



**21**  **KMKTK**  
Kárpát-medencei  
Környezettudományi  
Konferencia



**BAJA 2026. SZEPTEMBER 2-4.**

---

# ABSZTRAKTKÖTET

**XXI. Kárpát-medencei  
Környezettudományi Konferencia**

Baja

2026. szeptember 2–4.

## Társrendező / Co-organiser



## Támogatók / Sponsors



# Tartalom

|                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Társrendező / Co-organiser</b>                                                                                                         | <b>2</b>  |
| <b>Támogatók / Sponsors</b>                                                                                                               | <b>2</b>  |
| <b>Előszó és közreműködők</b>                                                                                                             | <b>6</b>  |
| <b>PLENÁRIS ELŐADÁSOK / PLENARY PRESENTATIONS</b>                                                                                         | <b>7</b>  |
| MIÉRT NEM MŰKÖDIK KÜLÖN? – ÚJ MEGKÖZELÍTÉSEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉSBEN ÉS TANÁRKÉPZÉSBEN . . . . .                                 | 8         |
| WHY DOESN'T IT WORK IN ISOLATION? – NEW APPROACHES TO SCIENCE EDUCATION AND TEACHER TRAINING . . . . .                                    | 9         |
| A TERMÉSZETI POTENCIÁL: SZLOVÁKIA GEO-ÖKOSZISZTÉMÁINAK- TERMÉSZETI TŐKÉJÉNEK ATLASZA NYOMÁN . . . . .                                     | 10        |
| THE NATURAL POTENTIAL: ACCORDING TO THE ATLAS OF THE NATURAL CAPITAL OF THE SLOVAKIA'S GEOECOSYSTEMS . . . . .                            | 11        |
| HOGYAN ISMERHETŐK FEL AZ ASZÁLYOS IDŐSZAK NYOMAI A HOLTÁGAK ÜLEDÉKÉBEN? . . . . .                                                         | 12        |
| HOW CAN EVIDENCE OF DROUGHT PERIODS BE IDENTIFIED IN OXBOW-LAKE SEDIMENTS? . . . . .                                                      | 13        |
| ELTŰNNI VAGY ALKALMAZKODNI: VÍZI MAKROGERINCTELEN FAJEGYŰTTESEK ELTÉRŐ VÁLASZAI A KISVÍZFOLYÁSOK KISZÁRADÁSÁRA . . . . .                  | 14        |
| VANISH OR ADAPT: DIFFERING RESPONSES OF AQUATIC MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES TO THE DRYING OUT OF SMALL WATERCOURSES . . . . .           | 15        |
| DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL . . . . .                                                        | 16        |
| CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN . . . . .                                             | 17        |
| <sup>21</sup> PB KORMEGHATÁROZÁS MINT A KÖRNYEZETI FOLYAMATOK VIZSGÁLATÁNAK ESZKÖZE: AZ ANTROPOGÉN HATÁSOKTÓL A KLÍMAVÁLTOZÁSIG . . . . . | 18        |
| <sup>210</sup> PB DATING AS A TOOL FOR THE INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL PROCESSES: FROM ANTHROPIC EFFECTS TO CLIMATE CHANGES . . . . .  | 19        |
| <b>KÖRNYEZETI NEVELÉS / ENVIRONMENTAL EDUCATION</b>                                                                                       | <b>20</b> |
| HÁLÓZATOS FELSŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK HÁROM SZINTEN: A Z-SZAK TAPASZTALATAI . . . . .                                                   | 21        |
| THREE-LEVEL NETWORKED COLLABORATION IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCES FROM THE Z PROGRAMME . . . . .                                       | 22        |
| A FÖLDRAJZ TANTÁRGGYAL KAPCSOLATOS TANULÓI ATTITŰD ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA TOLNA VÁRMEGYEI ÉS ORSZÁGOS MÉRÉS ALAPJÁN . . . . .          | 23        |
| A COMPARATIVE STUDY OF STUDENT ATTITUDES TOWARDS GEOGRAPHY BASED ON TOLNA COUNTY AND NATIONAL SURVEYS . . . . .                           | 24        |

|                                                                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| A FENNTARTHATÓSÁG ÉRETTSÉGI VIZSGA TÉRBELI ELOSZLÁSA ÉS FEJLŐDÉSI TENDENCIÁI<br>MAGYARORSZÁGON 2024 ÉS 2026 KÖZÖTT . . . . .                                  | 25        |
| THE SPATIAL DISTRIBUTION AND TRENDS IN THE PASS RATE FOR THE HIGH SCHOOL GRADUATION EXAM IN<br>HUNGARY BETWEEN 2024 AND 2026 . . . . .                        | 26        |
| A VIZUÁLIS GONDOLOKÁS SZEREPE A KOMPLEX KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK ÉRTELMEZÉSÉBEN:<br>DESIGNPEDAGÓGIAI MEGKÖZELÍTÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TANÁRKÉPZÉSBEN . . . . .  | 27        |
| THE ROLE OF VISUAL THINKING IN UNDERSTANDING COMPLEX ENVIRONMENTAL PROBLEMS: A DESIGN<br>PEDAGOGY APPROACH IN SCIENCE TEACHER EDUCATION . . . . .             | 28        |
| A NEMZETKÖZI ZÖLD EGYETEM TAGSÁG, VALAMINT A FENNTARTHATÓSÁG TÁRSADALMI ÉS KÖRNYEZETI<br>HATÁSAI EGY MAGYARORSZÁGI KATOLIKUS EGYETEMEN: 3 ÉV ADATAI . . . . . | 29        |
| UI GREENMETRIC MEMBERSHIP, AND THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SUSTAINABILITY AT A<br>HUNGARIAN CATHOLIC UNIVERSITY: 3 YEARS OF DATA . . . . .        | 30        |
| <b>ÖKOLÓGIA / ECOLOGY</b>                                                                                                                                     | <b>31</b> |
| MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELEÉS A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE<br>SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA . . . . .                             | 32        |
| MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS<br>ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY . . . . .                | 33        |
| A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA . . . . .                                                                    | 34        |
| MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5 . . . . .                                                                  | 35        |
| A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK<br>ÉRTELMEZÉSÉBEN . . . . .                                                         | 36        |
| BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD<br>FLOODPLAIN SYSTEM . . . . .                                                | 37        |
| LÁGY- ÉS FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK FITOREMEDIÁCIÓS POTENCIÁLJÁNAK VIZSGÁLATA . . . . .                                                                             | 38        |
| INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF HERBACEOUS AND WOODY PLANT SPECIES . . . . .                                                               | 39        |
| FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYEK RADIOKARBONOS VIZSGÁLATA . . . . .                                                                                                          | 40        |
| RADIOCARBON ANALYSIS OF WOODY PLANTS . . . . .                                                                                                                | 41        |
| ERDŐK REPREZENTÁCIÓJA A MAGYAR TERMÉSZETFILMEKBEN . . . . .                                                                                                   | 42        |
| THE REPRESENTATION OF FORESTS IN HUNGARIAN NATURE FILMS . . . . .                                                                                             | 43        |
| <b>Környezettudományi és környezettanulmányi képzés / ENVIRONMENTAL SCIENCES AND<br/>STUDIES IN ENGLISH</b>                                                   | <b>44</b> |
| ÖSSZEHASONLÍTÓ, KIOLTÁSMENTES FOLYADÉKSCINTILLÁCIÓS MÓDSZER RÁDIUMIZOTÓPOK<br>MEGHATÁROZÁSÁRA . . . . .                                                       | 45        |
| COMPARATIVE QUENCH-FREE LIQUID SCINTILLATION METHOD FOR RADIUM ISOTOPE DETERMINATION . . . . .                                                                | 46        |
| KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS                                                                    |           |

|                                                                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION . . . . .                                                                        | 48        |
| A MIKROBIÁLIS KORRÓZIÓ HATÁSA AZ IVÓVÍZELLÁTÁSRA . . . . .                                                                                                                      | 49        |
| THE IMPACT OF MICROBIOLOGICALLY INFLUENCED CORROSION ON DRINKING WATER SUPPLY . . . . .                                                                                         | 50        |
| <b>KÖRNYEZETFÖLDTAN ÉS KÖRNYEZETFÖLDRAJZ / Environmental Geology and Environmental Geography</b>                                                                                | <b>51</b> |
| A KÁRPÁT-MEDENCE MINT KLÍMAÉRZÉKENY TÉRSÉG: A MEDENCEJELLEG KLIMATIKUS TÜKRÖZŐDÉSE A KÖZÉPSŐ HOLOCÉN BEN ÉS NAPJAINKBAN . . . . .                                               | 52        |
| THE CARPATHIAN BASIN AS A CLIMATE-SENSITIVE REGION: THE IMPACT OF BASIN GEOGRAPHY DURING THE MIDDLE HOLOCENE AND IN THE PRESENT DAY . . . . .                                   | 53        |
| AZ ALSÓ-TARNA-VÖLGY NEGYEDIDŐSZAKI KIALAKULÁSÁNAK FŐBB FÁZISAI, KÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA . . . . .                                                                            | 54        |
| MAIN PHASES AND ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE QUATERNARY DEVELOPMENT OF THE LOWER TARNA VALLEY . . . . .                                                                  | 55        |
| TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN . . . . .              | 56        |
| SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS . . . . . | 57        |
| SIROK TELEPÜLÉS VILLÁMÁRVÍZ-VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK ELŐZETES BECSLÉSE NAGFELBONTÁSÚ 2D HIDRAULIKAI MODELLEZÉssel . . . . .                                                       | 58        |
| PRELIMINARY ASSESSMENT OF FLASH FLOOD SUSCEPTIBILITY IN THE SETTLEMENT OF SIROK USING HIGH-RESOLUTION 2D HYDRAULIC MODELLING . . . . .                                          | 59        |
| TÁJI VÁLTOZÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA A KELET-BORSODI-SZÉNMEDENCE SAJÓTÓL ÉSZAKRA ÉS DÉLRE ESŐ TERÜLETEIN . . . . .                                                         | 60        |
| A COMPARATIVE STUDY OF LANDSCAPE CHANGES IN THE AREAS NORTH AND SOUTH OF THE SAJÓ RIVER IN THE EAST BORSOD COAL BASIN . . . . .                                                 | 61        |
| <b>ALKALMAZOTT KÖRNYEZETTUDOMÁNY / Applied Environmental Science</b>                                                                                                            | <b>62</b> |
| A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN . . . . .                                                                        | 63        |
| THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS                                                                                          | 64        |
| HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST? . . . . .                                                                                                              | 65        |
| HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT? . . . . .                                                                                                                  | 66        |
| <b>Szerzők</b>                                                                                                                                                                  | <b>67</b> |

# Előszó és közreműködők

## Tudományos Tanács:

Mócsy Ildikó, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Románia tiszteletbeli elnök

Ács Éva

Bíró Tibor

Braun Mihály

Hamerlík László (SK)

Korponai János

Miklós László (SK)

Molnár Mihály

Poszet Szilárd (RO)

Urák István (RO)

## Szerkesztette:

Szalontai Tamás

## Előszó

A **KONFERENCIA CÉLJA** a Kárpát-medencében folyó környezeti kutatások legfrissebb eredményeinek ismertetése, valamint elméleti és gyakorlati problémák megvitatása. A konferencia lehetőséget biztosít szakmai együttműködésre, közös pályázatokban való részvétel megtárgyalására, nem utolsósorban a hazai és határon túli magyar hallgatóknak az angol nyelven történő előadás gyakorlására. A konferencia célja továbbá a környezettudatosság, a környezeti nevelés és a kutatási eredmények hasznosítási fontosságának hangsúlyozása.

A **KONFERENCIA TERÜLETEI:** környezetfizika, környezetkémia, ökológia, környezetföldrajz, környezetföldtan, épített környezet és területrendezés, hulladékgazdálkodás, alternatív energiák, környezet-gazdaságtan, agrár-környezettudomány, műszaki tudományok a környezetvédelemben, nemzetközi és EU környezeti politika, környezeti nevelés, Environmental Sciences and Studies in English.

## A KONFERENCIA HIVATALOS NYELVE:

magyar

angol

Korponai János

a Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia elnöke

SZEKCIÓ

# PLENÁRIS ELŐADÁSOK / PLENARY PRESENTATIONS

# MIÉRT NEM MŰKÖDIK KÜLÖN? – ÚJ MEGKÖZELÍTÉSEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉSBEN ÉS TANÁRKÉPZÉSBEN

Angyal Zsuzsanna

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezettudományi Centrum, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu

**Kulcsszavak:** integrált természettudományos nevelés; természettudományos tanárképzés; interdiszciplinaritás; természettudományos műveltség; oktatásfejlesztés.

**Összefoglaló:** A 21. század társadalmi, környezeti és technológiai kihívásai egyre összetettebb természettudományos gondolkodást igényelnek. A klímaváltozás, az energiagazdálkodás, a természeti erőforrások fenntartható használata vagy a biodiverzitás csökkenése olyan problémák, amelyek megértése nem köthető egyetlen tudományterülethez. Miközben a tudományos kutatásban mind nagyobb szerepet kapnak az inter- és multidiszciplináris megközelítések, a köznevelésben a természettudományok oktatása továbbra is jellemzően diszciplináris keretek között történik.

Az előadás azt vizsgálja, hogy a hagyományosan elkülönülő fizika-, kémia-, biológia- és földrajzoktatás mellett milyen szerepe lehet az integrált természettudományos szemléletnek. Bemutatja azokat az oktatási és tanárképzési kihívásokat, amelyek az integráció szükségességét indokolják, valamint kitér az integrált megközelítés hazai és nemzetközi tendenciáira és lehetőségeire.

Kiemelt figyelmet kap a természettudományos tanárképzés kérdése, hiszen az oktatás szemléletének megújítása csak olyan pedagógusokkal valósítható meg, akik a biztos diszciplináris tudás mellett képesek a különböző tudományterületek közötti kapcsolatok felismerésére és közvetítésére is. Az előadás célja annak bemutatása, hogy az integrált természettudományos nevelés nem a diszciplináris tudás alternatívája, hanem annak összekapcsolására épülő szemlélet, amely hozzájárulhat a természettudományos műveltség fejlesztéséhez és a természettudományos oktatás megújításához.

# WHY DOESN'T IT WORK IN ISOLATION? – NEW APPROACHES TO SCIENCE EDUCATION AND TEACHER TRAINING

**Zsuzsanna Angyal**

Centre for Environmental Sciences, Faculty of Science, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117  
Budapest, Hungary

[angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu](mailto:angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu)

**Keywords:** integrated science education; science teacher training; interdisciplinarity; scientific literacy; educational development

**Abstract:** The social, environmental and technological challenges of the 21st century require increasingly complex scientific thinking. Climate change, energy management, the sustainable use of natural resources and biodiversity loss are problems that cannot be understood through the lens of a single discipline. While interdisciplinary and multidisciplinary approaches are playing an increasingly prominent role in scientific research, science education in public education continues to take place predominantly within disciplinary boundaries.

This presentation examines the potential role of an integrated approach to science alongside the traditionally separate teaching of physics, chemistry, biology and geography. It outlines the educational and teacher-training challenges that justify the need for integration and discusses current trends and opportunities relating to integrated approaches in Hungary and internationally.

Particular attention is given to science teacher training, since a shift in educational perspectives can only be achieved by teachers who possess sound disciplinary knowledge while also being able to recognise and communicate connections between different scientific fields. The presentation aims to demonstrate that integrated science education is not an alternative to disciplinary knowledge but an approach based on connecting different areas of such knowledge. It can thereby contribute to the development of scientific literacy and the renewal of science education.

# **A TERMÉSZETI POTENCIÁL: SZLOVÁKIA GEO-ÖKOSZISZTÉMÁINAK- TERMÉSZETI TŐKÉJÉNEK ATLASZA NYOMÁN**

**Miklós László**

Szlovák Tudományos Akadémia

[laszlo.miklos@savba.sk](mailto:laszlo.miklos@savba.sk)

# THE NATURAL POTENTIAL: ACCORDING TO THE ATLAS OF THE NATURAL CAPITAL OF THE SLOVAKIA'S GEOECOSYSTEMS

**László Miklós**

Slovak Academy of Sciences

[laszlo.miklos@savba.sk](mailto:laszlo.miklos@savba.sk)

# HOGYAN ISMERHETŐK FEL AZ ASZÁLYOS IDŐSZAK NYOMAI A HOLTÁGAK ÜLEDÉKÉBEN?

Braun Mihály<sup>1</sup>, Sóvágó Dávid<sup>1</sup>, Tóth Albert<sup>1</sup>, Lisztes-Szabó Zsuzsa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Atommagkutató Intézet, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, TTK, Növénytan Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

braun.mihaly@atomki.hu

**Kulcsszavak:** klímaváltozás, paleoklíma-rekonstrukció, paleokörnyezet, holtágak

**Összefoglaló:** A paleoökológiai témájú kutatások jelentős része az utolsó eljegesedéssel és az ezt követő időszakokkal foglalkozik. Domináns technikák a pollenanalízis és a radiokarbon alapú kormeghatározás. Ehhez csatlakoznak a Chironomida, Cladocera és Diatoma maradványokon alapuló klímarekonstrukciók, valamint a  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^{13}\text{C}$  vizsgálatok. A hőmérséklet és csapadék viszonyok változásokra a fajösszetétel és dominanciaviszonyok változásából, valamint az izotóparányok változásából következtetnek, amihez modern analógiákat használnak fel. A környezetváltozásra készült rekonstrukciókat közvetlenül nem lehet validálni, csupán arra van lehetőség, hogy (1) ismételt vizsgálatokat végezzünk ugyan azon az üledékgyűjtőben, (2) egymáshoz közel lévő tavakat, lápokot kutassunk, megkeresve bennük a hasonló változásokat (3) egymástól függetlenül értékeljük ki a különböző klíma rekonstrukcióra alkalmas „proxi”-kat. Paleoökológiai kutatásokban proxi-nak nevezik azokat a közvetett környezeti vagy klimatikus indikátorokat, amelyek a megőrzött fizikai, kémiai vagy biológiai anyag formájában információt hordoznak a múltbeli körülményekről. Helyettesítik a közvetlen mérést ott, ahol ez nem lehetséges. Nem szabad azonban megfelelkezünk arról, hogy végig modellekkel dolgozzunk.

A Tisza szabályozásakor létrejött holtágak különleges lehetőséget adnak arra, hogy a paleoökológiai rekonstrukciós módszereket teszteljük. A napi vízállás adatok 1876-tól rendelkezésre állnak, a csapadék és hőmérséklet adatok 1900-tól szintén folyamatosak. A folyómenti városok (pl. Szeged, Szolnok) napilapjai általában megemlítik a „tiszavirágzást”, árvizeket, szennyezéseket és aszályokat. A szabályozásról is részletes dokumentáció készült, a területről a műholdas képek mellett légi fotók is rendelkezésre állnak. Elkészült a hullámtér LIDAR-alapú felmérése is. A holtágakban az üledék felhalmozódása igen gyors, 2-4 cm is képződhet évenként. A csernobili atomerőmű balesetnél, valamint az atombomba kísérletek miatt kihullott  $^{137}\text{Cs}$ , a 2000-ben bekövetkezett nehézfém-szennyezés olyan markerrétegek az üledékben, amik lehetővé teszik a korolást. Az üledékben az árhullámok nyomait fényképen, valamint röntgenfelvételeken viszonylag könnyű azonosítani. A vízállás adatokat összekapcsolhatók az üledék szerkezetével. A kapott modellt pedig ellenőrizni lehet pl. az üledékben előforduló nehézfémek, klorofill, szervesanyag mennyiségének változásaival. Az üledék szemcseösszetétele is jól jelzi az árhullámokat.

Előadásunkban bemutatjuk, hogy a „szervetlen proxi” mennyire alkalmasak az aszályos időszakok azonosításában. Szeretnénk felkelteni azoknak a kutatóknak az érdeklődését, akik üledékből rekonstruálható „biológiai proxi” (pl. pollen, Diatoma, Cladocera, Chironomida, DNS, fotoszintetikus pigmentek) vizsgálatával foglalkoznak, mivel a holtágakban üledéke alkalmas lehet az általuk használt módszerek validálására.

# HOW CAN EVIDENCE OF DROUGHT PERIODS BE IDENTIFIED IN OXBOW-LAKE SEDIMENTS?

Mihály Braun<sup>1</sup>, Dávid Sóvágó<sup>1</sup>, Albert Tóth<sup>1</sup>, Zsuzsa Lisztes-Szabó<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Institute for Nuclear Research, Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary

<sup>2</sup> Department of Botany, Faculty of Science and Technology, University of Debrecen, Egyetem tér 1, 4032 Debrecen, Hungary

[braun.mihaly@atomki.hu](mailto:braun.mihaly@atomki.hu)

Keywords: climate change, palaeoclimate reconstruction, palaeoenvironment, oxbow lakes

**Abstract:** A considerable proportion of palaeoecological research focuses on the last glacial period and the period that followed. The dominant techniques include pollen analysis and radiocarbon dating. These are complemented by climate reconstructions based on Chironomidae, Cladocera and diatom remains, as well as  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  analyses. Changes in temperature and precipitation regimes are inferred from shifts in species composition and dominance patterns and from variations in isotope ratios, using modern analogues. Environmental reconstructions cannot be validated directly. The available options are limited to (1) conducting repeated analyses in the same sedimentary basin, (2) investigating lakes and mires located close to one another to identify similar changes, and (3) independently evaluating different proxies suitable for climate reconstruction. In palaeoecological research, proxies are indirect environmental or climatic indicators that preserve information about past conditions in the form of physical, chemical or biological material. They substitute for direct measurements where such measurements are not possible. It must be kept in mind, however, that these investigations rely on models throughout.

The oxbow lakes created during the regulation of the River Tisza offer a unique opportunity to test palaeoecological reconstruction methods. Daily water-level data have been available since 1876, while continuous precipitation and temperature records date back to 1900. Newspapers published in towns along the river, such as Szeged and Szolnok, generally reported events including mayfly swarming on the Tisza, floods, pollution incidents and droughts. The river-regulation works were also documented in detail, and both aerial photographs and satellite images of the area are available. A LiDAR-based survey of the floodplain has also been completed.

Sediment accumulation in the oxbow lakes is very rapid, reaching 2 – 4 cm per year. Caesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) deposited following the Chernobyl nuclear power plant accident and nuclear weapons testing, together with the heavy-metal pollution event of 2000, forms marker horizons in the sediment that enable chronological dating. Traces of flood waves can be identified relatively easily in photographs and X-ray images of the sediments. Water-level records can be linked to sediment structure, and the resulting model can be tested against variations in the concentrations of heavy metals, chlorophyll and organic matter in the sediment. Sediment grain-size composition also provides a reliable indication of flood events.

In our presentation, we demonstrate the extent to which “inorganic proxies” can be used to identify periods of drought. We also aim to attract the interest of researchers studying sedimentary “biological proxies” – such as pollen, diatoms, Cladocera, Chironomidae, DNA and photosynthetic pigments – because oxbow-lake sediments may be suitable for validating the methods they use.

# ELTŰNNI VAGY ALKALMAZKODNI: VÍZI MAKROGERINCTELEN FAJEGYÜTTESEK ELTÉRŐ VÁLASZAI A KISVÍZFOLYÁSOK KISZÁRADÁSÁRA

Móra Arnold

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Hidrobiológiai Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

[marnold@gamma.ttk.pte.hu](mailto:marnold@gamma.ttk.pte.hu)

**Kulcsszavak:** időszakos vízfolyások, vízi makrogerinctelenek, szitakötők és árvaszúnyogok, előfordulási-gyakorisági eloszlás

**Összefoglaló:** Az utóbbi évtizedekben a klímaváltozás következményeként jelentősen megnőtt az időszakos vízfolyások aránya, és egyre több vízfolyás egyre hosszabb ideig szárad ki. Ezeknek az eseményeknek komoly hatása van a vízi makrogerinctelenekre, mind faji, mind pedig közösségszinten. Előadásunkban két makrogerinctelen csoporton, a csúcsragadozó szitakötőkön és az árvaszúnyogok kiemelkedően diverz családján keresztül mutatjuk be a kiszáradások hatásának különböző aspektusait. A patak-ökoszisztémákban a csúcsragadozó szitakötők együtteseinek bármilyen változása az egész vízi közösségre hatással lehet. Ugyanakkor keveset tudunk arról, hogy a vízfolyások időszakossá válása milyen hatással van a szitakötő-együttesekre. A pataklakó szitakötőket Európa három ökorégiójában vizsgáltuk: a Boreális ökorégióban (Finnország) a hideg mérsékelt klíma mellett a vízfolyások állandók; a Pannon ökorégióban (Magyarország) a kontinentális klíma jellemző, a vízfolyások időszakossá válása pedig viszonylag új jelenség; a Mediterrán ökorégióban (Spanyolország) a mediterrán klíma és a vízfolyások szezonális időszakossága a jellemző. A szitakötők szinte teljesen hiányoztak a kiszáradó vízfolyásszakaszokról még abban az esetben is, amikor a túlélés lehetséges lett volna a visszamaradt medencékben. Amikor a szitakötők előfordultak az időszakos szakaszokon, a fajsám, az egyedszám és a diverzitás is szignifikánsan kisebb volt, mint az állandó szakaszokon. A lárvák méreteloszlása jelentősen eltért az időszakos és az állandó szakaszok között, de ez fajonként az életmenetüktől függően nagy változatosságot mutatott. Általánosságban a lárvák mérete szignifikánsan kisebb volt a kiszáradás után, ami arra utal, hogy ekkor csak az új szaporulat volt jelen. Eredményeink alapján a patakok időszakossága erősen negatív hatással van a szitakötő-együttesekre. Habár egyes fajok képesek a rekolonizációra, a több éves fejlődési ciklusuk miatt rendszeres évenkénti kiszáradás esetén nem képesek életképes populációk létrehozására. A közösség-ökológiai kutatások során a fajok előfordulási-gyakorisági eloszlási (Occupancy Frequency Distribution – OFD) mintázatainak vizsgálata hatékony módszernek bizonyult a közösségek szerveződését befolyásoló háttér folyamatok jobb megértésére. Az OFD-k olyan hisztogramok, melyek információt adnak a közösséget alkotó ritka és gyakori fajok relatív dominanciájáról. Azt, hogy egy közösség milyen OFD mintázattal jellemezhető, több egymásra potenciálisan ható tényező befolyásolhatja, melyek háttere még nem teljesen tisztázott. Kutatásunkban három európai ország (Magyarország, Csehország, Horvátország) három, eltérő kiszáradási történetű vízrendszerén vizsgáltuk, hogy a kiszáradás különböző megjelenési formái módosítják-e az árvaszúnyogok OFD mintázatait. Azt tapasztaltuk, hogy az állandó szakaszokon bimodális OFD mintázat figyelhető meg, ezzel szemben a kiszáradó szakaszokon az árvaszúnyog-együttesek unimodális mintázatot mutattak. A közösségek belső szerkezetében az állandó szakaszokon a fajkészlet hasonlósága, a kiszáradókban pedig a fajcsere volt meghatározó. A kiszáradás hatással van az árvaszúnyogok előfordulási-gyakorisági eloszlási mintázataira: a kiszáradó szakaszokon a korábban megfelelő élőhelyek eltűnése miatt a gyakori fajok ritkává vagy közepesen gyakorivá válnak, aminek hatására a bimodális mintázat helyett unimodális figyelhető meg. Eredményeink rámutatnak arra, hogy bár az árvaszúnyog-együttesek megmaradnak az időszakos patakszakaszokon, jelentősen átalakulnak a megváltozott környezetben.

# VANISH OR ADAPT: DIFFERING RESPONSES OF AQUATIC MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES TO THE DRYING OUT OF SMALL WATERCOURSES

Arnold Móra

University of Pécs, Faculty of Sciences, Department of Hydrobiology, 6 Ifjúság útja, Pécs 7624, Hungary

[marnold@gamma.ttk.pte.hu](mailto:marnold@gamma.ttk.pte.hu)

**Keywords:** intermittent watercourses, aquatic macroinvertebrates, dragonflies and non-biting midges, Occupancy Frequency Distribution (OFD)

**Abstract:** In recent decades, climate change has significantly increased the proportion of intermittent watercourses, with more streams drying out for longer periods. These events profoundly impact aquatic macroinvertebrates at both the species and community levels. In our presentation, we illustrate various aspects of these drying events through two macroinvertebrate groups: apex predator dragonflies and the highly diverse family of non-biting midges (Chironomidae). In stream ecosystems, any alteration in apex predator dragonfly assemblages can affect the entire aquatic community. However, little is known about how stream intermittency impacts these assemblages. We studied stream-dwelling dragonflies across three European ecoregions: the Boreal ecoregion (Finland), where watercourses are permanent under a cold temperate climate; the Pannonian ecoregion (Hungary), characterized by a continental climate where stream intermittency is a relatively new phenomenon; and the Mediterranean ecoregion (Spain), where a Mediterranean climate and seasonal stream drying are typical. Dragonflies were almost entirely absent from drying stream reaches, even when survival would have been possible in residual pools. When dragonflies did occur in intermittent reaches, species richness, abundance, and diversity were significantly lower than in permanent reaches. Larval size distribution varied considerably between intermittent and permanent reaches, showing high interspecific variation depending on life history. Generally, larval size was significantly smaller after drying events, indicating that only the new generation was present. Our results suggest that stream intermittency severely impacts dragonfly assemblages. Although some species can recolonize, their multi-year developmental cycles prevent them from establishing viable populations under regular, annual drying regimes. In community ecology, analyzing Occupancy Frequency Distribution (OFD) patterns of species is an effective method for better understanding the underlying processes shaping communities. OFDs are histograms that provide information on the relative dominance of rare and common species within a community. The specific OFD pattern characterizing a community can be influenced by multiple, potentially interacting factors, the backgrounds of which are not yet fully understood. In our study, we investigated whether different forms of drying alter the OFD patterns of non-biting midges across three river systems with distinct drying histories in three European countries (Hungary, Czech Republic, and Croatia). We found that permanent reaches exhibited a bimodal OFD pattern, whereas midge assemblages in drying reaches showed a unimodal pattern. Regarding the internal structure of the communities, species pool similarity was dominant in permanent reaches, while species turnover prevailed in drying ones. Stream drying affects the occupancy frequency distribution patterns of non-biting midges: due to the loss of previously suitable habitats in drying reaches, common species become rare or moderately common, causing the bimodal pattern to shift to a unimodal one. Our findings highlight that while non-biting midge assemblages persist in intermittent stream reaches, they undergo significant restructuring in the altered environment.

# DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL

Molnár Mihály<sup>1</sup>, Bán Sándor<sup>1</sup>, Nagy Dominik<sup>1</sup>, Baráth Balázs Áron<sup>1,2,3</sup>, Kertész Zsófia<sup>1</sup>, Balázs Krisztina<sup>1</sup>, Angyal Anikó<sup>1</sup>, Papp Enikő<sup>1</sup>, Furu Enikő<sup>1</sup>, Víg Ildikó<sup>1</sup>, Gáspár Dávid<sup>1</sup>, Futó István<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Atommagkutató Intézet, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c.

<sup>2</sup> Környezettudományi Doktori Iskola, ELTE, 1117 Budapest, Hungary

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., 4026 Debrecen, Hungary

[mmol@atomki.hu](mailto:mmol@atomki.hu)

**Kulcsszavak:** légköri aeroszol, izotópok, radiokarbon

**Összefoglaló:** A légköri aeroszol tömegének legalább a negyede, de gyakran akár a fele is szén, így az alkotóelemek sorában mindenképpen az egyik meghatározó, fő összetevő. A szén többféle forrásból érkezik: szerves, elemi vagy szervetlen formában is jelen lehet a szállóporban. A forrásai egyaránt lehetnek természetesek és emberi hatások is, a lakosság, a közlekedés vagy az ipar oldaláról. Az emberi hatások egy jó része lehet mai, biogén szén alapú (például tűzifa égetés) vagy fosszilis alapú (kőszén, olaj vagy földgáz elégetése).

A lehetséges sokféle szénforrások részvételi arányának azonosítása egyik igen hatékony eszköze a radioaktív-szén-izotópos, azaz radiokarbonos (C-14) elemzés, ami nulla (0,0) értéket ad tisztán fosszilis források esetén (mert a geológiai tartózkodási idők alatt teljesen elbomlott) és 1,0 „modern” értékhez közelít a tisztán recens, biogén szénforrások esetén (mai természetes, kozmogén egyensúlyi szint a légkörben).

Ebben a tanulmányban a széntartalmú aeroszol izotópos megfigyeléseinek többéves tapasztalatait mutatjuk be.

## Köszönetnyilvánítás

Az itt bemutatott kutatás a Zöld Őrszem Debreceni Környezeti Ellenőrző Rendszer keretében valósult meg.

# CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

Mihály Molnár<sup>1</sup>, Sándor Bán<sup>1</sup>, Dominik Nagy<sup>1</sup>, Balázs Áron Baráth<sup>1,2,3</sup>, Zsófia Kertész<sup>1</sup>, Krisztina Balázs<sup>1</sup>, Anikó Angyal<sup>1</sup>, Enikő Papp<sup>1</sup>, Enikő Furu<sup>1</sup>, Ildikó Víg<sup>1</sup>, Dávid Gáspár<sup>1</sup>, István Futó<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Institute for Nuclear Research, Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary

<sup>2</sup> Doctoral School of Environmental Sciences, ELTE Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Hungary

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., 4026 Debrecen, Hungary

mmol@atomki.hu

Keywords: atmospheric aerosol, isotopes, radiocarbon

**Abstract:** Carbon accounts for at least one quarter of the mass of atmospheric aerosols, and often as much as half, making it one of their major constituents. Carbon can originate from a variety of sources and may be present in particulate matter in organic, elemental, or inorganic forms. Its sources can be both natural and anthropogenic, including residential activities, transport, and industry. A substantial proportion of anthropogenic carbon emissions may originate either from contemporary biogenic carbon sources (e.g. wood burning) or from fossil sources (coal, oil, or natural gas combustion).

One of the most effective methods for determining the relative contributions of the various potential carbon sources is radiocarbon (<sup>14</sup>C) analysis. This method yields a value of zero (0.0) for purely fossil sources, because <sup>14</sup>C has completely decayed over geological timescales, whereas purely recent biogenic carbon sources yield values close to 1.0 “modern”, reflecting the present-day natural cosmogenic equilibrium level of <sup>14</sup>C in the atmosphere.

In this study, we present the results and experience gained from several years of isotope-based monitoring of carbon-containing aerosols.

## Acknowledgements

The research presented here was carried out within the framework of the Green Sentinel Debrecen Environmental Monitoring System.

# <sup>21</sup>Pb KORMEGHATÁROZÁS MINT A KÖRNYEZETI FOLYAMATOK VIZSGÁLATÁNAK ESZKÖZE: AZ ANTROPOGÉN HATÁSOKTÓL A KLÍMAVÁLTOZÁSIG

Begy Róbert-Csaba<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Környezettudományi és Környezetmérnöki Kar, Strada Fântânele 30, 400535 Kolozsvár, Románia

<sup>2</sup> Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Bio-Nano-Tudományok Interdiszciplináris Kutatóintézete, Strada Treboniu Laurian 42, 400271 Kolozsvár, Románia  
robert.begy@ubbcluj.ro

**Kulcsszavak:** <sup>21</sup>Pb kormeghatározás, üledékképződési ütem, tőzeglápok, klímaváltozás

**Összefoglaló:** Az emberi tevékenységek és a klímaváltozás erősen befolyásolják a környezeti folyamatokat, talajromlást és az ökoszisztémák destabilizációját okozva. A <sup>210</sup>Pb kormeghatározás elengedhetetlen a tőzeglápok és a tavi vízgyűjtők elmúlt 150 évére jellemző lerakódási mintázatainak retrospektív elemzéséhez. Segít a nagy felbontású kronológiák rekonstruálásában és a változások mögötti tényezők értékelésében, a kapott korok és proxyk összekapcsolásával. Emellett a <sup>137</sup>Cs alternatív markerként szolgál ezen kronológiák validálásához. Az elmúlt két évtized döntő jelentőségű, mivel ez az időszak mutatja a legkifejezettebb éghajlati változásokat és legintenzívebb emberi beavatkozásokat. A <sup>210</sup>Pb módszerrel vizsgálták a földhasználat és az erózió közötti kapcsolatokat a romániai Pănăzii-vízgyűjtő területén. A hordaléklerakódás mértéke három korszakra tagolódott a mezőgazdasági tevékenység függvényében: 9,2 tonna/év (1880–1958), 29,6 tonna/év (1960–1991) és 15,7 tonna/év a közelmúltban. Négy védett, emberi hatástól mentes kárpáti tónál (Parâng, Făgăraş, Retezat) is tanulmányozták a folyamatokat. A Latoriţei-tó lerakódása 1860-ban, 1975-ben és 2000-ben, a Zănoaga-tóé 1977–1986 között, míg a Bălea-tóé 1989-ben tetőzött. A módszerrel hat romániai és bosznia-hercegovinai tőzeglápot is elemeztek a múltbeli éghajlati események feltárása érdekében. A tőzeg változásai megegyeznek a regionális aszályokkal és a csapadékmennyiség változásaival. Az 1980–2019 közötti időszakra kiszámították az évtizedes melegedési ütemet a Bijambar (0,28°C), Vranica (0,15°C), Violeta (0,20°C), Hotenilor (0,19°C), Iezerul Mare (0,19°C) és Vlasinescu (0,16°C) tőzeglápok esetében. A 0,19°C/évtized átlagérték szorosan egybevághat a NASA által mért 0,18°C/évtized értékkel, 8,3%-os eltéréssel. A szénmegkötési és az üvegházhatású gáz kibocsátási folyamatokat szintén alaposan megvizsgálták különböző közép- és kelet-európai tőzeglápokban. Az FTIR technika alkalmazásával kutatásunk sikeresen rekonstruálta a vizsgált ökoszisztémák múltbeli jelentős szénkibocsátásainak specifikus kémiai útvonalait (CO<sub>2</sub> vagy CH<sub>4</sub>) és azok mértékét.

# 210PB DATING AS A TOOL FOR THE INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL PROCESSES: FROM ANTHROPIC EFFECTS TO CLIMATE CHANGES

Róbert-Csaba Begy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Environmental Science and Engineering, Babeş-Bolyai University, Strada Fântânele 30, 400535 Cluj-Napoca, Romania

<sup>2</sup> Institute for Interdisciplinary Research in Bio-Nano-Sciences, Babeş-Bolyai University, Strada Treboniu Laurian 42, 400271 Cluj-Napoca, Romania

robert.begy@ubbcluj.ro

**Keywords:** <sup>210</sup>Pb dating, sedimentation rate, peatlands, climate change

**Abstract:** Anthropic interventions and climate changes heavily influence environmental processes, causing soil degradation and ecosystem destabilization. The <sup>210</sup>Pb dating method is essential for retrospective analysis of the last 150 years of depositional signatures in peatlands and lake catchments. It helps reconstruct high-resolution chronologies and assess factors behind recent changes by correlating ages with relevant proxies. Additionally, <sup>137</sup>Cs serves as a vital alternative marker to validate these chronologies. The last two decades are particularly crucial, as they represent the period with the most pronounced climatic changes and the most intense human interventions. The <sup>210</sup>Pb method investigated land-use and erosion links in Romania's Pănăzii catchment. Sedimentation shifted across three eras based on farming: 9.2 tons/year (1880–1958), 29.6 tons/year (1960–1991), and 15.7 tons/year recently. Four protected, human-free Carpathian lakes (Parâng, Făgăraş, Retezat) were also studied. Latoriței lake peaked in 1860, 1975, and 2000. Zănoaga peaked during 1977–1986, and Bâlea in 1989. The method also analyzed six peatlands in Romania and Bosnia-Herzegovina for past climate events. Peat growth and degradation cycles match regional droughts and precipitation changes. Decadal warming rates (1980–2019) were calculated for Bijambar (0.28°C), Vranica (0.15°C), Violeta (0.20°C), Hotenilor (0.19°C), Iezerul Mare (0.19°C), and Vlasinescu (0.16°C). The 0.19°C/decade average closely matches NASA's 0.18°C/decade value with an 8.3% difference. Carbon sequestration and greenhouse gas emission processes were also thoroughly investigated in Central and Eastern European peatlands. By utilizing FTIR technique, our research successfully reconstructed both specific chemical pathways (CO<sub>2</sub> or CH<sub>4</sub>) and overall magnitudes of these significant past carbon emissions within the studied ecosystems.

SZEKCIÓ

# KÖRNYEZETI NEVELÉS / ENVIRONMENTAL EDUCATION

# HÁLÓZATOS FELSŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK HÁROM SZINTEN: A Z-SZAK TAPASZTALATAI

Angyal Zsuzsanna<sup>1</sup>, Bubik Veronika<sup>1</sup>, Harman-Tóth Erzsébet<sup>2</sup>, Póczos Valéria<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezettudományi Centrum, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Ásványtani Tanszék – ELTE Természettudományi Múzeum, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu; Bubik.veronika@gmail.com; celadonite@gmail.com; poczos.valeria@gmail.com

**Kulcsszavak:** Z-szak; tanárképzés; hálózatos együttműködés; interdiszciplinaritás; felsőoktatás

**Összefoglaló:** A természettudomány–környezettan tanárszak (Z-szak) 2022-ben indult azzal a céllal, hogy a 21. századi természettudományos oktatás kihívásaira felkészült, integrált szemléletű pedagógusokat képezzen. A képzés egyik legfontosabb sajátossága a három egymásra épülő szinten megvalósuló hálózatos együttműködés, amely egyszerre támogatja a hallgatók szakmai fejlődését és a képzés minőségét.

Az első szintet a képzésen belüli interdiszciplináris együttműködés alkotja, ahol a természettudományos tartalmak a szakmódszertan, a vizuális kommunikáció és a retorika elemeivel integráltan jelennek meg. A második szinten az ELTE különböző intézetei, a Tanárképző Központ, valamint a Környezettudományi Centrum összehangolt munkája biztosítja a képzés szakmai háttérét. A harmadik szintet az országos Z-szak konzorcium jelenti, amely nyolc egyetem kilenc képzőhelyének együttműködésére épül. A közös tananyagfejlesztések, szakmai egyeztetések és országos terepgyakorlatok nemcsak a képzés egységességét erősítik, hanem már a hallgatói évek alatt kialakítják a jövő természettudományos tanárainak szakmai kapcsolati hálóját.

Az előadás bemutatja e háromszintű együttműködési modell működését, valamint azt, hogy a hálózatos szemlélet miként járul hozzá a komplex tanári kompetenciák fejlesztéséhez. A tapasztalatok alapján a modell eredményesen támogatja az innovatív tanárképzést, és adaptálható jó gyakorlatként szolgálhat más pedagógusképzési programok számára is.

# THREE-LEVEL NETWORKED COLLABORATION IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCES FROM THE Z PROGRAMME

Zsuzsanna Angyal<sup>1</sup>, Veronika Bubik<sup>1</sup>, Erzsébet Harman-Tóth<sup>2</sup>, Valéria Póczos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Center for Environmental Science, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary

<sup>2</sup> Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Department of Mineralogy – ELTE Museum of Natural History, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary

angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu; Bubik.veronika@gmail.com; celadonite@gmail.com; poczos.valeria@gmail.com

**Keywords:** Z Programme; teacher education; networked collaboration; interdisciplinarity; higher education

**Abstract:** The Integrated Science and Environmental Teacher Education Programme (Z Programme), launched in 2022, aims to prepare teachers with an integrated perspective to address the challenges of 21st-century science education. One of the programme's most distinctive features is a three-level networked collaboration model that simultaneously enhances student development and programme quality. The first level consists of interdisciplinary cooperation within the programme, where science content is closely integrated with subject pedagogy, visual communication and rhetoric. The second level involves coordinated collaboration among the ELTE Environmental Science Centre, disciplinary institutes and the Teacher Training Centre, providing a strong institutional framework for the programme. The third level is represented by the national Z Programme Consortium, bringing together nine teacher education sites across eight Hungarian universities. Joint curriculum development, professional consultations and nationwide field courses strengthen programme coherence while enabling future science teachers to establish professional networks already during their university studies. The presentation introduces the operation of this three-level collaboration model and demonstrates how the networked approach contributes to the development of complex teaching competences. The experiences indicate that the model effectively supports innovative teacher education and may serve as a transferable good practice for other teacher education programmes.

# A FÖLDRAJZ TANTÁRGGYAL KAPCSOLATOS TANULÓI ATTITŰD ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA TOLNA VÁRMEGYEI ÉS ORSZÁGOS MÉRÉS ALAPJÁN

Barocsai Zoltán

Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, 7624 Pécs,  
Ifjúság útja 6.

barocsai.zoltan@belamail.hu

**Kulcsszavak:** tehetségpont, kérdőíves attitűdvizsgálat, földrajzoktatás, tantárgyi motiváció, Tolna vármegye

**Összefoglaló:** A kutatás célja a Tolna vármegyei és az ország földrajz tantárgyi tehetséggondozásban aktív gimnáziumok tanulóinak földrajz tantárgyhoz kapcsolódó attitűdjének vizsgálata különös tekintettel a tehetséggondozó tevékenységek szerepére.

Hipotézisem szerint azokban a középiskolákban, ahol a tehetséggondozás hangsúlyosabb, a tanulói attitűd szignifikánsan pozitívabb, ami a tantárgyválasztási és továbbtanulási döntésekben is megjelenik.

A kutatás alapját Tolna vármegye 11 gimnáziumában és országosan további 12 közép fokú intézményben végzett kvantitatív kérdőíves felmérés képezi. 9–12. évfolyamos tanulók körében év végi mérésre került sor egy 32 kérdésből álló teszt sor segítségével. A kutatás elméleti keretét a tantárgyi attitűdök és tanulási motiváció pedagógiai-pszichológiai megközelítései, valamint a tehetséggondozás oktatáskutatói modelljei adják. Az utóbbi évtizedekben születtek felmérések, melyek a földrajz tantárgy megítélését, népszerűségét vizsgálták, de többnyire más kontextusban, viszont alapjában véve támpontként szolgáltak az adatok összevetésével.

Az felmérést 1123 diák töltötte ki Tolna Vármegyében, míg országosan 1917 fő. Az eredmények alapján a földrajz tantárgy kedveltsége a középiskolai évek során javul. A 10. évfolyamon kedvezőbb attitűd hozzájárulhat a földrajz későbbi nagyobb mértékű emelt óraszámában történő tanulásához. A tanórán kívüli tevékenységek iránti motiváció a magasabb évfolyamokon, elsősorban az emelt képzésben részt vevők körében erősödik. A vármegyei és az országos adatok összevetésével megállapítható a tehetségpontokban tanuló diákok attitűdje alapvetően pozitívabb, melyet a magasabb családi háttérindex is támogat.

Az eredmények részben alátámasztják a hipotézisem, mivel a tehetséggondozásban aktívabban részt vevő gimnáziumok és tanulók körében pozitívabb tantárgyi attitűd és tudatosabb továbbtanulási orientáció figyelhető meg. A vizsgálat rámutat arra, hogy a célzott tehetséggondozó programok hozzájárulhatnak a tantárgyi motiváció fenntartásához és a pályaválasztási döntések befolyásolásához.

# A COMPARATIVE STUDY OF STUDENT ATTITUDES TOWARDS GEOGRAPHY BASED ON TOLNA COUNTY AND NATIONAL SURVEYS

Zoltán Barocsai

University of Pécs, Department of Physical and Environmental Geography, Institute of Geography and Earth Sciences,  
Ifjúság útja 6, 7624 Pécs

barocsai.zoltan@belamail.hu

**Keywords:** talent point, questionnaire-based attitude survey, geography education, subject motivation, Tolna County

**Abstract:** The aim of this research is to investigate the attitudes towards geography among secondary school students in Tolna County and across Hungary, specifically focusing on schools active in geography talent management, with particular regard to the role of talent development activities. It is hypothesised that in secondary schools where talent management is more prominent, student attitudes are significantly more positive, which is also reflected in subject selection and higher education enrollment decisions. The research is based on a quantitative questionnaire survey conducted in 11 secondary schools in Tolna County and an additional 12 secondary educational institutions nationwide. A year-end assessment was carried out among students in grades 9–12 using a 32-item test series. The theoretical framework of the study is provided by pedagogical-psychological approaches to subject attitudes and learning motivation, as well as educational research models of talent management. Although surveys examining the perception and popularity of geography have been conducted in recent decades, they mostly focused on different contexts; nevertheless, they served as a fundamental baseline for comparative data analysis. The survey was completed by 1,123 students in Tolna County and 1,917 students nationwide. Based on the results, the popularity of geography improves during the secondary school years. A more favorable attitude in grade 10 may contribute to a higher rate of advanced-level geography studies in later years. Motivation for extracurricular activities strengthens in higher grades, primarily among students participating in advanced-level education. Comparing the county and national data, it can be concluded that the attitude of students studying at designated talent points is fundamentally more positive, which is also supported by a higher family background index. The results partially support the hypothesis, as a more positive subject attitude and a more conscious orientation toward higher education are observed among schools and students more actively involved in talent management. The study highlights that targeted talent management programs can contribute to maintaining subject motivation and influencing career choices.

# A FENNTARTHATÓSÁG ÉRETTSÉGI VIZSGA TÉRBELI ELOSZLÁSA ÉS FEJLŐDÉSI TENDENCIÁI MAGYARORSZÁGON 2024 ÉS 2026 KÖZÖTT

Fabula Dominik Máté<sup>1</sup>, Angyal Zsuzsanna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kecskeméti SZC Virágh Gedeon Technikum, 6090 Kunszentmiklós, Apostol Pál u. 6.

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezettudományi Centrum, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a

FabulaDominik2000@gmail.com; angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu

**Kulcsszavak:** környezeti nevelés, fenntarthatóságra nevelés, érettségi vizsga, területi statisztika

**Összefoglaló:** Magyarországon a 2020-as Nemzeti Alaptanterv (NAT) részeként megjelent a fenntarthatóság tantárgy. Először a 2022/23-as tanévben kezdték tanítani a középfokú oktatási intézményekben, fenntarthatóság érettségi vizsgát pedig 2024-ben tehettek először a tanulók. Néhány éves múltjával mind a tantárgy megítélése, kedveltsége, mind pedig a hozzá kapcsolódó érettségi vizsga eredményessége fontos oktatáskutató feladat. Munkánk célja a fenntarthatóság érettségi vizsga 2024-2026 közötti időszakának elemzése, különös tekintettel a vizsgázók számának alakulására, a vármegyei területi megoszlásra, valamint a vizsgaeredmények időbeli változásaira.

Vizsgálatunk alapját a hivatalos érettségi statisztikai adatok képezik, melyeket különböző statisztikai módszerekkel, területi összehasonlító elemzésekkel dolgozunk fel. A kutatás bemutatja a fenntarthatóság érettségi vizsga hazai térbeli mintázatait, az egyes vármegyék közötti különbségeket, valamint a vizsgázók létszámának és eredményességének alakulását.

Munkánk célja, hogy támogassuk az újonnan bevezetett tantárgy értékelésének folyamatát, támogassuk a tantárgy fejlesztését, valamint alapot biztosítsunk a fenntarthatóságra nevelés eredményességének vizsgálatával kapcsolatos további kutatások számára.

# THE SPATIAL DISTRIBUTION AND TRENDS IN THE PASS RATE FOR THE HIGH SCHOOL GRADUATION EXAM IN HUNGARY BETWEEN 2024 AND 2026

Dominik Fabula Máté<sup>1</sup>, Zsuzsanna Angyal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kecskemét Vocational Training Center Virágh Gedeon Technical School, Apostol Pál u. 6, 6090 Kunszentmiklós, Hungary

<sup>2</sup> Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Center for Environmental Science, Pázmány Péter sétány 1/A, 1117 Budapest, Hungary

FabulaDominik2000@gmail.com; angyal.zsuzsanna@ttk.elte.hu

**Keywords:** environmental education, education for sustainability, high school graduation exam, regional statistics

**Abstract:** In Hungary, the subject of sustainability was introduced as part of the 2020 National Curriculum (NAT). It was first taught in secondary schools during the school year in 2022-23, and students were able to take the sustainability section of the high school graduation exam for the first time in 2024. Given that the subject has only been in place for a few years, evaluating both the subject itself and its popularity, as well as the effectiveness of the associated high school graduation exam, is an important task in educational research. The aim of our study is to analyze the sustainability high school graduation exam for the period of 2024–2026, with particular attention to trends in the number of examinees, regional distribution across counties, and changes in exam results over time. Our study is based on official high school graduation exam statistics, which we analyze using various statistical methods and regional comparative analyses. The research presents the spatial patterns of the sustainability high school graduation exam across the country, the differences between individual counties, and trends in the number of examinees and their performance. The aim of our work is to support the evaluation process of this newly introduced subject, to contribute to its development, and to provide a foundation for further research on the effectiveness of sustainability education.

# A VIZUÁLIS GONDOLOKÁS SZEREPE A KOMPLEX KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK ÉRTELMEZÉSÉBEN: DESIGNPEDAGÓGIAI MEGKÖZELÍTÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TANÁRKÉPZÉSBN

Póczos Valéria

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezettudományi Centrum, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a

poczos.valeria@gmail.com

**Kulcsszavak:** designpedagógia, vizuális gondolkodás, természettudományos tanárképzés, rendszerszemléletű gondolkodás, környezeti nevelés, interdiszciplináris tanulás

**Összefoglaló:** A XXI. század környezeti kihívásai – így a klímaváltozás, a biodiverzitás csökkenése vagy az erőforrások használatához kapcsolódó problémák – olyan gondolkodásmódot igényelnek, amely képes az összetett természeti és társadalmi rendszerek összefüggéseinek értelmezésére. Ennek kialakításában a környezeti nevelés mellett a design- és vizuáliskultúra-oktatás is fontos szerepet tölthet be. A vizuális modellezés, a tervezői gondolkodás és a komplex problémák több szempontú értelmezése olyan kompetenciákat fejleszt, amelyek támogatják a rendszerszemléletet, a kreatív problémamegoldást és a környezeti jelenségek összefüggéseinek megértését. Az előadás az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara természettudomány–környezettan tanárképzésében megvalósuló design- és vizuáliskultúra-oktatás módszertani sajátosságait vizsgálja. Arra keresi a választ, hogy a designpedagógia eszköztára miként járulhat hozzá a holisztikus természetszemlélet, a rendszerszintű gondolkodás és az interdiszciplináris problémamegoldás fejlesztéséhez. Az előadás emellett érvel, hogy a designpedagógia nem csupán a vizuális kommunikáció fejlesztésének eszköze, hanem olyan pedagógiai megközelítés is, amely támogatja a komplex környezeti problémák értelmezését, a jelenségek közötti összefüggések feltárását és a reflektív problémamegoldó gondolkodás kialakulását. Az elméleti keretet a képzés során alkalmazott oktatási gyakorlatok és hallgatói munkák példái egészítik ki, amelyek szemléltetik a vizuális gondolkodás szerepét a természettudományos és környezeti jelenségek értelmezésében.

# THE ROLE OF VISUAL THINKING IN UNDERSTANDING COMPLEX ENVIRONMENTAL PROBLEMS: A DESIGN PEDAGOGY APPROACH IN SCIENCE TEACHER EDUCATION

Valéria Póczos

Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Center for Environmental Science, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117  
Budapest, Hungary

poczos.valeria@gmail.com

Keywords: design pedagogy, visual thinking, science teacher education, systems thinking, environmental education, interdisciplinary learning

**Abstract:** The environmental challenges of the 21st century—such as climate change, biodiversity loss, and issues related to resource consumption—demand a mindset capable of interpreting the interconnections within complex natural and social systems. In developing this mindset, design and visual culture education can play a significant role alongside environmental education. Visual modeling, design thinking, and the multi-perspective interpretation of complex problems develop competencies that support systems thinking, creative problem-solving, and the understanding of environmental phenomena. This presentation examines the methodological characteristics of design and visual culture education implemented within the science and environmental science teacher training program at the Faculty of Science, Eötvös Loránd University. It explores how the toolkit of design pedagogy can contribute to the development of a holistic view of nature, systems thinking, and interdisciplinary problem-solving. The presentation argues that design pedagogy is not merely a tool for developing visual communication, but also a pedagogical approach that supports the interpretation of complex environmental problems, the revelation of correlations between phenomena, and the formation of reflective, problem-solving thinking. The theoretical framework is complemented by examples of educational practices and student works utilized during the training, which illustrate the role of visual thinking in interpreting scientific and environmental phenomena.

# A NEMZETKÖZI ZÖLD EGYETEM TAGSÁG, VALAMINT A FENNTARTHATÓSÁG TÁRSADALMI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI EGY MAGYARORSZÁGI KATOLIKUS EGYETEMEN: 3 ÉV ADATAI

Misik Tamás

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, 3300 Eger, Eszterházy tér 1.

[misik.tamas@uni-eszterhazy.hu](mailto:misik.tamas@uni-eszterhazy.hu)

**Kulcsszavak:** Nemzetközi Zöld Egyetem Hálózat, Fenntarthatóság, Felsőoktatási intézmények, SWOT-analízis, Szénlábnyom-csökkentés

**Összefoglaló:** Az egyetemek nagy hatást gyakorolnak a számos szereplő felől érkező zöld kezdeményezések és a környezetvédelmi törekvések sikerére. Ebből kifolyólag a klímaváltozás mérséklése, a költséghatékony és fenntarthatósági célú működtetés a felsőoktatási vezetőik kulcsfontosságú prioritásaivá váltak. Az egri székhelyű Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (EKKE) proaktív lépéseket tett a klímaváltozás elleni küzdelemben szénlábnyomának csökkentése és fenntarthatósági keretrendszerének megerősítésére. Jelen tanulmány célja, hogy: (1) vázolja az egyetem fejlődését a UI GreenMetric rangsor résztvevőjeként 2023 és 2025 között, és (2) azonosítsa az intézmény fenntarthatósági teljesítményének erősségeit és gyengeségeit a hároméves rangsorolási adatok alapján. Az adatok a UI GreenMetric Ranking online adatbázisából származnak, elemzésükhöz pedig SWOT analízist alkalmaztunk. Az indikátorszintű eredményeket pókhálóábrák segítségével vizualizáltuk a különböző tematikus kategóriákban. Az egyetem 2023 óta javította helyezését, így a 2023-as 870. helyről (1183 intézmény közül) 2025-re a 708. helyre lépett előre (1745 intézmény közül). Az egyetem fenntarthatósági pontszámai az oktatás és kutatás területén érték el a legjobb értéket (66,0%), míg a legalacsonyabb átlagos teljesítményt a vízgazdálkodás (45,0%) és a hulladékgazdálkodás (46,8%) terén regisztrálták. Az intézményi erősségek közé tartoznak a tanárképzés évszázados hagyományai továbbá számos szektor szereplőivel való tartós együttműködések. Az azonosított gyengeségek között van a levelező képzési időszakokban tapasztalható sűrű forgalom és parkolási zsúfoltság, valamint a zöldterületekről származó szerves hulladék kiaknázatlan potenciálja. Ugyanakkor jelentős lehetőségek rejlenek a helyszín kiterjedt zöldfelületeiben, valamint számos olyan épületben, amelyek tájolása ideális a napenergia-hozam maximalizálására. Ezek az eredmények a felsőoktatási menedzsment számára gyakorlati betekintést nyújtanak a rangsorok kiválasztásához, miközben elősegítik az intézményi felkészültséget a magas szintű teljesítmény elérésére a UI GreenMetric keretrendszerében.

# UI GREENMETRIC MEMBERSHIP, AND THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SUSTAINABILITY AT A HUNGARIAN CATHOLIC UNIVERSITY: 3 YEARS OF DATA

Tamás Misik

Eszterházy Károly Catholic University, Department of Environmental Sciences and Landscape Ecology, Eszterházy tér 1,  
3300 Eger, Hungary

[misik.tamas@uni-eszterhazy.hu](mailto:misik.tamas@uni-eszterhazy.hu)

**Keywords:** UI GreenMetric, Sustainability, Higher education institutions, SWOT analysis, Carbon footprint reduction

**Abstract:** Universities exert a significant influence on the success of green initiatives and environmental efforts originating from various stakeholders. Consequently, climate change mitigation, cost-effective operations, and sustainability goals have emerged as key priorities for higher education leadership. The Eszterházy Károly Catholic University (EKCÚ), based in Eger, has taken proactive steps to combat climate change by reducing its carbon footprint and reinforcing its sustainability framework. The purpose of the present study is twofold: (1) to outline the university's development as a participant in the UI GreenMetric World University Rankings from 2023 to 2025, and (2) to identify the strengths and weaknesses of the institution's sustainability performance based on this three-year ranking data. Dataset were sourced from the official UI GreenMetric Ranking online database, and a SWOT analysis was employed for their evaluation. Indicator-level results across various thematic categories were visualized using spider charts. The university has steadily improved its position since 2023, advancing from 870th place (out of 1,183 institutions) in 2023 to 708th place (out of 1,745 institutions) by 2025. In terms of sustainability scores, the university performed best in the Education and Research category (66.0%), whereas the lowest average performances were recorded in Water Management (45.0%) and Waste Management (46.8%). Institutional strengths include a centuries-old tradition of teacher training, alongside long-standing collaborations with stakeholders across multiple sectors. Conversely, identified weaknesses encompass heavy traffic and parking congestion during part-time/distance learning periods, as well as the untapped potential of organic waste generated from green spaces. Nevertheless, significant opportunities lie within the site's extensive green infrastructure and the numerous buildings ideally oriented to maximize solar energy yield. These findings provide higher education management with practical insights into selecting appropriate ranking systems, while fostering institutional readiness to achieve high-level performance within the UI GreenMetric framework.

SZEKCIÓ

# ÖKOLÓGIA / ECOLOGY

# MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELEÉS A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA

Tóth Krisztián<sup>1</sup>; Trábert Zsuzsa<sup>2</sup>; Dana Fidlerová<sup>3</sup>; Knisz Judit<sup>2</sup>; Kunkli Balázs Tibor<sup>2</sup>; Nagy Katalin<sup>2</sup>; Lucia Kováčová<sup>3</sup>; Ondrej Vargovčík<sup>3</sup>; Ács Éva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, 1101 Budapest, Hungária krt. 9-11.

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Vízstudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky utca 12–14.

<sup>3</sup> Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Pozsony, Szlovákia

[trabert.zsuzsa@uni-nke.hu](mailto:trabert.zsuzsa@uni-nke.hu)

**Kulcsszavak:** Joint Danube Survey, fitobentosz, IPS index, eDNS

**Összefoglaló:** A Joint Danube Survey (JDS) a Duna-medence egyik legátfogóbb, nemzetközi felszíni vízmonitoring-programja, amely összehangolt módszertani keretben szolgáltat összehasonlítható adatokat a Duna és főbb mellékfolyói vízminőségéről, ökológiai állapotáról, biológiai sokféleségéről és az emberi eredetű terhelések hatásairól. Konceptiója a Duna teljes hossz-szelvényének és vízgyűjtője meghatározó elemeinek harmonizált vizsgálata, támogatva a vízgyűjtő-szintű értékelést és tervezést. A JDS5 során a Duna hossz- és kereszt-szelvénye mentén gyűjtött fitobentosz-mintákat hagyományos morfológiai módszerekkel (fény- és elektronmikroszkóppal), valamint DNS metabarkód alapú megközelítéssel dolgoztuk fel. A Duna főágában a bevonatlató kovaalga-közösségek alapján számított IPS-index (Specifikus Szennyezettség-érzékenységi) értékei mindkét módszerrel a folyásirány mentén csökkenő tendenciát mutattak, összhangban az alsóbb szakaszok felé általában növekvő tápanyagterheléssel. A mellékfolyók esetében egyik módszerrel sem rajzolódott ki ez a longitudinális mintázat: az IPS-értékek nagy térbeli változatosságot mutattak, jelezve az adott vízgyűjtők sajátosságainak, a táji adottságoknak, valamint a lokális és regionális terheléseknek a meghatározó szerepét. A Duna bal és jobb partja között sem a morfológiai, sem a DNS metabarkód-alapú állapotértékelés nem mutatott szignifikáns különbséget. Eredményeink szerint a Duna fitobentosz-közösségeinek térbeli változásait továbbra is a főág menti kumulatív tápanyagterhelés és a lokálisan érvényesülő hatások együttesen alakítják.

# MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY

Tóth Krisztián<sup>1</sup>; Zsuzsa Trábert<sup>1</sup>; Dana Fidlerová<sup>2</sup>; Judit Knisz<sup>1</sup>; Balázs Tibor Kunkli<sup>1</sup>; Katalin Nagy<sup>1</sup>; Lucia Kováčová<sup>2</sup>; Ondrej Vargovčík<sup>2</sup>; Éva Ács<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ludovika University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Department of Aquatic Environmental Sciences, Bajcsy-Zsilinszky utca 12–14, 6500 Baja, Hungary

<sup>2</sup> Water Research Institute, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, Slovakia

trabert.zsuzsa@uni-nke.hu

**Keywords:** Joint Danube Survey, phytobenthos, IPS index, eDNA

**Abstract:** The Joint Danube Survey (JDS) is one of the most comprehensive international surface-water monitoring programmes in the Danube River Basin. It provides comparable data, within a harmonised methodological framework, on the water quality, indicative status, biodiversity and human-induced pressures affecting the Danube and its major tributaries. Its concept is based on the coordinated investigation of the entire longitudinal profile of the Danube and key elements of its catchment, supporting basin-wide assessment and river-basin management planning. During JDS5, phytobenthos samples collected along the longitudinal and cross-sectional profile of the Danube were analysed using traditional morphology-based methods (microscopy) and biofilm DNA metabarcoding. IPS index (Specific Pollution Sensitivity Index) values were calculated from benthic diatom assemblages. In the main channel of Danube, both approaches showed that IPS was decreasing downstream, consistently with the generally increasing nutrient load towards the lower reaches. In contrast, no comparable directional pattern related to catchment orientation was observed among the tributaries. IPS values showed considerable spatial variability, indicating the major role of catchment-specific characteristics, landscape context, and local and regional pressures. No significant difference was detected between the left and right banks of the Danube in either the morphology-based or the DNA-metabarcoding-based assessment. Our results indicate that the spatial patterns of phytobenthos communities in the Danube continue to be shaped by the combined effects of cumulative nutrient loading along the main channel and locally acting pressures.

# A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA

Nagy Katalin, Kunkli Balázs Tibor, Ács Éva, Trábert Zsuzsa, Knisz Judit

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Vízstudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky utca 12–14.

nagy.katalin@uni-nke.hu

**Kulcsszavak:** Joint Danube Survey, fitobentosz, DNS-metabarkódolás, rbcL, 18S

**Összefoglaló:** A Duna-vízgyűjtő területének ökológiai állapotértékelése megbízható és összehasonlítható módon csak nemzetközileg összehangolt monitoring révén valósítható meg, amelyhez az ICPDR által koordinált Joint Danube Survey (JDS) program jelentős mértékben hozzájárul. A JDS egyedülálló léptékben és egységes módszertannal biztosítja a Duna főága és főbb mellékfolyói harmonizált vizsgálatát, összhangban az EU Víz Keretirányelvének vízgyűjtő-szintű megközelítésével. A 2025-ös Joint Danube Survey 5 (JDS5) a korábbi felmérésekben megkezdett DNS-alapú vizsgálatokra építve alkalmazott molekuláris biológiai módszereket a fitobentosz-közösségek nagy léptékű vizsgálatában.

A JDS5 során gyűjtött fitobentosz-minták esetében DNS-alapú metabarkódolási módszert alkalmaztunk a közösségek feltárására. A molekuláris laboratóriumi feldolgozás során a fitobentosz-mintákat nagy áteresztőképességű szekvenálásra (HTS) alkalmas formába készítettük elő. A munkafolyamat magában foglalta a DNS-izolálást, a minták mennyiségi és minőségi ellenőrzését, valamint az rbcL és 18S V4 markerekre irányuló marker-specifikus PCR-amplifikációt és könyvtárkészítést. A standardizált laboratóriumi lépések különösen fontosak voltak a nagyléptékű, nemzetközi mintasorozatok összehasonlíthatóságának biztosításában.

A metabarkódolási adatok lehetővé tették a fitobentosz-közösségek részletes, DNS-alapú feltárását, és alkalmasnak bizonyultak a különböző Duna-típusok közötti eltérések kimutatására. Az rbcL és 18S V4 markerek alkalmazása a hagyományos morfológiai vizsgálatok mellett további taxonómiai és módszertani információt szolgáltatott. A JDS5 tapasztalatai a korábbi felmérések eredményeire építve megerősítik, hogy a molekuláris módszerek integrálása hozzájárulhat a fitobentosz-alapú állapotértékelés továbbfejlesztéséhez. A JDS5 során alkalmazott molekuláris munkafolyamat fontos alapot teremt a DNS-metabarkódolás jövőbeni, rutinszerű alkalmazásához a folyóvízi monitoringban.

# MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5

Katalin Nagy, Balázs Tibor Kunkli, Éva Ács, Zsuzsa Trábert, Judit Knisz

Ludovika University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Department of Aquatic Environmental Sciences,  
Bajcsy-Zsilinszky utca 12–14, 6500 Baja, Hungary

[nagy.katalin@uni-nke.hu](mailto:nagy.katalin@uni-nke.hu)

**Keywords:** Joint Danube Survey, phytobenthos, DNA metabarcoding, rbcL, 18S

**Abstract:** Reliable and comparable ecological status assessment of the Danube River Basin can only be achieved through internationally coordinated monitoring, to which the Joint Danube Survey (JDS) programme, coordinated by the ICPDR, makes a significant contribution. Owing to its unique scale and standardised methodology, the JDS enables the harmonised assessment of the Danube River and its major tributaries, in line with the river basin-scale approach of the EU Water Framework Directive. Building on DNA-based investigations initiated in previous surveys, Joint Danube Survey 5 (JDS5), conducted in 2025, applied molecular biological methods for the large-scale assessment of phytobenthos communities.

DNA-based metabarcoding was applied to phytobenthos samples collected during JDS5 to characterise community composition. During molecular laboratory processing, the phytobenthos samples were prepared for high-throughput sequencing (HTS). The workflow included DNA extraction, quantitative and qualitative assessment of the samples, marker-specific PCR amplification targeting the rbcL and 18S V4 markers, and library preparation. Standardised laboratory procedures were particularly important for ensuring the comparability of this large-scale international sample set.

The metabarcoding data enabled a detailed DNA-based characterisation of phytobenthos communities and proved suitable for detecting differences among Danubian River types. The application of the rbcL and 18S V4 markers provided additional taxonomic and methodological information alongside traditional morphology-based investigations. Building on the results of previous surveys, the experience gained from JDS5 confirms that integrating molecular methods can contribute to the further development of phytobenthos-based status assessment. The molecular workflow applied during JDS5 provides an important basis for the future routine application of DNA metabarcoding in riverine monitoring.

# A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN

Varga Kinga<sup>1</sup>, Berta Csaba<sup>2</sup>, Bíró Tibor<sup>3</sup>, Grigorszky István<sup>2</sup>, Somlyai Imre<sup>2</sup>, Trábert Zsuzsa<sup>1</sup>,  
Vadkerti Edit<sup>1</sup>, Ács Éva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék, 1083 Budapest, Ludovika tér 2

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1

<sup>3</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Környezeti Fenntarthatósági Intézet, 1083 Budapest, Ludovika tér 2

[varga.kinga@uni-nke.hu](mailto:varga.kinga@uni-nke.hu)

**Kulcsszavak:** hullámtéri víztestek, ökológiai állapotértékelés, fitobentosz, kovaalgák, Hernád folyó, fizikai-kémiai vízminőség, többváltozós elemzés

**Összefoglaló:** A hullámtéri rendszerek ökológiai állapotértékelése gyakran a főág vízminőségi és biológiai jellemzőire koncentrál, miközben a hozzá kapcsolódó vagy attól részben elkülönülő víztestek eltérő hidrológiai kapcsolata, eredete és hasznosítása jelentősen befolyásolhatja a lokális anyagforgalmi és közösségszerveződési folyamatokat. Előadásunk célja a Hernád határ közeli magyarországi szakaszán található főág, mellékágak, holtmedrek és kavicsbányatavak összehasonlító értékelése fizikai-kémiai vízminőségi paraméterek, valamint fitobentosz-alapú biológiai mutatók integrált elemzése alapján. A vizsgálat több mintavételi időpont adataira épül, és a víztesttípusok közötti fizikai-kémiai, valamint biológiai eltéréseket integrált, többváltozós szemléletben értékeli. Az elemzés a tápanyagformák, az oldott oxigén, a vezetőképesség, a zavarosság és a szervesanyag-háttér mellett biológiai állapot- és közösségi mutatókat is figyelembe vesz. A kovaalga-közösségek értelmezésében a vízminőségi állapotmutató mellett a diverzitás-, egyenletesség- és klorofillalapú mutatók is szerepet kapnak, lehetővé téve a víztesttípusok ökológiai karakterének részletesebb összehasonlítását. Az eredmények alapján a főág viszonylag homogén folyóvízi háttérként jelenik meg, míg a mellékágak fokozottabb tápanyag-dinamikával és lokális terhelésekre utaló mintázatokkal jellemezhetők. A holtmedrekben a szervesanyag-felhalmozódás és a belső anyagforgalmi folyamatok szerepe válik hangsúlyossá, a kavicsbányatavak pedig sajátos ionos, állóvízi és hasznosításhoz kötődő karaktert mutatnak. A fizikai-kémiai és biológiai adatok integrált értelmezése elősegíti annak meghatározását, hogy egyes tápanyag-, szervesanyag-, talajvízi vagy biológiai kérdések vizsgálatához mely hullámtéri víztesttípusok szolgáltatják a leginformatívabb adatokat.

# BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

Kinga Varga<sup>1</sup>, Csaba Berta<sup>2</sup>, Tibor Bíró<sup>3</sup>, István Grigorszky<sup>2</sup>, Imre Somlyai<sup>2</sup>, Zsuzsa Trábert<sup>1</sup>, Edit Vadkerti<sup>1</sup>, Éva Ács<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ludovika University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Department of Aquatic Environmental Sciences, Ludovika tér 2., 1083 Budapest, Hungary

<sup>2</sup> University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Department of Hydrobiology, Egyetem tér 1, 4032 Debrecen, Hungary

<sup>3</sup> Ludovika University of Public Service, Institute of Environmental Sustainability, Ludovika tér 2., 1083 Budapest, Hungary  
[varga.kinga@uni-nke.hu](mailto:varga.kinga@uni-nke.hu)

**Keywords:** floodplain waterbodies, ecological status assessment, phytobenthos, diatoms, River Hernád, physico-chemical water quality, multivariate analysis

**Abstract:** The assessment of the condition of floodplain systems often focuses on the water quality and biological characteristics of the main branch, partly related to or depending on the fact that the different hydrological relationships, origins and utilization of separate water bodies can influence local material flow and community organization processes. The aim of our presentation is to perform a comparative assessment of the main branch, tributaries, dead beds and gravel pit lakes located in the Hungarian section of the Hernád River near the border, based on an integrated analysis of physico-chemical water quality parameters and phytobenthos-based biological indicators. The study is based on data from multiple sampling dates and evaluates the physicochemical and biological differences between water body types in an integrated, multivariate approach. The analysis takes into account biological status and community indicators in addition to nutrient forms, dissolved oxygen, conductivity, turbidity and organic matter background. In the interpretation of diatom communities, in addition to the water quality status indicator, diversity, evenness and chlorophyll-based indicators also play a role, allowing for a more detailed comparison of the ecological character of water body types. The results show that the main stream appears as a relatively homogeneous river background, while the tributaries are characterized by increased nutrient dynamics and patterns indicating local loads. In the dead-end streams, the role of organic matter accumulation and internal material circulation processes becomes more pronounced, while the gravel pit lakes show a specific ionic, stagnant and utilization-related character. The integrated interpretation of physicochemical and biological data helps to determine which floodplain water body types can provide the most informative data for the investigation of certain nutrient, organic matter, groundwater or biological issues.

# LÁGY- ÉS FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK FITOREMEDIÁCIÓS POTENCIÁLJÁNAK VIZSGÁLATA

Sipos Bianka<sup>1,2</sup>, Abriha-Molnár Vanda Éva<sup>1,2</sup>, Magura Tibor<sup>1,2</sup>, Simon Edina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Biológiai és Ökológiai Intézet, Ökológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.;

<sup>2</sup> HUN-REN-DE Antropocén Ökológia Kutatócsoport, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

sipos.bianka@science.unideb.hu

**Kulcsszavak:** fitoremediáció, lágy szárú, fásszárú, komposzt, zöldtrágya

**Összefoglaló:** A talajban felhalmozódó szennyezőanyagok jelentős környezeti kockázatot jelentenek, ezért a fitoremediáció alkalmazása egyre nagyobb figyelmet kap. Kutatásunk célja annak meghatározása volt, hogy különböző komposzt- és zöldtrágyakezelések, valamint növényfajok kombinációi milyen hatékonysággal alkalmazhatók nehézfémekkel szennyezett talajok rehabilitációjában.

Vizsgálatainkat a Debrecen délnyugati határában található, korábban rekultivált Lovász-zugi utóülepítő tórendszer területén végeztük. A kísérleti parcellák egy részébe települési hulladékkomposztot dolgoztunk be, majd tönkölybúzát (*Triticum spelta*) és szudánifüvet (*Sorghum sudanense*) telepítettünk, amelyeket később zöldtrágyaként a talajba forgattunk. Ezt követően pusztaszilcsemetéket (*Ulmus pumila*) telepítettünk. A növényi minták elemtartalmát induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometriával (ICP–OES) határoztuk meg.

Eredményeink szerint a tönkölybúza hajtásában a vizsgált elemek nem akkumulálódtak jelentős mértékben, míg a gyökérben számos elem koncentrációja magasabb volt a komposztal kezelt parcellákban. A komposzt a gyökérből a hajtásba történő transzlokációt általában nem befolyásolta. A szudánifű esetében a komposztkezelés több elem felhalmozódását szignifikánsan növelte, és egyes elemek már jelentős mértékű akkumulációt mutattak. A hatás az egyes növényi szervek között eltérően jelentkezett. A pusztaszilcsemetékben a kezelések szignifikánsan befolyásolták egyes esszenciális és toxikus elemek felhalmozódását. A zöldtrágyás kezelések, különösen a tönkölybúza alkalmazása, kedvezően módosították a levélminták elemösszetételét, és hatásuk komposztal kombinálva is fennmaradt.

Eredményeink igazolják, hogy a vizsgált fajok eltérően reagálnak a különböző kezelésekre, és hozzájárulhatnak a zöldtrágyázáson, komposztalkalmazáson és fásszárú növények telepítésén alapuló fitoremediációs stratégiák fejlesztéséhez.

# INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF HERBACEOUS AND WOODY PLANT SPECIES

Bianka Sipos<sup>1,2\*</sup>, Vanda Éva Abriha-Molnár<sup>1,2</sup>, Tibor Magura<sup>1,2</sup>, Edina Simon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Institute of Biology and Ecology, Department of Ecology, Egyetem tér 1, 4032 Debrecen, Hungary

<sup>2</sup> HUN-REN-UD Anthropocene Ecology Research Group, Egyetem tér 1, 4032 Debrecen, Hungary  
sipos.bianka@science.unideb.hu

**Keywords:** phytoremediation, herbaceous plants, woody plants, compost, green manure

**Abstract:** The accumulation of contaminants in soils poses significant environmental risks, increasing interest in phytoremediation as a sustainable remediation approach. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of different compost and green manure treatments, as well as plant species, in the rehabilitation of heavy metal-contaminated soils. The experiment was conducted in the reclaimed Lovász-zug settling pond system located southwest of Debrecen, Hungary. Municipal waste compost was applied to selected plots, followed by the establishment of *Triticum spelta* and *Sorghum sudanense*, which were subsequently incorporated into the soil as green manure. *Ulmus pumila* saplings were then established in the experimental area. Element concentrations in plant samples were determined using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP–OES). The investigated elements exhibited limited accumulation in the shoots of *T. spelta*, whereas several elements occurred at higher concentrations in the roots of compost-treated plants. Compost application had a limited effect on the translocation of elements from roots to shoots. In *S. sudanense*, compost treatment significantly enhanced the accumulation of several elements, although the magnitude of the response varied among plant organs. In *U. pumila*, the treatments significantly affected the accumulation of both essential and potentially toxic elements. Green manure treatments, particularly those involving *T. spelta*, positively influenced the elemental composition of leaf samples, and these effects were further maintained when combined with compost application.

These findings demonstrate that the investigated species respond differently to the applied treatments and highlight their potential role in phytoremediation strategies based on green manure application, compost amendment, and the use of woody plant species.

# FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYEK RADIOKARBONOS VIZSGÁLATA

Nagy Dominik<sup>1</sup>, Varga Tamás<sup>1,2,3</sup>, Molnár Mihály<sup>1,2</sup>, Futó István<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Atommagkutató Intézet, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

<sup>2</sup> Max-Planck Institute for Biogeochemistry, Hans-Knöll-Str. 10, 07745 Jéna, Németország

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

nagy.dominik@atomki.hu

**Kulcsszavak:** radiokarbon, rügy, fásszárúak, szénforrás, AMS

**Összefoglaló:** A Föld bioszférájának kulcsfontosságú szereplői a növények, köztük is kiemelkedő szerepük van a fásszárúaknak. A földi életet nagyban befolyásolja a szén ciklus, melynek egyik kritikus pontja a fák által elnyelt és raktározott szén-dioxid. Ez a széntranszport pedig a globális felmelegedés miatt kiemelt jelentőségű, fontos minél jobban megismernünk hogy az elnyelt szén-dioxidot hogyan is hasznosítják, tárolják ezen növények. A kutatás során fák illetve cserjék rügyeinek radiokarbon ( $^{14}\text{C}$ ) korát vizsgáltam gyorsító tömegspektrométerrel (AMS), ezzel információt nyerve arról, hogy a vizsgált növények milyen idős szén használják fel egy olyan időszakot követően, amikor nem volt lehetőségük szén megkötésére fotoszintézis hiányában a téli időszakban. A növények szénraktározásának vizsgálata  $^{14}\text{C}$ -al kiterjedt terület, ám a Kárpát-medence növényei ezidáig ismeretlenek voltak. Jelen kutatás kiterjed a Magyarországon megtalálható vidéki és városi fásszárúak vizsgálatára is. Előbbiek esetében többféle fa és cserje vizsgálatát hajtottuk végre, melyek tavaszi rügyeiben minimum 4, de akár 10 éves szén is kimutatásra került. A városi mintasorozat ezzel szemben pedig egyetlen fafajra, a nyugati ostorfára (*Celtis occidentalis*) fókuszált, melynél jóval csekélyebb korú, minden esetben 4-5 évnél fiatalabb szén volt mérhető a friss rügyekben még a vidéki háttérterületek esetében is. Ezen fák esetében sor került két egymást követő évből történő mintavételre (2024 és 2025) és specifikus cellulóz  $^{14}\text{C}$  mérésre, továbbá egy ágról történő rügymintavételre is a szénforrás homogenitásának vizsgálatának céljából. Utóbbi, illetve a 2025-ös sorozat esetében szén-stabilizotóp ( $\delta^{13}\text{C}$ ) vizsgálatot is végeztünk, mely eredmények  $-29,0\text{‰}$  és  $-25,3\text{‰}$  közé tehetőek. A feltárt eredmények rávilágítanak a fajok közti szénraktározási különbségekre, amely egyre nagyobb figyelmet érdemel a jelenlegi, globálisklimaváltozás időszakában.

# RADIOCARBON ANALYSIS OF WOODY PLANTS

Dominik Nagy<sup>1</sup>, Tamás Varga<sup>1,2,3</sup>, Mihály Molnár<sup>1,2</sup>, István Futó<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Institute for Nuclear Research, Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary.

<sup>2</sup> Max Planck Institute for Biogeochemistry, Hans-Knöll-Str. 10, 07745 Jena, Germany.

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary.

nagy.dominik@atomki.hu

**Keywords:** radiocarbon, bud, woody plants, carbon source, AMS

Abstract: Plants are crucial components of the Earth's biosphere, with woody plants playing an especially prominent role. Life on Earth is profoundly influenced by the carbon cycle, a critical aspect of which is the carbon dioxide absorbed and stored by trees. Due to global warming, this carbon transport is of paramount importance; thus, it is essential to better understand how these plants utilize and store the absorbed carbon dioxide. In this study, the radiocarbon  $^{14}\text{C}$  age of tree and shrub buds was investigated using Accelerator Mass Spectrometry (AMS) to obtain information on the age of the carbon utilized by the plants following a winter period when carbon fixation was impossible due to the lack of photosynthesis. Although the investigation of plant carbon storage using  $^{14}\text{C}$  is an extensive research field, the plants of the Carpathian Basin have remained unexamined until now. The present study covers the investigation of both rural and urban woody plants found in Hungary. In the case of the former, various trees and shrubs were analyzed, revealing carbon as old as 4 to even 10 years in their spring buds. In contrast, the urban sample series focused on a single tree species, the common hackberry (*Celtis occidentalis*), where the fresh buds exhibited significantly younger carbon, consistently under 4–5 years of age, even when compared to rural background areas. For these trees, sampling was carried out over two consecutive years (2024 and 2025), and specific cellulose  $^{14}\text{C}$  measurements were performed. Additionally, bud samples were collected from a single branch to test the homogeneity of the carbon source. For the latter and the 2025 series, stable carbon isotope ( $\delta^{13}\text{C}$ ) analysis was also conducted, yielding results between  $-29,0\text{‰}$  és  $-25,3\text{‰}$ . The revealed results highlight the interspecific differences in carbon storage, which deserve increasing attention in the current era of global climate change.

# ERDŐK REPREZENTÁCIÓJA A MAGYAR TERMÉSZETFILMEKBEN

Kacsó Péter<sup>1</sup>, Jankó Ferenc<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földtudományi Doktori Iskola, Földrajz – Meteorológia képzés, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Társadalom- és Gazdaságföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

peti.kacso@gmail.com; janko.ferenc@ttk.elte.hu

**Kulcsszavak:** környezeti kommunikáció, természetfilmek, erdő, reprezentáció

**Összefoglaló:** A tanulmány célja, hogy feltárja, hogyan reprezentálták az erdőket a magyar természetfilmek, az 50-es évektől napjainkig. A kutatás kvantitatív részeként manuálisan leválogattunk minden Magyar Filmadatbázisban (mafab.hu) megjelenő természetfilmet és kategorizáltuk azokat fő téma, bemutatott természeti környezet típusa és erdőkkel való kapcsolatuk alapján. Továbbá, kvantitatív elemzésre kiválasztottunk 12 erdőközponitű filmet és 2 televíziós sorozatot, melyek mélyelemzésén keresztül tárgyaltuk, hogyan hatnak a különböző művészi megközelítések (pl. a film vizuális és hang elemei), illetve a narratív keretezés a reprezentációra. Az eredmények jól tükrözik az erdők, az ország természetes élőhelyei között betöltött kiemelkedő szerepét, hiszen a teljes minta 17,7%-ában központi témaként, míg évtizedenként változóan, de a természetfilmek 25-40%-ában megjelenik az erdei környezet. Az elemzett filmekben, a 80-as évektől kezdve jelenik meg egy markáns változás a narratív keretezésben, azzal, hogy egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a környezetvédelmi kérdések, és az emberi tevékenység negatív minősítése. Azonban a 80-as évek után ennek a narratívában elfoglalt súlya inkább függ a produkció céljától és a rendezői stílustól, mint a változó korszellemtől. A filmes technológia fejlődése jól nyomon követhető a mintában, mely utal arra, hogy a vizuális és hangalapú reprezentáció is változik az évtizedek során. A biodiverzitás aránytalanul van reprezentálva, míg a karizmatikus, nagytestű (főleg emlős és madár) állatok több képernyőidőt és nagyobb narratív figyelmet kapnak, addig a gerinctelenek és a növényvilág háttérbe szorulnak. Az eredmények összességében jól tükrözik, hogy az alkotók az élővilág és az ahhoz kapcsolódó problémák mely aspektusait emelik ki más aspektusok kárára, azokat milyen művészi eszközökkel ragadják meg és így, hogyan formálják az erdőkről alkotott kollektív képzetet.

# THE REPRESENTATION OF FORESTS IN HUNGARIAN NATURE FILMS

Péter Kacsó<sup>1</sup>, Ferenc Jankó<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eötvös Loránd University, Doctoral School of Earth Sciences, Geography – Meteorology Program, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary.

<sup>2</sup> Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Department of Regional Science, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary.

[peti.kacso@gmail.com](mailto:peti.kacso@gmail.com); [janko.ferenc@ttk.elte.hu](mailto:janko.ferenc@ttk.elte.hu)

**Keywords:** environmental communication, nature documentaries, forest, representation

**Abstract:** This study examines how Hungarian documentaries have represented forests from the 1950s to the present. First, we quantitatively mapped nature documentaries listed on Mafab.hu and classified them by primary subject, natural environment depicted, and relevance to forests. This enabled us to assess the prevalence and temporal distribution of forest-related documentaries. Second, treating nature documentaries as forms of environmental communication and education, we qualitatively analysed 12 films and two television series focused on forests. We examined how visual and auditory styles and narrative framing shape forest representation. Nature-documentary production remained relatively stable from the 1950s before increasing sharply after 1995 and peaking between 2000 and 2010. Forest-focused documentaries accounted for 17.7% of the sample, while productions featuring forests, including also those not primarily focused on them, consistently represented 25–40% of nature documentaries across the decades. Narrative framing shifted markedly after the 1980s, as negative portrayals of human activities and an emphasis on conservation became prevalent. Thereafter, however, framing appeared to depend more on the production's thematic scope and directorial choices than on its historical period. Technological developments were reflected in the evolving visual and auditory language of these productions, potentially influencing how viewers perceive and relate to forests. Forest ecosystems were represented unevenly: charismatic animals, particularly mammals and birds, received greater screen time and narrative emphasis, whereas invertebrates and plant diversity received considerably less attention. These findings provide insight into how artistic representations may shape public perceptions of forests and, consequently, influence how people understand environmental challenges and relate to the natural world.

SZEKCIÓ

**Környezettudományi és  
környezettanulmányi képzés /  
ENVIRONMENTAL SCIENCES AND  
STUDIES IN ENGLISH**

# ÖSSZEHASONLÍTÓ, KIOLTÁSMENTES FOLYADÉKSZCINTILLÁCIÓS MÓDSZER RÁDIUMIZOTÓPOK MEGHATÁROZÁSÁRA

Bálint Farkas-Aron<sup>1</sup>, Bozsik Anita<sup>1</sup>, Begy Róbert-Csaba<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Környezettudományi és Környezetmérnöki Kar, Strada Fântânele 30, 400535 Kolozsvár, Románia

<sup>2</sup> Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Bio-Nano-Tudományok Interdiszciplináris Kutatóintézete, Strada Treboniu Laurian 42, 400271 Kolozsvár, Románia  
farkas.balint@ubbcluj.ro

**Kulcsszavak:**  $^{224}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ , radiokémia, szcintilláció, adszorpció, kiülepedés

**Összefoglaló:** A természetes úton előforduló radionuklidok, mint például a rádiumizotópok ( $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ) meghatározása radiológiai jelentőségük és geokémiai mobilitásuk miatt kulcsfontosságú a környezeti és hidrológiai nyomon követésben. A pontos analízis biztosítása a különböző mátrixokban, beleértve a vizet, talajt, üledéket és biológiai anyagokat, továbbra is analitikai kihívást jelent. Bár a rádiummeghatározásban az alfa- vagy gamma-spektrometria számít standard eljárásnak, a folyadékszscintillációs mérés (LSC) alternatívát kínál a  $4\pi$  geometriájának köszönhetően, amely közel 100%-os geometriai hatásfokot garantál. Ez elengedhetetlen a rádium nyomon követéséhez a különböző vizes mátrixokban, a termálvizektől és forrásoktól kezdve a savas bányavizekig. Az LSC-mérések során azonban ezek a megközelítések komoly akadályokba ütköznek: a leányelemek elkerülhetetlen időbeni felszaporodása spektrális átfedéseket okoz az alfa- és béta-sugárzó leánynuklidok között, míg az összetett mátrix vagy a kémiai reagensek erős kémiai és színes kioltást (quenchinget) idéznek elő, ami szisztematikusan rontja a számlálási pontosságot. Ezen kihívások értékelésére négy hagyományos protokollt, név szerint a közvetlen minta-bepárlást, a  $\text{Ba(Ra)SO}_4$  együtt-kicsapást, a  $\text{MnO}_2$  lecsapást, valamint a RAD7 emanometriát vizsgáltuk meg átfogóan. Ezek a klasszikus metodikák nagymértékben egy hosszú, 30 napos szekuláris egyensúlyi időszakra építenek, miközben képtelenek megoldani a kioltási és interferencia-problémákat. Ezen módszerek tökéletesítésére egy új szekvenciális adszorpciós technikát fejlesztettünk ki a quenching kiküszöbölésére és a kiváló detektálási hatásfok elérésére. Az eljárás során először egy egyszerű rézdrót segítségével szelektíven eltávolítjuk a zavaró Po és Bi izotópokat, amelyet a rádium optimális leválasztása követ egy kifejezetten LSC-mérésekhez tervezett,  $\text{MnO}_2$ -dal bevont, 3D-nyomtatott poliamid szálra. Mindössze 4–5 napos mérés után a  $^{226}\text{Ra}$  és  $^{226}\text{Ra}$  különálló aktivitása egy dedikált analitikai képlet segítségével matematikailag meghatározható. A módszer kimagasló megbízhatóságot mutatott, kiváló,  $R^2 = 0,9995$ -ös korrelációs együtthatót eredményezve, ami igazolja annak nagyfokú pontosságát és reprodukálhatóságát.

# COMPARATIVE QUENCH-FREE LIQUID SCINTILLATION METHOD FOR RADIUM ISOTOPE DETERMINATION

Farkas-Áron Bálint<sup>1</sup>, Anita Bozsik<sup>1</sup>, Róbert-Csaba Begy<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Environmental Science and Engineering, Babeş-Bolyai University, Strada Fântânele 30, 400535 Cluj-Napoca, Romania

<sup>2</sup> Institute for Interdisciplinary Research in Bio-Nano-Sciences, Babeş-Bolyai University, Strada Treboniu Laurian 42, 400271 Cluj-Napoca, Romania

farkas.balint@ubbcluj.ro

**Keywords:**  $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ , Radiochemistry, Scintillation, Adsorption, Deposition

**Abstract:** The determination of naturally occurring radionuclides, such as radium isotopes ( $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ), is crucial in environmental and hydrological tracing due to their radiological relevance and geochemical mobility. Providing accurate analysis across diverse matrices, including water, soil, sediment, and biological material, remains analytically challenging. While alpha or gamma spectrometry are standard for radium determination, Liquid Scintillation Counting (LSC) offers an alternative due to its  $4\pi$  geometry, guaranteeing nearly 100% geometric efficiency. This is crucial for monitoring radium across diverse aqueous matrices, ranging from thermal waters and springs to acid mine drainages. During LSC measurements, these approaches face severe obstacles: unavoidable progeny ingrowth causes spectral overlaps between alpha- and beta-emitting daughter nuclides, while the complex matrix or chemical reagents introduce severe chemical and color quenching that systematically degrades counting accuracy. To evaluate these challenges, four conventional protocols, namely direct sample evaporation,  $\text{Ba}(\text{Ra})\text{SO}_4$  co-precipitation,  $\text{MnO}_2$  precipitation, and RAD7 emanometry, were comprehensively investigated. These traditional methodologies heavily rely on a long, 30 day secular equilibrium period, while failing to resolve the quenching and interference issues. To improve these methods, a new sequential adsorption technique was developed to eliminate quenching and achieve superior detection efficiency. The procedure first utilizes a simple copper wire to selectively remove interfering Po and Bi isotopes, followed by optimal radium deposition onto an  $\text{MnO}_2$ -coated, 3D-printed polyamide wire designed specifically for LSC measurements. After only 4–5 days of measurement, the separate activities of  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{224}\text{Ra}$  are mathematically resolved using a dedicated analytical formula. The method demonstrated outstanding reliability, yielding an exceptional correlation coefficient of  $R^2 = 0.9995$ , confirming its high accuracy and reproducibility.

# KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS

Begy Robert-Csaba<sup>1,2</sup>, Bozsik Anita<sup>1</sup>, Bálint Farkas-Áron<sup>1</sup>, Tóth Zsejke-Réka<sup>2</sup>,  
Șerban-Constantin Grecu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Babeș-Bolyai Tudományegyetem, Környezettudományi és Környezetmérnöki Kar, Strada Fântânele 30, 400535 Kolozsvár, Románia

<sup>2</sup> Babeș-Bolyai Tudományegyetem, Bio-Nano-Tudományok Interdiszciplináris Kutatóintézete, Strada Treboniu Laurian 42, 400271 Kolozsvár, Románia

anita.bozsik@stud.ubbcluj.ro; robert.begy@ubbcluj.ro; farkas.balint@ubbcluj.ro; zsejke.toth@ubbcluj.ro; serban.grecu@ubbcluj.ro

**Kulcsszavak:** kuprit-kitozán kompozit, urán extrakció, alfa-spektrometria, adszorpció optimalizálás, radioanalitikai kémia.

**Összefoglaló:** Bár a kitozán aktinidák iránti nagy affinitása a kémiában már jól ismert jelenség, ahhoz, hogy ebből a biopolimerből a gyakorlatban is jól használható, rendkívül szelektív mátrixot kapjunk a nagyfelbontású alfa-spektrometriához, stabil módszertani alapokra és szigorú tesztelésre van szükség. A környezeti monitorozásban és a radioanalitikai kémiában a hagyományos aktinida-extrakció gyakran küzd a komplex mátrixok zavaró hatásaival, a spektrális átfedésekkel, valamint a minták önelnyelése okozta jelentős jelromlással. Ezen analitikai kihívások leküzdése érdekében ez a tanulmány egy urán kivonására kifejlesztett, kuprit-kitozán kompozit nanoréteg előállítását, alkalmazását és átfogó optimalizálását mutatja be. Részletesen ismertetjük az alapvető adszorpciós folyamatot, bemutatva, hogy a kuprit hordozó egyedi szerkezeti tulajdonságai hogyan működnek együtt az aminocsoportokban gazdag kitozánréteggel egy ideális, nagy fajlagos felületű kötőhely kialakításában. A sikeres alapméréseink igazolják az anyag kivételes szelektivitását: a mátrix hatékonyan adszorbálja az uránt, miközben minimális csúcskiszéledéssel és önelnyeléssel járó, kiváló minőségű alfa-spektrumokat biztosít. Az alapmérésekre építve kutatásunk egy kiterjedt optimalizálási fázisba lépett. Szisztematikusan vizsgáljuk a kompozit szerkezeti integritását és működési stabilitását a legkülönbözőbb, folyamatosan változó fizikai és környezeti körülmények között. Ez magában foglalja a mátrix teljesítményhatárainak tesztelését eltérő sókoncentrációk, változó pH-értékek, kontaktidők és különböző termodinamikai paraméterek mellett. Az előállítási folyamat finomhangolása, valamint a mátrix különböző és sokszor extrém környezeti hatásoknak való kitétele egyértelműen bizonyítja, hogy a kuprit-alapú rendszer nemcsak kiválóan működik komplex közegekben, hanem megbízhatóan reprodukálható is, amely elengedhetetlen feltétele a jövőbeli automatizált, ipari léptékű radioanalitikai alkalmazásoknak.

# CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION

Robert-Csaba Begy<sup>1,2</sup>, Anita Bozsik<sup>1</sup>, Farkas-Áron Bálint<sup>1</sup>, Zsejke-Réka Tóth<sup>2</sup>,  
Șerban-Constantin Grecu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Environmental Science and Engineering, Babeș-Bolyai University, Strada Fântânele 30, 400535 Cluj-Napoca, Romania

<sup>2</sup> Institute for Interdisciplinary Research in Bio-Nano-Sciences, Babeș-Bolyai University, Strada Treboniu Laurian 42, 400271 Cluj-Napoca, Romania

anita.bozsik@stud.ubbcluj.ro; robert.begy@ubbcluj.ro; farkas.balint@ubbcluj.ro; zsejke.toth@ubbcluj.ro;  
serban.grecu@ubbcluj.ro

**Keywords:** cuprite-chitosan composite, uranium extraction, alpha spectrometry, adsorption optimization, radioanalytical chemistry.

**Abstract:** While the exceptional affinity of chitosan for actinides is a well-documented phenomenon in chemistry, translating this biopolymer into a highly selective, practical matrix for high-resolution alpha spectrometry demands a robust methodological foundation and rigorous testing. In environmental monitoring and radioanalytical chemistry, traditional actinide extraction often suffers from complex matrix interferences, spectral overlap, and severe signal degradation caused by sample self-absorption. To overcome these analytical challenges, this study presents the development, application, and comprehensive optimization of a novel Cuprite-Chitosan composite nanolayer specifically designed for Uranium extraction. We detail the fundamental adsorption process, demonstrating how the unique structural properties of the Cuprite base synergize with the amine-rich chitosan layer to provide an ideal, high-surface-area binding environment. Our initial baseline measurements validate the material's exceptional selectivity, successfully isolating Uranium from competing ions while yielding high-quality, high-resolution alpha spectra characterized by minimal peak tailing and self-absorption. Building upon these successful proof-of-concept results, our research has now transitioned into an extensive optimization phase. We systematically evaluate the composite's structural integrity and operational stability across a broad spectrum of fluctuating physical and environmental conditions. This includes testing the matrix's performance limits against varying salinity parameters, diverse pH levels, extended contact times, and different thermodynamic parameters. Fine-tuning the initial synthesis protocol, followed by exposing the resulting matrix to these diverse and extreme environmental stress factors, leads to the definitive conclusion that the Cuprite-based system is not only highly functional in complex media but also exhibits the reliable reproducibility required for future automated, large-scale radioanalytical applications.

# A MIKROBIÁLIS KORRÓZIÓ HATÁSA AZ IVÓVÍZELLÁTÁSRA

Kecskés-Maconkai Zsuzsanna

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky utca 12–14.

[Kecskes.Maconkai.Zsuzsanna@uni-nke.hu](mailto:Kecskes.Maconkai.Zsuzsanna@uni-nke.hu)

**Kulcsszavak:** ivóvíz-elosztó hálózat, Mikrobiális Korrózió (MIK), biofilm, vízminőség, megelőzés és karbantartás.

**Összefoglaló:** A növekvő népesség, az éghajlatváltozás, az ipari fejlődés, valamint az előregedő csőhálózatok és azok korróziója egyre nagyobb kihívást jelentenek a vízellátás szempontjából. Az ivóvíz-elosztó rendszerekben még mindig sok régi fémcső van használatban, amelyek megfelelő karbantartás vagy csere hiányában idővel tönkremehetnek. Ha ezt a problémát nem kezelik időben, a sérült vezetékeken keresztül víz szivároghat el, ami hosszú távon jelentős vízvesztést okozhat. A vízvesztés mellett az ivóvíz minőségének romlása is bekövetkezhet. A korrodált csövekből különböző szennyezőanyagok kerülhetnek a vízbe, amely egészségügyi kockázatot is jelenthet. A korrózió problémája az ivóvízhálózatok mellett érinti többek között a gáz- és olajipari vezetékeket, az ipari létesítmények hűtőrendszereit, tartályait és a szennyvíz betoncsatornáit is. A mikroorganizmusok fontos szerepet játszanak ebben a folyamatban, mivel a fizikai és kémiai tényezők mellett felgyorsíthatják az anyagok romlását. Ezt a jelenséget mikrobiális korróciónak, röviden MIK-nek nevezzük. A vizsgálatok során gyakran az úgynevezett „Multiple Lines of Evidence” megközelítést alkalmazzák, ami azt jelenti, hogy a korróziós folyamatot többféle szempontból kell értékelni. A MIK kialakulásának egyik feltétele a biofilm megjelenése, például a vezetékek belső felületén. A biofilm egy összetett mikrobiális közösség, amely a felületen megtapadó sejtekből áll, és egybefüggő bevonatot képez. Szaporodásuk során a biofilm egyre összetettebbé válhat, később pedig darabok szakadhatnak le róla, amelyek újabb felületeken telepedhetnek meg. A korrózió megelőzésének egyik leghatékonyabb módja a rendszeres ellenőrzés és karbantartás. Emellett gyakran alkalmaznak biocideket, fertőtlenítőszereket, mechanikai tisztítást vagy különböző védőbevonatokat a fémfelületek megóvására.

# THE IMPACT OF MICROBIOLOGICALLY INFLUENCED CORROSION ON DRINKING WATER SUPPLY

**Zsuzsanna Kecskés-Maconkai**

Ludovika University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Department of Aquatic Environmental Sciences,  
Bajcsy-Zsilinszky utca 12–14, 6500 Baja, Hungary

[Kecskes.Maconkai.Zsuzsanna@uni-nke.hu](mailto:Kecskes.Maconkai.Zsuzsanna@uni-nke.hu)

**Keywords:** drinking water distribution network, Microbiologically Influenced Corrosion (MIC), biofilm, water quality, prevention and maintenance.

**Abstract:** The growing population, climate change, industrial development, and ageing pipeline networks with corrosion are becoming an increasing challenge for water supply. In drinking water distribution systems, many old metal pipes are still in use, and without proper maintenance or replacement, these pipes can deteriorate over time. If this problem is not treated in time, water can leak through the damaged pipelines, which may lead to significant water loss in the long term. In addition to water loss, the quality of drinking water can also deteriorate. Different contaminants may enter the water from corroded pipes, which can also pose a health risk. The problem of corrosion affects not only drinking water networks, but also gas and oil pipelines, cooling systems and tanks in industrial facilities, as well as concrete wastewater sewers. Microorganisms can play an important role in this process, because besides physical and chemical factors, they can also accelerate the deterioration of materials. This phenomenon is called microbiologically influenced corrosion (MIC). During investigations, the so-called “Multiple Lines of Evidence” approach is often used, which means that the corrosion process has to be evaluated from several different points of view. One of the conditions for MIC to develop is the formation of biofilm, for example on the inner surface of pipelines. Biofilm is a complex microbial community made up of cells attached to a surface, forming a continuous layer. As they multiply, the biofilm can become more complex, and later pieces may detach from it and colonize other surfaces. One of the most effective ways to prevent corrosion is regular monitoring and maintenance. In addition, biocides, disinfectants, mechanical cleaning and different protective coatings are often used to protect metal surfaces.

SZEKCIÓ

**KÖRNYEZETFÖLDTAN ÉS  
KÖRNYEZETFÖLDRAJZ / Environmental  
Geology and Environmental Geography**

# A KÁRPÁT-MEDENCE MINT KLÍMAÉRZÉKENY TÉRSÉG: A MEDENCEJELLEG KLIMATIKUS TÜKRÖZŐDÉSE A KÖZÉPSŐ HOLOCÉNEN ÉS NAPJAINKBAN

Lisztes-Szabó Zsuzsa<sup>1,2</sup>, Braun Mihály<sup>1</sup>, Tóth Albert<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Atommagkutató Intézet, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Növénytani Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

lsz.zsuzsa@atomki.hu

**Kulcsszavak:** Kelet-Közép-Európa, klímaváltozás, paleoklíma-rekonstrukció, paleokörnyezet

**Összefoglaló:** A paleoklíma-rekonstrukciók alapján a Kárpát-medence a korábbi gyors felmelegedési epizódok alatt is gyakran mutatott a ma jellemző klimatikus folyamatokhoz hasonló mintázatot: az interstadiálisok idején a nyarak melegebbé és szárazabbá váltak, míg a légköri átrendeződések hatására jelentős regionális klímaérzékenység mutatkozott. A későglaciális és a kora holocén idején a felmelegedési epizódok nyári szárazodással jártak, a vegetáció xerikusabb irányba tolódott. A középső holocén a Kárpát-medencében az utolsó olyan időszak, amikor a táj szerkezetét még döntően a klíma és a természetes vegetációdinamika alakította. Utóbbi időszakban a Kárpát-medencében zömmel hidrológiai optimum állt fenn: a melegebb időszak ekkor magasabb talajvízszinttel, a stabilabb vízellátottsággal párosult, és kiterjedt láprétek, üde erdők, általánosan csökkent vízstressz jellemezte. A Kárpát-medence orografikus sajátosságai és földrajzi zártsága miatt annak éghajlata különösen érzékeny a globális klímaváltozás hatásaira. A legújabb klimatológiai modellek szerint a térség 1,3–1,5-szer gyorsabban melegedhet, mint a globális átlag, és az évszázad közepére 3,3–3,6 °C hőmérséklet-emelkedés várható, amely meghaladja Európa nagy részének prognózisait. A medencejelleg elemei, így a hőcsapda-hatás, a korlátozott légköri átkeveredés és a hegyláncok csapadékműködése, olyan mikroklima-viszonyokat hoznak létre, amelyek felerősítik a globális változások regionális hatásait. A paleoklimatológiai és modern adatok együttesen arra utalnak, hogy a medencejelleg nem csupán történeti klíma-modulátor, hanem jelenkori sérülékenységi tényező, amely a jövőben is nagyban meghatározza a térség felmelegedésének ütemét és annak ökológiai következményeit. Ez arra is felhívja a figyelmet, hogy a globális átlaghőmérséklet-változást általánosan leíró grafikonok helyett a nagy pontosságú kronológiával, műszeres mérésekkel kalibrált és jól meghatározott bizonytalanságokkal rendelkező lokális-regionális éghajlati rekonstrukciók segíthetnek felkészülni a természetes és antropogén tényezőkre visszavezethető éghajlati változásokra.

# THE CARPATHIAN BASIN AS A CLIMATE-SENSITIVE REGION: THE IMPACT OF BASIN GEOGRAPHY DURING THE MIDDLE HOLOCENE AND IN THE PRESENT DAY

Zsuzsa Lisztes-Szabó <sup>1,2</sup>, Mihály Braun <sup>1</sup>, Albert Tóth <sup>1</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Institute for Nuclear Research, Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary

<sup>2</sup> University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Department of Botany, Egyetem tér 1, 4032 Debrecen, Hungary

[lsz.zsuzsa@atomki.hu](mailto:lsz.zsuzsa@atomki.hu)

**Keywords:** Central–Eastern Europe, climate change, paleoclimate reconstruction, paleoenvironment

**Abstract:** Paleoclimate reconstructions indicate that the Carpathian Basin frequently exhibited climatic patterns comparable to those observed today during past rapid warming episodes. Interstadials were marked by warmer and often drier summers, and atmospheric reorganizations triggered pronounced regional climate sensitivity. During the Late Glacial and Early Holocene, warming phases commonly involved summer aridity, accompanied by vegetation shifts toward more xeric compositions. The Middle Holocene represents the last period in the Carpathian Basin when landscape structure was shaped predominantly by climate and natural vegetation dynamics rather than human land use. In this interval, the region experienced a hydrological optimum: warmer conditions coincided with higher groundwater levels, more stable water availability, extensive fens and mesic forests, and generally reduced water stress. Due to its orographic configuration and geographic enclosure, the Carpathian Basin is particularly sensitive to the impacts of global climate change. Recent climatological models suggest that the region may warm 1.3–1.5 times faster than the global average, with a projected temperature increase of 3.3–3.6 °C by mid-century, exceeding most European forecasts. Elements of the basin effect, including heat-trapping dynamics, limited atmospheric mixing, and mountain-induced rain-shadow patterns, create microclimatic conditions that amplify the regional expression of global change. Combined paleoclimatic and modern evidence suggests that the basin effect is not only a historical climate modulator but also a contemporary vulnerability factor that will continue to influence the rate of warming and its ecological consequences. This underscores the importance of high-precision, instrument-calibrated local and regional climate reconstructions with well-defined uncertainties, rather than generalized global mean temperature curves, for anticipating climate changes driven by both natural and anthropogenic processes.

# AZ ALSÓ-TARNA-VÖLGY NEGYEDIDŐSZAKI KIALAKULÁSÁNAK FŐBB FÁZISAI, KÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA

Dobos Anna<sup>1</sup>, Bujtor László Dániel<sup>2</sup>, Pólik Mihály Bekény<sup>2</sup>, Gucsik Arnold<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, 3300 Eger, Leányka utca 12.

<sup>2</sup> Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, Tájkutatások–Természetvédelem Tehetségműhely, 3300 Eger, Leányka utca 12.

<sup>3</sup> Független kutató

dobos.anna@uni-eszterhazy.hu; bujtorlacus@gmail.com; polikbekeny2004@gmail.com; sopronianglicus@gmail.com

**Kulcsszavak:** környezeti rekonstrukció, Alsó-Tarna-völgy, éghajlatváltozás, geomorfológia, térinformatika

**Összefoglaló:** Az Alsó-Tarna-völgy felszínfejlődési kérdéskörével Székely foglalkozott korábban, aki rávilágított arra, hogy a jelenlegi völgy helyén a pleisztocén elejétől a riss glaciálisig (2,56 Ma – 335 ka) egy nagykiterjedésű, legyezőszerű hordalékkúp képződött, mely ezt követően felszabdaldódott a Tarna tektonikus völgyének kialakulása során. Kutatási területünk Tarnaszentmária – Verpelét – Feldebrő települések környezetét érinti, a völgy a Mátra és a Bükk hegység között húzódik, Észak-Magyarországon. A kutatási területen kialakult táj geológiai alapjait földtani térképpel és terepi vizsgálatokkal elemeztük. Az egyes geomorfológiai szintek és formák genetikáját DTM-ek és geomorfológiai térképek szerkesztésével, terepi megfigyelésekkel és katonai felvételezések elemzésével végeztük el. A térképek szerkesztésére a SURFER 13. és 30. verzióját alkalmaztuk. A hordalékkúp felszabdaldódási fázisait őrző egyes szintek eltérő környezeti feltételeket mutatnak a geológiai, üledék, talaj és geomorfológiai vizsgálatok alapján. Az üledéktani és talajtani elemzéseknél a FAO és Novák módszertanát alkalmaztuk, a talajminták feldolgozását az EKKE Környezettudományi Laboratóriumában végeztük el. Kutatási eredményeink azt mutatják, hogy a kialakult geomorfológiai szintek területén az egyes tájtényezők között szignifikáns kapcsolat mutatható ki. A legmagasabb pedimentek, a bevágódási fázisokhoz kapcsolódóan képződött különböző korú folyóvízi teraszszintek és a holocén allúvium szép példáját adják a geológiai, geomorfológiai, negyedidőszaki üledéktani és talajtani adottságok rendszerszerű kapcsolatának. A kapott terepi, térinformatikai és laboratóriumi adataink alapján, a Gemini AI programot is felhasználva, rekonstruáltuk az egyes felszínfejlődési időszakok környezeti adottságait, éghajlatváltozási tendenciáit. Eredményeink napjainkban jól beilleszkednek a „The European Aeolian Sand Belt” és az EGU által 2021-ben kiadott Európa lösz térképe rendszerébe, ugyanakkor sajátos felszínfejlődési, éghajlati és környezeti feltételekre hívják fel a figyelmet a pleisztocén és holocén időszakban.

# MAIN PHASES AND ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE QUATERNARY DEVELOPMENT OF THE LOWER TARNA VALLEY

Anna Dobos<sup>1</sup>, Dániel László Bujtor<sup>2</sup>, Mihály Bekény Pólik<sup>2</sup>, Arnold Gucsik<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Catholic University, Department of Environmental Science and Landscape Ecology, Leányka utca 12, 3300 Eger, Hungary

<sup>2</sup> Eszterházy Károly Catholic University, Department of Environmental Science and Landscape Ecology, "Landscape Research–Nature Conservation" Talent Workshop, Leányka utca 12, 3300 Eger, Hungary

<sup>3</sup> Independent researcher

[dobos.anna@uni-eszterhazy.hu](mailto:dobos.anna@uni-eszterhazy.hu); [bujtorlacus@gmail.com](mailto:bujtorlacus@gmail.com); [polikbekeny2004@gmail.com](mailto:polikbekeny2004@gmail.com); [sopronianglicus@gmail.com](mailto:sopronianglicus@gmail.com)

**Keywords:** GIS, landscape evolution, Alsó-Tarna-valley, climate change, environmental reconstruction

**Abstract:** The landscape development of the Lower Tarna Valley has been previously investigated by Székely, who pointed out that at the site of the current valley, from the beginning of the Pleistocene until the Riss glaciation, a large-scale, fan-shaped alluvial cone formed. Subsequently, this was dissected during the formation of the Tarna tectonic valley. Our study area is situated in the surroundings of Tarnaszentmária, Verpelét, and Feldebrő settlements in Northern Hungary. The geological situation was analyzed through geological maps and field investigations. The genesis of different geomorphological levels and landforms was examined by constructing DTMs, geomorphological maps, and through field observations and military survey maps. For map creation, we used versions 13 and 30 of SURFER software. The different levels representing the dissection phases of the alluvial cone exhibit varying environmental conditions based on geological, sedimentological, soil, and geomorphological analyses. Sedimentological and soil analyses were conducted following FAO and Novák methods, with sample processing carried out at the Environmental Science Laboratory of EKCÚ. Our research results demonstrate that significant correlations exist among the various landscape factors within the developed geomorphological levels. The highest pediments, the fluvial terraces and Holocene alluvium provide a clear example of the systematic relationship among different landscape conditions. Based on our field, GIS, and laboratory data — and utilizing the Gemini AI program — we reconstructed the environmental conditions and climate change trends during each landscape development period. Our results are well integrated into the framework of "The European Aeolian Sand Belt" and the European loess map (EGU, 2021).

# TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN

Dobos Anna<sup>1</sup>, Bujtor László Dániel<sup>2</sup>, Pólik Mihály Bekény<sup>2</sup>, Németh Péter<sup>3</sup>, Gucsik Arnold<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, 3300 Eger, Leányka utca 12.

<sup>2</sup> Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, Táj kutatások–Természetvédelem Tehetségműhely, 3300 Eger, Leányka utca 12.

<sup>3</sup> HUN-REN Magyar Kutatás Hálózat, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

<sup>4</sup> Független kutató

dobos.anna@uni-eszterhazy.hu; bujtorlacus@gmail.com; polikbekeny2004@gmail.com; nemeth.peter@csfk.hun-ren.hu; sopronianglicus@gmail.com

**Kulcsszavak:** Alsó-Tarna-völgy, éghajlatváltozás, talajtan, üledéktan, spektroszkópia, geomorfológia, térinformatika

**Összefoglaló:** Kutatási témánk aktualitását az adja, hogy 2024-2026 között összesítettük az Alsó-Tarna-völgy Tarnaszentmária-Verpelét-Feldebrői területén a feltárt negyedidőszaki üledékek, talajtípusok adatait a geomorfológiai eredményekkel és DTM-térképekkel. A területen korábban kialakult hordalékkúp a negyedidőszakban felszabdaldott, a magasabb pediment felszínek alatt pleisztocéni folyóvízi teraszok képződtek, majd a holocén melegebb éghajlati periódusában szélesebb alluvium jelent meg a Tarna mentén. Az egyes geomorfológiai szintek egyben új felszínfejlődési folyamatoknak adtak helyet a tektonikus mozgások és az éghajlatváltozások következtében. Tarnaszentmárián 10, Verpeléten 22 és Feldebrőn 13 talajszelvényt mélyítettünk. Felvételezéseinket a FAO (2006) és Novák (2013) talajtani módszertanával, mintegy 51 talajparaméter megadásával végeztük el; a szelvények pontos EOVR-koordinátáit és talajtípusait is leírva. A kapott adatokat korreláltuk domborzati keresztmetszeti szelvényekkel és DTM-kel. A negyedidőszaki üledékek genetikáját laboratóriumi mérések után szemcseösszetételi görbéken mutattuk be. Az üledék genetikai különbségeit szem előtt tartva, kiválasztott talajszintek szemcseanyagát is vizsgáltuk az MTA Kutatólaboratóriumában. A talajminták spektroszkópiái és geokémiai elemzését is elvégeztük. Kutatási eredményeink nagy különbséget mutattak az egyes geomorfológiai szintek adottságai között, ami arra utal, hogy eltérő éghajlati feltételek mellett különböző felszínfejlődési, majd üledék és talajképződési folyamatok voltak itt jellemzőek. A legnagyobb különbséget a pediment (PI/Q), a II. b. folyóvízi terasz (Qw), a II. a. folyóvízi terasz (Qw/H) és a holocéni ártér (H) között találtunk. Ezen belül kiemelten érdekes volt a II. a. terasz és az ártér üledékeinek vizsgálata, hiszen itt a hideg periglaciális éghajlatú Fiatal Dryas, majd a Holocén elején bekövetkezett markáns melegebb és csapadékosabb éghajlat közötti különbségeket tudtuk detektálni és részletesen elemezni.

# SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS

Anna Dobos<sup>1</sup>, Dániel László Bujtor<sup>2</sup>, Mihály Bekény Pólik<sup>2</sup>, Péter Németh<sup>3</sup>, Arnold Gucsik<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Catholic University, Department of Environmental Science and Landscape Ecology, Leányka utca 12, 3300 Eger, Hungary

<sup>2</sup> Eszterházy Károly Catholic University, Department of Environmental Science and Landscape Ecology, "Landscape Research–Nature Conservation" Talent Workshop, Leányka utca 12, 3300 Eger, Hungary

<sup>3</sup> HUN-REN Hungarian Research Network, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Institute for Geological and Geochemical Research, Budaörsi út 45., 1112 Budapest, Hungary

<sup>4</sup> Independent researcher

dobos.anna@uni-eszterhazy.hu; bujtorlacus@gmail.com; polikbekeny2004@gmail.com; nemeth.peter@csfk.hun-ren.hu; sopronianglicus@gmail.com

**Keywords:** GIS, landscape evolution, Alsó-Tarna-valley, climate change, environmental reconstruction

**Abstract:** Our research topic's relevance lies in the compilation, between 2024 and 2026, of data on Quaternary sediments and soil types from the Tarnaszentmária - Verpelét - Feldebrő area within the Lower Tarna Valley, integrated with geomorphological landforms and DTMs. The previously developed alluvial cone in the region was dissected during the Quaternary period. The various geomorphological levels simultaneously provided new surfaces for landscape evolution processes, driven by tectonic activity and climatic changes. In our fieldwork we excavated 10 – 22 - 13 soil profiles in Tarnaszentmária, Verpelét and Feldebrő. The sampling procedures based on FAO and Novák methods, involving the assessment of approximately 51 soil parameters, with EOVR coordinates and soil type classifications for each profile. The collected data were correlated with hypsometric cross-sections and DTM maps. The genetic characteristics of the Quaternary sediments were depicted through grain size composition curves derived from laboratory measurements. To account for genetic differences among the sediments, we also analyzed the grain material of selected soil horizons at the MTA Research Laboratory. Additionally, spectroscopic and geochemical analyses of the soil samples were conducted. Our findings revealed significant variations among the different geomorphological levels indicating that distinct surface development, sedimentation, and soil formation processes were associated with varying climatic conditions. The most pronounced differences were observed between the pediment (PI/Q), the II. b. fluvial terrace (Qw), the II. a. fluvial terrace (Qw/H), and the Holocene floodplain (H). Notably, the investigation of sediments from the II. a. terrace and the floodplain was particularly interesting.

# SIROK TELEPÜLÉS VILLÁMÁRVÍZ-VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK ELŐZETES BECSLÉSE NAGFELBONTÁSÚ 2D HIDRAULIKAI MODELLEZÉSEL

Csabai Edina Kitti

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Természettudományi Kar, Földrajz és Környezettudományi Intézet, 3300 Eger, D épület, Leányka utca 12.

csabai.edina@uni-eszterhazy.hu

**Kulcsszavak:** villámárvíz, kockázati térképezés, HEC-HMS, HEC-RAS, dombsági vízgyűjtő

**Összefoglaló:** Az Északi-középhegység térségében a rövid idejű intenzív csapadékesemények egyre nagyobb kihívást jelentenek a kis vízgyűjtőkön fekvő települések számára. A villámárvizek kialakulása gyors, nehezen előre jelezhető folyamat, ezért szükség van olyan módszertani megközelítésekre, amelyek a kockázatot előzetesen, integrált módon képesek becsülni. A kutatás célja egy olyan pilot jellegű módszertani keret bemutatása, amely Dobai András és Dobos Endre (Hidrológiai Közlöny, 2025): A villámárvíz kockázati térképezési módszertan fejlesztése Észak-Magyarországi dombsági területeken című munkájára (DOI: ) támaszkodik, és azt hidrológiai-hidraulikai modellezéssel egészíti ki. A módszertan két fő komponensből áll. Az első az AHP-alapú érzékenységi térképezés, amely lejtés, talajtípus, felszínborítás, vízfolyástól való távolság és domborzati pozíció alapján határozza meg a villámárvíz-érzékenységet. A második a HEC-HMS csapadék-lefolyás modell alkalmazása, amely intenzív csapadékeseményből árhullámot generál a vízgyűjtő kimeneti pontján. A kapott hozamgörbe határfelületként kerül átadásra a HEC-RAS hidraulikai modellnek, amely a települési elöntési viszonyok előzetes becslésére szolgál. A kutatás jelenleg pilot fázisban van, ezért az eredmények elsősorban módszertani demonstrációként értelmezhetők. A cél annak a vizsgálata, hogy a Dobai-Dobos-féle kockázati térképezési megközelítés és a hidraulikai modellezés integrációja milyen mértékben járulhat hozzá dombvidéki települések villámárvíz-kockázatának előzetes becsléséhez.

# PRELIMINARY ASSESSMENT OF FLASH FLOOD SUSCEPTIBILITY IN THE SETTLEMENT OF SIROK USING HIGH-RESOLUTION 2D HYDRAULIC MODELLING

Edina Kitti Csabai

Eszterházy Károly Catholic University, Faculty of Science, Institute of Geography and Environmental Sciences, Leányka utca 12, Building D, 3300 Eger, Hungary

[csabai.edina@uni-eszterhazy.hu](mailto:csabai.edina@uni-eszterhazy.hu)

**Keywords:** flash flood, risk mapping, HEC-HMS, HEC-RAS, hilly catchment

**Abstract:** In the region of the North Hungarian Mountains, short-duration, high-intensity rainfall events pose an increasing challenge for settlements located on small catchments. Flash flood formation is a rapid and difficult-to-predict process; therefore, methodological approaches capable of providing an integrated, preliminary estimation of risk are essential. The aim of this research is to present a pilot-scale methodological framework that builds on the work of András Dobai and Endre Dobos (*Hidrológiai Közlöny*, 2025): *Development of a Flash Flood Risk Mapping Methodology in the Hilly Areas of Northern Hungary* (DOI: ), and complements it with hydrological–hydraulic modelling. The methodology consists of two main components. The first is AHP-based sensitivity mapping, which determines flash-flood susceptibility based on slope, soil type, land cover, distance from watercourses, and topographic position. The second component is the application of the HEC-HMS rainfall–runoff model, which generates a flood hydrograph at the outlet of the catchment from an intense rainfall event. The resulting discharge curve is transferred as a boundary condition to the HEC-RAS hydraulic model, which provides a preliminary estimation of inundation conditions within the settlement. As the research is currently in a pilot phase, the results should primarily be interpreted as methodological demonstrations. The objective is to examine how the integration of the Dobai–Dobos risk-mapping approach with hydraulic modelling can contribute to the preliminary assessment of flash-flood risk in hilly settlements.

# TÁJI VÁLTOZÁSOK ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA A KELET-BORSODI-SZÉNMEDENCE SAJÓTÓL ÉSZAKRA ÉS DÉLRE ESŐ TERÜLETEIN

Sütő László<sup>1</sup>, Rózsa Péter<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Földrajz-és Környezettudományi Intézet, 3300 Eger, Eszterházy tér 1.

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Földtudományi Intézet, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

suto.laszlo@uni-eszterhazy.hu; rozsa.peter@science.unideb.hu

**Kulcsszavak:** szénbányászat, földkihasználási mutató, bolygatottság, földfelhagyás

**Összefoglaló:** Kutatásunk során megvizsgáltuk egy hosszú ideig működő, jól körülhatárolható szénbányászati körzetben, milyen kapcsolat látható a bányászat időbeli lefutása, a bányavidék különböző településeinek, valamint néhány alapvető felszínborításnak a változása között. Fő kérdésünk, van-e különbség az antropogén beavatkozások nyomán a Sajó északi és déli oldalán fekvő települések és környezetük megváltozásában a bányászat függvényében. A vizsgálat során 1784 és 2011 közötti bányászati, települési és népesedési, valamint felszínborítási adatbázist alkalmaztunk a táji változások elemzéséhez. A Sajótól északra elterülő szénbányászati körzetet (pl. Izsófalva, Múcsony) önálló bányászati góccok jellemezték, ahol a mélyművelésű szénbányászat kiterjedt felszíni infrastruktúrát és montanogén formakincset hozott létre. A bányabezárások után a települések növekedése megrekedt. A bányászat mellett sokáig párhuzamosan fenntartott, lassan átalakuló földhasználat, végül passzív földfelhagyáshoz vezetett, amelyet a szántóegyenértékre alapozott földkihasználási mutató 35-38%-os szintre zuhanása jelez. A változásnak két altípusát figyelhetjük meg: az ingázó bányásznépességgel jellemezhető falvakban inkább az agrárterületek felhagyása, míg a tönkrement bányászfalvakban a felhagyott bányatérshínek parlagosodása következett be. Ezzel szemben a Sajótól délre fekvő Bükkhát területén a változások jóval polarizáltabbak: a völgytalpi nagyipari-urbanizációs tengelyt (Miskolc, Kazincbarcika) az egyre szűkülő völgyi, dombvidéki falvak (pl. Nagybarca, Tardona, Mályinka stb.) övezik. Az egykori nehézipari tengelyen a tájhasználat ipari-települési-közlekedési átalakulással járt, helyenként rekreációs funkcióváltás indult meg. A kistelepüléseken az ipari központoktól való távolság, a domborzat, valamint a kezdeti tájhasználati különbségei határozzák meg a táji változásokat. A Bükk peremén a bányatelepek szigetszerű foltjai mellett az erdők térnyerése az uralkodó, a völgyekben inkább a Sajótól északra megfigyelhető passzív földfelhagyás zajlott, amelyet a földkihasználási mutatók eltérő időbeli változása is alátámaszt.

# A COMPARATIVE STUDY OF LANDSCAPE CHANGES IN THE AREAS NORTH AND SOUTH OF THE SAJÓ RIVER IN THE EAST BORSOD COAL BASIN

László Sütő<sup>1</sup>, Péter Rózsa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Catholic University, Institute of Geography and Environmental Sciences, Eszterházy tér 1, 3300 Eger, Hungary

<sup>2</sup> University of Debrecen, Institute of Earth Sciences, Egyetem tér 1, 4032 Debrecen, Hungary

suto.laszlo@uni-eszterhazy.hu; rozsa.peter@science.unideb.hu

**Keywords:** coal mining, land utilization index, landscape disturbance, land abandonment

**Abstract:** In our research, we examined the relationship between the timeline of mining activities, the changes in various settlements within a mining district, and modifications in some basic land cover types within a long-operating, well-defined coal mining region. Our primary objective was to determine whether there is a difference in the landscape changes driven by anthropogenic interventions between the settlements and environments located on the northern and southern sides of the Sajó River, as a function of mining. To analyze these landscape changes, we utilized a database of mining, settlement, demographic, and land cover data spanning from 1784 to 2011. The coal mining district north of the Sajó River (e.g., Izsófalva, Múcsony) was characterized by independent mining hubs, where underground coal mining created extensive surface infrastructure and montanogenic landforms. Following the mine closures, settlement growth stagnated. The slowly transforming land use, which was maintained parallel to mining for a long time, eventually led to passive land abandonment. This is indicated by a sharp decline in the land utilization index—based on arable land equivalent—to a level of 35–38%. We observed two subtypes of this change: in villages characterized by a commuting mining population, the abandonment of agricultural land was more prevalent, whereas in the declined mining villages, the fallowing of abandoned mining sites occurred. In contrast, the changes in the Bükkhát area, located south of the Sajó River, are much more polarized: the industrial-urban axis in the valley floor (Miskolc, Kazincbarcika) is surrounded by shrinking valley and hilly villages (e.g., Nagybarca, Tardona, Mályinka, etc.). Along the former heavy industrial axis, land use involved an industrial, residential, and transportation transformation, with a shift toward recreational functions initiating in some places. In the small settlements, landscape changes are determined by their distance from industrial centers, topography, and initial land-use differences. On the periphery of the Bükk Mountains, alongside isolated patches of mining settlements, the expansion of forests is dominant, whereas in the valleys, passive land abandonment similar to that observed north of the Sajó River took place, which is also supported by the differing temporal variations in land utilization indices.

SZEKCIÓ

# **ALKALMAZOTT KÖRNYEZETTUDOMÁNY / Applied Environmental Science**

# A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN

Györki Gábor<sup>1,2</sup>, Kiss János<sup>1,2</sup>, Nagy Katalin<sup>1,2</sup>, Kecskés-Maconkai Zsuzsanna<sup>1,2</sup>, Knisz Judit<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Nemzeti Községi Közfürdő Egyetem, Víztudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12–14.

<sup>2</sup> Nemzeti Községi Közfürdő Egyetem, Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12–14.

gyorki.gabor@uni-nke.hu; kiss.janos@uni-nke.hu; nagy.katalin@uni-nke.hu; kecskes.maconkai.zsuzsanna@uni-nke.hu; knisz.judit@uni-nke.hu

**Kulcsszavak:** egyedi szennyvíztisztító kisberendezés, decentralizált szennyvíztisztítás, kérdőív, statisztika

**Összefoglaló:** Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezéseket egyre gyakrabban alkalmazzák világszerte, viszont az ezekkel kapcsolatos szabályozások nem naprakészek, a gyakorlati tapasztalatok pedig hiányosak. Egymástól független, nemzetközi publikációk alapján a működési hatékonyság és a határértékeknek való megfelelés nem kizárólag az alkalmazott technológiától függ, a karbantartásnak és a megfelelő üzemeltetésnek jelentős hatása lehet. Mivel a háztartási léptékű egyedi szennyvíztisztítók magántulajdonban vannak, azok üzemeltetése gyakran a tulajdonosokra hárul, akik nincsenek szakmailag felkészítve az üzemeltetésre. A kutatás során a tulajdonosok üzemeltetéssel kapcsolatos szokásai és tudása önbevallásos kérdőív segítségével kerültek felmérésre. A válaszok az azonos időben történt analitikai vizsgálatok eredményeivel kerültek összehasonlításra, a szokások és a teljesítmény közötti összefüggések felmérésére. A vizsgált berendezések teljesítménye széles skálán mozgott, az összefüggések egyszerű és többváltozós lineáris regresszióval, logisztikus regresszióval, Mann-Whitney és egyéb statisztikai próbákkal kerültek vizsgálatra. A kérdőívekre kapott válaszok alapján a tulajdonosok szokásai és a berendezéseik hatásfoka között nem volt megfigyelhető szignifikáns összefüggés. Az eredmények arra utalnak, hogy a berendezések teljesítményét a kérdőíves önbevalláson túlmutató, a tulajdonosok által nem, vagy csak korlátozottan érzékelhető tényezők befolyásolják, például a hidraulikai terhelés, az időjárási tényezők vagy a mintavételi időszak. A kutatás rávilágít arra, hogy a tulajdonosi karbantartás önmagában nem értelmezhető megbízható indikátorként, és a kisberendezések hatékony működéséhez elengedhetetlen a szakszerű, rendszeres monitoring és a reaktív üzemeltetési támogatás.

# THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

Gábor Györki<sup>1,2</sup>, János Kiss<sup>1,2</sup>, Katalin Nagy<sup>1,2</sup>, Zsuzsanna Kecskés-Maconkai<sup>1,2</sup>, Judit Knisz<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Ludovika University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Bajcsy-Zsilinszky utca 12-14, 6500 Baja, Hungary

<sup>2</sup> Ludovika University of Public Service, National Laboratory for Water Science and Water Security, Bajcsy-Zsilinszky utca 12-14, 6500 Baja, Hungary

gyorki.gabor@uni-nke.hu; kiss.janos@uni-nke.hu; nagy.katalin@uni-nke.hu; kecskes.maconkai.zsuzsanna@uni-nke.hu; knisz.judit@uni-nke.hu

**Keywords:** onsite wastewater treatment systems, decentralized wastewater treatment, questionnaire, statistics

**Abstract:** Onsite wastewater treatment systems are increasingly used worldwide, however, regulations concerning their operation are not up to date, and practical experience remains limited. A number of international publications indicate that operational efficiency and compliance with regulations depend not only on the applied technology, maintenance and proper operation can also have a significant impact. As household-scale treatment units are privately owned, operation often falls to the owners, who typically lack professional training. In this research, owners' habits and knowledge related to operation were assessed using a self-reported questionnaire. The responses were compared with results from analytical measurements conducted at the same time to explore correlations between operational habits and performance. The performance of the examined units varied widely. Relationships were analyzed using simple and multiple linear regressions, logistic regressions, Mann-Whitney tests and other statistical methods. Based on the questionnaire responses, no significant correlation was observed between owners' operational habits and the efficiency of their units. The results suggest that the performance of these systems is influenced by factors beyond self-reported owner behavior, factors that owners may not perceive or may only perceive to a limited extent, such as hydraulic load, weather conditions or sampling period. The research highlights that owner maintenance alone cannot be considered a reliable indicator, and that effective operation of small-scale treatment units requires professional, regular monitoring and reactive operational support.

# HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?

Szalontai Tamás<sup>1,2</sup>, Nagy Katalin<sup>1,2</sup>, Sebő Zsuzsanna<sup>1</sup>, Bíró Tibor<sup>1,2</sup>, Mag Tünde<sup>3</sup>, Knisz Judit<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Nemzeti Községi Egyetem, Víztudományi Kar, Vízi Környezettudományi Tanszék, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12-14.

<sup>2</sup> Nemzeti Községi Egyetem, Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, 6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky u. 12-14.

<sup>3</sup> Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ, Bakteriológiai, Mikológiai és Parazitológiai Laboratóriumi Osztály, 1097 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

szalontai.tamas@uni-nke.hu

**Kulcsszavak:** bakteriofág, szennyvíztisztítás, *Escherichia coli*, fertőtlenítés, decentralizált szennyvízkezelés, víz-újrafelhasználás

**Összefoglaló:** A tisztított szennyvíz újrafelhasználása egyre inkább előtérbe kerül a fenntartható vízgazdálkodás és a vízhiány enyhítése érdekében. A tisztítás után is jelentős mennyiségű patogén mikroorganizmus maradhat a kezelt szennyvízben, amelyek közegészségügyi kockázatot jelentenek. A mikrobiológiai szennyeződés csökkentésére jelenleg fizikai, kémiai és biológiai módszereket alkalmaznak, például szűrőket, UV-sugárzást, ózonkezelést, vagy fertőtlenítőszereket (például nátrium-hipokloritot). Ezek a technológiák azonban környezetterhelést okozhatnak, költségesek, vagy korlátozottan alkalmazhatók. A környezetbarát szennyvíztisztításban innovatív megoldásnak tűnik a bakteriofágok alkalmazása, amelyek célzottan eliminálják a patogén baktériumokat, csökkentve a fertőzésveszélyt, miközben megfelelnek az ökológiai, gazdaságossági és technológiai szempontoknak. Alkalmazásuk különösen előnyös decentralizált rendszerekben, úgynevezett egyedi szennyvíztisztító kisberendezésekben, ahol a hagyományos módszerek korlátozottak vagy környezeti aggályokat vetnek fel. Az előadás a bakteriofágok szennyvíztisztításban betöltött innovatív szerepét mutatja be. Ezek a kizárólag baktériumokat fertőző vírusok képesek célzottan elpusztítani a szennyvízben lévő káros vagy technológiai szempontból nemkívánatos baktériumokat. A prezentáció részletesen kitér a leggyakoribb indikátor baktérium, az *Escherichia coli* csíraszámának csökkentésére irányuló legújabb kutatásokra, miközben egy biológiai és környezetbarát alternatívát kínál a hagyományos, vegyszeres fertőtlenítési eljárásokkal szemben

# HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

**Tamás Szalontai<sup>1,2</sup>, Katalin Nagy<sup>1,2</sup>, Zsuzsanna Sebő<sup>1</sup>, Tibor Bíró<sup>1,2</sup>, Tünde Mag<sup>3</sup>, Judit Knisz<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Ludovika University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Bajcsy-Zsilinszky utca 12-14, 6500 Baja, Hungary

<sup>2</sup> Ludovika University of Public Service, National Laboratory for Water Science and Water Security, Bajcsy-Zsilinszky utca 12-14, 6500 Baja, Hungary

<sup>3</sup> National Public Health and Pharmaceutical Centre, Department of Bacteriology, Mycology and Parasitology, Albert Flórián út 2–6, 1097 Budapest, Hungary

[szalontai.tamas@uni-nke.hu](mailto:szalontai.tamas@uni-nke.hu)

# Szerzők

A címekre kattintva közvetlenül megnyitható a kapcsolódó előadás-összefoglaló.

**Keywords:** bacteriophage, wastewater treatment, Escherichia coli, disinfection, decentralized wastewater management, water reuse

**Abstract:** The reuse of treated wastewater is increasingly gaining prominence in order to promote sustainable water management and alleviate water scarcity. Even after treatment, a significant number of pathogenic microorganisms can remain in the effluent, posing public health risks. Currently, physical, chemical, and biological methods such as filters, UV radiation, ozone treatment, or disinfectants (e.g., sodium hypochlorite) are applied to reduce microbiological contamination. However, these technologies can cause environmental burden, are costly, or have limited applicability. The application of bacteriophages appears to be an innovative solution for eco-friendly wastewater treatment, as they target and eliminate pathogenic bacteria, reducing infection risks while meeting ecological, economic, and technological criteria. Their application is particularly advantageous in decentralized systems, so-called on-site wastewater treatment plants, where traditional methods are limited or raise environmental concerns. The presentation outlines the innovative role of bacteriophages in wastewater treatment. These viruses, which infect only bacteria, can selectively destroy harmful or technologically undesirable bacteria present in wastewater. The presentation details the latest research aimed at reducing the count of the most common indicator bacterium, Escherichia coli, while offering a biological and environmentally friendly alternative to conventional chemical disinfection methods.

Szerzők

## A,Á

**Abriha-Molnár Vanda Éva**

- LÁGY- ÉS FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK FITOREMEDIÁCIÓS POTENCIÁLJÁNAK VIZSGÁLATA
- INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF HERBACEOUS AND WOODY PLANT SPECIES

**Ács Éva**

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELES A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY
- A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA
- MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5
- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

**Angyal Anikó**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

## **Angyal Zsuzsanna**

- MIÉRT NEM MŰKÖDIK KÜLÖN? – ÚJ MEGKÖZELÍTÉSEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉSBEN ÉS TANÁRKÉPZÉSBEN
- WHY DOESN'T IT WORK IN ISOLATION? – NEW APPROACHES TO SCIENCE EDUCATION AND TEACHER TRAINING
- HÁLÓZATOS FELŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK HÁROM SZINTEN: A Z-SZAK TAPASZTALATAI
- THREE-LEVEL NETWORKED COLLABORATION IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCES FROM THE Z PROGRAMME
- A FENNTARTHATÓSÁG ÉRETTSÉGI VIZSGA TÉRBELI ELOSZLÁSA ÉS FEJLŐDÉSI TENDENCIÁI MAGYARORSZÁGON 2024 ÉS 2026 KÖZÖTT
- THE SPATIAL DISTRIBUTION AND TRENDS IN THE PASS RATE FOR THE HIGH SCHOOL GRADUATION EXAM IN HUNGARY BETWEEN 2024 AND 2026

## **B**

### **Balázs Krisztina**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

### **Bálint Farkas-Áron**

- ÖSSZEHAONLÍTÓ, KIOLTÁSMENTES FOLYADÉKSZCINTILLÁCIÓS MÓDSZER RÁDIUMIZOTÓPOK MEGHATÁROZÁSÁRA
- COMPARATIVE QUENCH-FREE LIQUID SCINTILLATION METHOD FOR RADIUM ISOTOPE DETERMINATION
- KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS
- CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION

### **Bán Sándor**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

### **Baráth Balázs**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

### **Barocsai Zoltán**

- A FÖLDRAJZ TANTÁRGGYAL KAPCSOLATOS TANULÓI ATTITÜD ÖSSZEHAONLÍTÓ VIZSGÁLATA TOLNA VÁRMEGYEI ÉS ORSZÁGOS MÉRÉS ALAPJÁN
- A COMPARATIVE STUDY OF STUDENT ATTITUDES TOWARDS GEOGRAPHY BASED ON TOLNA COUNTY AND NATIONAL SURVEYS

### **Begy Róbert-Csaba**

- $^{210}\text{Pb}$  KORMEGHATÁROZÁS MINT A KÖRNYEZETI FOLYAMATOK VIZSGÁLATÁNAK ESZKÖZE: AZ ANTROPOGÉN HATÁSOKTÓL A KLÍMAVÁLTOZÁSIG
- $^{210}\text{Pb}$  DATING AS A TOOL FOR THE INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL PROCESSES: FROM ANTHROPIC EFFECTS TO CLIMATE CHANGES
- ÖSSZEHAONLÍTÓ, KIOLTÁSMENTES FOLYADÉKSZCINTILLÁCIÓS MÓDSZER RÁDIUMIZOTÓPOK MEGHATÁROZÁSÁRA
- COMPARATIVE QUENCH-FREE LIQUID SCINTILLATION METHOD FOR RADIUM ISOTOPE DETERMINATION
- KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS
- CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION

### **Berta Csaba**

- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

### **Bíró Tibor**

- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM
- HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?
- HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

### **Bozsik Anita**

- ÖSSZEHASONLÍTÓ, KIOLTÁSMENTES FOLYADÉKSZCINTILLÁCIÓS MÓDSZER RÁDIUMIZOTÓPOK MEGHATÁROZÁSÁRA
- COMPARATIVE QUENCH-FREE LIQUID SCINTILLATION METHOD FOR RADIUM ISOTOPE DETERMINATION
- KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS
- CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION

### **Braun Mihály**

- HOGYAN ISMERHETŐK FEL AZ ASZÁLYOS IDŐSZAK NYOMAI A HOLTÁGAK ÜLEDÉKÉBEN?
- HOW CAN EVIDENCE OF DROUGHT PERIODS BE IDENTIFIED IN OXBOW-LAKE SEDIMENTS?
- A KÁRPÁT-MEDENCE MINT KLÍMAÉRZÉKENY TÉRSÉG: A MEDENCEJELLEG KLIMATIKUS TÜKRÖZŐDÉSE A KÖZÉPSŐ HOLOCÉN BEN ÉS NAPJAINKBAN
- THE CARPATHIAN BASIN AS A CLIMATE-SENSITIVE REGION: THE IMPACT OF BASIN GEOGRAPHY DURING THE MIDDLE HOLOCENE AND IN THE PRESENT DAY

### **Bubik Veronika**

- HÁLÓZATOS FELSŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK HÁROM SZINTEN: A Z-SZAK TAPASZTALATAI
- THREE-LEVEL NETWORKED COLLABORATION IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCES FROM THE Z PROGRAMME

### **Bujtor László Dániel**

- AZ ALSÓ-TARNA-VÖLGY NEGYEDIDŐSZAKI KIALAKULÁSÁNAK FŐBB FÁZISAI, KÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA
- MAIN PHASES AND ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE QUATERNARY DEVELOPMENT OF THE LOWER TARNA VALLEY
- TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN
- SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS

## **Cs**

### **Csabai Edina Kitti**

- SIROK TELEPÜLÉS VILLÁMÁRVÍZ-VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK ELŐZETES BECSLÉSE NAGFELBONTÁSÚ 2D HIDRAULIKAI MODELLEZÉSSSEL
- PRELIMINARY ASSESSMENT OF FLASH FLOOD SUSCEPTIBILITY IN THE SETTLEMENT OF SIROK USING HIGH-RESOLUTION 2D HYDRAULIC MODELLING

## **D**

### **Dobos Anna**

- AZ ALSÓ-TARNA-VÖLGY NEGYEDIDŐSZAKI KIALAKULÁSÁNAK FŐBB FÁZISAI, KÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA
- MAIN PHASES AND ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE QUATERNARY DEVELOPMENT OF THE LOWER TARNA VALLEY
- TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN
- SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS

## F

### Fabula Dominik Máté

- A FENNTARTARTHATÓSÁG ÉRETTSÉGI VIZSGA TÉRBELI ELOSZLÁSA ÉS FEJLŐDÉSI TENDENCIÁI MAGYARORSZÁGON 2024 ÉS 2026 KÖZÖTT
- THE SPATIAL DISTRIBUTION AND TRENDS IN THE PASS RATE FOR THE HIGH SCHOOL GRADUATION EXAM IN HUNGARY BETWEEN 2024 AND 2026

### Fidlerová, Dana

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELEÉS A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY

### Furu Enikő

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

### Futó István

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN
- FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYEK RADIOKARBONOS VIZSGÁLATA
- RADIOCARBON ANALYSIS OF WOODY PLANTS

## G

### Gáspár Dávid

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

### Grecu, Șerban-Constantin

- KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS
- CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION

### Grigorszky István

- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

### Gucsik Arnold

- AZ ALSÓ-TARNA-VÖLGY NEGYEDIDŐSZAKI KIALAKULÁSÁNAK FŐBB FÁZISAI, KÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA
- MAIN PHASES AND ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE QUATERNARY DEVELOPMENT OF THE LOWER TARNA VALLEY
- TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN
- SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS

## Gy

### Györki Gábor

- A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN
- THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

## H

### Harman-Tóth Erzsébet

- HÁLÓZATOS FELSŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK HÁROM SZINTEN: A Z-SZAK TAPASZTALATAI
- THREE-LEVEL NETWORKED COLLABORATION IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCES FROM THE Z PROGRAMME

## J

### Jankó Ferenc

- ERDŐK REPREZENTÁCIÓJA A MAGYAR TERMÉSZETFILMEKBEN
- THE REPRESENTATION OF FORESTS IN HUNGARIAN NATURE FILMS

## K

### Kacsó Péter

- ERDŐK REPREZENTÁCIÓJA A MAGYAR TERMÉSZETFILMEKBEN
- THE REPRESENTATION OF FORESTS IN HUNGARIAN NATURE FILMS

### Kecskés-Maconkai Zsuzsanna

- A MIKROBIÁLIS KORRÓZIÓ HATÁSA AZ IVÓVÍZELLÁTÁSRA
- THE IMPACT OF MICROBIOLOGICALLY INFLUENCED CORROSION ON DRINKING WATER SUPPLY
- A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN
- THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

### Kertész Zsófia

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

### Kiss János

- A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN
- THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

### Knisz Judit

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELEÉS A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY
- A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA
- MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5
- A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN
- THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS
- HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?
- HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

### Kováčová, Lucia

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELEÉS A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY

### **Kunkli Balázs Tibor**

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELES A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY
- A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA
- MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5

## **L**

### **Lisztes-Szabó Zsuzsa**

- HOGYAN ISMERHETŐK FEL AZ ASZÁLYOS IDŐSZAK NYOMAI A HOLTÁGAK ÜLEDÉKÉBEN?
- HOW CAN EVIDENCE OF DROUGHT PERIODS BE IDENTIFIED IN OXBOW-LAKE SEDIMENTS?
- A KÁRPÁT-MEDENCE MINT KLÍMAÉRZÉKENY TÉRSÉG: A MEDENCEJELLEG KLIMATIKUS TÜKRÖZŐDÉSE A KÖZÉPSŐ HOLOCÉN BEN ÉS NAPJAINKBAN
- THE CARPATHIAN BASIN AS A CLIMATE-SENSITIVE REGION: THE IMPACT OF BASIN GEOGRAPHY DURING THE MIDDLE HOLOCENE AND IN THE PRESENT DAY

## **M**

### **Mag Tünde**

- HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?
- HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

### **Magura Tibor**

- LÁGY- ÉS FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK FITOREMEDIÁCIÓS POTENCIÁLJÁNAK VIZSGÁLATA
- INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF HERBACEOUS AND WOODY PLANT SPECIES

### **Misik Tamás**

- A NEMZETKÖZI ZÖLD EGYETEM TAGSÁG, VALAMINT A FENNTARTHATÓSÁG TÁRSADALMI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI EGY MAGYARORSZÁGI KATOLIKUS EGYETEMEN: 3 ÉV ADATAI
- UI GREENMETRIC MEMBERSHIP, AND THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SUSTAINABILITY AT A HUNGARIAN CATHOLIC UNIVERSITY: 3 YEARS OF DATA

### **Molnár Mihály**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN
- FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYEK RADIOKARBONOS VIZSGÁLATA
- RADIOCARBON ANALYSIS OF WOODY PLANTS

### **Móra Arnold**

- ELTŰNNI VAGY ALKALMAZKODNI: VÍZI MAKROGERINCTELEN FAJEGYÜTTESEK ELTÉRŐ VÁLASZAI A KISVÍZFOLYÁSOK KISZÁRADÁSÁRA
- VANISH OR ADAPT: DIFFERING RESPONSES OF AQUATIC MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES TO THE DRYING OUT OF SMALL WATERCOURSES

## **N**

### **Nagy Dominik**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN
- FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYEK RADIOKARBONOS VIZSGÁLATA
- RADIOCARBON ANALYSIS OF WOODY PLANTS

## **Nagy Katalin**

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELES A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY
- A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA
- MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5
- A TULAJDONOSI KARBANTARTÁS SZEREPE AZ EGYEDI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁBAN
- THE ROLE OF OWNER MAINTENANCE IN THE EFFICIENCY OF ONSITE WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS
- HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?
- HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

## **Németh Péter**

- TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSZKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN
- SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS

# **P**

## **Papp Enikő**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN

## **Póczos Valéria**

- HÁLÓZATOS FELSOÓKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK HÁROM SZINTEN: A Z-SZAK TAPASZTALATAI
- THREE-LEVEL NETWORKED COLLABORATION IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCES FROM THE Z PROGRAMME
- A VIZUÁLIS GONDOLOKÁS SZEREPE A KOMPLEX KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK ÉRTELMEZÉSÉBEN: DESIGNPEDAGÓGIAI MEGKÖZELÍTÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TANÁRKÉPZÉSBEN
- THE ROLE OF VISUAL THINKING IN UNDERSTANDING COMPLEX ENVIRONMENTAL PROBLEMS: A DESIGN PEDAGOGY APPROACH IN SCIENCE TEACHER EDUCATION

## **Pólik Mihály Bekény**

- AZ ALSÓ-TARNA-VÖLGY NEGYEDIDŐSZAKI KIALAKULÁSÁNAK FŐBB FÁZISAI, KÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA
- MAIN PHASES AND ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE QUATERNARY DEVELOPMENT OF THE LOWER TARNA VALLEY
- TALAJTANI, ÜLEDÉKTANI, GEOKÉMIAI ÉS SPEKTROSZKÓPIAI BIZONYÍTÉKOK AZ ALSÓ-TARNA VÖLGY TERÜLETÉN LEZAJLÓ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOKRA A WÜRM ÉS HOLOCÉN IDŐSZAKÁBAN
- SOIL SCIENCE, SEDIMENTOLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND SPECTROSCOPIC EVIDENCES FOR CLIMATE CHANGE SITUATIONS IN THE LOWER TARNA VALLEY DURING THE WÜRM AND HOLOCENE PERIODS

# **R**

## **Rózsa Péter**

- TÁJI VÁLTOZÁSOK ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA A KELET-BORSODI-SZÉNMEDENCE SAJÓTÓL ÉSZAKRA ÉS DÉLRE ESŐ TERÜLETEIN
- A COMPARATIVE STUDY OF LANDSCAPE CHANGES IN THE AREAS NORTH AND SOUTH OF THE SAJÓ RIVER IN THE EAST BORSOD COAL BASIN

# **S**

## **Sebő Zsuzsanna**

- HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?
- HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

### **Simon Edina**

- LÁGY- ÉS FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK FITOREMEDIÁCIÓS POTENCIÁLJÁNAK VIZSGÁLATA
- INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF HERBACEOUS AND WOODY PLANT SPECIES

### **Sipos Bianka**

- LÁGY- ÉS FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK FITOREMEDIÁCIÓS POTENCIÁLJÁNAK VIZSGÁLATA
- INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF HERBACEOUS AND WOODY PLANT SPECIES

### **Somlyai Imre**

- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

### **Sóvágó Dávid**

- HOGYAN ISMERHETŐK FEL AZ ASZÁLYOS IDŐSZAK NYOMAI A HOLTÁGAK ÜLEDÉKÉBEN?
- HOW CAN EVIDENCE OF DROUGHT PERIODS BE IDENTIFIED IN OXBOW-LAKE SEDIMENTS?

### **Sütő László**

- TÁJI VÁLTOZÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA A KELET-BORSODI-SZÉNMEDENCE SAJÓTÓL ÉSZAKRA ÉS DÉLRE ESŐ TERÜLETEIN
- A COMPARATIVE STUDY OF LANDSCAPE CHANGES IN THE AREAS NORTH AND SOUTH OF THE SAJÓ RIVER IN THE EAST BORSOD COAL BASIN

## **Sz**

### **Szalontai Tamás**

- HOGYAN SEGÍTHETIK A BAKTERIOFÁGOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁST?
- HOW CAN BACTERIOPHAGES HELP IN WASTEWATER TREATMENT?

## **T**

### **Tóth Albert**

- HOGYAN ISMERHETŐK FEL AZ ASZÁLYOS IDŐSZAK NYOMAI A HOLTÁGAK ÜLEDÉKÉBEN?
- HOW CAN EVIDENCE OF DROUGHT PERIODS BE IDENTIFIED IN OXBOW-LAKE SEDIMENTS?
- A KÁRPÁT-MEDENCE MINT KLÍMAÉRZÉKENY TÉRSÉG: A MEDENCEJELLEG KLIMATIKUS TÜKRÖZŐDÉSE A KÖZÉPSŐ HOLOCÉN BEN ÉS NAPJAINKBAN
- THE CARPATHIAN BASIN AS A CLIMATE-SENSITIVE REGION: THE IMPACT OF BASIN GEOGRAPHY DURING THE MIDDLE HOLOCENE AND IN THE PRESENT DAY

### **Tóth Krisztián**

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELEÉS A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY

### **Tóth Zsejke-Réka**

- KUPRIT-KITÓZÁN NANORÉTEGEK AKTINIDÁK KINYERÉSÉRE: MÁTRIXSZINTÉZIS ÉS FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS
- CUPRITE-CHITOSAN NANOLAYERS FOR ACTINIDE EXTRACTION: MATRIX SYNTHESIS AND PROCESS OPTIMIZATION

**Trábert Zsuzsa**

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELES A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY
- A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-MINTÁINAK MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI FELDOLGOZÁSA
- MOLECULAR BIOLOGICAL PROCESSING OF PHYTOBENTHOS SAMPLES FROM JOINT DANUBE SURVEY 5
- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

**V****Varga Kinga**

- A FŐÁGON TÚL: LOKÁLIS FOLYAMATOK SZEREPE A HERNÁD HULLÁMTÉRI RENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSÉBEN
- BEYOND THE MAIN BRANCH: THE ROLE OF LOCAL PROCESSES IN UNDERSTANDING THE HERNÁD FLOODPLAIN SYSTEM

**Varga Tamás**

- FÁSSZÁRÚ NÖVÉNYEK RADIOKARBONOS VIZSGÁLATA
- RADIOCARBON ANALYSIS OF WOODY PLANTS

**Vargovčík, Ondrej**

- MORFOLÓGIAI ÉS EDNS-ALAPÚ ÁLLAPOTÉRTÉKELES A DUNÁN ÉS MELLÉKFOLYÓIN: A JOINT DANUBE SURVEY 5 FITOBENTOSZ-VIZSGÁLATA
- MORPHOLOGY- AND EDNA-BASED EVALUATION OF THE DANUBE AND ITS TRIBUTARIES: PHYTOBENTHOS ASSESSMENT IN THE FIFTH JOINT DANUBE SURVEY

**Víg Ildikó**

- DEBRECEN VÁROSI SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL FOLYAMATOS MEGFIGYELÉS IZOTÓPOKKAL
- CONTINUOUS ISOTOPE-BASED MONITORING OF CARBON-CONTAINING URBAN AEROSOLS IN DEBRECEN