

9th Soós Ernő International Scientific Conference

Water and wastewater treatment in the industry 2023

IX. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia

Víz- és szennyvízkezelés az iparban 2023

címmel, 2023. október 19-20-án megrendezett konferencia
előadásainak tanulmánykötete

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

Összeállította és szerkesztette:
Kovács Barbara, Virthné Kemes Klára



Pannon Egyetemi Kiadó 2024

9th Soós Ernő International Scientific Conference
Water and wastewater treatment in the industry 2023

IX. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia
Víz- és szennyvízkezelés az iparban 2023

címmel, 2023. október 19-20-án megrendezett konferencia
előadásainak tanulmánykötete

Összeállította és szerkesztette: Kovács Barbara, Virthné Kemes Klára

Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ
Víztechnológiai Kutató Csoport

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

ISBN 978-963-396-279-4

© Pannon Egyetem Kiadó, Veszprém, 2024.



Borítóterv: Vipler Nikolett
A kiadásért felelős a Pannon Egyetem rektora



Pannon Egyetem
University of Pannonia

IX. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia
Víz- és szennyvízkezelés az iparban 2023

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	7
Ipari partnerek bemutatkozása	14
Berki Richárd: Víz, szennyvíztisztítás a JUMO termékeivel	15
Jakab Péter, Novák Márton: A Thermo Scientific legújabb víz- és szennyvízkezelési technológiát támogató analitikai fejlesztései	16
Molnár Olivér: Online vízelemzés és precíz vegyszeradagolás a tiszta ivóvízért	17
Körforgásos vízgazdálkodás kihívásai	18
Dr. Major Veronika: A körforgásos (zöld) gazdaság eszközszerkezete	19
Dr. Ricza Tamás: MOL innovatív víztechnológiák	20
Szántó Szilvia, Bárczi Miklós: Óceánunk és vizeink minőségének helyreállítása 2030-ig misszió bemutatása	21
Graziella Liana Turdean: Nanostructured based chemically modified electrode for heavy metals detection in water	22
Irena Petrinic, Ross D. Jansen van Vuuren, Ana Ambroz, Thomas Luxbacher, Hermina Buksek: Thermo-responsive PAG Based Commercial Draw Solutions for Forward Osmosis	23
Ilcsik Csaba: Digitalizáció a víziparban	24
Új kihívások a vízkezelésben	25
Keresztényi István, Pogácsás János, Szilágyi Eszter: A körforgásos vízgazdálkodás realitása a Dunai Finomítóban	26
Szabó István, Pitás Viktória Bordós Gábor, Prikler Bence, Harasztiné Hargitai Réka, Micsinai Adrienn, Szoboszlai Sándor: Modellrendszer alkalmazása szennyvíztisztító telepek mikroműanyag forgalmának in vitro elemzésére	27
Dr. Zsiborács Henrik, Dr. Vincze András, Hegedűsné Dr. habil. Baranyai Nóra: A távhőellátásra felhasznált hőmennyiség bemutatása a Duna magyarországi szakaszán, a folyómenti települések vonatkozásában	28
Hajnalka Jankovics, Éva Tóth, Zoltán Lábadi, Péter Petrik, Ferenc Vonderviszt: Development of flagellin protein-based heavy metal sensing layers for biosensors	36
Juan Santiago Hidalgo Viteri, Graziella Turdean, Ildikó Galambos: Multiwalled carbon nanotubes modified glassy carbon electrodes as a platform for sensing diclofenac sodium	37
Gábor Rácz, Lilla Hárs, Krisztina Borsos, Gábor Lakner: Advanced waste water treatment technologies for the industry	38

Dobos István: SWM - Felszíni csapadékvizek menedzselése	39
Technológiai kihívások mikroszennyezők tekintetében	40
Szalay András: Fenntartható víztisztítás hazai gyártású regenerálható adszorbensekkel a körforgásos gazdaság szemléletében	41
Alapi Tünde, Farkas Luca, Covic Anett, Orosz Gyöngyi: Perszulfáttal kombinált UV és UV/VUV fotolízis vizsgálata gyógyszer hatóanyagok eltávolítására	42
Goda Zoltán: Szerves mikroszennyezők kockázatbecslése a parti szűrésen alapuló ivóvízellátásban	43
Nagy-Mezsei Csenge, Bezsenyi Anikó, Gyarmati Imre, Kardos Levente: A mikroszennyezők eltávolíthatósága a szennyvízből – a 91/271/EGK irányelv módosításának várható kihívásai	53
Szabó Lilli, Vancsik Anna, Bauer László, Szalai Zoltán, Kondor Attila Csaba: A 17 α -etinilösztadiol eltávolítása bioadszorbensekkel rögzített-ágyas (fixed-bed) rendszerben	54
Nikoletta Kovács, Gábor Maász, Renáta Gerencsér-Berta, Ildikó Galambos, Etelka Tombácz: Hydrophobized magnetite nanoparticles for water remediation: removal of endocrine disrupting bisphenol A	55

Poszterek	56
Abelneh Terefe, Tamás Kucserka, Ildikó Galambos: Emerging Issues in the Treatment of Thermal Water Effluents in Hungary	57
Orsolya Adamcsik, Borbála Oláhné Horváth, Renáta Gerencsér-Berta, Balázs Somogyi, Ferenc Jakab, Ildikó Galambos: Human virus monitoring from communal and hospital wastewater in Hungary	66
Ágoston Barbara, Kovács Nikoletta, Gerencsérné dr. Berta Renáta: Alacsony költségvetésű mezőgazdasági hulladék adszorbens felhasználása különböző szermaradványok vízből történő eltávolítására	67
Anna Szántó, Gábor Maász, Renáta Gerencsér-Berta, Ildikó Galambos, Zita Zrínyi: Ecopharmacovigilance - Environmental aspects of safe use of pharmaceuticals	68
Bauer László, Vancsik Anna, Kondor Attila Csaba, Szalai Zoltán, Szabó Lili: Bioadszorbensek szorpciós kapacitásának vizsgálata különböző gyógyszerhatóanyagok esetében	69
Farkas Luca, Covic Anett, Dragic Teodóra, Csaplár Constance, Alapi Tünde: UV/klór eljárások alkalmazása a trimetoprim és az 5-fluorouracil eltávolítására	70
Aliz Füleki-Veress, Gyöngyi Barna, Tünde Takács, Renáta Gerencsér-Berta, András Makó: Investigation of the hydrophobic character of soils with Krüss DSA 100	71
Lilla Hárs, Gábor Rácz, Krisztina Borsos, Gábor Lakner: Development of modular water treatment equipment based on MBR technology for the treatment of meat processing industry wastewater	78
Gábor István Németh, Ildikó Galambos, Klára Virth-Kemes, Renáta Gerencsér-Berta: Laboratory treatment and preparation of PET microplastics	79
Ivett Pálfi, Mihály Pósfai, Attila Demény, György Czuppon, Péter Pekker, Zoltán May, Ferenc Visnovitz, Ferenc Kristály, Daniel Veres, Fabien Arnoud Zoltán Szalai, János Korponai, Mihály Molnár, Zoltán Szabó, Enikő Magyar: Environmental and climatic changes over the past 10 000 years inferred from geochemistry of Lake Balaton	80
Sara Sardou, Hajnalka Jankovics, Ildikó Galambos: Development of functionalized flagellar Nanorods for environment monitoring applications	81

Támogató/ Kiállítók	82
ACO Kereskedelmi Kft.	83
ProMinent Magyarország Kft.	85
UNICAM Magyarország Kft.	86
Auro-Science Consulting Kft.	88
JUMO Hungária Kft.	89
Sezako Hungary Kft.	90
LAB-EX Laborkereskedelmi Kft.	92
Pannon Egyetem Nagykanizsa	93
Támogatók	94

A konferencia programja / Conference timetable

Program: 2023. október 19.

09:30-10:00	Regisztráció /Registration
10:00-10:15	Köszöntő beszédek / Welcome speeches
10:15-12:15	Plenáris előadások /Plenary lectures
12:15-13:15	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
13:15-14:00	Ipari partnerek bemutatkozása / Presentation of industrial partners
14:00-14:15	Kávészünet (poszter szekció megtekintése) / Coffee break (view of the poster section)
14:15-15:15	Szekció előadások I. / Section lectures I.
15:15-15:35	Kávészünet (poszter szekció megtekintése) / Coffee break (view of the poster section)
15:35-16:35	Szekció előadások II. / Section lectures II.
18:00-18:40	Klasszikus zenei koncert/ Classical music concert
19:00-	Gálavacsora / Gala dinner

Program: 2023. október 20.

08:30-09:00	Regisztráció /Registration
09:00-11:20	Szekció előadások I. / Section lectures I.
11:20-11:40	Kávészünet (poszter szekció megtekintése) / Coffee break (view of the poster section)
11:40-13:40	Szekció előadások II. / Section lectures II.
13:40-13:50	Konferencia záróünnepség / Conference Closing Ceremony
13:50-14:50	Ebéd/Lunch

Plenáris előadások

(Moderátor: Mezőfi Nóra)

10:15-10:40	Dr. Botos Barbara , Klímaügyekért és Klímadiplomáciáért Felelős Utazó Nagykövet (Energiaügyi Minisztérium): Nemzetközi klíma - és vízdiplomáciai keretek
10:40-11:05	Heilmann Diána , EUSDR PA4 vezető tanácsadó (Külgazdasági és Külügyminisztérium, Vízdiplomácia és Kötött Segélyhitelekért Felelős Főosztály): Víz- és Szennyvízkezeléshez kötődő feladatok és projektek koordinációja a Külgazdasági és Külügyminisztérium, Vízdiplomáciával és EU Duna Régió Stratégiával foglalkozó szakterületein
11:05-11:30	Dr. Molnár Gábor , igazgató (Balaton Fejlesztési Tanács): A körforgásos vízgazdálkodás jelentősége és megjelenése a Balaton Kiemelt Térség fejlesztésében
11:30-11:55	Goda Zoltán , tudományos segédmunkatárs (Nemzeti Köszolgálati Egyetem, Víztudományi Kar, Vízellátási és Csatornázási Tanszék): Körforgásos vízgazdálkodás - kutatások a fenntarthatóság jegyében
11:55-12:15	Szebenyi Mária Kémia Emlékverseny díjak átadása
12:15-13:15	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
13:40-13:50	Konferencia záróünnepség / Conference Closing Ceremony
13:50-14:50	<i>Ebéd/Lunch</i>

Ipari partnerek bemutatkozása

(Szekció elnök: Csákiné Prof. Dr. Tombácz Etelka)

13:15-13:30	Berki Richárd , mérnök/üzletkötő (JUMO Hungária Kft.): Víz, szennyvíztisztítás a JUMO termékeivel
13:30-13:45	Jakab Péter , kereskedelmi képviselő (UNICAM Magyarország Kft.): A Thermo Scientific legújabb víz- és szennyvízkezelési technológiát támogató analitikai fejlesztései
13:45-14:00	Molnár Olivér , értékesítő mérnök (ProMinent Kft.): Online vízelemzés és precíz vegyszeradagolás a tiszta ivóvízért
14:00- 14:15	<i>Kávészünet, poszter szekció és kiállítói standok megtekintése</i>

Körforgásos vízgazdálkodás kihívásai

(Szekció elnök: Csákiné Prof. Dr. Tombácz Etelka)

14:15-14:35	Dr. Major Veronika , alelnök (Magyar Víz- és Szennyvíztechnológiai Szövetség): A körforgásos (zöld) gazdaság eszközrendszere
14:35-14:55	Dr. Ricza Tamás , Technológiai Projekt mérnök (MOL Nyrt.): MOL innovatív víztechnológiák
14:55-15:15	Bárczi Miklós (Nemzeti Innovációs Ügynökség): Óceánunk és vizeink minőségének helyreállítása 2030-ig EU misszió bemutatása
15:15-15:35	<i>Coffee break, industrial exhibition booths and scientific posters</i>
15:25-15:55	Prof. Graziella Liana TURDEAN, PhD , professor („Babes Bolyai” University): Nanostructured based chemically modified electrode for heavy metals detection in water
15:55-16:15	Irena Petrinic, PhD , associate professor (University of Maribor, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Laboratory for Water Biophysics and Membrane Processes): Thermo- responsive PAG Based Commercial Draw Solutions for Forward Osmosis
16:15-16:35	Ilcsik Csaba , CEO (WaterScope Inc.): Digitalizáció a víziparban

Új kihívások a vízkezelésben

(Szekció elnök: Dr. Galambos Ildikó)

09:00-09:20	Dr. Keresztényi István , vízkezelési szakmérnök (Mol Nyrt. Downstream Termelés): A körforgásos vízgazdálkodás realitása a Dunai Finomítóban
09:20-09:40	Dr. Szabó István , tanszékvezető (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettoxikológia Tanszék): Modellrendszer alkalmazása szennyvíztisztító telepek mikroműanyag forgalmának in vitro elemzésére
09:40-10:00	Hegedűsné dr. habil. Baranyai Nóra , egyetemi docens (Pannon Egyetem Nagykanizsa - Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ): A távhőellátásra felhasznált hőmennyiség bemutatása a Duna magyarországi szakaszán, a folyómenti települések vonatkozásában
10:00-10:20	Hajnalka Jankovics , PhD, senior research fellow (University of Pannonia, Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering): Development of flagellin protein-based heavy metal sensing layers for biosensors
10:20-10:40	Juan Santiago Hidalgo , PhD student (University of Pannonia Nagykanizsa - University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Electrochemical Sensors for the determination of Diclofenac Sodium in wastewater
10:40-11:00	Gábor Rácz, PhD , researcher (Hidrofilt Kft.): Advanced waste water treatment technologies for the industry
11:00-11:15	Dobos István , vezető kategória menedzser és SWM menedzser (ACO Kereskedelmi Kft.): SWM- Csapadékvíz menedzsment
11:15-11:40	<i>Kávészünet, poszter szekció és kiállítói standok megtekintése</i>

Technológiai kihívások mikroszennyezők tekintetében

(Szekció elnök: Gerencsérné dr. Berta Renáta)

- 11:40-12:00** **Szalay András**, ügyvezető, kutató mérnök (Puraset Water & Metal Solutions Kft.): Fenntartható víztisztítás hazai gyártású regenerálható adszorbensekkel a körforgásos gazdaság szemléletében
- 12:00-12:20** **Dr. Alapi Tünde**, adjunktus (Szegedi Tudományegyetem, Molekuláris és Analitikai Kémiai Tanszék): Perszulfáttal kombinált UV és UV/VUV fotolízis vizsgálata gyógyszer hatóanyagok eltávolítására
- 12:20-12:40** **Goda Zoltán**, tudományos segédmunkatárs (Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar): Szerves mikroszennyezők kockázatelemzése a parti szűrésen alapuló ivóvízellátásban
- 12:40-13:00** **Nagy-Mezei Csenge**, szennyvíztisztító technológus mérnök (Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., Dél-pesti Szennyvíztisztító Osztály / Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék): A mikroszennyezők eltávolíthatósága a szennyvízből – a 91/271/EGK irányelv módosításának várható kihívásai
- 13:00-13:20** **Dr. Szabó Lili**, tudományos munkatárs (HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet): A 17 α -etinilösztadiol eltávolítása bioadszorbensekkel rögzített-ágyas (fixed-bed) rendszerben
- 13:20-13:40** **Nikoletta Kovács**, assistant research fellow (University of Pannonia Nagykanizsa - University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Hydrophobized magnetite nanoparticles for water remediation: removal of endocrine disrupting bisphenol A

Poszter szekció

Farkas Luca,	PhD hallgató (Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Molekuláris és Analitikai Kémiai Tanszék): UV/klór eljárások alkalmazása a trimetoprim és az 5-fluorouracil eltávolítására
László Bauer,	PhD student (HUN-REN Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Geographical Institute): Investigation of bioadsorbents sorption capacity for different pharmaceutically active compounds (PhACs)
Orsolya Adamcsik	assistant research fellow (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Human virus monitoring from communal and hospital wastewater in Hungary
Aliz Füleki-Veress,	technical assistant (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Investigation of the hydrophobic character of soils with Krüss DSA 100
Ivett Pálfi,	technical assistant (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Environmental and climatic changes over the past 10 000 years inferred from geochemistry of Lake Balaton
Ágoston Barbara,	tanuló (Batthyány Lajos Gimnázium): Alacsony költségvetésű mezőgazdasági hulladék adszorbens felhasználása különböző szermaradványok vízből történő eltávolítására
Abelneh Terefe,	PhD student (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Emerging Issues in the Treatment of Thermal Water Effluent in Hungary
Sara Sardou,	PhD student (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Development of functionalized flagellar Nanorods for environment monitoring applications
Gábor Németh,	technical assistant (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Laboratory treatment and preparation of PET microplastics
Lilla Hárs,	researcher (Hidrofilt Kft.): Development of modular water treatment equipment based on MBR technology for the treatment of meat processing industry wastewater
Anna Szántó,	student (University of Pannonia Nagykanizsa – University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center): Ecopharmacovigilance - Environmental aspects of safe use of pharmaceuticals

Ipari partnerek bemutatkozása

Víz, szennyvíztisztítás a JUMO termékeivel **Berki Richárd**

Jumo Hungária Kft.
1118, Budapest, Számadó utca 19., richard.berki@jumo.net

Az előadás a vízgazdálkodás és az ipari folyamatok hatékonyabb és fenntarthatóbb kezelésének kulcsfontosságú aspektusaira fókuszál. Ismerteti, hogyan segíthet a JUMO innovatív technológiája és eszközei a vízminőség ellenőrzésében, az energiahatékonyság növelésében és a vízforrások védelmében.

A cég rövid bemutatását követően külföldi, belföldi sikertörténetekkel támasztja alá hogyan lehet a JUMO termékeivel testre szabott vízgazdálkodási megoldásokat kialakítani az ügyfél egyedi igényeinek kielégítésére. Említést tesz a saját üzem szennyvíz szűrésének fejlesztéséről ezen belül a vákuum desztillációs rendszerről továbbá arról, hogyan fejlesztette az ANFACO spanyol kutatási és fejlesztési intézmény és a JUMO leányvállalata az újracirkuláló akvakultúra rendszerét saját eszközeivel. Magyarországon tervező és kivitelező cégek projektjein keresztül számos rendszer kiépítésénél jelen vannak a JUMO eszközei. Itt szó esik majd egy autóiparban kiépített festékes víz besűrítő rendszerről.

Fedezzük fel együtt a jövő vízgazdálkodási lehetőségeit!

**A Thermo Scientific legújabb víz- és szennyvízkezelési technológiát
támogató analitikai fejlesztései
Jakab Péter, Novák Márton**

*Unicam Magyarország Kft.
1144 Budapest Kőszeg u. 29, jakab@unicam.hu*

A technológia rohamos fejlődése életünk minden területén megtapasztható. A felhasznált vegyi anyagok típusa és mennyisége ugrásszerűen megnövekedett az utóbbi évtizedekben. A környezetünkbe, felszíni és felszínalatti vizeinkbe kerülő új komponensek hatásukat tekintve kockázatot hordozhatnak magukban. Ezen kockázatok felismerésében, kezelésében és minimalizálásában elengedhetetlen a pontos, precíz és megbízható minőségi-mennyiségi analitikai mérések kivitelezése.

A Thermo Scientific élen jár a legmodernebb analitikai műszerek és eljárások fejlesztésében. Előadásomban bemutatom a legújabb fejleményeket és innovatív megoldásokat a kromatográfia és tömegspektrometria területéről, amelyek segítik a víz- és szennyvízkezelés területén a körforgásos gazdálkodás hatékonyabb megvalósítását az analitika eszközén keresztül.

Online vízelemzés és precíz vegyszeradagolás a tiszta ivóvízért **Molnár Olivér**

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

Az ivóvízkezelésben elengedhetetlen a vízminőség folyamatos monitorozása és az egyes vízparaméterek beállítása.

Az elemzési folyamathoz mérőeszközöket, szondákat használunk, a különböző mérőszondákat a működési elvük alapján csoportosítjuk. A vizsgált paraméterek közül kiemelendő az optikai elven mérhető zavarosság, mivel ennek mérését az új, 5/2023. (I. 12.) számú kormányrendelet a vízművek számára már kötelezővé tette.

A mért értékek alapján történő beavatkozáshoz szükség lehet vegyszerekre is, amelyek precíz adagolásához az ivóvízkezelésben elektromágneses meghajtású membránszivattyúkat használunk, amelyek térfogat kiszorításos elven működnek és többféleképpen vezérelhetők, illetve építhetők be egy mérő-szabályozó rendszerbe.

A vízfertőtlenítéshez egy kiváló alternatíva a klór-dioxid, amit az instabilitása miatt nem lehet tárolni, hanem helyben kell előállítani. Egy ilyen rendszeren is jól szemléltethető a koncentrációmérésen alapuló vegyszeradagolás.

Online water analysis and precise chemical metering for clean drinking water **Molnár Olivér**

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

In drinking water treatment, continuous monitoring of water quality and adjustment of individual water parameters are essential.

For the analysis process, measuring devices and sensors are used, which are grouped according to their operating principle. Among the analysed parameters, the optically measured turbidity should be highlighted, as the measurement of this parameter has been made mandatory for water works by the new Government Decree No. 5/2023 (I. 12.).

Setting of the water parameters may also require chemicals, which are precisely metered in drinking water treatment by solenoid driven metering pumps, which operate as positive displacement pumps and can be controlled in various ways and integrated into a measuring and control system.

An excellent alternative for water disinfection is chlorine dioxide, which can't be stored due to its instability, but must be produced on site. Such a system can also be used to demonstrate chemical dosing based on concentration measurement.

Körforgásos vízgazdálkodás kihívásai

A körforgásos (zöld) gazdaság eszközrendszere

Dr. Major Veronika

Magyar Víz- és Szennyvíztechnológiai Szövetség

Napjainkban a körforgásos gazdaságra történő átállás szükségessége megkérdőjelezhetetlen. Az előadás áttekinti a „tervezés-gyártás-szállítás-hasznosítás-hulladékkezelés-alapanyag” kör lépéseit és elemzi a rendelkezésre álló modelleket és technikákat. Hangsúlyt kap az oktatás és kutatás szerepének vizsgálata a körforgásos gazdaság térhódításának támogatásában. A körforgásos gazdaságot támogató szabályozó eszközök esetén elemzésre kerülnek a közigazgatási eszközök (szabályozások, szabványok, stratégiák), a gazdasági eszközök (pl. adók, díjak, tarifák, támogatások) és a termékpolitikai eszközök (pl. címkék, tanúsítványok, tájékoztató kampányok).

MOL innovatív víztechnológiák
Dr. Ricza Tamás

MOL Nyrt.

A MOL-csoport “Shape Tomorrow” címmel a 2021-es évben frissítette hosszútávú stratégiáját, hogy Kelet-Közép-Európa körkörös gazdaságának vezető szereplőjévé váljon. A stratégia meghatározza azokat az irányokat, amelyek segítségével a vállalatcsoport fenntartható módon állít elő termékeket, alacsonyszéndioxid-kibocsátású üzemanyagokkal látja el a közlekedést és kibővült fogyasztói szolgáltatásokat kínál az úton lévőknek. A MOL felgyorsítja a már 2016-ban megkezdett transzformációját azért, hogy tevékenysége 2050-re karbonsemleges legyen. Ez a következő években kimagasló értékű befektetéseket jelent a körforgásos gazdaságot támogató projektekbe, ideértve a víztechnológiai innovációkat is, amelyek keretében a vállalat törekvései kiterjednek az ipari szennyvizek tisztítására, a természetes vízfelhasználás csökkentésére és a víztechnológiai folyamatok hatékonyságának növelésére.

**Óceánunk és vizeink minőségének helyreállítása 2030-ig
misszió bemutatása
Szántó Szilvia, Bárczi Miklós**

Nemzeti Innovációs Ügynökség

A Horizont Európa az Európai Unió kutatási és innovációs (K+I-) keretprogramja, amely a 2021 és 2027 közötti időszakra szól.

Biztosítja, hogy a tudomány és a technológia területén az EU-ban végzett munka hathatósan segítse a globális kihívások kezelését az olyan kritikus területeken, mint az egészségügy, az idősödő társadalom, a biztonság, a környezet- és légszennyezés, valamint az éghajlatváltozás.

A Horizont Európa keretprogram egyik újdonsága a missziók (Missions) megjelenése. A missziók bevezetésével az Európai Bizottság célja az, hogy program által meghatározott öt területen (Rák; Alkalmazkodás az éghajlatváltozáshoz; Egészséges óceánok, tengerek, parti tengervizek és belvizek; Klímasemleges és intelligens városok és Talajegészség és élelmiszer) a támogatott projekteken keresztül minél előbb konkrét, a nagyközönség számára is látható eredményeket mutasson fel az Európai Unió.

Az EU öt missziója közül az „Óceánunk és vizeink minőségének helyreállítása 2030-ig misszió” hozzájárul az Európai Unió 2030-ra kitűzött, az ökoszisztémák és a biológiai sokféleség védelmére és helyreállítására, a szennyezésmentességre, valamint a széndioxid és az üvegházhatású gázok nettó kibocsátásának csökkentésére vonatkozó, számszerűsített és mérhető célkitűzéseinek eléréséhez az EU területéhez kapcsolódó óceánon, tengereken és vizeken belül.

Nanostructured based chemically modified electrode for heavy metals detection in water

Alexandra Belcovici, Carmen Ioana Fort, Nicoleta Cotolan, Graziella Liana Turdean¹

“Babes-Bolyai” University, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Department of Chemical Engineering, Research Center of Electrochemistry and Non-Conventional Materials, Arany Janos St. 11, RO-400028, Cluj-Napoca, Romania

¹ Corresponding author: graziella.turdean@ubbcluj.ro

Chemically modified electrodes are conventional conducting or semiconducting electrode materials coated with a monomolecular, multi-molecular, ionic, or polymeric film, in order to improve different electroanalytical properties such as sensitivity, selectivity, stability and response of electrodes. The electrode modification occurs by chemical/physical methods using various constituents, such as redox substances, nanomaterials, biological, and polymers.

The aim of this work was to use different nanomaterials *i.e.*, Bi-doped aerogels/xerogels, functionalized ordered mesoporous silica (OMS) from the class of MCM-41 and SBA-15, ZnO nanoparticles as modifiers for preparing chemically modified electrodes. They were investigated by cyclic voltammetry, square-wave voltammetry, differential-pulse voltammetry and electrochemical spectroscopy impedance and were applied for the detection of Pb²⁺ and Cd²⁺ in natural drilling waters.

- 1 Belcovici A., et al., *Electroanalysis*, 2023, 35, <https://doi.org/10.1002/elan.202200395>
- 2 Cotolan N., et al., *Water, Air and Soil Pollution*, 2020, 231, 217. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04599-7>
- 3 Rusu M. M., et al., *Sensors and Actuators B-Chem.*, 2018, 268, 398. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.04.103>

Thermo-responsive PAG Based Commercial Draw Solutions for Forward Osmosis

**Irena Petrinic^{1*}, Ross D. Jansen van Vuuren², Ana Ambroz¹,
Thomas Luxbacher^{1 3}, Hermina Buksek¹**

¹*Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, University of Maribor, Smetanova ulica 17,
2000 Maribor, Slovenia*

²*Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljana, Večna pot 113,
1000 Ljubljana, Slovenia*

³*Anton Paar GmbH, Anton-Paar-Strasse 20, 8054 Graz, Austria*

**Corresponding author: irena.petrinic@um.si*

Forward osmosis (FO) is a promising technology for efficient water reclamation at low operating costs. It has shown potential in producing potable freshwater from seawater but the regeneration of the diluted draw solution (DS) still hinders further development. Thermo-responsive polymers, especially polyalkylene glycol (PAG)-based copolymers with hydrophilic ethylene oxide and hydrophobic propylene oxide units, are particularly promising DSs in FO because they provide a remarkable osmotic pressure and can be regenerated using low-grade heat. Three types of Pluronics® block copolymers, PE 6400, RPE 1740, and L-35, and two different types of random copolymers, Unilube 50MB-26 and Polycerin 55GI-2601, were selected and tested as DSs in a laboratory setup using Aquaporin hollow fibre FO membranes and artificial seawater as the feed solution. The water flux and reverse solute flux demonstrated by the PAGs were dependent on the molecular weight of the polymer used, varying from 1.5-2.0 Lm⁻²h⁻¹ and 0.04-0.4 gm⁻²h⁻¹, respectively. All polymer solutions could be regenerated at temperatures below 100 °C and were successfully reused over one cycle of FO.

Keywords: *forward osmosis, draw solution, lower critical solution temperature, polyalkylene glycols, desalination.*

Digitalizáció a víziparban

Ilcsik Csaba

WaterScope Inc.

Az elmúlt években egyre több területen terjedt el az adatok IoT eszközökkel történő valós idejű gyűjtése, elemzése, az Ipar 4.0. A víziparban jól ismert, de még nem igazán széles körben elterjedt az Ipar 4.0, és csak most tudatosul a felhasználókban, hogy mind a víztermelés, mind a szennyvíz kezelés, egy olyan átlagos gyártási folyamat, aminek az elemei földrajzilag nagy területen helyezkednek el. Olyan műszaki megoldásokra van szükség, amelyek a standard vízminőség mérési eszközök adatait képes összegyűjteni, és megfelelő mennyiségben eljuttatni az operátorokhoz, menedzserekhez, felhasználóbarát módon.

Mit is jelent az okos vízvezeték a mindennapokban? Hogyan lehet energiahatékonyságot javítani, hogyan lehet csökkenteni az NSZV-t? A vízmű cégek víznyerő területei, a szennyvíztelepek, a gépházak, az átemelő aknák, nagy kiterjedésű területen helyezkednek el, így a kábelezés, a GSM kommunikáció műszakilag, vagy gazdaságilag nem hatékony megoldás. Sok esetben a GSM kommunikáció költségessége ellen szól még, hogy nem mindenhol van lefedettség, nem mindenhol van meg a szükséges térerő, ráadásul minden mérési ponthoz, szenzorhoz egy-egy dedikált előfizetésre van szükség. Egy-egy területileg illetékes vízmű esetében több száz, több ezer mérési pontot kell több 10 négyzetkilométeres területen elérni, úgy, hogy egy rossz lefedettségű területen a mobil szolgáltatóknak hatalmas költséget jelentő beruházásokat kellene eszközölni, ha egy vízmű ilyen jellegű igényeit ki akarja elégíteni.

Új kihívások a vízkezelésben

A körforgásos vízgazdálkodás realitása a Dunai Finomítóban

Keresztényi István, Pogácsás János, Szilágyi Eszter

*Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.
H-2440 Százhalombatta, Olajmunkás u. 2., ikera@mol.hu*

A kőolajipar jelentős vízigényű iparág. Szereplői, elsősorban a kitermelő és feldolgozó üzemek a jogi és gazdasági szabályozás révén, illetve társadalmi felelősségvállalásukból adódóan a frissvíz felhasználásuk csökkentését stratégiai célként tűzik ki.

A MOL százhalombattai finomítójának fajlagos frissvíz felhasználási mutatója a fenntarthatóan működő finomítókra jellemző 1.0 m³ víz/tonna bedolgozott alapanyag célértéket jelenleg mintegy 50 %-kal haladja meg. A frissvíz kivétel csökkentésére már megvalósult projekt a finomítóban is, ahol a sómentes víz előállításának hulladékából a teljes üzemi vízigény 4-5 %-a biztosítható.

A stratégiai cél elérése további finomító szennyvízáramok visszaforgatásával lehetséges. A felhasználási terület minőségi követelményei meghatározzák az újrahasznosítás technológiáját, melynek helyes megválasztása a szennyvízből előállított ipari víz vagy akár kazántápvíz költségeit a frissvíz felhasználásával készült ipari víz költség szintje alá képes csökkenteni.

Modellrendszer alkalmazása szennyvíztisztító telepek mikroműanyag forgalmának in vitro elemzésére

**Szabó István¹, Pítás Viktória², Bordós Gábor³, Prikler Bence^{1,3},
Harasztiné Hargitai Réka², Micsinai Adrienn³, Szoboszlay Sándor¹**

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., szabo.istvan.temi@uni-mate.hu

²Pannon Egyetem, Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

³Eurofins Eurofins Analytical Services Hungary Kft.
1045 Budapest, Anonymus utca 6.

Környezetünk mikroműanyag szennyezettsége egyre nagyobb figyelmet kap, így várhatóan a tisztított szennyvíz és szennyvíziszap mikroműanyag tartalma a jövőben fontos minősítője lehet ezen anyagáramoknak, sőt akár felhasználásukat is befolyásolhatja.

Annak érdekében, hogy modellezni tudjuk, az egyes technológiai módosítások hatását a mikroműanyagok tisztítórendszeren belüli előfordulására, szükséges in vitro rendszerek létrehozása. Az általunk létrehozott műanyagmentes modellrendszert egy hazai szennyvíztisztító telep nyers szennyvizével üzemeltettük fél éven át, miközben rendszeresen mértük mind a donor szennyvíztisztító telep, mind a laboratóriumi rendszer mikroműanyag tartalmát a befolyó és elfolyó szennyvízben, valamint a szennyvíziszapban.

Laboratóriumi és üzemi eredményeink alapján a befolyó szennyvíz mikroműanyag tartalmának töredéke (<5%) távozik a tisztított szennyvízzel. Vizsgálataink alapján nincsen jelentős különbség az egyes műanyagfélések telepi viselkedésében.

Kutatásunkat a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00239 sz. projekt támogatta.

In vitro modeling of microplastics behavior in wastewater treatment plants

**Szabó István¹, Pítás Viktória², Bordós Gábor³, Prikler Bence^{1,3},
Harasztiné Hargitai Réka², Micsinai Adrienn³, Szoboszlay Sándor¹**

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., szabo.istvan.temi@uni-mate.hu

²Pannon Egyetem, Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

³Eurofins Eurofins Analytical Services Hungary Kft.
1045 Budapest, Anonymus utca 6.

The microplastic (MP) pollution of the environment has gained increasing attention. Therefore, the MP content, as a key parameter of the treated effluent and the sewage sludge of wastewater treatment plants (WWTPs), may determine their utilization in the future.

In order to be able to model the effect of certain modifications in the technology on the behavior of microplastics in the treatment plant, in vitro systems are essential. Our self-complied lab scale plastic-free model system was operated for 6 months, treating the influent of a Hungarian WWTP. The MP content of both the donor WWTP and the laboratory-scale system was measured regularly, regarding influent, effluent and sewage sludge.

The results show that only a small portion (<5%) of the MP content of the inlet wastewater leaves the WWTP with the treated effluent, and no significant difference can be observed depending on the type of plastic.

Our research was sponsored by the project 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00239.

A távhőellátásra felhasznált hőmennyiség bemutatása a Duna magyarországi szakaszán, a folyómenti települések vonatkozásában

**Dr. Zsiborács Henrik¹, Dr. Vincze András²,
Hegedűsné Dr. habil. Baranyai Nóra³**

¹Tudományos munkatárs, zsiboracs.henrik@pen.uni-pannon.hu

²Tudományos munkatárs, vincze.andras@pen.uni-pannon.hu

³Egyetemi docens, baranyai.nora@pen.uni-pannon.hu

*Pannon Egyetem Nagykanizsa, Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ,
Megújuló Energiaforrások Kutatócsoport, H-8800 Nagykanizsa, Zrínyi Miklós utca 18.*

Kivonat

Az elmúlt évtizedekben világszerte egyre növekvő figyelem irányul a fenntartható fejlődésre és az energiahatékonyságra. Az egyik ígéretes megoldás a hőenergia hasznosítása és az energiának a hulladékhőből történő visszanyerése. A legtöbb ipari folyamat és energiaigényes tevékenység jelentős mennyiségű hőtermeléssel jár, mely hő jelenleg gyakran elveszik vagy kihasználatlanul marad. A hulladékhő hasznosításával lehetőség nyílik arra, hogy a melléktermékként keletkező hőt más folyamatokban alkalmazzuk, így maximalizálva az energiafelhasználás hatékonyságát. A távhőellátás kiváló lehetőséget kínál arra, hogy a hulladékhőt felhasználjuk különféle objektumok, épületek fűtésére, így csökkentve az energiafelhasználást és az üvegházhatású gázok kibocsátását. Jelen kutatás a hulladékhő és a távhőellátás témakörével foglalkozik, azzal a céllal, hogy a Duna magyarországi szakasza vonatkozásában elemezze a folyómenti településekre vonatkozó, távhőellátásra felhasznált hőmennyiséget.

1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A környezetvédelem és az energiahatékonyság napjainkban már globális szinten is kiemelt fontossággal bír. A klímaváltozás, a fosszilis tüzelőanyagok fokozatos kimerülése és a növekvő energiaigény miatt egyre nagyobb szükség van olyan fenntartható megoldásokra, amelyek csökkentik a környezeti terhelést és növelik az energiahatékonyságot. A hőenergia és a távhőellátás olyan kiemelt területek, ahol komoly lehetőségek rejlenek az energiafelhasználás optimalizálására és a károsanyag-kibocsátás csökkentésére. Az energiahatékonyság kiemelkedő szerepet játszik az energiaszektor fejlődésében. Az energiatermelési folyamatok során jelentős

mennyiségű hő keletkezik, amely gyakran nem kerül hasznosításra, és elvész a környezetben. Ez a hőveszteség jelentős energiapazarlást eredményez, ami nemcsak anyagi szempontból, hanem környezeti hatások szempontjából is problémát jelent. Azonban az elmúlt években fokozott figyelem irányult a hulladékhő visszanyerésére és újrahasznosítására. A hulladékhő olyan hő, mely ipari vagy más folyamat során jön létre, és nem kerül hasznosításra, és közvetlenül a környezetbe kerül. Az ilyen hulladékhő újrahasznosítása különböző módokon történhet, például hőszivattyúk segítségével vagy távhő rendszerekbe történő visszavezetéssel [1., 2., 3.].

Habár napjainkban fontos célként jelentkezik a hulladékhő minél teljesebb körű felhasználása, problémaként jelentkezik, hogy az így keletkezett hőenergia teljesítményének nagysága nem feltétlenül ott és akkor áll rendelkezésre, amikor arra szükség van. Erre megoldást adhat egy mobil tároló, amelynek szállítása vasúton vagy vízen történhet, ezáltal azokra a helyekre is eljuthat a hőenergia, ahol a távhővezetékek a nagy távolságok, illetve egyéb nehézségek miatt nem kínálnak reális megoldást. A távhőellátás rendszerének ilyen típusú fejlesztése azt a célt szolgálja, hogy a központi hőtermelésre alapozott rendszereket és a felhasználókat összekapcsolja úgy, hogy mind a hőveszteség, mind a környezetre gyakorolt negatív hatások mértéke minimális legyen. [4., 5., 6.]

Magyarországon már folynak olyan kutatások, amelyek egyrészt a hulladékhőknek az eltárolhatóságával, másrészt annak vízi vagy vasúti szállíthatóságával foglalkoznak. Jelen tanulmány egy nagyobb volumenű kutatás része, amelyben azt vizsgáljuk, hogy melyik az az anyag, amely a hőt 70-80 fokon tárolni tudja úgy, hogy az képes legyen a távfűtésben, közvetlenül a fűtőközponttra csatlakozva a 60 fokos előre menő víz hőjét biztosítani. A kutatás a Duna magyarországi szakaszára és azon belüli is arra a 14 folyómenti településre fókuszál, amelyekben már ki van építve a távhőellátás. A Duna, mint szállítási út lehetőséget kínál ezeken a településeken a hulladékhő hasznosítására. A jelen kutatás elsődleges célterülete a Duna magyarországi szakaszán található települések távhőellátási jellemzőinek feltárása.

2. Anyag és módszer

A kutatás során kialakításra került egy olyan adatbázis, amely tartalmazza a magyarországi települések vonatkozásában a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiséget, gigajoule-ban kifejezve. Az adatbázis létrehozása során a Központi Statisztikai Hivatal szekunder adatai szolgáltatott információként. Az adatbázis segítségével olyan adatstruktúra került kialakításra, amely tartalmazza a Duna magyarországi szakaszán a folyómenti települések vonatkozásában a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiséget.

Számos vizsgálatra került sor az alábbiak szerint:

- **Duál mutató: Éltető-Frigyes-index**

- a. lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség gigajoule-ban, minden évre minden településre, illetve a budapesti járásokra külön-külön
- b. 1000 főre jutó a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség gigajoule/1000 fő, minden évre minden településre, illetve a budapesti járásokra külön-külön.

- **Átlag, szórás, relatív szórás, terjedelem**

- a. lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség gigajoule-ban, minden évre minden településre, illetve a budapesti járásokra külön-külön
- b. 1000 főre jutó a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség gigajoule/1000 fő, minden évre minden településre, illetve a budapesti járásokra külön-külön.

- **Koncentrációs index (Hirschman-Herfindahl-index)**

- a. A lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség gigajoule-ban, minden évre minden településre, illetve a budapesti járásokra külön-külön.

- **Hoover index**

- a. lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség gigajoule-ban és a lakosság száma minden évre minden településre, illetve a budapesti járásokra külön-külön.

3. Eredmények

Az alábbiakban a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség és annak 1000 főre vetített értékének alapstatisztikái (átlag, szórás, relatív szórás és terjedelem) kerülnek bemutatásra és elemzésre a Duna menti települések szintjén (1., 2. táblázat).

A Duna melletti települések (Budapest kivételével) átlagában a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség a vizsgált időszak alatt kisebb-nagyobb hullámozást mutatott, 2020-ban 93327,8 GJ volt. A települések CV% értéke 115,0-152,8 között mozgott, ami jelentős differenciáltságot jelez a települések között. A települések lakossági távhőellátásra felhasznált hőmennyiségének terjedelme 2020-ban meghaladta a 408 ezer GJ-t.

1. táblázat. A lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség alapstatisztikáinak alakulása a Duna menti települések szintjén 2009-2014 között (forrás: saját szerkesztés)

Alapstatisztikák	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Átlag, GJ	135135,0	135012,3	101692,8	101497,1	98755,0	90424,5
Szórás, GJ	197726,3	206310,3	102176,9	127376,4	121973,2	123500,5
Relatív szórás, %	146,3	152,8	100,5	125,5	123,5	136,6
Terjedelem, GJ	751866,0	775873,0	389167,0	486121,0	464544,0	468926,0
Alapstatisztikák	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Átlag, GJ	94384,8	97656,5	99944,7	93771,1	91695,0	93327,8
Szórás, GJ	115792,1	118660,7	121900,8	117009,6	107556,0	107285,3
Relatív szórás, %	122,7	121,5	122,0	124,8	117,3	115,0
Terjedelem, GJ	441687,0	452255,0	461777,0	444238,0	408018,0	408231,0

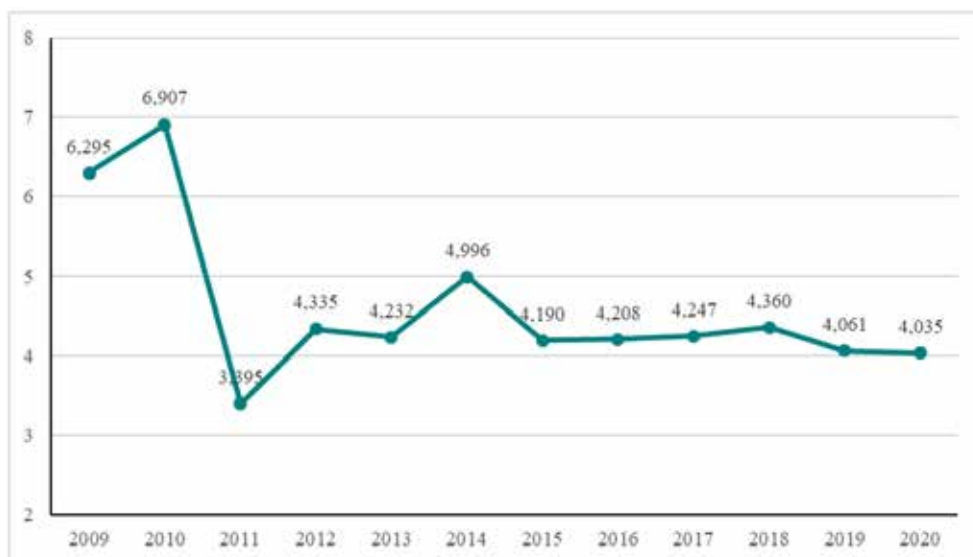
A Duna melletti települések átlagában az 1000 fő által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség a vizsgált időszak alatt kisebb-nagyobb hullámozást mutatott, 2020-ban 5203,8 GJ volt. A települések CV% értéke 113,2-128,2 között mozgott, ami jelentős differenciáltságra utal a települések között. A települések lakossági távhőellátásra felhasznált hőmennyiségének terjedelme 2020-ban meghaladta a 24 ezer GJ/1000főt.

2. táblázat. A lakosság által távhőellátásra felhasznált 1000 főre jutó hőmennyiség alapstatisztikáinak alakulása a Duna menti települések szintjén 2009-2014 között (forrás: saját szerkesztés)

Alapstatisztikák	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Átlag, GJ	6238,1	6405,7	5468,8	5193,1	5125,3	4571,5
Szórás, GJ	7064,0	7818,9	6760,1	6483,2	6532,0	5858,4
Relatív szórás, %	113,2	122,1	123,6	124,8	127,4	128,2
Terjedelem, GJ	25067,2	27745,4	25809,0	24039,4	24409,5	21452,5
Alapstatisztikák	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Átlag, GJ	4959,9	5133,2	5325,1	4936,0	5064,7	5203,8
Szórás, GJ	6338,4	6439,9	6671,5	6112,0	6384,4	6574,8
Relatív szórás, %	127,8	125,5	125,3	123,8	126,1	126,3
Terjedelem, GJ	23745,7	24067,4	24921,9	22646,9	23972,1	24632,2

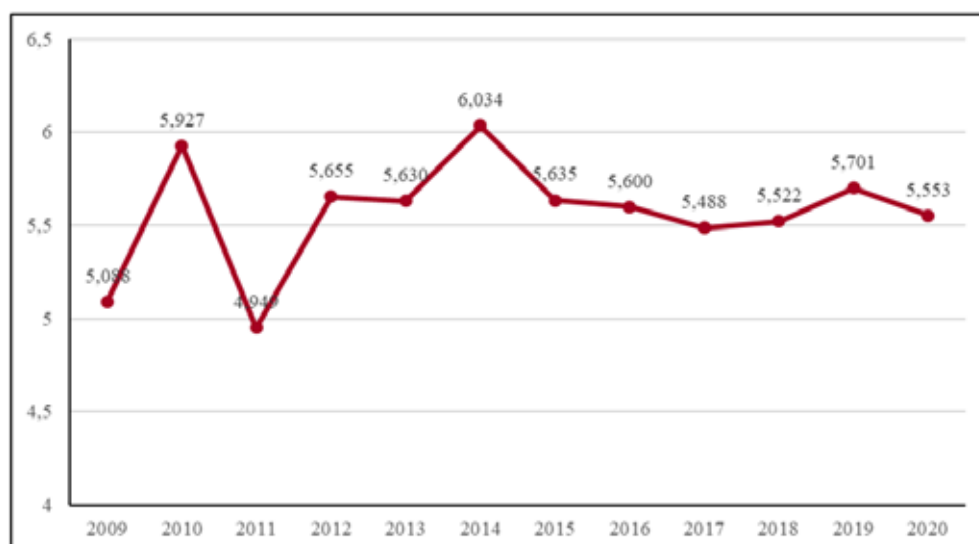
3.2. Egyenlőtlenségvizsgálat eredményei

Az alábbiakban az egyenlőtlenségvizsgálat és azon belül az Éltető-Frigyes duál-mutató eredményei kerülnek ismertetésre a Duna menti települések szintjén.



1. **ábra.** A Duna menti településeken a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség egyenlőtlenségének alakulása 2009-2020 között
(forrás: saját szerkesztés)

A lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség a Duna melletti települések tekintetében jelentős egyenlőtlenséget mutatott a vizsgált időszak alatt. (1. ábra) Az átlag feletti értékkel rendelkező településeket (Paks, Dunaújváros, Százhalombatta, Vác) az átlag alattiakhoz képest (Mohács, Baja, Érd, Dunakeszi, Szentendre, Esztergom, Nyergesújfalu, Almásfüzitő, Komárom) a legalacsonyabb értékekkel rendelkező években is több, mint háromszoros különbség jellemezte a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség tekintetében. Az Éltető-Frigyes duál mutató 2012 és 2020 között már nem mutatott erőteljes hullámzást, 2020-ban 4,035-ös értéket ért el.



2. **ábra.** A Duna menti településeken tapasztalható egyenlőtlenség alakulása a lakosság által távhőellátásra felhasznált 1000 főre jutó hőmennyiségekben 2009-2020 között
(forrás: saját szerkesztés)

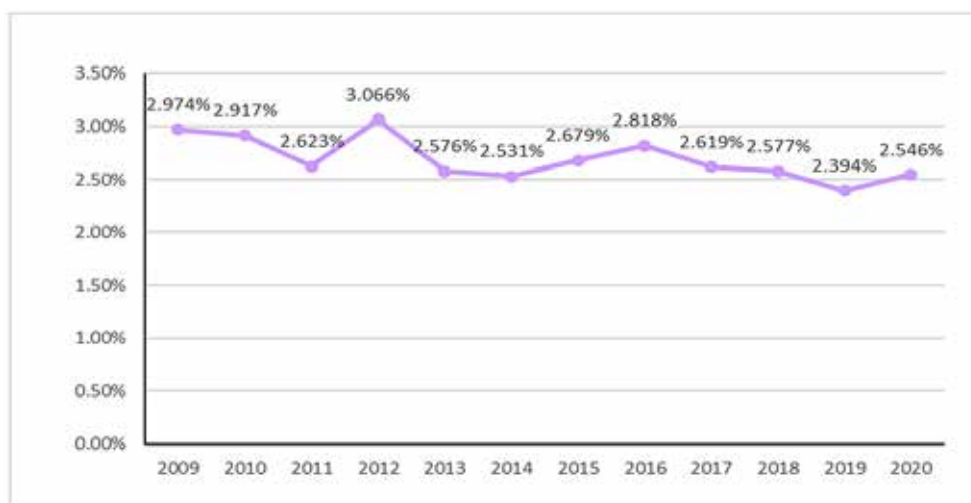
Az 1000 fő által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség a Duna melletti települések tekintetében jelentős egyenlőtlenség mutatkozott a vizsgált időszak alatt. (2. ábra) Az átlag feletti értékkel rendelkező települések átlagai (Paks, Dunaújváros, Százhalombatta, Almásfüzitő) az átlag alattiakhoz képest (Mohács, Baja, Érd, Dunakeszi, Szentendre, Vác, Esztergom, Nyergesújfalu, Komárom) 4,949-6,034 között mozogtak. Az Éltető-Frigyes duál mutató 2012 és 2020 között nem mutatott erőteljes hullámzást, 2020-ban 5,553-as értéket ért el.

3.3. Koncentrációvizsgálat és a Hoover-index eredményei

Az egyenlőtlenségvizsgálat további folytatásaként a Hoover-index meghatározására került sor, majd a koncentráció képezte további elemzés tárgyát a Hirschman-Herfindahl index segítségével. (3. táblázat)

3. **táblázat.** A Hoover-index és a Hirschman-Herfindahl-index eredményei a Duna menti települések szintjén 2009-2020 között (forrás: saját szerkesztés)

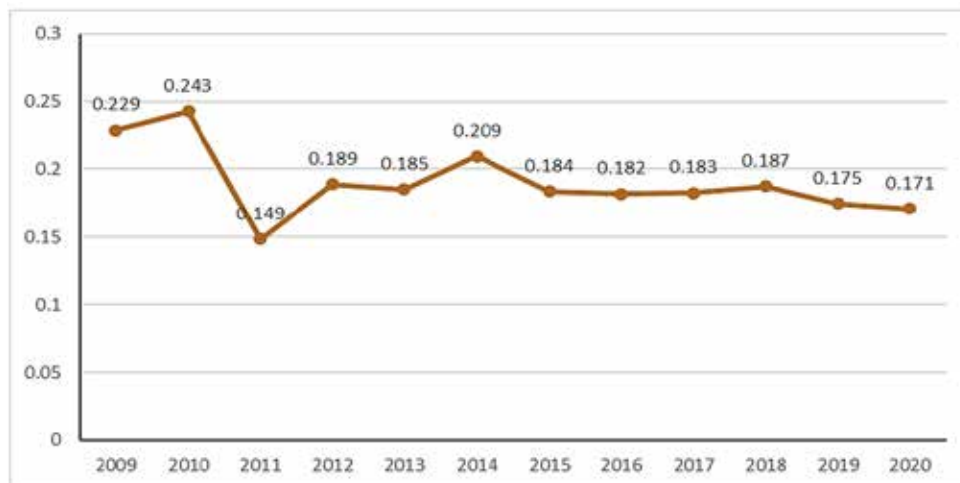
Évek	Hoover-index	Koncentrációs index
2009	2,974%	0,229
2010	2,917%	0,243
2011	2,623%	0,149
2012	3,066%	0,189
2013	2,576%	0,185
2014	2,531%	0,209
2015	2,679%	0,184
2016	2,818%	0,182
2017	2,619%	0,183
2018	2,577%	0,187
2019	2,394%	0,175
2020	2,546%	0,171



3. **ábra.** A Hoover-index alakulása a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség tekintetében a Duna menti települések szintjén 2009-2020 között, %
(forrás: saját szerkesztés)

A Hoover-index alapján (3. ábra) elmondható, hogy a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség több, mint 2%-át kellene átcsoportosítani úgy, hogy annak megoszlása megegyezzen a Duna menti települések népességének szerkezetével.

A vizsgált időszakban a lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség tekintetében a Duna menti települések nem mutattak jelentős koncentrációt, a Hirschmann-Herfindahl index (4. ábra) értéke 0,149 és 0,243 között változott 2009 és 2020 között, 2020-ban 0,171 volt.



4. ábra. A lakosság által távhőellátásra felhasznált hőmennyiség koncentrációjának alakulása a Duna menti településeken 2009-2020 között (forrás: saját szerkesztés)

4.Következtetések, javaslatok

Az energiahatékonyság és a környezetvédelem terén a hulladékhő visszanyerése és a távhőellátás napjainkban fokozódó jelentőséggel bírnak. Az energiaszolgáltatás optimalizálása és a hulladékhő hasznosítása révén csökkenthető az energiaigény és a károsanyag-kibocsátás. Egy szállítható hulladékhő-tároló lehetőséget teremtené az energiaszállítási kapacitás hiányának kiküszöbölésére, és alternatív megoldást jelenthet a hővesztések hiánya, illetve a nehezen megközelíthető területek esetén. A távhőellátás ilyen jellegű bővítése hatékonyabbá tenné az energiaszolgáltatást és csökkentené a hővesztéseket. A Duna már napjainkban is lehetőséget kínál a hulladékhő hasznosítására Magyarországon (pl. Paks) és egy mobil rendszer fejlesztése esetén a Duna menti települések jelentősebb szerepet játszhatnak a távhőellátás területén.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a 2021-2.1.2-HŐ-2021-00004 projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

1. Forman, C.; Muritala, I.K.; Pardemann, R.; Meyer, B. Estimating the Global Waste Heat Potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. **2016**, 57, 1568–1579, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.192>.
2. Yan, S.R.; Fazilati, M.A.; Samani, N.; Ghasemi, H.; Toghraie, D.; Nguyen, Q.; Karimipour, A. Energy Efficiency Optimization of the Waste Heat Recovery System with Embedded Phase Change Materials in Greenhouses: A Thermo-Economic-Environmental Study. *J. Energy Storage* **2020**, 30, 101445, <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101445>.
3. Oliveira, M.C.; Iten, M.; Cruz, P.L.; Monteiro, H. Review on Energy Efficiency Progresses, Technologies and Strategies in the Ceramic Sector Focusing on Waste Heat Recovery. *Energies* **2020**, 13, 6096, <https://doi.org/10.3390/en13226096>.
4. Huang, P.; Copertaro, B.; Zhang, X.; Shen, J.; Löfgren, I.; Rönnelid, M.; Fahlen, J.; Andersson, D.; Svanfeldt, M. A Review of Data Centers as Prosumers in District Energy Systems: Renewable Energy Integration and Waste Heat Reuse for District Heating. *Appl. Energy* **2020**, 258, 114109, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114109>.
5. Wahlroos, M.; Pärssinen, M.; Manner, J.; Syri, S. Utilizing Data Center Waste Heat in District Heating – Impacts on Energy Efficiency and Prospects for Low-Temperature District Heating Networks. *Energy* **2017**, 140, 1228–1238, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.078>.
6. Torío, H.; Schmidt, D. Development of System Concepts for Improving the Performance of a Waste Heat District Heating Network with Exergy Analysis. *Energy Build* **2010**, 42, 1601–1609, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.04.002>.

Development of flagellin protein-based heavy metal sensing layers for biosensors

**Hajnalka Jankovics^{1,*}, Éva Tóth¹, Zoltán Lábadi², Péter Petrik²,
Ferenc Vonderviszt^{1,2}**

*¹Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering,
University of Pannonia, Veszprém 8200, Hungary*

*²Institute of Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research,
Budapest 1121, Hungary*

*[*jankovics.hajnalka@mk.uni-pannon.hu](mailto:jankovics.hajnalka@mk.uni-pannon.hu)*

As a consequence of human activity, the pollutant composition of natural waters is changing dynamically, further complicated by the mostly uncontrolled decomposition products generated in the environment. However, the early detection of pollution, preventing its spread and protecting wildlife and humans through the food chain is crucial. This requires the development of field-use sensors and tests that are sufficiently sensitive and specific to a given pollutant, while at the same time being sufficiently robust.

Our work involves the development of protein-based sensing materials that self-assemble by polymerisation to build highly stable nanorods. In addition, these nanorods can contain up to thousands of contaminant-specific binding sites on their surface, allowing for a significant increase in sensitivity in sensing applications. The scaffold of the sensing protein is flagellin, the major protein component that builds the locomotor system of Salmonella bacteria. In my talk, I will present an approach to the development of a specific protein for use as a sensing layer in biosensors and the steps and results achieved so far towards its application, using the example of a nickel ion-specific flagellin variant [1]. I will briefly discuss an approach based on directed evolution, the details of which are described in more detail in Sara Sardou's poster.

[1] Labadi Z et al. Sensing Layer for Ni Detection in Water Created by Immobilization of Bioengineered Flagellar Nanotubes on Gold Surfaces. ACS Biomater. Sci. Eng. 2020 Jul. 13; 6(7) : 3811-3820. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.0c00280>.

Multiwalled carbon nanotubes modified glassy carbon electrodes as a platform for sensing diclofenac sodium

Juan Santiago Hidalgo Viteri^{1,*}, Graziella Turdean², Ildikó Galambos¹

¹ *University of Pannonia, Soós Ernő Water Technology Research and Development Center, Zrínyi Miklós St. 18., H-8800, Nagykanizsa, Hungary*

² *“Babes-Bolyai” University, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Department of Chemical Engineering, Research Center of Electrochemistry and Non-Conventional Materials, Arany Janos St.11., RO-400028, Cluj-Napoca, Romania*

**juansannin2595@gmail.com*

Given the importance of DS in groundwater and the European Union legislation, numerous techniques have been employed in order to determine DS, including chromatography (i.e., gas chromatography-mass spectrometry [1], and liquid chromatography [2]. In this sense, the present work describes the modification of a glassy carbon electrode (GCE) with the combination of micro flagellar nanotubes and multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) as a platform for the sensing of diclofenac sodium (DS) in wastewater matrices. Three types of electrodes were prepared using an easy drop-casting method. The solution was prepared using chitosan (5 mL) in combination with 1 mg of MWCNTs and 10 µL of flagellin-special nanotubes. The inner structure of the electrode was determined by using scanning electron microscopy in combination with energy-dispersive X-ray spectroscopy, Raman spectroscopy, and calorimetric titration. Furthermore, the electrochemical and analytical parameters were calculated using different electrochemical techniques such as cyclic voltagrams (CV), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and squarewave voltagrams (SWV) with the help of a computer-controlled AutoLab potentiostat (PGSTAT302N, and PGSTAT 12, EcoChemie, Utrecht, Netherlands) operated by GPES 4.7 software for cyclic voltammetry (CV) and square-wave voltammetry (SWV), and FRA 2.1 software for electrochemical impedance spectroscopy (EIS) measurements. The limit of detection (LOD) increases according to the following order: MWCNTs+Fillament $\geq$ Chitosan + Filaments $\geq$ MWCNTs. The findings presented in this study demonstrate the efficacy of filament sensing and the enhancement of electrical properties in multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs). In conclusion, it can be stated that the sensors developed in this study have demonstrated efficacy in detecting DS in wastewater samples. Furthermore, the robustness of this technology suggests its potential for application in online monitoring systems.

[1] B. Yilmaz, GC–MS determination of diclofenac in human plasma, J. Chromatogr. 71 (2010) 549. <https://doi.org/10.1365/s10337-010-1479-z>

[2] E.F. Elkady, Simultaneous determination of diclofenac potassium and methocarbamol in ternary mixture with guaifenesin by reversed-phase liquid chromatography, Talanta 82 (2010) 1604. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.07.024>

Advanced waste water treatment technologies for the industry

Gábor Rácz*, Lilla Hárs, Krisztina Borsos, Gábor Lakner

Hidrofilt Kft.

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

**racz.g@hidrofilt.hu*

Countless industrial activities almost always result in unique wastewater quality, which can also often vary over time. Inorganic, often toxic compounds, a wide variety of organic substances, solvents - which are present in several, separate phases - must be removed in such a way that it fully complies with the environmental protection aspects, and can even be recycled in the main technology. These materials are often organic components that conventional water treatment technologies cannot or can only remove to a very small extent, and in some cases they can even be toxic to microorganisms.

The audience can listen to a thought-provoking presentation about the challenges of the complex treatment of industrial waste water of our time and the limitations of the techniques according to the current state of science.

The project was sponsored by NKFIH under the “2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00310 - Húsipari szennyvizek tisztítására, MBR technológia alapú, moduláris szennyvíztisztító berendezés kifejlesztése” project number.

SWM - Surface Water Management.
Felszíni csapadékvizek menedzselése.
Dobos István

ACO Kereskedelmi Kft.

Az ACO megoldásai a csapadékvíz megtisztítására és szikkasztására.

A klímaváltozással világunk új kihívásokkal szembesül. 2025-re Európa lakosságának 70%-a urbanizált környezetben él. Urbanizált környezetben a lehulló csapadék jelentős része a felszínen folyik, gyakorlatilag megszűnik a beszivárgás lehetősége. A fő globális kihívások, amelyek új megközelítést igényelnek az SWM-kezelésben a városi területeken:

- urbanizáció, melynek hatására megnövekednek a burkolt felületek, és ezáltal megnövekszik a felszíni vizek mennyisége;
- klímaváltozás, mely hatására szélsőséges intenzitású és kiterjedésű időjárási események következnek be;
- meglévő infrastruktúra, mely korlátozott vízelvezetési képességgel rendelkezik.

Az EU felelőssége a megfelelő jogszabályi háttér és irányelvek meghatározása a csapadékvíz menedzselésével kapcsolatban. Fő cél, hogy a felületekről a csapadékvizet minél nagyobb hatékonysággal

- gyűjtsük össze,
- tisztítsuk meg,
- tározzuk,
- és lehetőleg az összegyűjtés helyén hasznosítsuk, és ne a közmű hálózatra terheljük rá.

Az ACO, mint a vízelvezetési piac meghatározó szereplője ennek érdekében a fentiekkel teljes összhangban vízkörforgási termék láncolatot fejlesztett ki.

Technológiai kihívások mikroszenyezők tekintetében

Fenntartható víztisztítás hazai gyártású regenerálható adszorbensekkel a körforgásos gazdaság szemléletében

Szalay András*

*Puraset Water&Metal Solutions Kft.
5126 Jászfényszaru, Herman Ottó u 2.
www.puraset.hu, *andras.szalay@puraset.hu*

Innovatív vízkezelő adszorbensek, melyek az arzén, bór, fluor, jód szennyezőket gazdaságosan és a környezetterhelés szempontjából optimálisan távolítják el.

Figyelembe véve egy termék környezetre gyakorolt hatását, fejlesztésekor célunk volt, hogy a termék egyszeri felhasználása helyett élettartamát (7-10 év) meghosszabbítsuk. Amikor az adszorbens használat alatt telítődik, egy visszamosós folyamatot követően élelciklusa végéig újra használható, csökkentve a keletkező hulladék mennyiségét, a késztermékek újbóli felhasználásával gazdasági értékteremtést elérve.

A gyártás és regenerálás során visszanyerhető nyersanyagok fenntarthatóbbá teszik a termelést és lelassítják a természeti erőforrások kiaknázását. A technológia mechanikai szűréssel, vegyszer adagolás nélkül távolítja el a szennyezőket elkerülve így a vízbázisok szükségtelen szennyezését, biztosítva a víz egészséges körforgását.

Adszorbenseink alkalmasak ivóvíz, élelmiszer ipari, öntözés és itatáshoz szükséges víz tisztítására.

Perszulfáttal kombinált UV és UV/VUV fotolízis vizsgálata gyógyszer hatóanyagok eltávolítására

Alapi Tünde*, Farkas Luca, Covic Anett, Orosz Gyöngyi

*Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar,
Molekuláris és Analitikai Kémiai Tanszék
6720 Szeged Dóm tér 7-8, *alapi@chem.u-szeged.hu*

A megfelelő minőségű ivóvíz előállítása napjainkban igényli a biológia vízkezelést követő, kiegészítő eljárások használatát, melyek segítségével a biológiailag nem lebontható, kis koncentrációban jelen lévő szennyezőket távolítjuk el. Ezen módszerek közé tartoznak a $\text{SO}_4^{\bullet-}$ generálásán alapuló eljárások, melyek közül az egyik legismertebb a perszulfátionok ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ és HSO_5^-) UV fotolízise, melyhez 254 nm-en sugárzó kisnyomású higanygőzlámpákat használnak. A módszer hatékonysága növelhető, ha a perszulfátionok fotolízisére alkalmas 254 nm-es UV fény mellett $\cdot\text{OH}$ generálásában is hatékony 185 nm-es VUV fotonokat is kibocsátó higanygőzlámpát használunk.

A perszulfáttal kombinált UV és UV/VUV fotolízis hatékonyságát a trimetoprim antibiotikum hatóanyag átalakulása során vizsgáltuk. Méréseink kiterjedtek a $\text{SO}_4^{\bullet-}$ és $\cdot\text{OH}$ szerepének tanulmányozására, valamint a különböző reakciókörülmények hatásának vizsgálatára is, beleértve a biológiailag kezelt vizekben jelen lévő szerves ionok hatását.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik az Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) FK132742 számú OTKA pályázat támogatását.

Farkas Luca köszöni a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-4-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Program támogatását.

Szerves mikroszennyezők kockázatbecslése a parti szűrésen alapuló ivóvízellátásban

Goda Zoltán

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

Kivonat

A környezetünkben előforduló szerves mikroszennyezők az elmúlt néhány évtizedben kerültek a kutatások fókuszába. A jellemzően antropogén forrásból származó szennyezőanyagok felszíni vizekben történő megjelenése előrevetíti annak lehetőségét, hogy parti szűrésű vízbázisainkon keresztül e vegyületek bekerülnek az ivóvízellátó rendszerekbe, a fogyasztók számára egészségügyi kockázatot jelentve. A közelmúltban zajlott kutatások rámutattak, hogy e szennyezőanyagok a Dunában és a folyóhoz kapcsolódó parti szűrésű vízbázisokban is jelen vannak. E kutatások eredményei alapján, illetve a nemzetközi szakirodalomban publikált, ivóvízre vonatkozó egészségügyi indexek felhasználásával kiszámítható az egyes vegyületek kockázati tényezője. Ezzel tulajdonképpen számszerűsíthető a szerves mikroszennyező anyagok fogyasztókra gyakorolt kockázatának mértéke. A kockázati tényezők ismeretében meghatározhatók azon szerves szennyezőanyagok, amelyek a jövőben nagyobb figyelmet és folyamatos nyomonkövetést igényelnek.

Bevezetés

Az emberiség számára elérhető édesvízkészletek állapotának naprakész figyelemmel követése mára kiemelt környezetvédelmi feladattá vált. Az édesvízkészletek mennyiségi és minőségi állapota az emberi életminőség egyik indikátora, hiszen azon túlmenően, hogy az egészséges élet egyik alapvető feltétele, a gazdaság gyakorlatilag minden szektorára jelentős hatással van. Ha globális helyzetértékelést teszünk, akkor elmondható, hogy az elérhető vízkészletek mennyiségi és minőségi mutatói egyaránt romló tendenciát mutatnak. Látható, hogy az elérhető édesvízkészletek állapota jelentős szélsőségeket mutat, hiszen egy, a túlhasználat és szennyvizek által jelentősen terhelt ázsiai folyó vízminősége nagyságrendekkel rosszabb, mint egy észak-európai, vagy egy kanadai felszíni vize. Az egyik mérőszám, amivel egy víztest terheltsége jól jellemezhető a szerves mikroszennyezők koncentrációja, hiszen ezek szinte teljes mértékben antropogén

forrásból kerülnek a környezetbe. Amennyiben e szennyezőanyagok környezeti előfordulása jelentős, elérhetik a vízbázisokat és ezáltal kockázatot jelenthetnek az emberi egészségre, életminőségre. Ebben a munkában egyes szerves mikroszennyezők a budapesti parti szűrésű vízbázisokra és az általuk ellátott fogyasztók egészségére gyakorolt kockázatát elemzem. Olyan kockázatbecslő módszert mutatok be, amelyekkel a kockázat mértéke számszerűsíthető és amelyeket Európában már többfelé sikerrel alkalmaztak. Ezt a módszert továbbfejlesztve az alacsony kockázatú szennyezőket csoportosítom és értékelem. Tekintve, hogy a szerves mikroszennyezők hazai vizekben történő előfordulásával kapcsolatosan ma már hiteles adatsorok állnak rendelkezésre, a kockázatelemzés a hazai vízbázisok és a magyar lakosság esetében is elvégezhető.

Szerves mikroszennyezők előfordulása és viselkedése a környezetben

A szerves mikroszennyezők csoportjába azon vegyületek tartoznak, amelyek literenként akár mikrogrammnyi koncentrációban is negatívan befolyásolják a víz felhasználhatóságát, fogyaszthatóságát, ökológiai paramétereit. Sokukra jellemző, hogy perzisztens, azaz biológiailag nem, vagy csak nehezen bontható vegyületek és a szennyezőforrástól jelentős távolságra képesek eljutni gyakorlatilag változatlan formában.

A szerves mikroszennyezők köre igen jelentős számú és eltérő tulajdonságú vegyületet foglal magába, ami megnehezíti vizsgálatukat, kutatásukat, eltávolítási lehetőségüket. E szennyezőanyagok csoportjába tartoznak többek között a PPCP-k (gyógyszerek és testápolási termékek), a peszticidek, a felületaktív anyagok, az égési termékek és melléktermékek, a perfluorozott anyagok (PFC), vagy az élelmiszer adalékanyagok [1]. A fejlődő analitikai módszereknek és technológiáknak köszönhetően egyre nagyobb számú vegyület kimutatására adódik lehetőség, egyre alacsonyabb (akár néhány ng/l) koncentráció mellett.

Tekintve, hogy a hazai ivóvíztermelés jelentős része parti szűrésű vízbázisokon alapul, mindenképpen érdemes vizsgálni a szerves mikroszennyezők jelenlétét a hozzájuk kapcsolódó felszíni víztestekben. A hazai felszíni vizekben előforduló mikroszennyezőkről ma már hiteles adatsorok állnak rendelkezésünkre és az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a Dunában – más európai folyókhoz hasonlóan – e vegyületek változó koncentrációban, de jelen vannak és kimutathatók, mennyiségük pedig pontosan meghatározható. Figyelembe véve, hogy hazánk legnagyobb folyója, a Duna mentén számos üzemelő és távlati parti szűrésű vízbázis található, amelyek folyamatos kapcsolatban vannak a felszíni víztesttel, érdemes, sőt szükséges kockázatelemzést készíteni a szerves mikroszennyezők parti szűrésű vízbázisokra gyakorolt kockázatainak meghatározására. Különösen, hogy Budapest teljes vízellátása is parti szűrésű vízbázisokon alapul

Szerves mikroszennyezők előfordulása budapesti parti szűrésű vízbázisokban

Egy 2016. és 2019. között zajló nemzetközi projekt során végzett kutatásban a Fővárosi Vízművek kutatói szerves mikroszennyezők jelenlétét vizsgálták a Dunában és a budapesti parti szűrésű vízbázisokban. A kutatás két üzemelő vízbázist érintett, a Szentendrei-szigeten található északi vízbázis, valamint a Csepel-szigeten Ráckeve és Szigetszentmiklós között elhelyezkedő déli vízbázis kútjaiban történt mintavételezés. A két vízbázis között elhelyezkedésük mellett lényeges különbség a kutak medertől való távolsága, amely a Csepel-szigeti vízbázis esetében nagyobb. A kutatásban 36 szerves mikroszennyezőt vizsgáltak, két felszíni víz mintavételi ponton és két kútban. A vizsgált mikroszennyezők közül tizenkettőt csak a Dunából vett vízmintákban sikerült kimutatni, a parti szűrt vízben nem voltak jelen, vagy csak a kimutathatósági határérték alatti koncentrációban. 12 vegyület kimutatható volt a felszíni és a szűrt víz mintákban egyaránt [2].

Hasonló kutatást végeztek Kondor és munkatársai a Szentendrei szigeten és a főváros területén kijelölt mintavételi pontokon. A vizsgált 111 féle gyógyszer-hatóanyagból 52 volt jelent a Dunából vett vízmintákban és 32 a parti szűrésű kutak nyersvizében. A parti szűrés hatékonysága a vizsgált gyógyszermaradványok eltávolításában 25% és 95% között mutatkozott, illetve 20 vegyület nem jelent meg a kutakban, azaz esetükben az eltávolítás hatásfoka közel 100%-nak tekinthető [3].

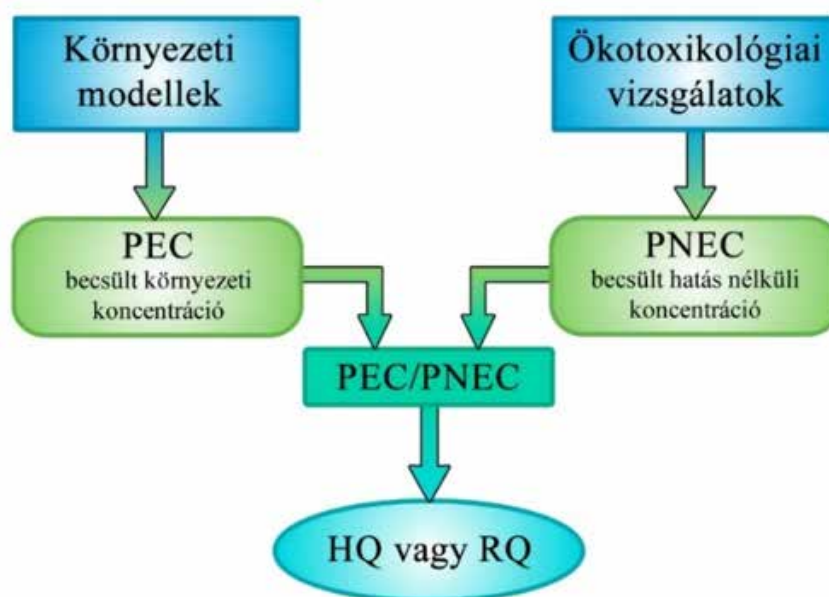
A fenti kutatások eredményei egyértelműen rámutattak, hogy a parti szűrés hatékonynak mondható a szerves mikroszennyezők eltávolításában, de egyes vegyületek akár jelentősebb koncentrációban elérhetik a parti szűrésű vízbázisok kútjait. Ebben az esetben viszont bekerülhetnek az ivóvízellátó rendszerbe és eljuthatnak a fogyasztókhoz is. A kérdés tehát az, hogy a szerves mikroszennyezők ebben a koncentráció-tartományban mekkora kockázatot jelenthetnek a fogyasztókra. Ehhez szükséges egy jól megalapozott kockázatértékelés elkészítése. Jelen tanulmányban a kockázatértékelés elvégzéséhez a kockázati tényező meghatározásának módszerét alkalmaztam.

Kockázati tényező meghatározása

A kockázati tényező (RQ) meghatározása elsősorban környezeti kockázatbecslések esetén jellemző. Az RQ számítása ebben az esetben viszonylag egyszerű, tulajdonképpen két jól meghatározható érték hányadosából számítható. Ezzel egy olyan dimenzió nélküli számot kapunk, amely magában foglalja egy szennyezőanyag becsült, vagy mért környezeti koncentrációját és azt a számított koncentrációt, amelynél negatív hatás még nem alakul ki.

$$RQ = \frac{PEC}{PNEC}$$

A kockázati tényező tehát a becsült környezeti szennyezőanyag koncentráció (PEC) és az ökoszisztémára még nem ható becsült koncentráció (PNEC) hányadosa. Egyes esetekben a PEC helyettesíthető a MEC, azaz a mért környezeti koncentráció értékével, amennyiben ezek az adatok rendelkezésre állnak. Minél nagyobb az RQ értéke, annál nagyobb a kockázat, amit a környezetbe került szerves mikroszennyező jelent. Ha az RQ értéke kisebb, mint 1, akkor nincs feltétlenül szükség beavatkozásra, hiszen a koncentráció kisebb a káros hatást kifejtő mennyiségnél, ám ha ez az érték nagyobb, mint 1, akkor további lépések, kockázatcsökkentő intézkedések lehetnek szükségesek [4]. Az RQ meghatározásának folyamata az alábbi ábrán látható.



1. **ábra.** A PEC/PNEC és a HQ/RQ összefüggései (a szerző munkája Chai Ching Hsia et al., 2018 alapján [4])

A kockázati tényező tehát jól alkalmazható egy szennyezőanyag környezeti kockázatának meghatározására. Némi átalakítással ez a módszer az ivóvízellátásra, azaz a fogyasztók egészségére jelentett kockázat mértékének meghatározására is alkalmas.

Szerves mikroszennyezők kockázatbecslése Budapest ivóvízellátásában

Köszönhetően a közelmúltban zajlott kutatásoknak, ma már a budapesti vízbázisok tekintetében is rendelkezünk szerves mikroszennyezőkre vonatkozó publikált adatsorokkal. Ezen adatsorokat felhasználva megállapítható a fogyasztókra gyakorolt kockázat. A kockázat becsléséhez azonban szükség van egy jól alkalmazható módszerre, egy képlet kidolgozására. Ehhez a korábban bemutatott, környezeti kockázatbecslésnél is alkalmazott kockázati tényező képletéből indultam ki.

A kutatásomhoz rendelkezésre álltak a Duna vizéből származó adatsorok mellett a budapesti parti szűrésű kutak adatsorai is. Ezért a parti szűrés hatékonyságára vonatkozó tapasztalatokat és adatokat az RQ értékének számításakor nem vettem figyelembe, hiszen a felhasznált adatokban már a parti szűrt víz értékei szerepeltek. Az adatokat összesítve a legrosszabb forgatókönyv elvét (worst case scenario) követve kiválasztottam

a legnagyobb mért koncentráció értékeit és a továbbiakban ezekkel számoltam. Nem vettem figyelembe az 1 ng/l-nél kisebb koncentrációban előforduló vegyületeket, mert a szakirodalmi adatok alapján ezek kockázata biztosan elhanyagolható. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy egyik adatsor sem egy-egy mérésből született, Nagy-Kovács és munkatársai összesen 6, Kondor és munkatársai összesen 107 mintavételt végeztek.

A kockázati tényező (RQ) humán kockázatbecslés esetén az alábbi képlet segítségével számítható [5]:

$$RQ_f = \frac{C_{max}}{DWEL}$$

ahol RQ_f a felnőttekre számított kockázati tényező, c_{max} az adott szerves mikroszennyező mért, maximális koncentrációja, DWEL pedig az ún. ivóvíz egyenérték. Ez utóbbi számos további paramétert vesz figyelembe.

$$DWEL = \frac{ADI \times BW}{DWI \times AB \times FOE}$$

Az elfogadható, vagy tolerálható napi bevitel (ADI/TDI) értékeit az elérhető szakirodalmi adatsorokból gyűjtöttem össze. A képletben az átlagos testsúlyt (BW) 75 kg-ban határoztam meg, a napi ivóvízbevitel (DWI) esetében 2 literrel számoltam, a gyomor-bélrendszeri felszívódási arány (AB) 1 és az expozíció gyakorisági együttható (FOE) szintén 1 volt, amely értékek szakirodalmi adatokból származnak [6]. Az adatokból a fenti képlettel számítható volt a DWEL értéke. A kapott DWEL-értékeket felhasználva a korábban részletezett módszert alkalmazva meghatároztam a felnőttekre vonatkozó kockázati tényezők (RQ_f) értékeit.

A kapott eredményeket értelmezve megállapítható, hogy a kockázati tényező egyetlen esetben sem érte el a kritikusnak számító RQ=1 értéket.

Ezt az eredményt azonban tovább lehet árnyalni. Mivel a számított RQ értéke az adott időpontban vagy egy időintervallumon belül gyűjtött vízmintákra vonatkozik, nem nyújt információt arra vonatkozóan, ha a jövőben esetleg a vizsgált szerves mikroszennyező koncentrációja változik. Éppen ezért az RQ<1 értékekre meghatároztam egy olyan osztályozási rendszert, ami az alacsony kockázati tényezők közötti különbségeket is könnyebben értelmezhetővé teszi. Azokban az esetekben, ahol a kockázati tényező értéke egy nagyságrenddel kisebb tartományba esett, mint a kritikusnak számító 1 érték (1>RQ>0,1), a kockázat mértékét „alacsonynak” minősítettem a két nagyságrenddel kisebb tartományba eső érték (0,1>RQ>0,01) esetében a minősítés „nagyon alacsony” volt. Azon vegyületek esetében pedig, ahol a kockázati tényező három vagy több nagyságrenddel kisebb volt mint 1 (RQ<0,01), „elhanyagolható” minősítést kapott.

Azaz:

$$\begin{aligned} RQ &\geq 1 - \text{kockázatos} \\ 1 > RQ > 0,1 &- \text{alacsony kockázat} \\ 0,1 > RQ > 0,01 &- \text{nagyon alacsony kockázat} \\ 0,01 > RQ &- \text{elhanyagolható kockázat} \end{aligned}$$

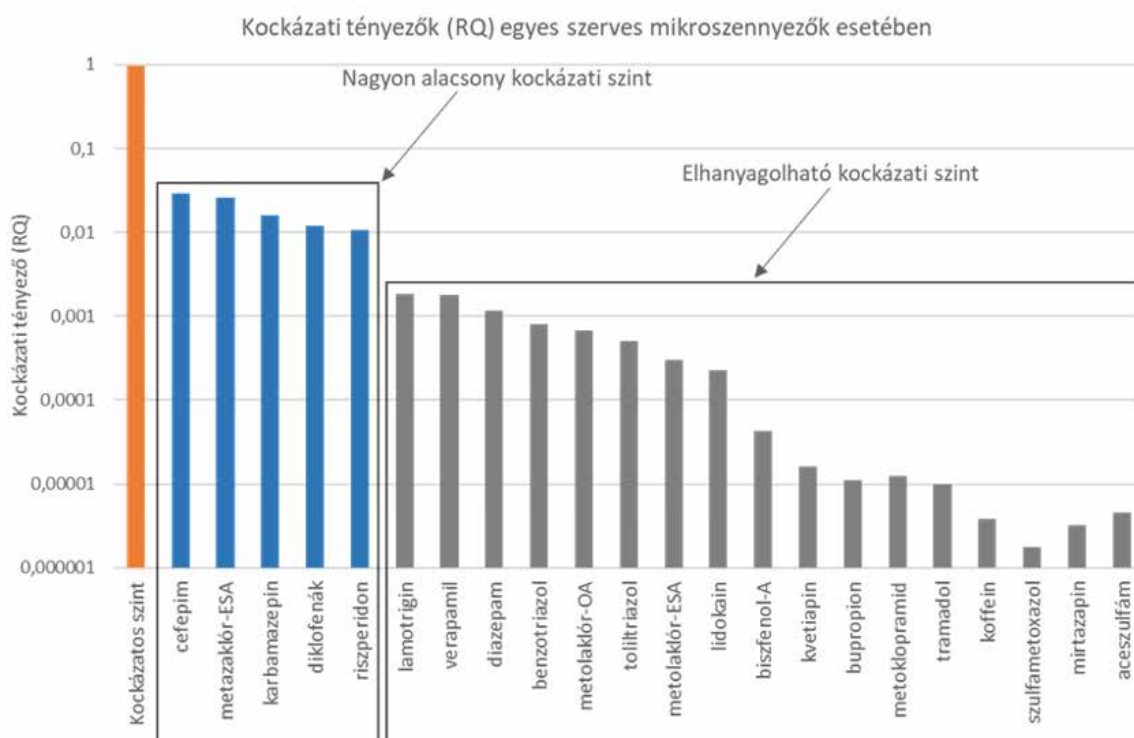
Más oldalról megvilágítva, egy általam nagyon alacsony kockázatúnak minősített szerves mikroszennyező esetében legalább tízszeres, elhanyagolható kockázatú szennyezőanyag esetében legalább százszoros koncentráció-növekedés jelentene érdemi kockázatot. Minden szerves mikroszennyező esetében pontosan kiszámolható, hogy mekkora lenne a kritikus koncentráció-növekedés mértéke, de a mérhető koncentrációk sosem állandók, mintánként eltérhetnek, vagy egy jellemző tartományon belül változnak. Ezért tartottam célravezetőnek csoportok felállítását, amelyekbe az egyes szerves mikroszennyezők RQ-értékeik alapján besorolhatók.

A számításaimhoz kapcsolódó adatokat és eredményeket az alábbi táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat. Egyes szerves mikroszennyezők ADI [7-11] és DWEL értékei, valamint számított kockázati tényezői (a szerző munkája).

Szerves mikroszennyező	ADI [ng*kg/nap]	DWEL [ng/l]	C _{max} [ng/l]	max RQ _f	Kockázat mértéke
benzotriazol	6,70×10 ³	2,51×10 ⁵	200,00	7,97×10 ⁻⁴	elhanyagolható
biszfenol-A	7,00×10 ⁴	2,45×10 ⁶	105,00	4,29×10 ⁻⁵	elhanyagolható
bupropion	5,79×10 ⁴	2,17×10 ⁶	2,39	1,10×10 ⁻⁶	elhanyagolható
toliltriazol	6,70×10 ³	2,35×10 ⁵	118,00	5,02×10 ⁻⁴	elhanyagolható
karbamazepin	2,90×10 ²	1,09×10 ⁴	176,00	1,61×10 ⁻²	nagyon alacsony
koffein	1,52×10 ⁵	5,70×10 ⁶	22,07	3,86×10 ⁻⁶	elhanyagolható
kvetiapin	1,00×10 ³	3,75×10 ⁵	6,05	1,61×10 ⁻⁵	elhanyagolható
cefepim	5,00×10 ²	1,88×10 ⁴	546,00	2,90×10 ⁻²	nagyon alacsony
diazepam	5,79×10 ⁰	2,17×10 ²	0,25	1,15×10 ⁻³	elhanyagolható
diklofenák	5,07×10 ²	1,90×10 ⁴	231,00	1,21×10 ⁻²	nagyon alacsony
lamotrigin	1,21×10 ⁴	4,52×10 ⁵	849,00	1,87×10 ⁻³	elhanyagolható
lidokain	7,20×10 ²	2,70×10 ⁴	6,10	2,26×10 ⁻⁴	elhanyagolható
mirtazapin	3,20×10 ⁴	1,2×10 ⁶	3,84	3,20×10 ⁻⁶	elhanyagolható
metoklopramid	3,80×10 ³	1,43×10 ⁵	1,79	1,25×10 ⁻⁵	elhanyagolható
riszperidon	1,40×10 ¹	5,25×10 ²	5,55	1,05×10 ⁻²	nagyon alacsony
tramadol	7,20×10 ³	2,70×10 ⁵	26,72	9,90×10 ⁻⁵	elhanyagolható
verapamil	7,20×10 ¹	2,70×10 ³	4,78	1,77×10 ⁻³	elhanyagolható
szulfametoxazol	2,75×10 ⁵	1,03×10 ⁷	18,00	1,75×10 ⁻⁶	elhanyagolható
metolaklór-ESA	7,30×10 ³	2,74×10 ⁵	83,00	3,03×10 ⁻⁴	elhanyagolható
metolaklór-OA	3,50×10 ³	1,31×10 ⁵	88,00	6,77×10 ⁻⁴	elhanyagolható
metazaklór-ESA	7,04×10 ²	2,64×10 ⁴	686,00	2,60×10 ⁻²	nagyon alacsony
aceszulfám	1,50×10 ⁷	5,63×10 ⁸	258,00	4,58×10 ⁻⁷	elhanyagolható

A táblázatban kiemeltem azokat a szerves mikroszennyezőket, amelyek esetében a kockázati tényező értéke a legnagyobb és amelyek esetében a nagyon alacsony minősítést tartottam indokoltnak. E szennyezőanyagok jelenlétének és koncentrációjának jövőbeni figyelemmel követése mindenképpen javasolt. A legérzékenyebb korcsoportba tartozó, 0-3 éves gyermekek esetén a kockázati tényező jellemzően egy nagyságrenddel nagyobb lett minden szerves mikroszennyező esetében, de ebben az esetben sem érte el a kritikus, $RQ=1$ értéket. Legnagyobb RQ értékeket a cefepim, karbamazepin, diklofenák, és a riszperidon gyógyszerek, valamint a metazaklór-ESA növényvédőszer esetében határoztam meg. A többi szerves mikroszennyező esetében a kockázati tényező 3-7 nagyságrenddel a kritikus érték alatt maradt. A 2. ábrán tüntettem fel az egyes szerves mikroszennyezők számított kockázati tényezőjét, külön kiemelve az 5 legnagyobb kockázatot jelentő vegyületet.



2. ábra. Kockázati tényezők egyes szerves mikroszennyezők esetén a budapesti parti szűrészű vízbázisokban mért értékek alapján, logaritmus skálán feltüntetve (a szerző munkája)

Ezzel a módszerrel tehát nagy pontossággal meghatározható egy-egy gyógyszerhatóanyag, vagy egyéb szerves mikroszennyező kockázata, ha az megjelenik a fogyasztónál. Fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy kockázatbecslésnél alkalmazott számításaimhoz a parti szűrészű kutak nyersvízében mérhető értékeket vettem alapul. Egyes ivóvíztisztító technológiák folyamataiban a szerves mikroszennyezők további koncentráció-csökkenése feltételezhető. Tekintve azonban, hogy ezek hatásfokát egyelőre nem tudjuk megfelelő bizonyossággal meghatározni, a kockázatbecslésnél nem vettem figyelembe.

A kapott adatokat végül összevettem a parti szűrés hatékonyságára vonatkozó adatokkal. Erre vonatkozóan meglehetősen kevés adat áll rendelkezésünkre, de valószínűsíthető, hogy egyes szennyezőanyagok érdemi koncentráció-csökkenés nélkül érhetik el a kutakat. A szakirodalomból származó adatok alapján kijelenthető, hogy a karbamazepin antidepresszáns tekinthető az egyik legnagyobb kockázatú szerves mikroszennyezőnek. E vegyület eltávolításában a parti szűrés hatékonysága igen alacsonynak – mindössze 4,2-6,4% – bizonyult mind a budapesti (Nagy-Kovács et al., 2018) mind pedig egy hasonló lengyel (Kruc et al., 2019) vízbázison folytatott kutatás alapján [2] [12]. A cefepim antibiotikum esetében az eltávolítás határfoka 37-46% volt, a riszperidon antipszichotikum koncentrációjának csökkenéséről nem állt rendelkezésemre adat. A diklofenák nem szteroid fájdalomcsökkentő gyógyszer esetében némiképpen ellentmondásos adatokat találtam. Míg budapesti vízbázisok esetében 33-44%-os eltávolítási határfokot mértek, addig ez a vegyület a lengyelországi, poznańi vízbázison végzett kutatásban már a Warta folyóhoz legközelebb eső kútból sem volt kimutatható, azaz itt az eltávolítás határfoka megközelítőleg 100%-nak vehető. A metolaklór-ESA növényvédőszer esetében 33-62% határfok volt mérhető.

Fontos megállapítani, hogy a kockázatbecslés módszere nem veszi figyelembe az ún. koktélnyújtást, azaz a különböző szerves mikroszennyezők együttes jelenléte során fellépő jelenségeket. Erre vonatkozóan rendkívül kevés információ áll jelenleg a témával foglalkozó kutatók rendelkezésére.

Összefoglalás

Az elmúlt évtized kutatásai rávilágítottak, hogy szerves mikroszennyezők jelen vannak a magyarországi felszíni vizekben is. Koncentrációjuk jellemzően ng/l tartományban mérhető, de egyes vegyületek esetében ritkábban µg/l koncentráció is előfordul. A publikált kutatási eredmények azt mutatják, hogy a parti szűrés vegyületenként eltérő határfokkal, de kimutathatóan csökkenti a szerves mikroszennyezők koncentrációját. A budapesti ivóvízbázisok termelőútjaiban mérhető koncentráció-értékek, valamint az egyes korcsoportokra vonatkozó egészségügyi határértékek felhasználásával számítható volt a kockázati tényező értéke. Bár a kritikus 1,0 értéket egyik vegyület kockázati tényezője sem éri el, a 0-3 hónapos, legérzékenyebb korosztályra vonatkozóan a karbamazepin antidepresszáns 0,12 értékével megközelíti azt. Fontos tehát a szerves mikroszennyezők további monitorozása és figyelemmel kísérése, mert ugyan a rendelkezésre álló adatok alapján a szerves mikroszennyezők ivóvízbiztonságra gyakorolt kockázata a hazai parti szűrésű vízbázisok esetében pillanatnyilag nem jelentős, számos tényező – mint a koktél-hatás, vagy a szekunder szennyezőanyagok hatása – még nem ismert kellőképpen.

Irodalomjegyzék

- [1] Knisz J. et. al: Szerves mikroszennyezők a vizekben. In Knisz Judit (szerk.): *Szerves mikroszennyezők a környezetben*. Nemzeti Közszerzői Egység, Budapest. 2020.
<https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/16640>
- [2] Nagy-Kovács Zs. et. al.: Behavior of Organic Micropollutants During River Bank Filtration in Budapest, Hungary. *Water Research*, 10. 2018.; <https://doi.org/10.3390/w10121861>
- [3] Kondor A. et. al.: Occurrence of pharmaceuticals in the Danube and drinking water wells: Efficiency of riverbank filtration. *Environmental Pollution*, 265, pp. 114893. 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114893>
- [4] Chai C. H. et. al.: Using CHARM Modelling to Decide the use and Discharge of Surfactant at an Offshore EOR Project. 2018. <https://doi.org/10.2118/192715-MS>
- [5] Vanessa de J. G. et. al.: Occurrence of pharmaceuticals in a water supply system and related human health risk assessment. *Water Research*, 72, pp. 199-208. 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.10.027>
- [6] EPA, 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables. U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 2018.
<https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/dwtable2018.pdf>
- [7] WHO (2011): *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva, Switzerland,
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241548151>
- [8] Lin H. et al. (2018): Pharmaceutically active compounds in the Xiangjiang River, China: Distribution pattern, source apportionment, and risk assessment. *Science of the Total Environment*, 636, 975-984. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.267>
- [9] Thomaidi V. S. et al. (2020): Risk assessment of PFASs in drinking water using a probabilistic risk quotient methodology. *Science of the Total Environment*, 712, 136485.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136485>
- [10] Khan U. & Nicell J. (2015): Human Health Relevance of Pharmaceutically Active Compounds in Drinking Water. *The AAPS J.*, 17(3), 558-585.
<https://doi.org/10.1208/s12248-015-9729-5>
- [11] Kondor A. et al. (2021): Occurrence and health risk assessment of pharmaceutically active compounds in riverbank filtrated drinking water. *Journal of Water Process Engineering*, 41, 102039. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102039>
- [12] Kruc R. et al. (2019): Migration of Pharmaceuticals from the Warta River to the Aquifer at a Riverbank Filtration Site in Krajkowo (Poland). *Water*, 11, 2238.
<https://doi.org/10.3390/w11112238>

A mikroszennyezők eltávolíthatósága a szennyvízből – a 91/271/EGK irányelv módosításának várható kihívásai

Nagy-Mezei Csenge^{1,2,*}, Bezsenyi Anikó^{1,3}, Gyarmati Imre¹, Kardos Levente²

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

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

³ Óbudai Egyetem, Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola, 1034 Budapest, Bécsi út 96/b

*[*pribelszkycs@fcsm.hu](mailto:pribelszkycs@fcsm.hu)*

A települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv módosításának tervezete jelenleg szakmai egyeztetés alatt áll. A direktíva követelményeket fogalmaz meg a szennyvíztisztítás hatásfokának növelésére vonatkozóan, tartalmazza a mikroszennyezők minőségi és mennyiségi meghatározását. A várható szigorítások kihívást jelentenek a szennyvíztisztító telepek számára. A környezeti és egészségügyi kockázatot hordozó gyógyszermaradványok kiemelkedő jelentőséggel bírnak a mikroszennyezők között.

The draft amendment of Directive 91/271/EEC on the treatment of municipal wastewater is currently under professional consultation. The directive formulates requirements for increasing the efficiency of wastewater treatment, includes the qualitative and quantitative determination of micropollutants. The expected strictures pose challenges for the wastewater treatment plants. Medicine residues, which carry an environmental and health risk, are of outstanding importance among micropollutants.

A 17 α -etinilösztadiol eltávolítása bioadszorbensekkel rögzített-ágyas (fixed-bed) rendszerben

**Szabó Lili*, Vancsik Anna, Bauer László, Szalai Zoltán,
Kondor Attila Csaba**

*HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet
1112 Budapest, Budaörsi út 45., *szabo.lili@csfk.hun-ren.hu*

A költségek csökkentése, valamint a természeti erőforrások kímélése érdekében, számos kutatás zajlik a mezőgazdasági hulladékok további hasznosítása érdekében. Az egyik ilyen lehetőség a zöldhulladékok bioadszorbensként való felhasználása.

A kutatás során a nyers zöldhulladékokat egységes méreteloszlásúra daráltuk és felületkezelési eljárásokkal módosítottuk. A bioadszorbensekből tölteteket készítettünk és rögzített ágyas rendszerben (fixed-bed) átfolyásos vizsgálatokat végeztünk. Az adszorpciós kísérletek előtt, 24 órán keresztül monitoroztuk az elkészült bioadszorbensek nitrogén és szerves anyag kioldódását. A továbbiakban egy endokrin diszruptorral, az 17 α -etinilösztadiollal (EE2) adszorpciós vizsgálatokat folytattunk bioadszorbensekkel kevert tölteteken.

Az eredmények alapján, a bioadszorbens jó hatékonysággal képes megkötni az EE2-t. Ezzel szemben, a kioldódó szerves anyag mennyisége miatt, a felületkezelést követően növelni kell a mosási ciklusokat.

Hydrophobized magnetite nanoparticles for water remediation: removal of endocrine disrupting bisphenol A

**Nikoletta Kovács*, Gábor Maász, Renáta Gerencsér-Berta,
Ildikó Galambos, Etelka Tombácz**

*Soós Ernő Research and Development Center
University of Pannonia Nagykanizsa-University Center for Circular Economy
H-8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.
[*kovacs.nikoletta@pen.uni-pannon.hu](mailto:kovacs.nikoletta@pen.uni-pannon.hu)*

Bisphenol A (BPA), a widely used plastic additive, is frequently detected in surface waters and in drinking water. BPA is considered an endocrine disrupting chemical, as it can alter the functions of the endocrine system. Unfortunately, the existing water treatment methods are not sufficient for the complete removal of BPA. Due to their high active surface area, bare and modified magnetite nanoparticles (MNPs) are promising for eliminate several water pollutants via adsorption. In this work the effect of two modifying agents, Na-oleate and Na-cholate, was studied on the adsorption of BPA. Quantification of BPA was carried out by UPLC-MS/MS. Hydrophobic modification of MNPs resulted in a significant increase of the adsorption capacity at pH~6.5 in 0.01 M NaCl. The removal efficiency increased from 0 to ~70% and from 0 to ~45%, using Na-oleate, and Na-cholate, respectively. After adsorption, the modified MNPs can be recovered from the treated water by simple magnetophoretic separation.

Acknowledgment

The research was supported by the Climate Change Multidisciplinary National Laboratory, project number RRF-2.3.1-21-2022-00014. Furthermore, it was prepared with the professional support of the Bolyai Fellowship (No. BO546/20/-MG) of the Hungarian Academy of Sciences.

Poszterek

Emerging Issues in the Treatment of Thermal Water Effluents in Hungary

Abelneh Terefe*, Tamás Kucserka, Ildikó Galambos

*Soós Ernő Research and Development Center
University Center for Circular Economy, University of Pannonia
H-8800 Nagykanizsa, 18. Zrínyi M. Street
[*kalabel0941@gmail.com](mailto:kalabel0941@gmail.com)*

Abstract

Salinity, thermal pollution, phenol and polycyclic aromatic hydrocarbons, effects on aquatic ecosystem are some of the emerging issues of thermal water. In addition, other chemical contaminants such as ammonia, nitrite, nitrate content, sodium equivalent and some metallic elements (As, Hg, Cd, Pb) available in thermal water effluents can cause problems to living organisms. It can have a negative impact on the environment, soil, groundwater, layer pressure and pore pressure.

Thermal water treatment methods are employed to enhance the quality and safety of thermal waters for various purposes. The commonly practiced treatment methods are filtration, microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, Reverse osmosis and ozonation are presented here under.

Various thermal water treatment methods are employed, but the selection of these methods is contingent upon the unique attributes of the thermal water source and its intended purpose. It is essential to consider factors such as water temperature, mineral content and presence of contaminants when designing a thermal water treatment system. Additionally, regulatory requirements and environmental considerations play a significant role in determining the appropriate treatment approach.

Proper treatment ensures the protection of the environment and safety of individuals while making efficient use of it. The careful and context-specific treatment of thermal water effluents plays a pivotal role in safeguarding public health and optimizing the utilization of this valuable resource.

1. Introduction

Hungary is extremely rich in thermal waters, its thermal water reserve is significant on a world scale and on European scale [1]. The thermal wells and springs are an integral part of the country's culture and tourism industry, attracting visitors from around the world seeking relaxation, wellness, and healing benefits from these natural resources. The specific types of thermal wells can vary by region, and each has its own set of characteristics and uses.

Springs and wells are filling up the swimming pools in the numerous thermal and medicinal baths. Ground waters are utilized in industry and for irrigation as well however, to a smaller extent and no extension is justified. Nevertheless, the significance

of groundwater is high in terms of natural vegetation and agriculture as well: for optimal water supply of vegetation, an appropriate depth of groundwater table is essential.

Due to its enormous hygienic considerations, the treatment of thermal water effluent is very important in so as to eliminate toxic contaminants and inactivate microorganisms [2]. The most commonly practiced disinfectants are chlorine-based treatments with facing several limitations such as the presence of chlorine resistance microorganisms and release of disinfection by-products [2]. Hence, it is important to investigate and propose suitable treatment methods, especially considering that certain methods, such as chemical treatment, come with various limitations. The most commonly used methods are filtration, sedimentation, chlorination, chemical precipitation, ultraviolet disinfection, softening, carbon filtration, ion exchange, microfiltration (MF), ultrafiltration (NF), reverse osmosis (RO) and ozonation [3].

2. Thermal Water Sources in Hungary

Hungary is known for its rich thermal water resources, and it has a variety of thermal wells and springs that are used for various purposes, including relaxation, wellness, and medical treatments [4]. Some of thermal wells and springs commonly found in Hungary are presented in [Table 1](#).

Table 1. Types of thermal wells and springs commonly found in Hungary

Types of thermal water	Contents (compositions)	Purpose
Medical thermal wells	specific chemicals	therapeutic/medicine
Bathing springs	minerals	relaxation & wellness
Balneological springs	balanced minerals	therapeutic/balneotherapy
Drinking springs	minerals	health benefit
Sulphur springs	hydrogen sulphide	treatments & wellness
Alkaline springs	-	bathing & drinking
Carbonated springs	carbon dioxide	bathing and relaxation
Iodine springs	iodine	treatments (thyroid) & balneotherapy
Silica springs	dissolved silica	skin health & spa treatments
Thermal mud springs	thermal mud	therapeutic and cosmetic treatments
Radioactive springs	low level natural radioactivity	radon therapy/ musculoskeletal benefit
Mineral rich springs	minerals	therapeutic

3. Emerging Issues of Thermal Water Effluents

3.1 Salinity

The salinity of thermal water in Hungary is comparable to that of the seawater. The upper Pannonian aquifer thermal water contains mainly calcium or sodium carbonate and the lower Pannonian brine contains sodium chloride. The wells of Bükkszék Spa can produce more than 1 m³/min of very saline water, with dissolved solids of 24,000 mg/l [5]. High level of salt crystals (like Sárvár Spa) can cause dermatologic, locomotive and gynecologic diseases. However, thermal water with low salt content is suitable for bathing in practically for unlimited time.

The effect of salinity on the growth of plant can be viewed in two aspects: (1) rising the osmotic pressure and decreasing the availability of water in the soil for plant growth and (2) effects of some specific elements present in excess concentrations [6]. All organs of a plant can be affected by salinity. The transportation of salty ions from the root to the leaves affect the anatomy, physiology and overall health of the whole plant. However, mild salt content on the root can promote root growth [7]. Salinity reduces water potential required for plant growth that retards the rapid expansion of leaves and an ultimate reduction in the proliferation of new tissues and photosynthesis [8].

3.2 Thermal pollution

In addition to the effects of salinity and organic and inorganic contaminants in thermal water, an important environmental concern is its heat-load, as it has a serious impact on the aquatic ecosystem [9]. Excess amount of heat introduced into a water body changes the original natural temperature conditions of water, because of which chemical, physical and biological characteristics determining the quality of water may become unfavourable, and hence, the undesirable phenomenon of thermal pollution may take place. Sustainable management and responsible use of thermal waters are vital for minimizing heat pollution and safeguarding our natural resources.

3.3 Dissolved compoundst

Phenol and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are contained in thermal water with a temperature 65 °C and above. However, water temperature bellow 50 °C are practically free of these compounds. Water with temperature range between 50 ± 65 °C contains both PAH-rich and PAH-free compounds [10].

As thermal water in Hungary is beyond aforementioned temperature range [11], compounds such as benzene and alkyl benzene homologues, polycyclic aromatic hydrocarbons, phenol homologues, mono- and polycyclic heteroaromatic may be present. Some of these are toxic and/or carcinogen (e.g. benzene, phenols, PAHs), and act as precursors of chlorinated hydrocarbons.

Additionally, dissolved gases (mainly nitrogen, methane, hydrogen sulphide, ammonia and carbon dioxide) are also found in thermal water [12]. In the treatment process,

methane may be purposefully separated and can be utilized in auxiliary equipment. However, H_2S is more harmful due to its corrosive and acidic nature. Fortunately, only a few Hungarian thermal wells (Mezőkövesd) contain it.

Furthermore, thermal water may contain toxic metallic elements such as arsenic, beryllium, mercury, lead and chromium [13]. When these toxic elements are released to water bodies, they can harm the aquatic wildlife of these waterways.

3.4 Effects on the aquatic ecosystem

The effects of thermal pollution are diverse. Thermal pollution damages water ecosystems and reduces animal populations. Plant species such as algae, bacteria and multi-celled organisms all respond differently to a significant temperature changes [9]. Organisms that cannot adapt can die of various causes or can be forced out of the area. However, some species of bacteria, algae and larger animals gain a benefit from excess heat.

Characteristically, thermal water is well mixed with little or no directional current [9]. This forms, typically, a body of water with the same temperature regime. The aquatic organisms cannot withstand to colonize such ecosystems, and hence, limited amounts of organisms can adapt to survive the temperature regime. In such thermal ecosystems, some organisms such as algal/bacterial mats living at the bottom of a lake or pool can undergo a photosynthesis. Generally, thermal water is colonized by strains of high temperature heterotrophic bacteria consuming the dissolved organic compounds.

The understanding of temperature and dissolved oxygen interactions in thermal water is an important concern. The increased temperature in water accelerates the metabolism of some aquatic (cold-blooded) animals, and also reduces the oxygen carrying capacity of water [14]. Thus, in thermal water, the rate of metabolism of some animals tends to increase while the amount of oxygen available in water decreases; this in turn increases the mortality rate of specific organisms in water.

4. The Common Treatment Methods

Thermal water treatment methods are employed to enhance the quality and safety of thermal waters for various purposes, including drinking, bathing and industrial use [15]. These methods enable to remove impurities, control microbial growth, and maintain the desired temperature and mineral content.

4.1 Filtration

Filtration can be defined as the process of reducing water pollutants such as microorganisms and suspended solids by allowing the polluted water through the porous filtration media. The most commonly used filtration techniques include sand filtration, multimedia filtration and cartridge filtration.

The process of filtration depends on the multiple layer materials of fine particles with different pore sizes like sand, coal, natural stone fibers and others. (Figure 1.) The

efficiency of the filtration media highly depends on the depth and quality of filter, and hence considered as a highly recommended physical process to remove various water pollutants. This can be evidenced by the analysis of parameters of total suspended solids, dissolved solids, chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD), colour, its economic feasibility and environmentally friendly processes [16].

4.2 Microfiltration

MF technology utilizes membrane filters such as polypropylene, polycarbonate, carbonates and polyethylene both in post-treatment and bioreactor treatment stages. The pre-treatment techniques employed before the utilization of MF includes pre-filtrations using clothes, flocculation, gelation and adsorption. This membrane can reduce the particulate matter ranging from $0.1\mu\text{m}$ to $10\mu\text{m}$. Theoretically, MF is designed to eliminate most bacteria, algae, total suspended solvents, protozoa and sediments from wastewater [17]. However, dissolved organic matter, both monovalent and multivalent ions, surfactants, metal and salts, small colloidal fractions and viruses may still migrate and remain in the permeated water.

Usually it is carried out as a pre-treatment technique for the removal of COD, total organic carbon (TOC), oil droplets and grease in order to enhance the efficiency of UF, NF and RO [18].

4.3 Ultrafiltration

The particulates which are not retained on MF can be removed by UF with a pore size ranged from $0.1\mu\text{m}$ to $0.01\mu\text{m}$ fractions [15]. The importance of UF over the MF is by the range of particles that are retained. Moreover, UF has high membrane performance maintained by the higher osmotic pressure. Specifically, it is designed to eliminate viruses, silica, surfactants and other organic contaminants (oily wastewater) [19]. Although, it needs a cost-effective strategy, the treatment of oily wastewater using this technology is preferable due to its simplicity and high efficiency. Some dissolved solids and ions of nano-scale fractions such as divalent toxic ions and other organic contaminants may still migrate.

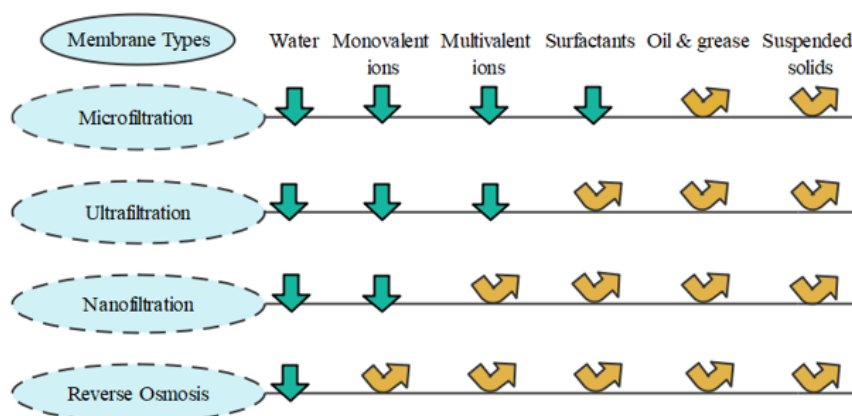


Figure 1. Membrane-based technologies for wastewater treatment in terms of pore size.

To enhance the performance of these membranes, materials with high water affinity are required to minimize fouling and achieve high liquid permeation. Furthermore, temperature, pH, oil concentration and salinity are the most critical conditions which can influence the membrane [20].

4.4 Nanofiltration

NF has been used in wastewater remediation due to their higher tendency towards both divalent and polyvalent ions while allowing tiny molecules (<100 Da) and monovalent ions to pass through [21]. The widely used applications of NF membrane includes remediation of surface and ground water, water softening, water recycling and wastewater treatment. Cr–Pb–Sn toxic ions, dyes, definite salts and carbohydrates are some of the contaminants retained on the membrane. The other pollutants such as suspended solids, organics and colours that are not captured by micro filtration range can be removed by NF membrane. This technology offers a promising solution to enhance the quality and safety of thermal water for various applications, such as industrial processes and recreational uses.

4.5 Reverse osmosis

Although, reverse osmosis is commonly used for desalination process due to its lowest cost of freshwater production, it has been faced with some challenges such as high energy consumption and requirements of chemical cleaning for membrane fouling. The performance of RO can be enhanced with the use of membrane treatment technologies such as microfiltration or ultrafiltration. Both of these can significantly minimize the foulants such that RO membranes perform with more stable operation. Researchers have investigated that RO membrane technology is utilized to eliminate colours, monovalent ions, dissolved solids, organic contaminants and nitrate from wastewater [22]. Hence, RO technology is intensively used in the treatment of wastewater, beverage in paper industry, separation processes in food and recovery of organic and inorganic contaminants from chemical processes. Efficient water treatment systems utilize conventional and advanced techniques as shown in Figure 2.

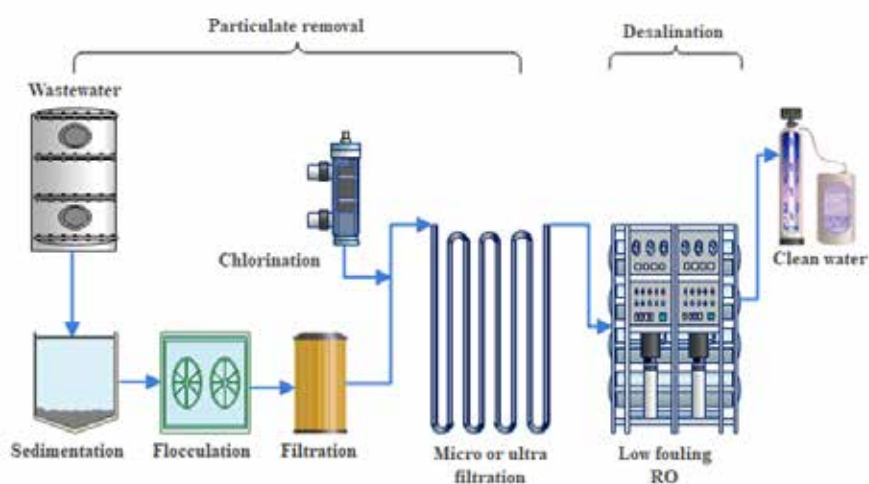


Figure 2. Integrated wastewater treatment technologies according to the size and type of contaminants.

4.6 Ozonation

Ozonation is considered as one of the most powerful oxidising methods that can be used to disinfect thermal water and remove organic and inorganic contaminants, as an aid to coagulation and flocculation process. The oxidation reaction in an aqueous solution can occur by either or both modes of molecular ozone and/or hydroxyl free radicals which is produced during the decomposition of ozone [23]. Ozone based water treatment process is often used in conjunction with other methods. It is effective in destroying microorganisms (bacteria, viruses and algae).

As investigated by some researchers, the effect of pre-ozonation on the ultra-filtration membrane largely relies on the quality of raw water, if large quantities of suspended materials are found in water, pre-ozonation caused the membrane flux to be decreased, while in clear waters the flux may be increased [24].

Despite its several advantages, the use of ozone in water treatment has disadvantages such as low solubility and stability in water, high cost of ozone production, partial oxidation of organic compounds in water and infeasible application of ozonation process in an economic point of view are some of them. Even though, ozone is known by its powerful oxidant property, it reacts slowly with some organic compounds, particularly inactivated aromatics. Additionally, in many cases, it does not undergo a complete oxidation of organic compounds such as natural organic matter (NOM), which in turn can result in the formation of biodegradable organic matter such as carbonyl compounds and carboxylic acid [25]. Furthermore, this needs a biological filtration on the active carbon, which enables to remove biodegradable organic carbon (BDOC) in water. To overcome these problems researchers pay greater attention on a new method known as advanced oxidation processes (AOPs).

Conclusion

Thermal pollution affects aquatic life through reducing the level of dissolved oxygen that is essentially required to support aquatic life. The elevated temperature generally decreases the level of dissolved oxygen in water; typically, gases are less soluble in hotter liquids. Although different thermal water treatment methods are employed, the choice of the methods depends on the specific characteristics of the thermal water source and the intended use. It is essential to consider factors such as water temperature, mineral content, and the presence of contaminants when designing a thermal water treatment system. Additionally, regulatory requirements and environmental considerations play a significant role in determining the appropriate treatment approach.

Acknowledgement

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] Toth, A. N. (2015): *Hungarian country update 2010-2014*. Proc. World Geotherm. Congr., 19–25.
- [2] Durán, N., Marcato, P. D., Durán M., Yadav A., Gade A., and Rai, M. (2011): [*Mechanistic aspects in the biogenic synthesis of extracellular metal nanoparticles by peptides, bacteria, fungi, and plants*](#). Appl. Microbiol. Biotechnol., 90 (5), 1609–1624.
- [3] Ahmad, A., Azam, T. (2019): [*Water Purification Technologies*](#). Elsevier Inc.
- [4] Ákoshegyi, G. Árpási, M. (2005): [*Multipurpose Utilisation of Thermal Water in Hungary Prospect and Future*](#). Proc. World Geotherm. Congr., 24–29.
- [5] Toth, A. N. (2016): [*Geothermal energy in Hungary*](#). Trans. Geotherm. Resour. Counc., 40, 35–41.
- [6] Qadir, M. Oster, J. D. (2004): [*Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture*](#). Sci. Total Environ., 323, (1–3), 1–19.
- [7] Galli, V., da Silva Messias, R., Perin, E. C., Borowski, J. M., Bamberg, A. L., Rombaldi, C. V. (2016): [*Mild salt stress improves strawberry fruit quality*](#). LWT, 73, 693–699.
- [8] Azaizeh, H. Steudle, E., (1991): *Effects of salinity on water transport of excised maize (Zea mays L.) roots*. Plant Physiol., 97, (3), 1136–1145.
- [9] Vallero, D. A. (2011): *Thermal Pollution*. In: Waste: A Handbook for Management. 425–443.
- [10] Kárpáti, Z., Sajgó, C., Veto, I., Klopp, G., Horváth, I., (1999): [*Organic matter in thermal waters of the Pannonian Basin - a preliminary report on aromatic compounds*](#). Org. Geochem., 30, (7), 701–712.
- [11] Korim, K. (1972): [*Geological aspects of thermal water occurrences in Hungary*](#). Geothermics, 1, (3), 96–102.
- [12] Brown, J. (2004): *This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible*. Biol. Cent., 2, 413.
- [13] Shcherbakov, A. V., Dvorov, V. I. (1970): [*Thermal waters as a source for extraction of chemicals*](#). Geothermics, 2, (2), 1636–1639.
- [14] Mihursky, J. A., McErlean, A. J., Kennedy, V. S. (1970): [*Thermal pollution, aquaculture and pathobiology in aquatic systems*](#). J. Wildl. Dis., 6, (4), 347–355.

- [15] Shehata et al., N. (2023): [*Membrane-based water and wastewater treatment technologies: Issues, current trends, challenges, and role in achieving sustainable development goals, and circular economy*](#). Chemosphere, vol. 320, 137993.
- [16] Venugopal, A., Rathinasamy, M., (2017): [*Characteristic study on domestic waste water by natural*](#). International Journal of Engineering Research and Modern Education, 4–8
- [17] Islam, A., Praveen Chakkravarthy Raghupathy, B., Sivakumaran, M. V., Kumar Keshri A. (2022): [*Ceramic membrane for water filtration: Addressing the various concerns at once*](#). Chem. Eng. J., 446, (4), 137386.
- [18] Zydney, A. L., Ho, C. C. (2003): [*Effect of membrane morphology on system capacity during normal flow microfiltration*](#). Biotechnol. Bioeng., 83, (5), 537–543.
- [19] Lin et al., J. I. (2016): [*Tight ultrafiltration membranes for enhanced separation of dyes and Na₂SO₄ during textile wastewater treatment*](#). J. Memb. Sci., 514, 217–228.
- [20] Al, S., Mustafa, T. N., Hilal, N. (2019): [*Ultra filtration membranes for wastewater and water process engineering: A comprehensive statistical review over the past decade*](#). J. Water Process Eng., vol. 35, 101241
- [21] Ahmad, N. N. R., Ang, W. L., Teow, Y. H., Mohammad, A. W., Hilal, N. (2021): [*Nanofiltration membrane processes for water recycling, reuse and product recovery within various industries: A review*](#). J. Water Process Eng., 45, 102478
- [22] Bartels, C. R. Wilf, M. Andes, K. Iong, J. (2005): [*Design considerations for wastewater treatment by reverse osmosis*](#). Water Sci. Technol., 51, (6–7), 473–482.
- [23] Hyung, H., Lee, S., Yoon, J. Lee, C. H., (200): [*Effect of preozonation on flux and water quality in ozonation-ultrafiltration hybrid system for water treatment*](#). Ozone Sci. Eng., 22, (6), 637–652
- [24] Oller, I. Malato, S. Sánchez-Pérez, J. A. (2011): [*Combination of advanced oxidation processes and biological treatments for wastewater decontamination. A review*](#). Sci. Total Environ, 409, 20, 4141–4166.
- [25] Kasprzyk-Hordern, B., Ziółek, M., Nawrocki, J. (2003): [*Catalytic ozonation and methods of enhancing molecular ozone reactions in water treatment*](#). Appl. Catal. B Environ., 46, 4, 639–669t

Human virus monitoring from communal and hospital wastewater in Hungary

**Orsolya Adamcsik¹, Borbála Oláhné Horváth¹, Renáta Gerencsér-Berta¹,
Balázs Somogyi², Ferenc Jakab², Ildikó Galambos¹**

*¹Soós Ernő Research and Development Center, University of Pannonia,
H-8800 Nagykanizsa Zrínyi Miklós Street 18., Hungary*

*²National Laboratory of Virology, Szentágotthai Research Centre, University of Pécs,
H-7624 Pécs Ifjúság Street 20., Hungary for Circular Economy*

The wastewater-based epidemiology is appropriate to track a viral infection. Certain human pathogen viruses cause gastrointestinal symptoms and are excreted through the digestive system.

Communal and hospital wastewater monitoring can predict the change in the ratio of the infected in a community. In this study, we focused on SARS-CoV-2 monitoring.

Sampling was weekly, 1 liter, parallel, grab samples were collected from the wastewater treatment plant and hospital of Nagykanizsa. Sampling preparation method was polyethylene-glycol precipitation and nucleic acid extraction. The coronavirus was detected by RT-qPCR. The virus-specific primers amplified the RdRp gene sequence, and the virus nucleic acid could be measured quantitatively. The quantification cycle (C_q) value shows the cycle number, where the threshold value is reached by the signal. The lower C_q value means a higher ratio of positive cases.

The results showed the presence of SARS-CoV-2 RNA in the sewage samples. Wastewater surveillance appropriate approach to track the several virus infections in a population regardless of whether persons are infected with symptoms or without symptoms.

Alacsony költségvetésű mezőgazdasági hulladék adszorbens felhasználása különböző szermaradványok vízből történő eltávolítására

Ágoston Barbara¹ *, Kovács Nikoletta², Gerencsérné dr. Berta Renáta²

¹Batthyány Lajos Gimnázium, 8800 Nagykanizsa, Rozgonyi út 23.

²Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ, 8800 Nagykanizsa Zrínyi M. u. 18.

*[*agoston.barabara@gmail.com](mailto:agoston.barabara@gmail.com)*

A körforgásos gazdaság alapját képezi a hulladékok újrahasznosítása. A mezőgazdaságban jelentős mennyiségű hulladék adszorbensként történő alkalmazása lehetővé teheti a különböző tulajdonságú mikroszennyezők, szermaradványok hatékony megkötését. A napjainkban alkalmazott technológiák jelenleg nagy költségigényűek, illetve kezelési kapacitásuk alacsony.

Kutatásomban olyan mezőgazdasági szermaradványok eltávolítását vizsgáltam, amelyek potenciális veszélyt jelenthetnek az ökoszisztémára. Megkötésükre low-cost adszorbenst, az aprított szalmát és annak módosított változatait vizsgáltam környezeti szempontból releváns körülmények között. A batch kísérleteken túl átfolyó pilot rendszerben vizsgáltam az adszorbens eltávolítási hatékonyságát, miniatürizálva a vízkezelő megoldást. A hatékonyság nyomon követésére UPLC-MS/MS módszert alkalmaztunk.

Az eredmények alapján a szalma hatékonynak bizonyult az atrazin, metolaklór és az imidakloprid megkötésére. Az ultratiszta vízzel mosott szalma esetén a nagyobb (0,5-2 cm) mérettartománnyal szemben a kisebb méretűre (1 mm alatti), ezáltal nagyobb fajlagos felületű szalma hatékonyabb adszorbensnek bizonyult. A nátrium-hidroxiddal kezelt szalmával szemben a citromsavval kezelt szalma hatékonyabbnak bizonyult mindhárom komponensre.

Atrazinkomponensre elvégzett átfolyásos kísérlet igazolta, hogy a szalma hatékony lehet egy szermaradványok eltávolítására alkalmazott vízkezelő módszer kifejlesztéséhez.

Ecopharmacovigilance - Environmental aspects of safe use of pharmaceuticals

**Anna Szántó*, Gábor Maász, Renáta Gerencsér-Berta,
Ildikó Galambos, Zita Zrínyi**

*Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi M. u. 18.
[*szanna.0226@gmail.com](mailto:szanna.0226@gmail.com)*

Ecopharmacovigilance involves activities related to the detection, assessment, understanding and prevention of adverse effects or other problems related to the presence of pharmaceuticals in the environment. It represents a new perspective that emphasises the importance of contamination control at the source as opposed to the traditional environmental efforts for pollution cleanup. It is a complex activity that monitors the life-cycle of active substances from design, through drug development, to consumption. It is a multi-disciplinary field including related areas of pharmacy, management, clinical medicine, and environmental and ecological science, etc. During our work, we present internationally applied eco-pharmacovigilance methods. We discuss and evaluate these, taking into consideration their applicability and expected outcomes. Furthermore, we have formulated conclusions and recommendations that may play a role in pharmaceutical treatment practices and contribute to the achievement of sustainable pharmacy.

Bioadszorbensek szorpciós kapacitásának vizsgálata különböző gyógyszerhatóanyagok esetében

**Bauer László^{1,2,*}, Vancsik Anna^{1,2}, Kondor Attila Csaba¹,
Szalai Zoltán^{1,2}, Szabó Lili¹**

*¹HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont,
Földrajztudományi Intézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45*

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

** bauer.laszlo@csfk.hun-ren.hu*

A legkülönbözőbb emberi tevékenységek (mezőgazdaság) jelentős mennyiségű növényi hulladékot termelnek, melyek potenciálisan bioadszorbensként is hasznosíthatók. A növényi maradványokban található makromolekulák (lignin, cellulóz), alkalmazhatók lehetnek a gyógyszer-molekulák szűrésére. Az így felhasznált bioadszorbensek elősegíthetik a környezet védelmét és egyúttal hozzájárulhatnak az agráripari melléktermékek felhasználásához is, ami a fenntarthatóság és a zöld technológiák előmozdítását szolgálhatja.

A kutatásunk során, különböző növényi eredetű bioadszorbensen, eltérő fizikokémiai tulajdonságú gyógyszer-molekulák szorpciós folyamatait vizsgáltunk. A bioadszorbens anyagszerkezetét egy általunk kialakított eljárással módosítottuk, hogy optimalizáljuk azok adszorpciós kapacitását. A töltetkeverékek szűrés hatékonyságát batch-scale kísérletekkel modelleztük.

Vizsgálataink alapján a bioadszorbensek a hidrofób tulajdonságú gyógyszer-molekulák esetében bizonyultak a leginkább hatékonyak.

UV/klór eljárások alkalmazása a trimetoprim és az 5-fluorouracil eltávolítására

**Farkas Luca*, Covic Anett, Dragic Teodóra, Csaplár Constance,
Alapi Tünde**

*Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar,
Molekuláris és Analitikai Kémiai Tanszék
6720 Szeged Dóm tér 7-8, [*fluca@chem.u-szeged.hu](mailto:fluca@chem.u-szeged.hu)*

A vízkezelés egyik kihívása napjainkban a konvencionális biológia vízkezelésnek ellenálló, biológiai hatással rendelkező szennyezők (pl. gyógyszer és peszticid hatóanyagok, PPCP-k) eltávolítása. Az UV/klór eljárás során a víz fertőtlenítése és a szerves anyagok elbontása egyaránt megvalósítható. Emellett az eljárás lehetőséget teremt a vízkezelésben elterjedten használt higanygőzlámpák LED fényforrásokkal való helyettesítésére is.

Munkánk során kétféle klórforrást (HOCl/OCl^- és ClO_2) és különböző (265, 275 és 365 nm-en sugárzó) LED-eket használtunk. Vizsgáltuk a reakció paraméterek (foton fluxus, HOCl/OCl^- és ClO_2 koncentráció, pH) hatását a klórtartalmú vegyületek fotolízisére, valamint két gyógyszer hatóanyag, a trimetoprim és az 5-fluorouracil átalakulására és mineralizációjára. Kiemelt figyelmet fordítottunk a képződő reaktív részecskék szerepének tisztázására és a klórtartalmú szerves vegyületek, valamint a klorit- és klorátion képződés, illetve ehhez kapcsolódóan a kezelt víz toxicitásának követésére. Méréseinket biológiailag kezelt kommunális szennyvízben is elvégeztük a mátrixhatás vizsgálata miatt.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik az Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) FK132742 számú OTKA pályázat támogatását. Farkas Luca köszöni a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-4-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Program támogatását.

Investigation of the hydrophobic character of soils with Krüss DSA 100

Aliz Füleki-Veress^{1,2,4,*}, Gyöngyi Barna^{1,2},
Tünde Takács³, Renáta Gerencsér-Berta⁴, András Makó²

¹Festetics Doctoral School, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Keszthely

²Department of Soil Physics and Water Management, Institute for Soil Sciences,
Centre for Agricultural Research, Budapest

³Department of Soil Biology, Institute for Soil Sciences,
Centre for Agricultural Research, Budapest

⁴Soós Ernő Research and Development Center, University of Pannonia, Nagykanizsa

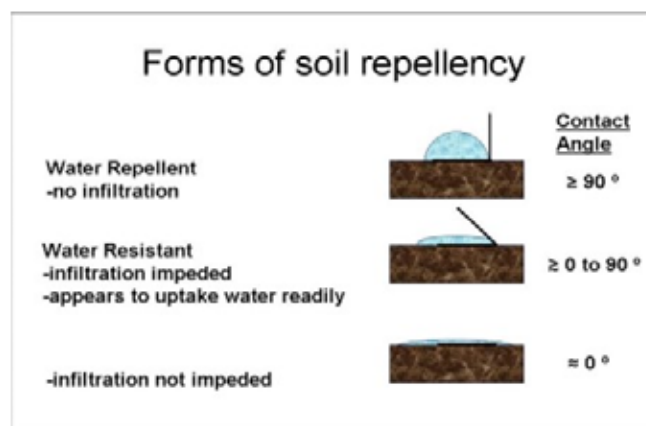
*fuleki-veress.aliz.zsofia@pen.uni-pannon.hu

Abstract

Soils' hydrophysical properties (water retention and conductivity) can be strongly influenced by the wettability (hydrophobic/hydrophilic character) of soils. Two sample preparation methods (pastille method – PM and adhesive stripe method – ASM) found in the literature were tested in the preliminary survey. In our methodological experiments, we tested the wettability of different soil samples from Hungary, using a Krüss DSA 100 drop shape analyser. We measured the contact angle (cA) and water droplet penetration time (WDPT) – the excellent indicators of solid phase wettability, also on a set of surfactant-treated soil samples. The results of our methodological experiments are promising, Krüss DSA 100 provides a simple method for characterising the wetting properties of the solid phase.

Introduction

The ability of soils to hold and conduct water is one of the most important soil properties for water management and environmental protection. This can be strongly influenced by the wettability (hydrophobic/hydrophilic character) of soils. On well wettable surfaces, the water droplets are spread out widely to maximise the surface area in contact with the solid phase. (Figure 1.) The spreading of the liquid droplet provides a measure of the contact angle, which is an excellent characterisation of the solid phase wettability.



1. Figure. Form of soil repellency, Contact angle ranges [1]

Materials and Methods

The measured samples were crushed sedimentary rock samples with high clay mineral content (kaolin, bentonite) and different Hungarian soil and sediment samples. ([Table 1.](#))

1. Table. Some characteristic features of the tested samples [[2](#)]

SAMPLE	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Humus (%)	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)
Bentonite	67.67	31.71	0.63	0.00	0.70	6.95
Kaolinite	54.53	44.73	0.73	0.00	1.10	8.69
Kápolnásnyék - Vermic Calcic Chernozem (Anthric Siltic) - A horizon	21.07	30.16	48.77	3.70	9.52	7.83
Karcag - Vertic Stagnic Solonetz (clayic) - A horizon	51.09	45.9	0.88	2.00	0.13	6.92
Keszthely - Hortic Terric Cambisol (Dystric Siltic) - A horizon	17.12	17.09	65.79	1.55	0.05	7.04
Keszthely - Hortic Terric Cambisol (Dystric Siltic) - B horizon	22.65	16.14	61.21	0.94	0.00	6.83
Kisújszállás - Gleyic Vertisol (Calcic)	55.56	31.28	13.16	2.76	1.10	7.51
Magyarszombatfa - Vertic Gleyic Luvisol (Mangani-ferric Siltic)	38.96	25.93	34.61	0.49	0.00	5.74
Paks - Loess	16.08	46.00	9.25	0.63	28.04	8.17
Várvölgy - Cutanic Luvisol (Siltic) - A Horizon	15.27	29.35	54.05	1.33	0.00	6.59
Várvölgy - Cutanic Luvisol (Siltic) - B Horizon	22.25	26.56	50.49	0.70	0.00	6.64

Krüss DSA 100 drop shape analyser provides a simple method for characterizing the wetting properties of the solid phase. ([Figure 2.](#))



2. Figure. Krüss DSA 100 drop shape analyser [[3](#)]

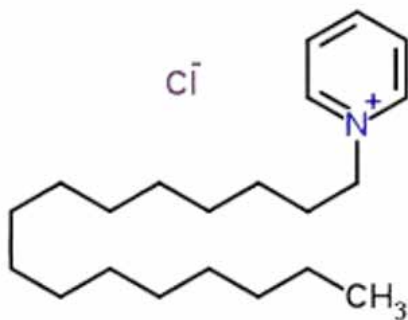
Two sample preparation methods were studied based on references in the literature. One of them is the „pastille method – PM [4] and the other one is „adhesive stripe method” - ASM [5]. The methods were used to measure contact angles (cA) and water drop penetration times (WDPT) for all samples.

During the pastille method distilled water was dropped onto soil disc samples prepared by hydraulic soil pressing at different pressures. (Figure 3.) The method was used to measure the contact angle and WDPT values of kaolin, bentonite and different Hungarian soil and sediment samples.



3. Figure. Pastille method samples

All samples were treated by a cationic surfactant, cetylpyridinium-chlorid (CPC), after that we investigate the contact angle and WDPT values. (Figure 5.)

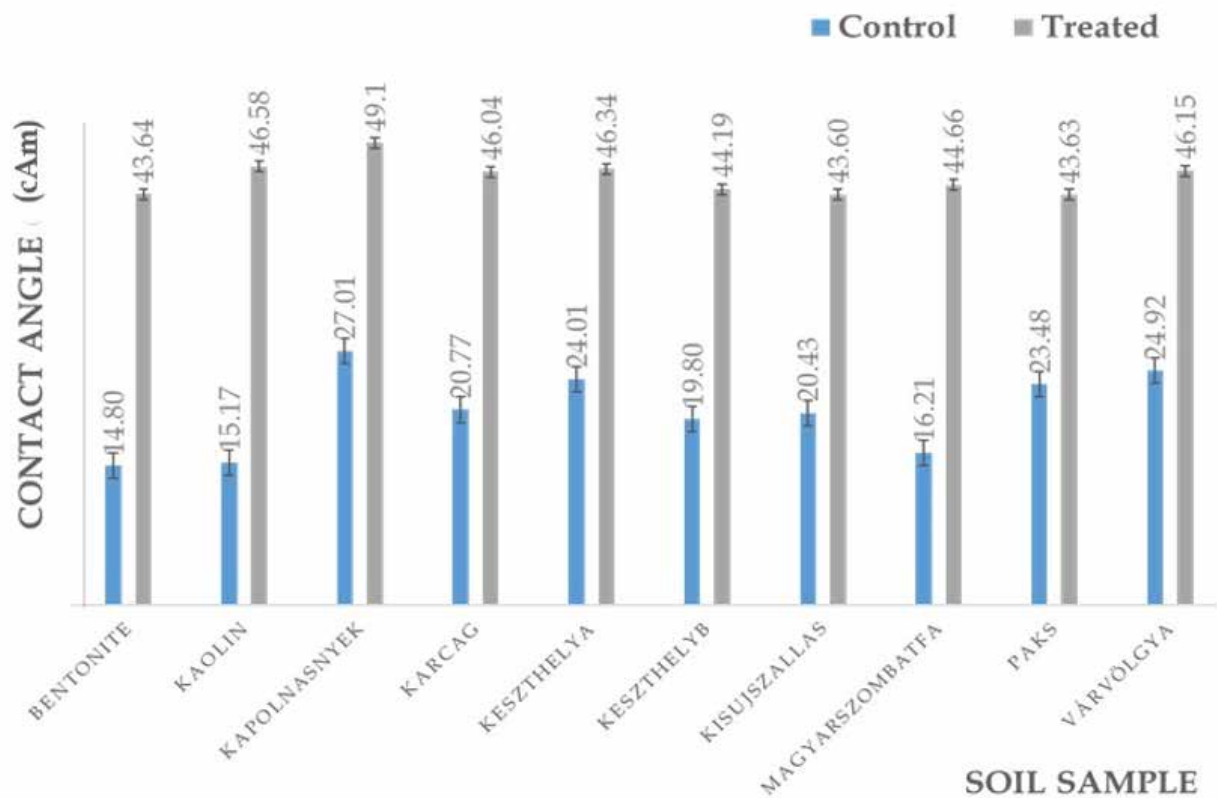


5. Figure. Structural formula of cetylpyridinium-chlorid [6]

The Krüss DSA 100 drop shape analyser settings were tested on different soil types [7]. Frame rates were tested at the settings of 20-40-80-160-320-500. The results showed which fine-tuned frame rate is the most reliable.

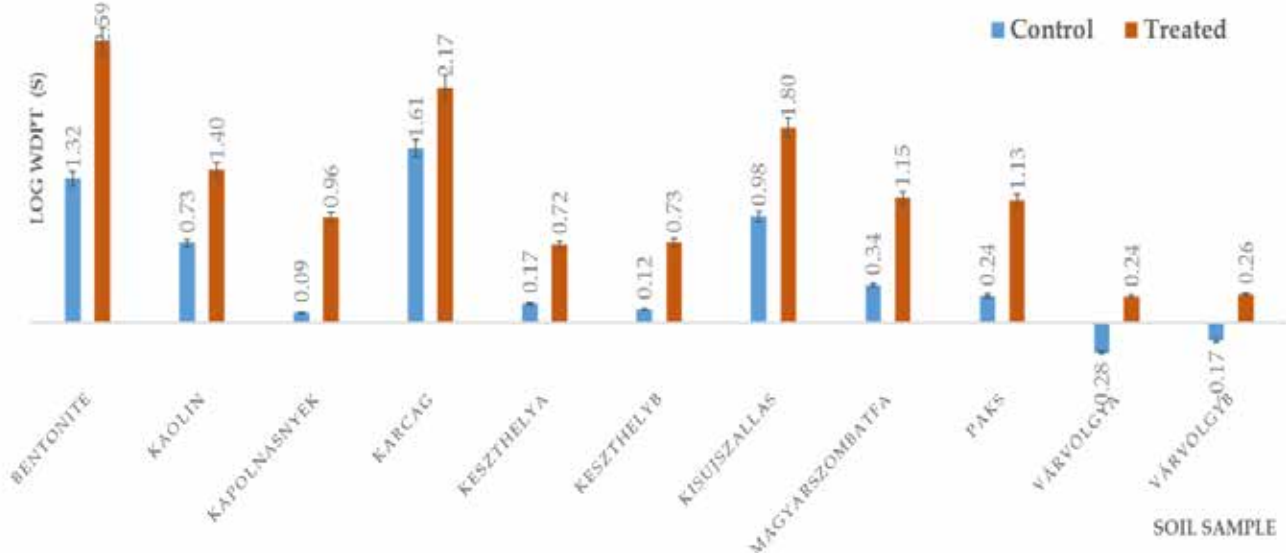
Results

The results of the pastille method (PM) showed that the hydrophobicity sequence was successfully established for all samples. (Figure 6.) The increase in hydrophobicity of the samples was well detected in case of CPC treated soils.



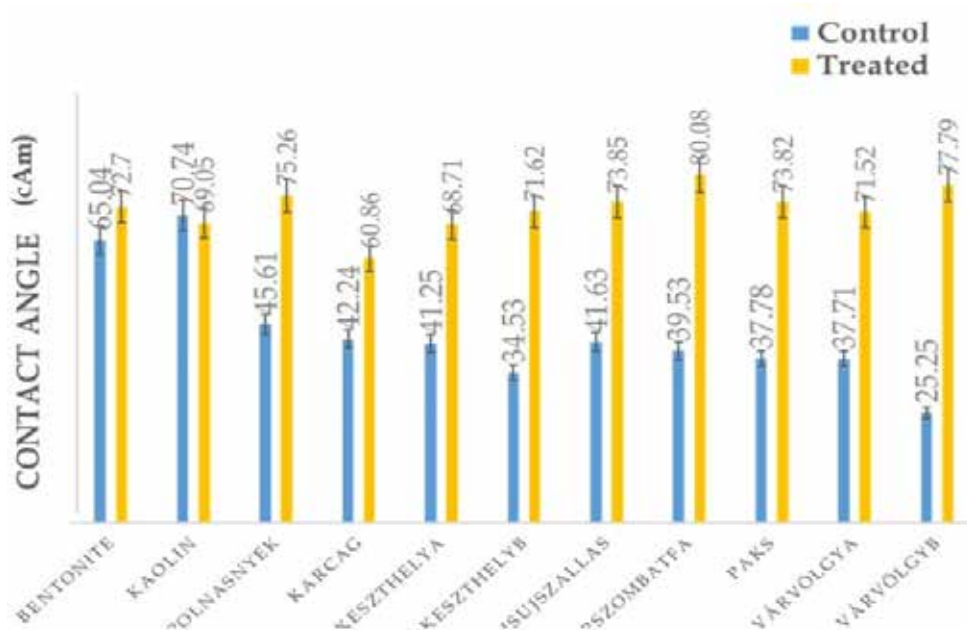
6. Figure. Contact angles values in PM method, control and CPC treated samples

WDPT values (Figure 7.) also well demonstrated the increasing hydrophobicity effect of the CPC treated samples in PM method.



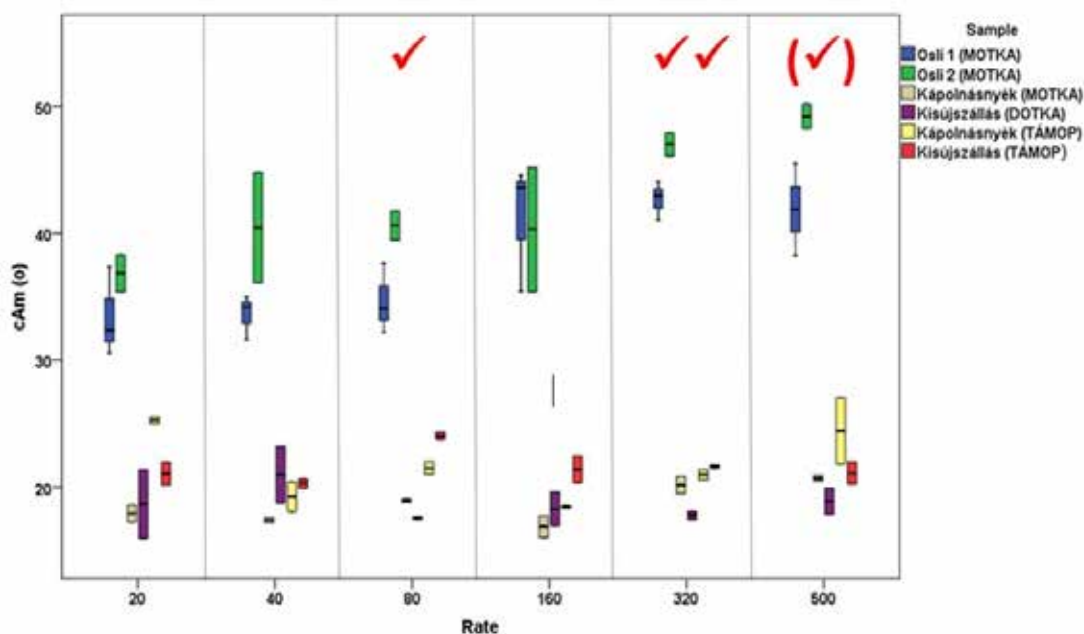
7. Figure. WDPT values in PM method, control and CPC treated samples

The results of the adhesive stripe method (ASM) (Figure 8.) showed that the hydrophobicity sequence was successfully established for all samples. The increase in hydrophobicity of the samples was well detected in case of CPC treated soils.



8. Figure. Contact angles values in ASM method, control and CPC treated samples

The frame rate testing results showed that the fine-tuned frame rate is most reliable at 320 (Figure 9.), as the smallest standard deviations were observed at 160 and 320 fixed frame rate (marked with red ticks).



9. Figure. In the measurement the used fixed frame rate (20-500) was refined on selected soil samples

Based on the results, we will continue our future experiments with a setting of 320. We also plan to test the measurement settings under practical conditions, for example in soil samples cultivated with different agro-techniques, we will report the detailed results in a future article.

Conclusion

Krüss DSA 100 drop shape analyzer provides a simple method for characterising the wetting properties of the solid phase. Developed on the basis of the literature the pastille method and adhesive stripe methods are excellent for measuring contact angle and WDPT times, and thus for determining the hydrophobicity sequence.

The CPC (cetylpyridinium-klorid) treated samples results clearly demonstrated the increasing effect of surfactant treatment on contact angle and WDPT value, the hydrophobicity increased due to the effect of CPC.

Setting the right fix frame rate can significantly affect the accuracy of the results, we plan to continue our experiments with these settings.

Results of our methological experiments are promising, the indicators of soil wetting properties will be useful in soil physics, soil chemistry and soil biology.

Acknowledgement

This research is supported by the Hungarian National Research, Development and Innovation Office (Grant No. K134563); Eötvös Lóránd Research Network (SA-26/2021), and 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.

References

- [1] Hallett, P.D., 2007. An introduction to soil water repellency, In: Proc. of the 8th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals (Eds: Gaskin, R.E.). 6-9 August 2007, Columbus, Ohio. International Society for Agrochemical Adjuvants.
- [2] Barna, Gy., Földényi, R., Tóth, Z., Balázs, R., Makó, A., 2015. Adsorption of cationic surfactant (hexadecylpyridinium chloride monohydrate) on soil. *Agrokémia és Talajtan* 64. 105–122. (In Hungarian) <https://doi.org/10.1556/0088.2015.64.1.8>
- [3] <https://www.kruss-scientific.com>
- [4] Adamczuk, A., Gryta, A., Skic, K., Boguta, P., Jozefaciuk, G., 2022. Effect of different minerals on water stability and wettability of soil silt aggregates. *Materials* 15. 5569. <https://doi.org/10.3390/ma15165569>
- [5] Bykova, G.S., Tyugai, Z., Milanovskiy, E.Yu., 2019. Wettability of soil surface as a property of solid phase studied for chernozems of Kursk region. *IOP Conf. Series. Earth and Environmental Science* 368. 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/368/1/012010>
- [6] <https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:32915>
- [7] Füleki-Veress, A., Barna, Gy., Makó, A., 2023. Preliminary experiments of soil hydrophobic character with Krüss DSA drop shape analyser, *Review on Agriculture and Rural Development*, vol. 12 (1-2) <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/rard/article/view/44611/43642>

Development of modular water treatment equipment based on MBR technology for the treatment of meat processing industry wastewater

Lilla Hárs*, Gábor Rácz, Krisztina Borsos, Gábor Lakner

Hidrofilt Kft

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

**hars.l@hidrofilt.hu*

Due to its high decomposition efficiency and its compact size, the MBR Membrane Bioreactor wastewater treatment technology plays growing role in the treatment of wastewaters highly contaminated with organic material. The membrane bioreactor is a combination of a bioreactor and a membrane filtering technology, and which can operate continuously. The goal of our project is to create a new MBR technology with high reliability and a wastewater treatment equipment, based on the aforementioned technology that can be built in an ISO container, with minimal need for space and that has particularly high efficiency of decomposition. The innovation in this technology is that it will operate using extremely low transmembrane pressure to allow for the long-term operation of it, with low maintenance need and without fouling. Usage of low pressure and large specific membrane surface further enables the production of an energy-efficient device.

According to the preliminary studies, this new MBR based technology developed for meat industry wastewater treatment will have an energy demand lower than 0.55 kWh/m³.

The project was sponsored by NKFIH under the “2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00310 - Húsipari szennyvizek tisztítására, MBR technológia alapú, moduláris szennyvíztisztító berendezés kifejlesztése” project number.

Laboratory treatment and preparation of PET microplastics

**Gábor István Németh*, Ildikó Galambos, Klára Virth-Kemes,
Renáta Gerencsér-Berta**

*University of Pannonia, University Center for Circular Economy,
Soós Ernő Research and Development Center
8800 Nagykanizsa, Zrínyi M. u. 18., *nemeth.gabor@pen.uni-pannon.hu*

The presence of microplastics is a major challenge today. The research focuses not only on the qualitative and quantitative definition but also on their impact on the human body. The development of unified testing methods requires standards of defined size and material quality. Their laboratory testing poses many challenges, including the separation of artificially shredded particles by size and their dispersion in water for various experiments. Under laboratory conditions, we have found that, in addition to Triton X-100 (which disperses well in low concentrations, but is toxic), humic acid is also suitable for dispersing PET particles in water, making it suitable for ecotoxicology experiments. In addition, thanks to stainless steel filter experiments, more accurate size ranges have been achieved than dry sieving in distilled water, providing more specified particle sizes for other experiments.

Project no. 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00239 has been implemented with the support provided by the Ministry of Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, financed under the PIACI KFI funding scheme.

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.

Environmental and climatic changes over the past 10 000 years inferred from geochemistry of Lake Balaton

Ivett Pálfi^{1,2}, Mihály Pósfai³, Attila Demény⁴, György Czuppon⁴, Péter Pekker³, Zoltán May⁵, Ferenc Visnovitz⁶, Ferenc Kristály⁷, Daniel Veres⁸, Fabien Arnoud⁹, Zoltán Szalai^{1,10}, János Korponai¹¹, Mihály Molnár¹², Zoltán Szabó¹, Enikő Magyar^{1,13}

¹*Eötvös Loránd University, Department of Environmental and Landscape Geography*

²*University of Pannonia Nagykanizsa, University Center for Circular Economy, Soós Ernő Research and Development Center, palfi.ivett@pen.uni-pannon.hu*

³*University of Pannonia, Research Institute for Biomolecular and Chemical Engineering*

⁴*Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Institute for Geological and Geochemical Research*

⁵*Research Centre for Natural Sciences, Institute of Materials and Environmental Chemistry*

⁶*Eötvös Loránd University, Department of Geophysics*

⁷*University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Deposits*

⁸*Romanian Academy, Institute of Speleology*

⁹*Université Savoie Mont Blanc, EDYTEM Laboratory of Environment Dynamics and Territories of the Mountain*

¹⁰*Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Geographical Institute*

¹¹*Ludovika University of Public Service, Department of Water Supply and Sewerage*

¹²*Institute for Nuclear Research, International Radiocarbon AMS Competence and Training Center*

¹³*ELKH-MTM-ELTE Paleontology Research Group*

The Lake Balaton is used for a variety of purposes and provides a great number of ecological services, i.e., water supply, flood protection, food production, recreation, transport, maintenance of food webs, ecological diversity, and regulation of the local climate.

It is also one of the best archives for detecting Holocene climate changes in the Carpathian Basin.

Our research aim is by using improved dating techniques and combining transmission electron microscopy (TEM) and X-ray powder diffraction (XRD) techniques with stable isotope measurements to identify changes in the crystal chemical character (primarily Mg-content) of the precipitating carbonate in Lake Balaton through the Holocene and compare these data with the $\delta^{18}\text{O}$ record.

We have identified an evaporation-controlled system increase in the Holocene $\delta^{18}\text{O}$ curve reflects periods of drought or sudden drought events. Based on our results, we can detect two drought events around 5480-4400 cal yr BP and 8200-7760 cal yr BP.

Development of functionalized flagellar Nanorods for environment monitoring applications

Sara Sardou^{1,2}, Hajnalka Jankovics¹, Ildikó Galambos²

*¹University of Pannonia, Faculty of Engineering,
Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering*

*²University of Pannonia, Soós Ernő Research and Development Center
sardou.sarah.blida@gmail.com, jankovics.hajnalka@mk.uni-pannon.hu,
galambos.ildiko@pen.uni-pannon.hu*

Water monitoring technologies have evolved significantly, driven by the need for efficient and selective detection of various contaminants in decreasing concentration. Genetic engineering has opened new possibilities, with flagellin-based binding proteins offering unique advantages. Flagellin's D3 domain, known for its stability, serves as an excellent scaffold protein for developing specific binding variants through directed evolution. These variants, reassembled in flagellin, enable the building of stable and resistant nanorods with high binding site density. These nanorods can be used as sensing layers in biosensors ideal for environmental monitoring. Notably, these biosensors have demonstrated sensitivity in detecting nickel and arsenic in water, holding promise for enhanced water quality assessment. These innovations mark a crucial step forward in the field of biosensors for water contaminants, with potential for further advancements in targeted molecule detection.

Támogató Kiállítók

ACO Kereskedelmi Kft.



ACO. we care for water

Az ACO Csoport piacvezető a vonalmenti vízelvezetés területén. A klímaváltozás olyan innovatív csapadékvíz menedzselésre alkalmas rendszerek kifejlesztését követeli meg tőlünk, amelyek teljes mértékben megfelelnek a környezeti elvárásoknak. Környezettudatos gondolkodásunk értelmében a csapadékvizet összegyűjtjük, megtisztítjuk, tározzuk és visszajuttatjuk a környezetbe.

ACO Csoport számokban

- 1946: cégalapítás Németországban
- 4 400 alkalmazott több mint 40 országban
- 30 gyár 15 országban

Gyárainkban polimer beton, rozsdamentes acél, műanyag, öntöttvas és vasbeton felhasználásával gyártjuk rendszereinket. Célunk minden esetben a maximális műszaki színvonal mellett a gazdaságos és fenntartható felhasználhatóság elérése.

Az ACO sikertényező másik eleme a piaccal folytatott folyamatos kommunikáció, hogy a piac elvárásainak megfelelhessünk.

ACO. we care for water

The ACO Group is market leader in the field of line drainage. Climate change requires us to develop innovative rainwater management systems that completely meet the environmental requirements. In accordance with our environmentally conscious thinking, we collect, clean, hold and reuse rainwater.

ACO Group in numbers

- 1946: company foundation in Germany
- 4,400 employees in more than 40 countries
- 30 factories in 15 countries

In our factories, we manufacture our systems using polymer concrete, stainless steel, plastic, cast iron and reinforced concrete. In all cases, our goal is to achieve economic and sustainable usability in addition to the maximum technical standard.

Another element of the ACO success factor is our continuous communication with the market in order to meet the market's expectations.

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.



A UNICAM Magyarország Kft. 1993 óta a magyarországi analitikai műszerpiac 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
- molekulaspektroszkópia
- 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.

Auro-Science Consulting Kft.



Az Auro-Science Consulting Kft-t magánszemélyek alapították 1990-ben azzal a céllal, hogy a hazai felsőoktatást, tudományos kutatást a legmagasabb igényeket is kielégítő berendezésekkel lássa el.

A forgalmazott termékek kiválasztásában alapvető kritériumunk a magas színvonal és a magas szintű terméktámogatás. Kiemelt partnereink a Nikon (mikroszkópia), a PHCBI (laboratóriumi hűtés-fűtés-inkubálás, korábbi nevén Panasonic Biomedical), a ThermoFisher Scientific (elektron- mikroszkópia, korábbi nevén FEI) és a Hettich (laboratóriumi centrifugák).

Kereskedelmi tevékenységünk mellett jelentős kutatás–fejlesztés folyik.

Kisteleken működő gyártelepünk innovatív nanotechnológiákkal ipari ügyfeleink számára gyárt speciális alapanyagokat. Legfontosabb általunk gyártott vegyipari alapanyagok a nanoezüst és a nanovas kolloidok. Az előbbi fertőtlenítőszer gyártása során, utóbbit speciális környezetvédelmi kármentesítő beavatkozásoknál hasznosítják.

Auro-Science Consulting Ltd. is a privately owned company founded in 1990 with the aim of providing the highest quality equipment for higher education and scientific research in Hungary.

Our basic criteria in the selection of the products we sell are high quality and high level of product support. Our preferred partners are Nikon (microscopy), PHCBI (laboratory incubation, formerly Panasonic Biomedical), ThermoFisher Scientific (electron microscopy, formerly FEI) and Hettich (laboratory centrifuges).

In addition to our commercial activities, we also carry out significant research and development.

Our production site in Kistelek uses innovative nanotechnologies to manufacture specialised raw materials for our industrial customers. Our main chemical raw materials are nano-silver and nanoiron-colloids. The former is used in the production of disinfectants, the latter in special environmental remediation interventions.

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.

Sezako Hungary Kft.



A társaságunk már több, mint 30 éve működik Csehországban és Szlovákiában is egyaránt. Magyarországon 2018-tól van jelen a vállalat, mint megbízható partner kis-, közép- és nagyvállalatoknál, vízműveknél, valamint önkormányzatoknál. Ez idő alatt megszilárdítottuk az alapjainkat az országban és továbbfejlesztettük magunkat az egyik legkiemelkedőbb társaságra ebben a szakmában. Széleskörű szolgáltatást nyújtunk a partnereinknek, ezek közül néhányat megemlítenénk:

- **Összes átmérőjű csatornarendszerek tisztítása** – a házi csatlakozóktól egészen a városi nagy méretű csatornarendszerekig, víznyelők tisztítása, átereszek tisztítása.
- **Csatornarendszerek kamerás vizsgálata** – jelentések a tervezési dokumentációhoz, kiváló felvételi minőség, a megállapított hibák eltávolítása, valamint az ehhez szükséges tanácsadás.
- **Munkák szívó-kotró gépekkel** – száraz és folyékony hulladék szippantása extrém környezetből, bonyolult helyekről, nagy távolságból és oxigén nélküli helyekről stb.
- **Mobil kőolaj-, zsír- és iszap- elválasztók** - Víz elválasztása a kőolajtól, ez az ügyfeleinknek nagy mértékben csökkenti a kiadásait.
- **Csatornarendszerek marása** – gyökérbenövés, csemperagasztók, betonok eltávolítása és egyéb más akadály eltávolítása a csőrendszerekből.

Ezeket a tevékenységeket Európa legmodernebb gépeivel végezzünk. Ezzel a segítséggel sokkal kiemeltebb minőségű munkát tudunk végezni, a legkedvezőbb áron is. A munkavégzés mellett a tapasztalataink alapján komplex szolgáltatást is nyújtunk:

- A jelenlegi állapot elemzése és értékelése – A csatornák jelenlegi állapotának felmérése, a csatornatípusok külön részeinek értékelése, a lehetséges problémás területek feltérképezése, a lefedettség mélységének és egyéb releváns tényezőknek megítélése. Azonnali tisztítási vagy karbantartást igénylő területek azonosítása.
- Technológiai eljárásoknál – a megfelelő technológiai megoldások bevezetése a hatékony és megbízható tisztítás érdekében. A legmodernebb tisztítási megoldások használata, legújabb gépek és legmodernebb eszközök, robotok használata.
- Hatékony karbantartási tervek javaslatai – Rendszeres tisztítási és karbantartási terv kidolgozása, amely biztosítja a hosszútávú és megfelelő üzemeltetési szakképzettséget. A megfelelő időintervallum és tisztítási módszerek meghatározása a kihasználás alapján.
- Oktatás és szakképzés – Képzési programok tervezése az üzemeltetésért felelős dolgozók számára. Tájékoztatás az üzemeltetés területéről, bevált gyakorlatokról, innovációkról és új technikákról.

LAB-EX Laborkereskedelmi Kft.

Cégünk 1990-es megalapítása óta a magyarországi labortechnikai piac meghatározó szereplőjeként teljeskörű felhasználói megoldásokat kínál ügyfeleinek. Elkötelezett célunk a partnereink igényeinek megértése és a lehető legmagasabb színvonalon történő kiszolgálása. Tevékenységünk stabil háttereként szolgál a Magyarországon kizárólagos joggal több évtizede képviselt világszínvonalú gyártói támogatás és a bővülő igényekhez illeszkedő egyre szélesedő termékpaletta. Célunk a hosszú távú bizalmi alapokra épülő partnerkapcsolatok kiépítése ügyfeleinkkel és felhasználóinkkal, melyet megfelelő szakmai végzettséggel és kiváló kapcsolatteremtő képességgel rendelkező, kedves, segítőkész értékesítési csapatunk által kívánunk a jövőben egyre magasabb színvonalon megvalósítani. Ajánlatainkat az Ön egyedi igényeinek maximális kielégítésére törekedve állítjuk össze. Tevékenységünkben központi szerepet tölt be az ügyfélkörnek nyújtott, hozzáadott értéként megjelenő szolgáltatásaink, úgy mint szakmai tanácsadásunk és applikációs konzultációnk. Garanciaidőn belüli és azon túli teljeskörű terméktámogatás, szaktanácsadás, szerviz- és karbantartási szolgáltatás, alkatrészellátás. Számos gyártó bemutatókészülékét kipróbálhatja vásárlási kötelezettség nélkül. Tesztelési igényét kérjük, jelezze az illetékes területi képviselőnél! Továbbá igény szerint ingyenes fogyóeszközöket tartalmazó mintacsomagot biztosítunk Önnek.

We are firmly committed to our customers and clients. Our primary goal is to provide a complete solution, helping and supporting their work providing an excellent service background. We are endeavouring to adapt their needs perfectly to reach the highest satisfaction and to keep our reputation and stability on the solid foundation of reliability. We give full support to our instrumentation with warranty and after warranty services, maintenance and repair services, consumable and spare part supply. Moreover you can test a number of manufacturers' demonstration systems without any obligation to purchase them. For further information please ask our colleagues and indicate your request. In addition, we provide you a free sample pack containing a variety of plastic consumables.

Pannon Egyetem 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 űr 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 legyen, kellenek a tudásközpontok és kellenek azok a jól képzett szakemberek, 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 a környezetünkben működő vállalkozások fejlődéséhez, hatékonyságához járulunk hozzá. Értékteremtő munkát végzünk, amellyel a partnerintézmények informatikai típusú problémáira tudunk megoldást kínálni; a vízkezeléssel érintett vállalkozások és egyéb intézmények széles körét tudjuk kiszolgálni speciális szaktudásunkkal; továbbá a turizmusban érintett és a helyi gazdaságot fejlesztő intézmények számára empirikus kutatásokkal járulunk hozzá a térségi fejlődéshez.

Támogatók

Ezüst fokozatú támogatók



Bronz fokozatú támogatók



További támogatók

