 University of Minho, Campus Gualta
LABBELS - Associate Laboratory
4710-057 Braga, Portugal
szabo.lili@csfk.hun-ren.hu

Innovative Water and Wastewater Treatment: Harnessing the Power of Fe₃O₄/Graphene Oxide Nanocomposite Adsorbent for Pharmaceutical Contaminant Removal

Melkam Birlie, Maász Gábor, Etelka Tombácz¹

Widespread industrialization and agriculture have contaminated aquatic environments with pharmaceuticals. Despite low concentrations, these pollutants pose significant health risks, pollute water resources, and harm ecosystems. Major pharmaceutical contaminants include antibiotics, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, β -blockers, psychoactive compounds, lipid-lowering drugs, and antiretroviral drugs. Uncontrolled pharmaceutical discharge from sources, like urban wastewater, agricultural waste, and industrial effluents threatens all life. Adsorption is a practical, cost-effective solution for removing these micropollutants from water and wastewater. Fe₃O₄/Graphene Oxide (GO) nanocomposites excel as adsorbents, attracting attention due to their magnetic properties, high surface reactivity, chemical stability, and potential for modification. Diverse functional groups on these nanocomposites enhance adsorption efficiency. The adsorption mechanisms are mainly governed by electrostatic interactions, hydrogen bonding, π - π interactions, surface complexation, and ion exchange. Fe₃O₄/GO adsorbents demonstrate exceptional potential for pharmaceutical contaminant removal from water and wastewater.

¹ University of Pannonia
University Center for Circular Economy
Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.
Melkamubirlie3@gmail.com

Method Development for Simultaneous Detection of CWA in Water Samples by LC-MS/MS

Gorica Vuković, Dragica Brkić, Bojana Špirović Trifunović¹

Environmental samples are highly complex and present unique challenges due to the presence of various xenobiotics, primarily of anthropogenic origin. This complexity is particularly evident in the preparation of samples for chromatographic analysis, a critical method for detecting chemical warfare agents (CWAs) at micro-concentrations. Techniques such as liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) enable the simultaneous detection, identification, and quantification of emerging contaminants.

This research focused on the validation of LC-MS/MS for the determination of malathion, 2-chloroethyl ethyl sulfide, and diethylphosphate in water samples. Analytical standards for each analyte (10 mg) were dissolved in 10 mL of methanol (Stock standard solution 1 mg/mL). Chromatographic separation was performed using an Agilent ZORBAX Plus RRHD C18 column (150 mm x 2.1 mm, 1.8 μ m). The mobile phase for analyte separation consisted of A: 0.1% (v/v) formic acid in water and B: 0.1% (v/v) formic acid in acetonitrile, utilizing a gradient elution method. Analytes were detected using a triple quadrupole mass spectrometer in dynamic multiple reaction monitoring (dMRM) mode with positive electrospray ionization.

Calibration curves were linear across the measured ranges: for diethylphosphate and malathion, the range was 5–200 ng/mL, while for 2-chloroethyl ethyl sulfide, it was 5–50 ng/mL. The R^2 values for all analytes were above 0.99. The MRM transitions for malathion were m/z 331 $\rightarrow$ 127 (Q) and 331 $\rightarrow$ 99 (q) with fragmentation energy (Frg.) of 100 V and collision energy (CE) of 10 and 20 V, respectively. For 2-chloroethyl ethyl sulfide, the transitions were m/z 125 $\rightarrow$ 83 (Q), and 125 $\rightarrow$ 97,8; 125 $\rightarrow$ 69, and 125 $\rightarrow$ 57,7 (q), with a Frg. of 135 V and CE values of 15; 5; 5, and 30 V, respectively. For diethylphosphate, the transitions were m/z 111 $\rightarrow$ 79 (Q) and 111 $\rightarrow$ 47.1 (q), with Frg. of 100 V and CE of 10 and 30 V, respectively.

The retention times for malathion, 2-chloroethyl ethyl sulfide, and diethylphosphate were 5.8, 0.6, and 1.66 minutes, respectively.

The proposed method enabled unambiguous identification and quantification of CWA in water samples.

Keywords: CWA, LC-MS/MS method, water samples

Acknowledgment

This research was sponsored by the NATO Science for Peace and Security Programme under grant ID G6087.

¹ University of Belgrade
Faculty of Agriculture
Department of Phytomedicine
11080 Belgrade-Zemun, Serbia
spirovic@agrif.bg.ac.rs

Támogató kiállítók

ProMinent Magyarország Kft.



A ProMinent Magyarország Kft. 1992-ben alakult a ProMinent GmbH magyarországi leányvállalataként. Fő tevékenységünk a cégcsoport termékeinek – vegyszeradagoló szivattyúk, adagolórendszerek, mérő- és szabályozó berendezések és vízfertőtlenítő berendezések – magyarországi, szerbiai, horvátországi és bulgáriai értékesítése, üzembe helyezése, karbantartása és szervizelése. A fenti tevékenységi kör Magyarországon 1999-től kiegészült vízlágyítók és töltetes szűrők összeszerelésével is.

Cégünk 31 éve értékesíti a fent említett termékeket, biztosítja saját raktárából az alkatrészellátást. Az alkatrészek több, mint 85%-át saját gyárainkban gyártjuk. Ez biztosítja az optimális minőségi színvonalat a hét gyártóbázison, és függetleníti a céget a beszállítói piac ingadozásaitól.

ProMinent Magyarország Kft. was founded in 1992 as the Hungarian subsidiary of ProMinent GmbH. Our core business is the sale, commissioning, maintenance and service of the group's products – chemical metering pumps, metering systems, measuring and control technology and water disinfection equipment – on the Hungarian, Serbian, Croatian and Bulgarian market. From 1999, the above range of activities in Hungary was extended by the assembly of water softeners and water filtration equipment.

Our company has been selling the above-mentioned products and supplies spare parts from its own warehouse for 31 years. More than 85% of the components are produced in our own factories. This ensures the optimal quality standard at the seven production plants and makes the company independent from the difficulties of the supplier market.

UNICAM Magyarország Kft.

UNICAM

MAGYARORSZÁG KFT.

A UNICAM Magyarország Kft. 1993 óta a magyarországi analitikai műszer piac egyik legjelentősebb szereplője, készülékeivel jelen van a hatósági mérőhálózatokban, a víz, a környezetvédelmi, élelmiszerbiztonsági laboratóriumokban, az ipari minőségellenőrzésben és termékfejlesztésben, valamint a kutatóhelyeken és az oktatásban. A cég valamennyi termékéhez teljes körű szerviz szolgáltatást biztosít.

A forgalmazott készülékek alkalmazási területei:

- atomspektroszkópia
- molekulaszpektroszkópia
- gáz-, folyadék-, ionkromatográfia és tömegspektrometria
- termoanalitikai és reológia
- rutin és kutató optikai mikroszkópok
- roncsolásmentes anyagvizsgálat
- ipari endoszkópok
- elektronmikroszkópok
- atomerőmikroszkópok

A készülékek gyártói, a Thermo Scientific, Olympus, Hitachi, Abberior, TA Instruments és az Oxford Instruments a legmagasabb színvonalat képviselik.

Unicam Hungary Ltd. was founded in 1993. From the beginning our company is one of the top analytical instrument suppliers in Hungary. Unicam Hungary Ltd. has a great number of customers and a significant install base in Governmental Laboratory Networks, Water and Environmental Laboratories, Food Control Laboratories, Industrial Quality Control and Product Development Laboratories and in Research Centers and Education. The company also offers full service and application support for all the supplied instruments.

Unicam Hungary Ltd. represents the following application areas and techniques:

- Atomic Spectroscopy
- Molecular Spectroscopy
- Gas-, Liquid- and Ion chromatography hyphenated with Mass Spectrometry
- Thermal Analysis and Rheology
- Routine and Research Optical Microscopy
- Non-destructive Material Testing
- Industrial Endoscopy
- Electron Microscopy
- Atomic Force Microscopy

The Manufacturers represented, Thermo Scientific, Olympus, Hitachi, Abberior, TA Instruments and Oxford Instruments, are the top-quality vendors worldwide.

JUMO Hungária Kft.



A JUMO a világ egyik vezető ipari mérési, vezérlési és automatizálási megoldások szállítója. Automatizálási komponenseket és rendszereket kínálunk azon iparágak számára, amelyek gépeket terveznek, építenek, karbantartanak és optimalizálnak. Portfóliónk a termékek teljes spektrumát lefedi - a hőmérséklet- és nyomásérzékelőktől és a páratartalom-távadóktól a többcsatornás vezérlőkig és termosztátokig. Ez lehetővé teszi számunkra, hogy ügyfeleink számára világszerte személyre szabott mérési megoldásokat kínáljunk számos különböző iparágban.

JUMO is one of the the world's leading suppliers of measurement, control and automation solutions for industry. We offer automation components and systems for industries that plan, build, maintain and optimize machines. Our portfolio covers the full spectrum of products - from temperature and pressure sensors and humidity transmitters to multi-channel controllers and thermostats. This allows us to provide customers all over the world with dedicated measurement solutions for applications in many different industries.

Pannon Egyetem



Pannon Egyetem

Körforgásos Gazdaság
Egyetemi Központ Nagykanizsa

A Pannon Egyetem Nagykanizsa Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ, a PEN az ország egyik legdinamikusabban fejlődő egyetemének szerves része. A korábban Nagykanizsán működő Mezőgazdasági Főiskola bezárásával nagy úr keletkezett a város szellemi és kulturális életében. Egy város identitásának fontos része az egyetem, oktatóival és hallgatóival. Ahhoz, hogy egy város dinamikusan fejlődjön, pezsgő kulturális élete kell, hogy legyen, szükség van

a tudásközpontokra és a jól képzett szakemberekre, akik helyben maradásukkal

a város identitását erősítik. Ezért döntött úgy 1997-ben a város akkori vezetősége, hogy támogatja a felsőoktatásért, a felsőoktatási intézmény meghonosításáért indult kezdeményezést.

A Központ olyan szolgáltatásokat és lehetőségeket kínál a hallgatói számára, amelyek egyediek, a jövőre és a jövő munkájára készítik fel őket, ezáltal piacorientáltak és követendő mintaként jelenhetnek meg más vidéki felsőoktatási intézmény számára is. Az oktatási portfólió folyamatos felülvizsgálata és új lehetőségek, piaci rések keresése kell, hogy a működés alapjául szolgáljanak. Az alkalmazkodó Kampusz az oktatási szintek, a képzési területek és a képzések tartalmában is megnyilvánul.

Az Egyetemi Központ kutatási potenciáljának kihasználásával segítjük a környezetünkben működő vállalkozások fejlődését és hatékonyságát. Értéktéremtő munkát végzünk, amivel a partnerintézmények informatikai típusú problémáira tudunk megoldást kínálni.

A vízkezelésben érintett vállalkozások és egyéb intézmények széles körét tudjuk kiszolgálni speciális szaktudásunkkal; továbbá a turizmusban érintett és a helyi gazdaságot fejlesztő intézményeket támogatjuk empirikus kutatásokkal, biztosítva ezzel a térség fejlődését.

Ezüst fokozatú támogatóink



ProMinent®



Pannon Egyetemért Alapítvány

Bronz fokozatú támogatóink



UNICAM
MAGYARORSZÁG KFT.

További támogatóink



SOOS
Kutató-fejlesztő Központ
Nagykanizsa



PEN Pannon Egyetem Nagykanizsa
Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ

P Pannon Egyetem
University of Pannonia



ZALAKAROSI
FÜRDŐ

BIO
east

BALATON
KUTATÓKÖZPONT

