

# Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A SZÉLSŐSÉGES VÍZJÁRÁSOK HATÁSAI A TAVI CLADOCERA FAUNA  
MARADVÁNYAINAK ÖSSZETÉTELÉRE ÉS DINAMIKÁJÁRA**  
**CHANGES IN DIVERSITY AND DYNAMICS OF CLADOCERA REMAINS THROUGH  
EXTREME WATER LEVEL FLUCUTATIONS**

Gyulai István

Témavezetők: Dr. Korponai János

Dr. Lakatos Gyula



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2018



## 1. Bevezetés

Magyarország Közép-Európa vízgyűjtője, a folyószabályozások előtt mindössze három nagy vízterület létezett: a Balaton, a Velencei-tó és a Fertő-tó. A folyószabályozásokat megelőzően jóformán az egész tiszai vízgyűjtő egy ártérnek volt tekinthető. A szabályozás során azonban a folyó mentén az átmetszésekkel 112 holtmedret alakítottak ki (Lászlóffy, 1982; Pálfai, 2001). A keletkezett holtmedrek sekély mezo-eutróf vizek, melyeknek magas a tápanyagtartalma, általában gazdag makrofita állománnyal rendelkeznek, mely révén nagyszámú, változatos élőhelyet biztosítanak a vízi élőlények számára (Pálfai, 2001).

Ezen újonnan kialakult holtmedrek ökológiai állapotának, közösségdinamikájának vizsgálata, az őket ért terhelések irányának meghatározása (természetes vagy antropogén), ill. rendszeres monitorozása kihívások elé állította a szakembereket. A tavakat ért antropogén hatások elemzésére hatékony mennyiségi és minőségi vizsgálatok szükségesek. A zooplankton szervezetek kulcs pozíciót foglalnak el a vízi ökoszisztémában, ezért közösség szerkezetük, az ökoszisztéma működésében betöltött szerepük vizsgálatával lehetőség adódhat az ökoszisztémában lejátszódó folyamatok komplexebb elemzésére. Ezek zooplankton szerkezetében bekövetkező változások jelzik a planktonfogyasztó halállományban (top-down), illetve a tavak produktivitásában bekövetkező változásokat (bottom-up) (Frey, 1986, Jeppesen, 1997) vagyis jelzik a tavi trofikus struktúra változását (Brodersen et al., 1998). A Több víztestre kiterjedő klasszikus limnológiai monitoring magas költségvonzatú, és csak rövid időtávra szól, ezzel szemben egy paleolimnológiai feltárás során a teljes tótörténet feltárható. Egy paleolimnológiai vizsgálat kevesebb erőforrást igényel és az időskálája, az üledékképződés mértékétől függően, több ezer év lehet (Smol, 2008). A múlt beli folyamatok megismerése segíti a jelen folyamatok megértését, és segít a jövő előrejelzésében. A paleolimnológia felhasználása a jelentős potenciállal bír a különböző vizek vízminőség állapotának felmérésében, illetve a vízminőség javító beavatkozások célállapotának meghatározásában.

A zooplankton szervezetek közül az ágascápú rákok (Cladocera) vizsgálata kiemelten fontos, hiszen jól jellemzik egy víztér állapotát, vagy az állapotában bekövetkezett változást (Forró, 1997). A Cladocera fajokra jellemző, hogy kötődnek a különböző mikrohabitekhez, (Whiteside & Harmsworth, 1967; Whiteside et al., 1978; Frey, 1988), így a víztér habitatstruktúrájában bekövetkező változások megjelennek a Cladocera közösség szerkezetének megváltozásában is (Korhola et al., 2000; Kattel et al., 2007, 2008). Az aktív, a vízben jelenleg élő Cladocera közösség és a üledékből a cladocera maradványokból feltárható közösség között jelentős különbség van, amely egyrészt a lebontó folyamatokból, és a szelektív mintavételi technikából ered (Korhola and Rautio, 2001). Ezért nagyon fontos annak megismerése, hogy mekkora a szinergia a kétféle megközelítés (neolimnológia: aktív közösség) és paleoközösség között az ökoszisztéma adott állapotának leírásában.

A litorális régió makrofita állományához kötődnek az *Acroperus*, a *Camptocercus*, a *Graptoleberis*, a *Pleuroxus* genus fajai. A köves, homokos aljzatot az *Alona* és a *Chydorus* fajok részesítik előnyben, míg az agyagos aljzaton a *Chydorus* mellett a *Leydigia* genus fajai dominálnak. A nyíltvízes régióban a *Bosmina*, a *Daphnia* genus fajai dominálnak. A litorális/pelágikus fajok aránya jó indikátora az adott tó vízszintjének, illetve a makrovegetáció kiterjedésének változásának. A szakirodalomban a paleolimnológiai alapú cladocera tanulmányok elsősorban valódi tavakra (>6m, rétegzett) irányult, azonban a sekélytavi ökoszisztémák történetének megismerése kevésbé kutatott.

Hazai viszonylatban kevés Cladocera maradványokon alapuló paleolimnológiai tanulmány született. A hazai, első paleolimnológiai tanulmány Sebestyén Olga nevéhez fűződik, amely a balatoni fúrások maradványaira támaszkodott (Sebestyén, 1965a, 1965b, 1969, 1970, 1971). Megállapította, hogy a Balaton mindig is *Alona* típusú tó volt, amelyre a viszonylag szegény makrofita borítottság, üledék .... jellemző. Korszakos jelentőségű munkái feledésbe merültek, mivel a Cladocera maradványokon alapuló paleolimnológiai kutatások nem folytatódtak. A 2000-es évek végén kezdődtek újra a szubfosszilis Cladocera maradványokon alapuló kutatások (Korponai et al., 2010a, 2010b, 2010c, 2011b, 2011a, 2016; Gyulai et al. 2012; Feri et al., 2013; Berta et al., 2014). A vizsgálataink célja volt a paleolimnológiai módszerek használhatóságának ellenőrzése sekély és mezo-eutróf tavak esetében. A sekély és mezo-eutróf tavak történetének megismerése és a habitat kötődések vizsgálata. Jelen disszertáció eredményei szerves részét képezik ezen kutatásoknak.

## 2. Célkitűzések

A felszíni szűrt vízminták, a recens üledékminták és a furat üledékének vizsgálatánál a következő célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

1. Milyen mértékben tükrözik az üledékekben található Cladocera maradványok a medrek recens állapotát?
2. A holtmedrek makrofita habitat struktúrája rekonstruálható-e a szubfosszilis Cladocera fauna alapján?
3. Használhatóak-e a Cladocera maradványok egy sekély tó múltbeli állapotának a jellemzésére?

## 3. Anyag és módszer

3.1. Az üledékekben található Cladocera maradványok alkalmazhatósága a recens állapotok igazolására

A recens állomány mintavétele során a timári Morotva-tó és a Marótzugi Holt-Tisza különböző nyíltvízi és növényzettel benőtt élőhelyeiről vettünk 16-16 mintát cső mintavevővel 2006 és 2008 között évi két alkalommal, a nyáreleji és az őszi időszakban, amikor a Cladocera közösség egyedszáma a legmagasabb. A mintavételek során a nyíltvízes, emerz makrofita és a szubmerz makrofita állományból vettünk mintákat. Az azonos habitatból származó mintákat összemostuk, majd 65 µm lyukbőségű planktonhálón átszűrtük és Lugol oldattal tartósítottuk. Az egyedszámbecsléshez min. 300 egyedet számoltunk, a denzitást egyedszám /cm<sup>3</sup>-re számoltuk. Livingstone típusú magmintavevővel vettünk üledékoszlop mintát a timári Morotva-tó és a Marótzugi-Holt-Tisza legmélyebb pontján. A fűrészmag legfelső 2 cm-es szeletéből vettünk mintát a Cladocera maradványok vizsgálatához, ezek a minták a recens állapotokat tükrözték.

A kivett 1 cm<sup>3</sup> térfogatú üledék mintákat 10 % KOH-ban, majd tömény HF-ban egy-egy órán át főztük, 35 µm-es szitán át szűrtük, safraninnal festettük és ismert térfogatra öntöttük. Fénymikroszkóp alatt (Olympus BX 53) 250× nagyításon vizsgáltuk és min. 200-250

maradványt határoztunk meg és mennyiségüket 1 cm<sup>3</sup> térfogatra vonatkoztattuk (Goulden, 1969; Korhola & Rautio, 2001).

A diverzitás viszonyok értékeléséhez az R statisztikai környezetet (R Development Core Team, 2008) és a vegan (Oksanen et al., 2007), ill. BiodiverzityR (Kindt & Coe, 2005) csomagokat használtuk fel. A Cladocera közösségek között hasonlóságot Jaccard indexel számoltuk, az összevonást Ward módszerrel végeztük.

### 3.2. A holtmedrek makrofita habitat struktúrájának rekonstruálása szubfosszilis Cladocera fauna alapján

A vizsgált holtmedrek Vásárosnamény és Jánd közelében találhatóak. A mintavételekre 2012 őszén került sor, a következő holtmedreket mintáztuk meg: Keskeny Holt-Tisza, Foltoskerti Holt-Tisza és Patkó Holt-Tisza. Mindegyik holtmederben 4 - 4 mintavételi helyet jelöltünk ki úgy, hogy azok reprezentálják a különböző habitatokat. Az alámerült hínarosokban az érdes tócsagaz (*Ceratophyllum demersum*) dominált. A nyíltvízes mintavételi helyen nem volt növényzet. Az emerz hínaras mintavételi helyen a közönséges nád (*Phragmites australis*) dominált. A csatorna habitat egy keskeny nyíltvízes élőhely volt, melynek legnagyobb mélysége 1,2 méter, nagyrészt nyíltvízes terület volt, szórványosan érdes tócsagaz (*Ceratophyllum demersum*) megjelenésével. Livingstone típusú magmintavevővel vettünk lágyiszapmintát, a kivett 1 cm<sup>3</sup> térfogatú üledék mintákat 10 % KOH-ban, majd tömény HF-ban egy-egy órán át főztük, 35 µm-es szitán át szűrtük, safraninnal festettük és ismert térfogatra öntöttük. Fénymikroszkóp alatt (Olympus BX 53) 250× nagyításon vizsgáltuk és min. 200-250 maradványt határoztunk meg és mennyiségüket 1 cm<sup>3</sup> térfogatra vonatkoztattuk (Goulden, 1969; Korhola & Rautio, 2001).

#### Vízminták meghatározása

Felszíni vízminták fizikai paraméterei közül a mélységet, átlátszóságot (Secchi koronggal), a hőmérsékletet, a vezetőképességet és a pH-t. (Hach HQ 40d, Cat No. 58258-00) készülékkel mértük.

A tápanyag- és klorofill-tartalmat Hach Lange DR 6000 egyutas UV-VIS spektrofotométerrel mértük (MSZ 448-20:1990). A kémiai oxigén igény (KOI) meghatározását (Felföldy, 1987; Nollet & DeGelder, 2011) alapján végeztük. A klorid-ion meghatározást APHA, 2000) szabvány alapján végeztük. Az ammóniumion meghatározását a (MSZ ISO 7150-1:1992) szabványnak megfelelően végeztük. A nitrit ionok meghatározását (MSZ 448/12-82) szabványnak megfelelően végeztük. A nitrát meghatározás alapja az (MSZ 1484-13: 2009) szabvány volt.

#### Az üledék szervesanyag és CaCO<sub>3</sub> tartalmának meghatározása

A szerves-anyagtartalom és a CaCO<sub>3</sub> meghatározása izzítással történő módszerrel történt (Bengtsson & Enell, 1986; Heiri et al. 2001; Matthews, 2014) munkái alapján.

#### Statisztikai elemzések

Az élőhelyekhez kötődő Cladocera csoportok vizsgálata során nem metrikus főkoordináta módszert (NMDS) használtunk. CCA analízist használtunk a vízkémia és a cladocera fajgyűtesek elemzésénél (Lepš & Šmilauer 2003). Egyutas ANOVA-t használtunk, hogy kiértékeljük a Cladocera diverzitás, a habitat típusok és a vízkémia kapcsolatát.

### 3.3. Egy sekély tó múltbeli állapotának jellemzése Cladocera maradványok által

A Marótzugi-Holt-Tisza legmélyebb pontjáról vettünk Livingstone-típusú mintavetővel vettünk egy 4 méter 50 centiméter hosszú furatot.

Üledékben lévő fosszilis Cladocera maradványok

Az üledékben lévő fosszilis Cladocera maradványokat 10%-os KOH-ban főztük. A KOH-kezelés után, az üledék mitákat 10%-os HCl-val kezeltük azért, hogy eltávolítsuk a széntartalmú maradványokat, majd 40%-os HF-dal (2 óra hosszát), hogy elimináljuk a homok- és agyagfrakciót (Frey, 1986). A Cladocera maradványokat egy 35 µm-es szitán keresztül összegyűjtöttük (Frey, 1986). Az egyedsűrűség becsléséhez az egyedsűrűséget ind/cm<sup>3</sup> –ban adtuk meg. A Cladocera közösség összetételét fénymikroszkóppal vizsgáltuk (Olympus BX53), legalább 300 egyed alapján becsültük az egyes részmintákban (Korhola & Rautio, 2001). A taxonómiai azonosítás Frey (1950, 1962, 1988, 1991), Goulden és Frey (1963), Gulyás és Forró (1999), Szeroczyńska és Sarmaja-Korjonen (2007) alapján végeztük.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Az üledékekben található Cladocera maradványok alkalmazhatósága a recens állapotok igazolására

A szűrt és az üledékmintákban 42 Cladocera taxont azonosítottunk. Az üledékminták, mind a két víztér esetében eltértek a többtől. Az eltérés magyarázata az, hogy a szűrt mintában található fajok jelentős részének maradványai hiányoznak az üledékben. Amennyiben együtt néztük az üledék és vízminták eredményeit a holtmedrek elkülönültek egymástól. A planktonikus Cladocera-k mint pl., a *Daphnia* fajok, a *Diaphanosoma brachyurum*, és a *Moina micrura* gyengébben kitinizáltak, a kitinvázuk a lebomló folyamatoknak kevésbé áll ellen. Maradványaik az üledékben alul reprezentáltak. A növényzethez köthető *Bunops serricaudatus*, hiánya a ritkaságához, míg a jóval gyakoribb *Simocephalus sp.* hiánya pedig szintén gyenge kitinizáltsággal hozható összefüggésbe (Korhola & Rautio, 2001). Diverzitási viszonyokat tekintve, a tímári morotva tó üledékének diverzitása magasabb, mivel maradványok fajszerinti eloszlása egyenletesebb, míg a szűrt mintában a *Bosminus longirostris* és *Chydorus sphaericus* előfordulása tömeges.

Vannak olyan fajok pl. *Camptocercus rectirostris*, *Monospilus dispar*, *Oxyurella tenuicaudis*, *Leydigia leydigii*, *L. acanthocercoides* amelyek csak maradványaikból mutathatók ki. A holtágak diverzitás profilja alapján megállapítható, hogy a tímári Morotva-tó üledéke gazdagabb Cladocera faunára reflektál. Az üledék diverzitása is magasabb, mint a szűrt mintáé. A Marótzugi Holt-Tisza Cladocera fauna diverzitása alacsonyabbnak mutatkozott. Az üledékének fajszáma és változatossága egyaránt a legalacsonyabb volt, ez valószínű az intenzív horgásztatás hatása.

### 4.2. A holtmedrek makrofita habitat struktúrájának rekonstruálása szubfosszilis Cladocera fauna alapján

A mikroszkópikus vizsgálatok során 1324 egyedet számltunk össze és 31 fajt határoztunk meg. A Keskeny Holt-Tisza csatorna mintavételi helyén növényzethez köthető

fajokat találtunk. Az alámerült hínarasban *Alonella exigua*, *Acroperus harpae*, *Alona guttata* domináltak. A vegetációs zónában domináltak a biotektont kedvelő *Acroperus elongatus* és az *Alona affinis* (Korhola, 1999). Foltos-kerti Holt-Tisza alámerült hínarasában *Alonella excisa* volt gyakori, ami növényzethez kötötten fordul elő. Ezen az élőhelyen *Daphnia longispina* maradványokat is találtunk, ami azért érdekes, mert ez a faj egyértelműen a nyíltvízes élőhelyeket kedveli (Korhola, 1990; Korhola & Rautio, 2001). A csatorna mintavételi helyén a Foltos-kerti Holt-Tiszának az *Alona quadrangularis* dominált. A Patkó Holt-Tiszában olyan fajokat találtunk, amelyek a növényzethez kötötten, vagy az üledékben élnek (Korhola, 1990; Korhola & Rautio, 2001). A nyíltvízes mintavételi helyen is növényzethez kötődő, vagy üledéklakó fajok domináltak. A Patkó Holt-Tiszát intenzív horgászat jellemzi, a nyíltvízi fajok kifalása után benépesítették az új életteret. Szignifikáns különbség volt a Cladocera fajszerkezetében a növényzetállományok között ANOVA ( $F_{3,8} = 4.744$ ,  $p = 0.034$ ). A nádas habitatokban a *Camptocercus fennicus*, a *Chydorus gibbus* és az *Oxyurella tenucaudis* domináltak. Valamint szignifikánsan nagyobb volt a fajszerkezetük nyíltvízi régióban, mint az emerz növényeknél ( $p < 0.05$ ).

Az általunk vizsgált habitat típusok és a holtmedrek vizének fizikai és kémiai paramétereinek vizsgálata során nem találtunk szignifikáns különbséget a különböző habitatok között ( $p > 0.05$ ). A fizikai- kémiai paraméterekhez hasonlóan az üledékek szerves anyag tartalmában és kalcium-karbonát tartalmában sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget ( $p > 0.05$ ).

#### 4.3. Egy sekély tó múltbeli állapotának jellemzése Cladocera maradványok által

A furatminták vizsgálata során nem találtunk Cladocera maradványt a legmélyebb részeken, 462 és 430 cm között. Nagyon kevés maradvány volt 428 és 184 cm között, azonban a legmélyebb ponttól a felszín felé haladva folyamatosan nőtt a Cladocera abundanciája. Összességében a vizsgált üledékekben 34 Cladocera faj volt jelen. Az összes faj karakterisztikusan sekély, eutróf tavak litorális zónájára jellemző, magas makrofita borítottság mellett. A fajok abundanciája alapján a hierarchikus klaszter csoportosítás során négy klasztert azonosítottunk. Csak egy faj, a planktonikus *Bosmina longirostris* tartozott az első klaszterbe, ennek a fajnak a maradványai domináltak az összes mag mintában CI-1. Az *Alona rectangula* és *Chydorus sphaericus* fajok voltak a karakterisztikus fajok a második klaszterben. Ezen fajok nagyon gyakoriak főleg édesvizekben, nagy számban voltak jelen 110 és 70 cm között (Korhola és Rautio, 2001) CI-2. A harmadik klaszter 14 fajt foglalt magában, melyek alacsony abundanciával voltak jelen, domináns volt *Bosmina longirostris*, amely a pelágikus életteret kedveli CI-3. A ritka fajok alkották a negyedik klasztert, összesen két faj ért el 3 %-nál nagyobb abundanciát, a *Bosmina longirostris* és a *Chydorus sphaericus* CI-4. A négy, statisztikailag szignifikáns zóna a Cladocera maradványok abundanciáján alapul.

A Marótzugi Holt-Tisza holtágának rekonstruált Cladocera fajokból álló közösségei Magyarországon nagyon gyakoriak és szinte minden típusú holtmederben előfordulnak. A megfigyelt eltolódások a Cladocera közösségekben a holtág környezeti változásait tükrözték. Nagy árvizek főként tavasszal és ősszel fordultak elő, míg nyáron alacsonyabb vízszintek elősegítették a Marótzugi-Holt-Tiszán a makrofita öv fejlődését. Következésképpen a fitofil Cladocera maradványait a lotikus rétegben is megtalálták. Az 1876-1950-es időszakot A CI-1 zóna jelenti, amelyet a Tisza folyószabályozási időszakaként írhatunk le, az áradások során a vastag szuszpendált szilárd anyag rétegek eltemettek minden olyan élőhelyet, amely megakadályozta a Cladocera közösség felépülését a tartóspetékből. Ennek az üledékrésznek az

alacsony számú maradványa azzal volt magyarázható, hogy lassú volt a Cladocera közösség helyreállása az üledékben található tartóspetékből. A C1-2 és C1-3 zónákban (1950-1970 között) a fitofil Cladocera fajok mellett, nagyarányú *B. longirostris* együttes előfordulása volt tapasztalható, ez jelezte, hogy a folyó egy makrofíták által körülölelt teknőt fejlesztett ki nagy nyitott vízfoltokkal a lentikus vízrendszer miatt. A C1-4 zónában az 1970-es *B. longirostris* abszolút dominanciája erős emberi hatásokkal függ össze. Nem találtunk figyelemre méltó különbséget a lotikus és lentikus közösségek fajösszetételeiben, de az egyedsűrűség magasabb volt a lentikus körülmények között.

Háromszor annyi maradványt találtunk a lentikus rétegekben, mint a lotikus rétegekben, azt a következtetést vontuk le, hogy a lotikus és lentikus vízrendszerek megkülönböztethetők a Cladocera közösségük alapján.

## 5. Új tudományos eredmények

Munkánk során a cladocera közösségek vizsgálatának eredményeként

- megállapítottuk, hogy az üledék és a szűrt Cladocera közösségének különbözősége ellenére, az üledékben lévő Cladocera maradványok vizsgálata jó alternatíva a faunisztikai vizsgálatok esetén.
- kimutattuk, hogy a tavak legmélyebb pontjai természetes üledékgyűjtők, ahová a tavi áramlások sodorják a maradványokat. A különböző területekről a litorálból, a pelagiálból származó maradványok itt gyűlnek össze. Ez a koncentráció teszi lehetővé, hogy megfelelő képet kaphassunk vizsgált közösségről, legyen szó diatomákról, cladocerákról vagy akár chironomidákról.
- megállapítottuk, hogy a növényzettel gazdagon benőtt, mozaikos struktúrájú vízterek esetében, ha minél pontosabban szeretnénk az adott víztér élőlényközösségi viszonyait megállapítani az üledék vizsgálatát ki kell egészíteni egyéb módszerekkel.
- megfigyeltük a fajok élőhelyhez való kötődését de kimutattuk, hogy ilyen kis méretű holtmedrek esetében kialakulhat az élőhelyek összemosódása, a pelágikus és a bentikus régió keveredése.
- kimutattuk továbbá, hogy az emberi zavarás képes megváltoztatni a habitatok közösségeket az abiotikus vagy biotikus paraméterek megváltoztatásával.
- kimutattuk, hogy a Cladocera maradványok alkalmasak az állóvizek állapotának jellemzésére.
- kimutattuk, hogy a cladocera fajok reagálnak a holtmedrekben bekövetkező vízszintváltozásokra, az elárasztások kimutathatók a Cladocera közösségek változásaival.

### 1. Introduction

Hungary is the catchment area of Central Europe, before the river regulation, there were only three large water areas: Lake Balaton, Lake Velence and Lake Fertő. Before the river regulation, almost all of the Tisza River's basin was considered as a flood plain. However, during the river regulation, 112 oxbow lake were created (Lászlóffy, 1982; Pálfai, 2001). The

created oxbow lakes are shallow meso-eutrophic waters with high nutrient content, usually rich in macrophytes, providing a large number of varied habitats for aquatic organisms (Pálfai, 2001).

The examination of the ecological status and community dynamics of these newly developed oxbow lakes, the determination of the direction of their loads (natural and anthropogenic), and regular monitoring has brought challenges to professionals. An effective quantitative and qualitative analysis is required to analyse the anthropogenic effects of lakes. Zooplankton species occupy a key position in the aquatic ecosystem and therefore, by examining their role in ecosystem functioning, it is possible to analyse more complex processes in ecosystems. These changes in the zooplankton structure indicate changes in the zooplankton consumers (top-down) and in the productivity of the lakes (Bottom-up) (Frey, 1986; Jeppesen, 1997), suggesting changes in the lake trophic structure (Brodersen et al., 1998). The classical limnological monitoring of several water bodies is a high-cost and only for a short period of time, while a paleolimnological marking reveals the entire history of the lake. A paleolimnological study requires less resources and the time scale, depending on the degree of sedimentation, may be thousands of years (Smol, 2008). Understanding past processes helps to understand the present stages and helps to predict the future. The use of paleolimnology has a significant potential in assessing the status of water quality in different water bodies and in determining the target status of water quality improvement interventions.

Among the zooplankton organisms, the investigation of Cladocera is of emphasized importance as it is characterize the state of a water body or a change in its condition (Forró, 1997). Cladocera species are characterized by their attachment to different micro-habitats (Whiteside & Harmsworth, 1967; Whiteside et al., 1978; Frey, 1988), so changes in the habitat structure of water bodies appear in the changes of Cladocera community structure (Korhola et al., 2000; Kattel et al., 2007, 2008). There are significant differences between the active (living) and non-active (remains) Cladocera community – that can be explored from the sediment from Cladocera particles - , which is the result of degradation processes and selective sampling techniques (Korhola and Rautio, 2001). Therefore, it is very important to know how much synergy is between the two approaches (neolimnology: active community) and paleocommunity in describing the state of the ecosystem.

*Acroperus*, *Camptocercus*, *Graptoleberis* and *Pleuroxus* genus are linked to the macrophytes of the littoral region. The stony, sandy soils are favoured by *Alona* and *Chydorus* species, while on the clayey ground, besides *Chydorus*, the species of *Leydigia* genus dominates. In the open-water region, species of *Bosmina* and *Daphnia* genus dominates. The proportion of littoral / pelagic species is a good indicator of the changes in the water level of the lake and of the extent of the macrovegetation. In literatures, paleolimnological-based studies mainly focused on deeper lakes (>6m, stratified), but the knowledge of the history of shallow ecosystems is currently under-examined.

There were few paleolimnological studies based on Cladocera remains in Hungary. The first paleolimnological study is related to Olga Sebestyén, who relied on the remains of Cladocera species in sediment cores from Lake Balaton (Sebestyén, 1965a, 1965b, 1969, 1970, 1971). She found that Lake Balaton was always an *Alona* type, which type is characterized by the relatively poor macrophyte coverage. Her revolutionary important studies were forgotten, as the paleolimnological researches based on Cladocera species were not continued. At the end of the 2000s, researches based on Cladocera species started again (Korponai et al., 2010a, 2010b, 2010c, 2011a, 2011b, 2016; Gyulai et al., 2012; Feri et al., 2013; Berta et al., 2014). The purpose of our investigations was to check the usability of paleolimnological methods in shallow and meso-eutrophic lakes. Familiarizing the history of shallow and meso-eutrophic

lakes and exploring the habitat bounding's. The results of this dissertation form an integral part of these researches.

## **2. Aims**

In the study of surface filtered water samples, recent sediment samples and core sediment we have set the following objectives:

1. To what extent do the Cladocera remains in the sediment reflect to the recent state of the oxbow lakes?
2. Can the structure of macrophyte habitats of the oxbow lakes be reconstructed based on the subfossil Cladocera fauna?
3. Can Cladocera remains be used to characterize the past state of a shallow lake?

## **3. Materials and methods**

### **3.1. Verifying the recent state of oxbow lakes using Cladocera remains in sediment samples**

16-16 Cladocera samples were taken in Tímár Morotva-lake and Marótzugi Holt-Tisza oxbow lake. Open water and water macrophyte habitats were represented by the samples. Samples were collected between 2016 and 2018 two times per year. Samples from same habitats were mixed, washed through in a 65 µm diameter sieve and conserved using lugol solution. More than 300 individuals were counted. Sediment samples were collected in the deepest point of oxbow lakes using Livingston type corer. The upper 2 cm sediment layer was used to verify the recent state of oxbow lakes.

For Cladocera identification, surface sediment subsamples (1 cm<sup>3</sup>) were treated with 100 ml 10% KOH solution and heated at 100°C for about 1 hour. Hydrofluoric acid (HF) was used to remove the inorganic material following identification. Then we added safranin O to the sample to stain the remains. We prepared quantitative slides and examined it under a microscope (Olympus BX 53) at magnifications of 250; about 200 - 250 Cladocera remains were counted from each sample. Usually two slides are sufficient for identifying at least 200 remains, which is the recommended number for counting (Goulden, 1969; Korhola & Rautio, 2001).

The identification was based on Bledzki and Rybak (2016) and Szeroczyńska and Sarmaja-Korjonen (2007).

For diversity indicates R statistical program (R Development Core Team, 2008) as well as Vegan (Oksanen et al., 2007) and BiodiversityR (Kindt & Coe, 2005) packages were used. Similarity of Cladocera communities was determined with Jaccard index using Ward methods.

### 3.2. Reconstruction of water plants habitats in oxbow lakes using subfossil Cladocera remains

The oxbows studied were in the Upper Tisza region, near the town of Vásárosnamény in Hungary. The following oxbows were studied: Keskeny Holt-Tisza (48°9'5.64"N; 22°20'9.30"E), Foltos-kerti Holt-Tisza (48°5'47.58"N; 22°23'47.64"E) and Patkó Holt-Tisza (48°6'27.66"N; 22°23'1.56"E). In each oxbow, four sampling points were chosen to represent typical habitat types: tangled vegetation, open water, reeds and tunnels. In the tangled habitat, *Ceratophyllum demersum* (about 90%) and *Potamogeton natans* (about 10%) were the most abundant plant species. In the open water habitats, there were no aquatic plants. In the reed habitat, the main aquatic plant species was *Phragmites australis*. The tunnel habitats were at least 1.2 m deep and wide open surfaces with little vegetation towards the sides were typical (*Ceratophyllum demersum*).

For Cladocera identification, surface sediment subsamples (1 cm<sup>3</sup>) were treated with 100 ml 10% KOH solution and heated at 100°C for about 1 hour. Hydrofluoric acid (HF) was used to remove the inorganic material following identification. Then we added safranin O to the sample to stain the remains. We prepared quantitative slides and examined it under a microscope (Olympus BX 53) at magnifications of 250; about 200 - 250 Cladocera remains were counted from each sample. Usually two slides are sufficient for identifying at least 200 remains, which is the recommended number for counting (Goulden, 1969; Korhola & Rautio, 2001).

Surface water samples were collected in plastic bottles and parallel measurements were performed at the study sites. Water depth, transparency, temperature, conductivity (Hach HQ 40d) were measured. In the laboratory, the content of suspended solids, chlorophyll-a, Chemical Oxygen Demand (COD) and the concentrations of carbon dioxide, ammonium-nitrogen, nitrite-nitrogen, nitrate-nitrogen and orthophosphate were measured. Laboratory analyses of water samples were based on APHA (2000), Felföldy (1987), hungarian methods (MSZ ISO 7150-1:1992, MSZ 448/12-82, MSZ 1484-13: 2009) and Nollet and De Gelder (2011).

Determine the organic material and calcium carbonate content

To determine the organic matter content and the content of calcium carbonate of surface sediment, the loss on ignition method was used (Brengrtsson and Enell, 1986; Heiri et al. 2001, Matthews 2014).

Statistical analyses

The benthic and plant associated Cladocera communities were studied, based on vegetation types, by non-metric multidimensional scaling (NMDS) ordination. CCA was used to display the correlation between water chemistry and the Cladocera community (Lepš and Šmilauer 2003). One-way ANOVA was used to test the effect of habitat types on Cladocera diversity and water chemistry.

### 3.3. Describe past state of a shallow lake using Cladocera remains

4 meter 50 centimeter long sediment column was collected in the deepest point of Marótzugi-Holt Tisza oxbow lake.

## Cladocera remains in sediment

For Cladocera identification, surface sediment subsamples (1 cm<sup>3</sup>) were treated with 100 ml 10% KOH solution and heated at 100°C for about 1 hour. Hydrofluoric acid (HF) was used to remove the inorganic material following identification. Then we added safranin O to the sample to stain the remains. Samples were washed out in a 35 µm diameter sieve (Frey, 1986). We prepared quantitative slides and examined it under a microscope (Olympus BX 53); about 300 Cladocera remains were counted from each sample. The identification was based on Frey (1950, 1982, 1988, 1991), Goulden and Frey (1963), Gulyás and Forró (1999) and Szeroczyńska and Sarmaja-Korjonen (2007).

## 4. Results

### 4.1. Verifying the recent state of oxbow lakes using Cladocera remains in sediment samples

42 taxa were identified in water and sediment samples. We found differences between water and sediment samples. Many taxa were missing in the sediment and were found in water samples. Planktonic Cladocerans as *Daphnia*, *Moina* species and littoral Cladocerans as *Bunops* and *Simoncephallus* species chitin is weaker than other species that's why they are missing in sediments (Korhola and Rautio, 2001). The sediment diversity of Tímár Morotva lake was higher than Marótzugi-Holt Tisza oxbow lake. *Camtocercus rectirostris*, *Monospilus dispar*, *Leydigia leydigii* were found only in sediment. Diversity of sediment was higher than the diversity of water in Tímár Morotva lake. Diversity of Marótzugi-Holt Tisza oxbow lake was lower than Tímor Morotva lake due to intensive fishing.

### 4.2. Reconstruction of water plants habitats in oxbow lakes using subfossil Cladocera remains

In total, we counted 1324 Cladocera specimens in the samples; altogether, we identified 31 taxa. At the tunnel of the Keskeny Holt-Tisza oxbow, we found the kind of Cladocera species which usually live in vegetation zones. In the tangled vegetation of the Keskeny Holt-Tisza oxbow, we found *Alonella exigua*, *Acroperus harpae* and *Alona guttata* which were typical tangled vegetation species; however, *Acroperus elongatus* and *Alona affinis* were mostly living in the biotecton of vegetation (Korhola, 1999). In the tangled vegetation of the Foltos-kerti Holt-Tisza, *Alonella excisa* was a typical tangled vegetation species. We also found *Daphnia longispina* remains there; this species is characteristically an open water and/or generalist species (Korhola, 1990; Korhola and Rautio, 2001). In tunnels, *Alona quadrangularis* was a benthic species as reported by literature. The Cladocera species we found in the tangled vegetation of the Patkó Holt-Tisza oxbow usually lived in tangled vegetation and in sediment. In the open water, we found the kind of species which usually live in sediment and in vegetation and not usually in open water. There was a significant difference in the number of Cladocera species amongst the vegetation types by ANOVA ( $F_{3,8} = 4.744$ ,  $P = 0.034$ ). A significantly higher number of Cladocera species was found in the open water than in the reed vegetation type ( $P < 0.05$ ).

There were no significant differences in the water physico-chemistry parameters studied amongst vegetation types ( $p > 0.05$ ). Similar to the water physico-chemical parameters,

significant differences were not found amongst vegetation types based on the organic matter content, nor on the calcium carbonate content ( $p>0.05$ ).

#### 4.3. Describe past state of a shallow lake using Cladocera remains

No Cladocera remains were found in the deepest core section between 462 and 430 cm. Very few remains were found in the sediment layers between 428-184 cm, while Cladocera abundances gradually increased from the core bottom to the surface. Overall, 34 Cladocera species were found in the studied sediments sequence. All the species are characteristic for littoral habitats of eutrophic shallow lakes, with dense macrophytes belts. The hierarchical clustering grouped the identified cladoceran species according to their abundance into four clusters. Only one species, the planktonic *B. longirostris*, was included in the first cluster, though remains of this species dominated the Cladocera assemblages throughout the whole core Cl-1. *Alona rectangula* and *Chydorus sphaericus* were the characterizing species of the second cluster. Density of these euryecious species, which are very common in the majority of freshwaters, was high in layers between 110 and 70 cm depth Cl-2. These species are. The third cluster included fourteen species, which were present throughout the core though with low abundances CL-3. Rare species were grouped into the fourth cluster. Only two species were reached more than 3% abundance *Bosmina longirostris* and *Chydorus sphaericus*. Four statistically significant zones were distinguished along the core on the basis of abundance of Cladocera remains.

Reconstructed Cladocera communities of Marotzugi-Holt-Tisza oxbow consisted of species which are very common in Hungary, and can be collected from almost all types of lakes and ponds. Large floods occurred mainly in spring and autumn, while lower water levels in summer promoted the development of the macrophyte belt in Marótzugi-Holt-Tisza. As a consequence, remains of phytophyllous cladocerans were found also in the lotic layers of the core (Figs. 2 and 3). Cl-1 zone covers the timespan 1876-1950, that can be described as the period of regulation works at River Tisza, when subsequent large floods inundated its floodplains covered them with thick sediment layers. During floods thick suspended solids layers buried all habitats that prevented recovery of cladoceran community from egg banks.

In Cl-2 and Cl-3 zones (between 1950-1970) the co-occurrence of a high proportion of *Bosmina longirostris* and of phytophyllous cladoceran species indicates the development of a macrophyte bed with large open water patches due to a lentic water regime.

Three-fold more remains were found in lentic layers than in lotic ones. Cladocera remains are able to show differences between lentic or lotic layers.

## 5. New scientific results

During our work as a result of the examination of the Cladocera communities

- we have found that, despite the difference between the sediment and the filtered Cladocera community, the exploration of Cladocera remains in sediment is a good alternative for fauna research.
- we have shown that the deepest part of the lakes is a natural sediment collector, where the currents of the lake are drifting the remains. The remains of the pelagic and the

littoral gather here. This concentration allows us to get a good picture of the community, whether it is a Diatom, a Cladocera or even a Chironomide.

- we have found that in case of rich macrovegetation and mosaic structure, if we wish to establish the conditions of aquatic organism as accurately as possible, the sediment examination should be supplemented by other methods.
- we observed the habitat binding of the species, but we have shown that in such small-sized oxbow lakes there may be the interfusion of the habitats, mixing of the pelagic and the benthic regions.
- we have also shown that human interference can change the communities of habitats by altering abiotic or biotic parameters.
- we have shown that Cladocera remains are suitable for characterizing the state of an oxbow lake.
- we have shown that Cladocera species respond to changes in water level in oxbow lakes, flooding can be detected with changes in Cladocera communities.

## 6. Felhasznált irodalom

- American Public Health Association 2000. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington (DC) [APHA].
- Bengtsson L. & Enell M. 1986. Chemical Analysis. Pp. 423-451 in: Berglund, B.E. (ed.): Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. John Wiley and Sons Ltd.
- Berta, Cs., Kundrát, J. T., Balogh, Zs., Lakatos, Cs., Korponai, J., K. Kiss, Magdolna, Gyulai, I. 2014. [Paleolimnological analyses of oxbows sediment in the Upper-Tisza region]. [Article in Hungarian with English abstract]. Hidrol. Közl. 5-6:21-23.
- Brodersen, K. P., Melbourne, C.W., Claus, L. 1998. Reconstruction of trophic state in Danish lakes using subfossil chydorid (Cladocera) assemblages. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55, 1093–1103.
- Dean, W. E. Jr. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. J. Sed. Petrol. 44: 242–248.
- Felföldy L. 1987. A biológiai vízminősítés. Vízügyi hidrobiológia, 16. VGI, Budapest, pp. 95-96, 192-195.
- Feri, D. R., Kovács, R., Vitai, G., Kundrát, J. T., Lakatos, Gy., Gyulai, I. 2013. [Cladocera taxons' distribution in the function of water depth and macrovegetation]. [Article in Hungarian with English abstract]. Hidrol. Közl. 5-6:27-30.
- Forró L. (szerk.) 1997. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer V. Rákok, szitakötők és egyenesszárnyúak. Magyar Természettudományi Múzeum. Budapest.
- Frey, D. G. 1950. The taxonomic and phylogenetic significance of the head pores of the Chydoridae (Cladocera). Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie 44:27–50.

- Frey, D. G. 1962. Cladocera from the Eemian interglacial of Denmark. *Journal of Paleontology* 36: 1133–1154.
- Frey, D. G. 1986. Cladocera analysis. In: Berglund, B. E. (ed.) *Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology*. Wiley & Sons Ltd. p. 667-692.
- Frey, D. G. 1988. Littoral and offshore communities of diatoms, cladocerans and dipterous larvae, and their interpretation in paleolimnology. *Journal of Paleolimnology* 1: 179 – 191. doi:10.1007/BF00177764.
- Frey, D. G. 1991. First subfossil records of *Daphnia* headshields and shells (Anomopoda, Daphniidae) about 10,000 years old from northernmost Greenland, plus *Alona guttata* (Chydoridae). *Journal of Paleolimnology* 6:193–197.
- Goulden, C. E. & Frey, D. G. 1963. The occurrence and significance of lateral head pores in the genus *Bosmina* (Cladocera). *Internationale Revue gesamten Hydrobiologie* 48: 513 – 522.
- Gulyás, P. & Forró, L. 1999. A guide for the identification of Cladocera occurring in Hungary. KGI, Budapest (in Hungarian).
- Gyulai, I., Kundrát, J. T., Balogh, Zs., Tóth, A., Lakatos, G. 2012. [ Comparative experiment with Cladocera from the oxbows of Rakamaz] [Article in Hungarian with English abstract]. *Hidrol. Közl.* 5-6:36-38.
- Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *J. Paleolimnol.*, 25, 101.
- Jeppesen, E., Jens Peder Jensen, J.P., Sondergaard, M., Lauridsen, T., Pedersen, L.J., Jensen, L. 1997. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia* 3421343: 151-164
- Kattel, G. R., Battarbee, R. W., Mackay, A., Birks, H. J. B. 2007. Are cladoceran fossils in lake sediment samples a biased reflection of the communities from which they are derived? *Journal of Paleolimnology* 38: 157 – 181.
- Kindt, R. & Coe, R. 2005. *Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. Nairobi (Kenya): World Agroforestry Centre (ICRAF). ISBN 92-9059-179-X.
- Korhola, A. 1990. Paleolimnology and hydroseral development of the Kotasuo Bog, Southern Finland, with special reference to the Cladocera. *Ann. Acad. Sci. Fenn. A. III.*, Vol. 155, 1-40pp.
- Korhola, A. 1999. Distribution patterns of Cladocera in subarctic Fennoscandian lakes and their potential in environmental reconstruction. *Ecography* 22, 357-373.
- Korhola, A., Olander, H., Blom, T. 2000. Cladoceran and chironomid assemblages as qualitative indicators of water depth in subarctic Fennoscandian lakes. *Journal of Paleolimnology* 24: 43–54.
- Korhola, A. & Rautio, M. 2001. Cladocera and Other Branchiopod Crustaceans. In: Smol, J.P., H. J. B. Birks & W. M. Last (eds.): *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Vol. 4. Zoological Indicators*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 5 – 41.

- Korponai, J., Braun, M., Gyulai, I., Forró, L., Nédli, J., Papp, I. 2010. [Are Cladoceran remains in sediment able to reconstruct diversity in lakes?] [Article in Hungarian with English abstract]. *Hidrologiai Közlöny*, 90: 66-67.
- Korponai, J., Braun, M., Buczkó, K., Gyulai, I., Forró, L., Nédli, J., Papp, I. 2010a. Transition from shallow lake to a wetland: a multi-proxy case study in Zalavári Pond, Lake Balaton, Hungary. *Hydrobiologia* 641:225-244.
- Korponai, J., Braun, M., Gyulai, I., Forró, L., Nédli, J., Papp, I. 2010b. [Are the Cladocera remains in sediment suitable for reconstruction of diversity of cladoceran community of lakes?]. [Article in Hungarian with English abstract]. *Hidrol. Közl.* 90:66-68.
- Korponai, J., Braun, M., Gyulai, I., Forró, L., Nédli, J., Papp, I. 2010c. [Paleolimnological reconstruction of naturally cut-off oxbow by geochemical and Cladocera remains proxies]. [Article in Hungarian with English abstract]. *Hidrol. Közl.* 90:68-70.
- Korponai, J., Varga, K., Lengré, T., Papp, I., Tóth, A., Braun, M. 2011a. Paleolimnological reconstruction of the trophic state in Lake Balaton (Hungary) using Cladocera remains. *Hydrobiologia* 676:237-248.
- Korponai, J., Varga, K., Nédli, J., G.-Tóth, L. 2011b. [Changes in Cladoceran assemblages in Keszthely-bay, lake Balaton]. [Article in Hungarian with English abstract]. *Hidrológiai Közlöny*, 91. évf. 6. szám.
- Korponai, J., Gyulai, I., Braun, M., Kövér, Cs., Papp, I., Forró, L. 2016. Reconstruction of flood events in an oxbow lake (Marótzugi-Holt-Tisza, NE Hungary) by using subfossil cladoceran remains and sediments. *Advances Oceanog. Limnol.*, 7, 131.
- Lepš, J. & Šmilauer, P. 2003. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge University Press 1-277.
- Magyar Szabvány: MSZ 448/12-82. A nitrit tartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel.
- Magyar Szabvány: MSZ 448-20:1990. A foszfát tartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel.
- Magyar Szabvány: MSZ ISO 7150-1:1992. Az ammónium- ion tartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel.
- Magyar Szabvány: MSZ ISO 10260:1993. *Vízminőség. A biokémiai paraméterek mérése. Az A-klorofill tartalom spektrofotometriás meghatározása.*
- Magyar Szabvány: MSZ 12749:1993. *Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés.*
- Magyar Szabvány: MSZ 1484-13:2009. A nitrát tartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel.
- Matthews, J. A. 2014. *Encyclopedia of Environmental Change*. SAGE.
- Nollet, L. M. & De Gelder, L. S. P. 2011. *Handbook of water analysis*. CRC Press.
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M. H. H. 2007. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 1.8-8.
- Pálfai I. 2001. *Magyarország holtágai*. Közlekedési és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
- R Development Core Team 2008. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

- Sebestyén, O. 1965. [Cladocera studies in Lake Balaton III. Pre-liminary studies for lake history investigations]. [Article in Hungarian with English abstract]. *Annal. Biol. Tihany* 36:229-256.
- Sebestyén, O. 1969. Kládocera tanulmányok a Balatonon IV. Negyedkori maradványok a Balaton üledékében I. - Cladocera studies in Lake Balaton IV. Quaternary remains in the sediment of Lake Balaton I. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academie Scientarium* 36:229–256. (in Hungarian with English abstract).
- Sebestyén, O. 1970. Kládocera tanulmányok a Balatonon IV. Negyedkori maradványok a Balaton üledékében II. - Cladocera studies in Lake Balaton IV. Quaternary remains in the sediment of Lake Balaton II. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academie Scientarium* 37: 247–279. (in Hungarian with English abstract).
- Sebestyén, O. 1971. Kládocera tanulmányok a Balatonon IV. Negyedkori maradványok a Balaton üledékében III. - Cladocera studies in Lake Balaton IV. Quaternary remains in the sediment of Lake Balaton III. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academie Scientarium* 38: 227–268. (in Hungarian with English abstract).
- Szeroczyńska, K. & Sarmaja – Korjonen, K. 2007. Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe. Świecie, Poland: Friends of the Lower Vistula Society.
- Whiteside, M. C., Williams, J. B., White, C. P. 1978. Seasonal Abundance and Pattern of Chydorid, Cladocera in Mud and Vegetative Habitats. *Ecology* 59: 1177–1188.

## 7. A jelölt tudományos tevékenysége

**Az értekezés témájában megjelent közlemények: (IF: 3.331)**

### **Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban**

- Korponai, J., Braun, M., **Gyulai, I.**, Forró, L., Nédli, J., Papp, I.: Alkalmasak-e az üledékben lévő Cladocera maradványok a víztér Cladocera közösség diverzitás viszonyainak jellemzésére. *Hidrol. Közlöny.* 90 (6), 66-68, 2010. ISSN: 0018-1323.
- Korponai, J., Braun, M., **Gyulai, I.**, Forró, L., Nédli, J., Papp, I.: Természetes úton lefűződött holtág (timári Morotva-tó) paleolimnológiája üledékkémiai mutatók és Cladocera maradványok alapján. *Hidrol. Közlöny.* 90 (6), 68-70, 2010. ISSN: 0018-1323.

### **Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban**

- Gyulai, I.** Lakatos, C., Kundrát, J.T., Balogh, Z., Simon, E., Tothmeresz, B.: Cladocera remains and vegetation types to assess the state of oxbows. *Nature Conservation* 2018. IF: 1.367
- Korponai, J., **Gyulai, I.**, Braun, M., Kövér, C., Papp, I., Forró, L.: Reconstruction of flood events in an oxbow lake (Marótzugi-Holt-Tisza, NE Hungary) by using subfossil cladocerans remains and sediments. *Adv Ocean Limnol.* 7 (2), 131-141, 2016. ISSN: 1947-5721. DOI: <http://dx.doi.org/10.4081/aio.2016.6168>
- Korponai, J., Braun, M., Buczkó, K., **Gyulai, I.**, Forró, L., Nédli, J., Papp, I.: Transition from shallow lake to a wetland: a multi-proxy case study in Zalavári Pond, Lake Balaton,

Hungary. *Hydrobiologia*. 641 (1), 225-244, 2010. ISSN: 0018-8158. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-009-0087-0> IF: 1.964

### **Magyar nyelvű konferencia közlemények**

**Gyulai, I.**, Lakatos, C., Balogh, Z., Berta, C., Kovács, R., Veres, Z., Kundrát, J. T., Korponai, J., Simon, E.: Szubfoszilis Cladocera fauna általi mikrohabitat rekonstrukció tiszai holtmedrekben. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 485-490, 2013. ISBN: 9789633580325

**Gyulai, I.**, Kundrát, J.T., Balogh, Z., Veres, Z., Tóth, A., Lakatos, G.: Rakamazi holtmedrek összehasonlító Cladocera vizsgálata. *Hidrol. közlöny*. 92 (5-6), 36-37, 2012. ISSN: 0018-1323.

### **Idegen nyelvű absztrakt kiadványok**

Berta, C., **Gyulai, I.**, Szabó, L. J., Simon, E., Nagy, S. A.: Accumulation of sub-fossil Cladocera remains in shallow oxbows at the Tisza region in Hungary. In: Subfossil Cladocera Workshop: Levico Terme (Italy), Hotel Cristallo April 5th-8th 2016: Abstract Book, [s.n.], Levico, 19, 2016.

**Gyulai, I.**, Berta, C., Szabó, L. J., Zawisza, E., Nagy, S. A.: Ecological memory of Cladocera assemblages, recolonization in shallow oxbows in the Upper-Tisza region, Hungary. In: XIV. Subfossil Cladocera Workshop Abstract book. Ed.: Monica Tolotti, Manuela Milan, Nico Salmaso, Fondazione Edmund Mach, Levico Terme, Italy, 7, 2016.

**Gyulai, I.**, Berta, C., Kiss, K. M., Feri, D. R., Lakatos, C., Balogh, Z., Kundrát, J. T., Simon, E., Korponai, J.: Recolonization research in oxbow lakes of river Tisza based on Cladocera taxa. In: The 5th International Conference on Carpathian Euroregion. Ecology-CERECO 2014: Abstracts. Szerk.: Bárány Sándor, Buczkó István, Hadnagy István, Kohut Erzsébet, Kolozsvári István, Ljubka Tibor, Zselicki István, Pol. "Lira", Beregszász, 29, 2014. ISBN: 9786175961469

### **Egyéb megjelent közlemények (IF: 6,112)**

#### **Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban**

Türk, G., Balázs, B., Harangi, S., Fehérné Baranyai, E., **Gyulai, I.**, Szabó, S.: Vízminőség-vizsgálata egy Felső-Tisza menti holtmederen. *Hidrol. Közlöny*. 94 (2), 41-46, 2014. ISSN: 0018-1323.

Karap, L., Korponai, J., Papp, I., Halasi-Kovács, B., Kundrát, J. T., Simon, E., **Gyulai, I.**: Folyók és holtmedrek üledékének karbonát meghatározása két eltérő módszerrel. *Hidrol. Közlöny*. 93 (5-6), 45-46, 2013. ISSN: 0018-1323.

**Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Mizsei, E., Braun, M., Lakatos, G., Simon, E.: Termáltavak hatása a befogadó folyóra, toxikológiai és üledékvizsgálatok Albániában. *Hidrol. Közlöny*. 93 (5-6), 35-36, 2013. ISSN: 0018-1323.

Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Mizsei, E., Braun, M., Lakatos, G., Simon, E.: Termáltavak hatásának vizsgálata a befogadó folyó vízminőségére. *Hidrol. Közlöny*. 93 (5-6), 59-60, 2013. ISSN: 0018-1323.

Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Bakai, G., Szűcs, G., Balogh, Z., Lakatos, G.: Üledék és vízkémiai vizsgálatok a Felső-Tisza vidéken. *Hidrol. Közlöny.* 92 (5-6), 47-49, 2012. ISSN: 0018-1323.

Keresztúri, P., Czudar, A., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Salacz, V., Varga, É., Lakatos, G.: A Balaton köves parti zónájában élő vándorkagyló (*Dreissena polymorpha pall*) populációk morfológiai vizsgálata. *Hidrol. Közlöny.* 89 (6), 202-204, 2009. ISSN: 0018-1323.

Oláh, V., Szöllősi, E., Szabó, S., **Gyulai, I.**, Mészáros, I.: A *Spirodela polyrrhiza* antocián-felhalmozása, mint lehetséges biomarker ökotoxikológiai tesztekben. *Hidrol. Közlöny.* 89 (6), 158-160, 2009. ISSN: 0018-1323.

### **Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban**

Kundrát, J. T., Simon, E., **Gyulai, I.**, Lakatos, G., Tóthmérész, B.: Short-term weather fluctuation and quality assessment of oxbows. *Időjárás.* 120 (3), 301-313, 2016. ISSN: 0324-6329. IF: 0.49

Lakatos, G., Csatári, I., Igaz, T., **Gyulai, I.**, Mészáros, I.: Studies on phytoremediation in a chromium contaminated area in Hungary. *Int. Rev. Appl. Sci. Eng.* 2 (2), 111-116, 2011. ISSN: 2062-0810. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/IRASE.2.2011.2.6>

Varga, É., Czudar, A., Oláh, V., **Gyulai, I.**: Changes of vegetation on the stony shore of lake Balaton under the influence of fluctuating water level. *Cereal Res. Commun.* 36 (5), 1123-1126, 2008. ISSN: 0133-3720.

### **Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban**

Balogh, Z., Harangi, S., **Gyulai, I.**, Braun, M., Hubay, K., Tóthmérész, B., Simon, E.: Exploring river pollution based on sediment analysis in the Upper Tisza region (Hungary). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24 (5), 4851-4859, 2017. ISSN: 0944-1344. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-8225-5> IF: 2.8

Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Simon, E., Mizsei, E., Braun, M., Tóthmérész, B.: Study of the effects of high levels of nutrients on seed germination and root elongation. *Pol. J. Environ. Stud.* 26 (4), 1585-1590, 2017. ISSN: 1230-1485. DOI: <http://dx.doi.org/10.15244/pjoes/68879> IF: 1.12

Balogh, Z., Harangi, S., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Tóthmérész, B., Simon, E.: Effects of Anthropogenic Activities on the Elemental Concentration in Surface Sediment of Oxbows. *Water Air Soil Pollut.* 227 (13), [8], 2016. ISSN: 0049-6979. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-015-2714-x> IF: 1.702

### **Magyar nyelvű konferencia közlemények**

Balogh, Z., **Gyulai, I.**, Fehérné Baranyai, E., Hubay, K., Harangi, S., Kundrát, J. T., Braun, M., Tóthmérész, B., Simon, E.: Holtmedrek szennyezettségének vizsgálata üledékminták toxikus elemtartalma alapján. In: X. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia. Szerk.: Zsigmond Andrea, Szigyártó Lídia, Ábel K., Kolozsvár, 158-163, 2014.

Katona, B., Veres, Z., Szabó, É., Kundrát, J. T., Simon, E., **Gyulai, I.**, Lakatos, G., Hoitsy, G.: A Lillafüredi Pisztrángtelep recirkulációs rendszerének működésellenőrzése. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 348-353, 2013. ISBN: 9789633580325

- Berta, C., Németh, L., Balogh, Z., Veres, Z., Korponai, J., Lakatos, C., Lakatos, G., Simon, E., **Gyulai, I.**: Egy nagyméretű tiszai holtmeder heterogenitása kémiai és ökológiai vizsgálatok lapján. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 192-197, 2013. ISBN: 9789633580325
- Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Fehérné Baranyai, E., Hubay, K., Harangi, S., Balogh, Z., Braun, M., Katona, B., Szabó, É., Tóthmérész, B., Simon, E.: Felső-Tisza-vidéki holtmedrek szennyezettségének felmérése víz-és üledékminták alapján. In: III. Ökotoxikológiai Konferencia előadás és poszter kötete. Szerk.: Darvas Béla, Magyar Ökotoxikológiai Társaság, Budapest, 18-20, 2013. ISBN: 9789638945228
- Kundrát, J. T., Vitai, G., **Gyulai, I.**, Lakatos, G.: Klímaváltozás hatásának vizsgálata Rakamaz térségi holtmedreken. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 186-191, 2013. ISBN: 9789633580325
- Webb, D. J., Szabó, M., Hriczkó, R., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Lakatos, G.: Klímaváltozás modellezése, a hőmérsékletnek és a szalinitásnak, a halak embriogenezisére gyakorolt hatásával. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 528-534, 2013. ISBN: 9789633580325
- Veres, Z., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Lakatos, G.: Létesített vizes élőhely állapotfelmérése. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 512-517, 2013. ISBN: 9789633580325
- Szabó, É., Katona, B., Veres, Z., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Lakatos, G.: Üledék és vízkémiai vizsgálatok Körös menti holtmedrekben. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 354-360, 2013. ISBN: 9789633580325
- Balogh, Z., Kiss, B., Lakatos, C., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Koncz, E., Lakatos, G.: Beregi-sík holtmedreinek ökológiai állapotfelmérése. In: VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, 2012. április 18-21., Veszprém. Szerk.: Fejes Lászlóné Uta, Vincze-Csom Veronika, Göttinger K., Veszprém, 42-48, 2012. ISBN: 9789638662729
- Lakatos, C., **Gyulai, I.**, Kiss, B., Tóth, A., Lakatos, G.: A Velencei-tó tisztásainak összehasonlító paleolimnológiai elemzése. In: VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia: 2011. március 24-27., Kolozsvár / [szerk. Mócsy Ildikó et al], Ábel Kiadó, Kolozsvár, 283-287, 2011.
- Gyulai, I.**, Lakatos, C., Csohány, O., Czudar, A., Tóth, A., Lakatos, G.: Egy szennyvíztisztításra létesített vizes élőhely üledékének összehasonlító elemzése. In: VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia: 2011. március 24-27., Kolozsvár / [szerk. Mócsy Ildikó et al], Ábel Kiadó, Kolozsvár, 536-540, 2011.
- Kundrát, J. T., Veres, Z., **Gyulai, I.**, Lakatos, G.: Élőbevonat és üledék vizsgálatok a Felső-Tisza vidéken. In: VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia: 2011. március 24-27., Kolozsvár / [szerk. Mócsy Ildikó et al.], Ábel Kiadó, Kolozsvár, 728-732, 2011

### **Idegen nyelvű konferencia közlemények**

Czudar, A., **Gyulai, I.**, Keresztúri, P., Csatári, I., Serra-Páka, S., Lakatos, G.: Removal of organic materials and plant nutrients in a constructed wetland for petrochemical wastewater treatment. Stud. Univ. "Vasile Goldiș" Arad, Ser. Științ. vieții. 21 (1), 109-114, 2011. ISSN: 1584-2363.

### **Magyar nyelvű absztrakt kiadványok**

Lakatos, C., Kundrát, J. T., Berta, C., Simon, E., **Gyulai, I.**, Tóthmérész, B.: Cladocera állományok eloszlási viszonyai Felső-Tisza vidéki holtmedrekben. In: SzüSzi 2013 : 5. Szünzoológiai Szimpózium Vácrátót MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet 2013. március 22.: Programfüzet, Előadások és poszterek összefoglalói. Szerk.: Körösi Ádám, Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, Szeged, 24, 2013.

Hubay, K., Balogh, Z., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Fehérné Baranyai, E., Harangi, S., Braun, M., Korponai, J., Tóthmérész, B., Simon, E.: Felső-tisza-vidéki holtmedrek üledékmintáinak elemanalízise MP-AES módszerrel. In: II. Környezetkémiai Szimpózium : Program és előadáskivonatok, [s.n.], [S.l.], 24, 2013.

Balázs, B., Szűcs, G., Bakai, G., Lakatos, G., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**: A térinformatika alkalmazása holtmedrek szukcessziójának vizsgálatában. In: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás : Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, [1], 2012. ISBN: 9789633182185

### **Idegen nyelvű absztrakt kiadványok**

Balogh, Z., **Gyulai, I.**, Fehérné Baranyai, E., Hubay, K., Harangi, S., Kundrát, J. T., Braun, M., Tóthmérész, B., Simon, E.: Toxic element contents in surface sediments in oxbows. In: The 5th International Conference on Carpathian Euroregion. Ecology-CERECO 2014 : Abstracts. Szerk.: Bárány Sándor, Buczkó István, Hadnagy István, Kohut Erzsébet, Kolozsvári István, Ljubka Tibor, Zselicki István, Pol. "Lira", Beregszász, 13-14, 2014. ISBN: 9786175961469



Nyilvántartási szám: DEENK/279/2018.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Gyulai István  
Neptun kód: QBRO2A  
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10034588

## A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. Korponai, J., Braun, M., **Gyulai, I.**, Forró, L., Nédli, J., Papp, I.: Alkalmasak-e az üledékben lévő Cladocera maradványok a víztér Cladocera közösség diverzitás viszonyainak jellemzésére. *Hidrol. Közlöny. 90 (6)*, 66-68, 2010. ISSN: 0018-1323.
2. Korponai, J., Braun, M., **Gyulai, I.**, Forró, L., Nédli, J., Papp, I.: Természetes úton lefűződött holtág (timári Morotva-tó) paleolimnológiája üledékkémiai mutatók és Cladocera maradványok alapján. *Hidrol. Közlöny. 90 (6)*, 68-70, 2010. ISSN: 0018-1323.

### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

3. **Gyulai, I.**, Lakatos, C., Kundrát, J. T., Balogh, Z., Simon, E., Tóthmérész, B.: Cladocera remains and vegetation types to assess the state of oxbows. *Nat. Conserv. "Accepted by Publisher"*, 1-17, 2018. ISSN: 1314-6947. IF: 1.367 (2017)
4. Korponai, J., **Gyulai, I.**, Braun, M., Kövér, C., Papp, I., Forró, L.: Reconstruction of flood events in an oxbow lake (Marótzugi-Holt-Tisza, NE Hungary) by using subfossil cladocerans remains and sediments. *Adv Ocean Limnol. 7 (2)*, 131-141, 2016. ISSN: 1947-5721. DOI: <http://dx.doi.org/10.4081/aiol.2016.6168>
5. Korponai, J., Braun, M., Buczkó, K., **Gyulai, I.**, Forró, L., Nédli, J., Papp, I.: Transition from shallow lake to a wetland: a multi-proxy case study in Zalavári Pond, Lake Balaton, Hungary. *Hydrobiologia. 641 (1)*, 225-244, 2010. ISSN: 0018-8158. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-009-0087-0> IF: 1.964





Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

6. **Gyulai, I.**, Lakatos, C., Balogh, Z., Berta, C., Kovács, R., Veres, Z., Kundrát, J. T., Korponai, J., Simon, E.: Szubfosszilis Cladocera fauna általi mikrohabitat rekonstrukció tisztai holtmedrekben.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 485-490, 2013. ISBN: 9789633580325
7. **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Balogh, Z., Veres, Z., Tóth, A., Lakatos, G.: Rakamazi holtmedrek összehasonlító Cladocera vizsgálata.  
*Hidrol. közlöny.* 92 (5-6), 36-37, 2012. ISSN: 0018-1323.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

8. Berta, C., **Gyulai, I.**, Szabó, L. J., Simon, E., Nagy, S. A.: Accumulation of sub-fossil Cladocera remains in shallow oxbows at the Tisza region in Hungary.  
In: Subfossil Cladocera Workshop : Levico Terme (Italy), Hotel Cristallo April 5th-8th 2016 : Abstract Book, [s.n.], Levico, 19, 2016.
9. **Gyulai, I.**, Berta, C., Szabó, L. J., Zawisza, E., Nagy, S. A.: Ecological memory of Cladocera assemblages, recolonization in shallow oxbows in the Upper-Tisza region, Hungary.  
In: XIV. Subfossil Cladocera Workshop Abstract book. Ed.: Monica Tolotti, Manuela Milan, Nico Salmaso, Fondazione Edmund Mach, Levico Terme, Italy, 7, 2016.
10. **Gyulai, I.**, Berta, C., Kiss, K. M., Feri, D. R., Lakatos, C., Balogh, Z., Kundrát, J. T., Simon, E., Korponai, J.: Recolonization research in oxbow lakes of river Tisza based on Cladocera taxa.  
In: The 5th International Conference on Carpathian Euroregion. Ecology-CERECO 2014 : Abstracts. Szerk.: Bárányi Sándor, Buczkó István, Hadnagy István, Kohut Erzsébet, Kolozsvári István, Ljubka Tibor, Zselicki István, Pol. "Lira", Beregszász, 29, 2014. ISBN: 9786175961469

**További közlemények**

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (7)

11. Türk, G., Balázs, B., Harangi, S., Fehérné Baranyai, E., **Gyulai, I.**, Szabó, S.: Vízminőség vizsgálata egy Felső-Tisza menti holtmederen.  
*Hidrol. Közöly.* 94 (2), 41-46, 2014. ISSN: 0018-1323.
12. Karap, L., Korponai, J., Papp, I., Halasi-Kovács, B., Kundrát, J. T., Simon, E., **Gyulai, I.**, Folyók és holtmedrek üledékének karbonát meghatározása két eltérő módszerrel.  
*Hidrol. Közöly.* 93 (5-6), 45-46, 2013. ISSN: 0018-1323.





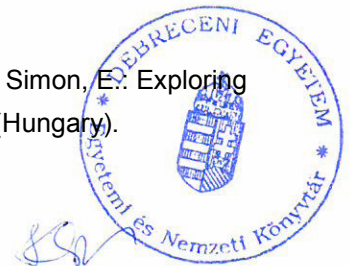
13. **Gyulai, I.**, Kunderát, J. T., Mizsei, E., Braun, M., Lakatos, G., Simon, E.: Termáltavak hatása a befogadó folyóra, toxikológiai és üledékvizsgálatok Albániában.  
*Hidrol. Közlöny.* 93 (5-6), 35-36, 2013. ISSN: 0018-1323.
14. Kunderát, J. T., **Gyulai, I.**, Mizsei, E., Braun, M., Lakatos, G., Simon, E.: Termáltavak hatásának vizsgálata a befogadó folyó vízminőségére.  
*Hidrol. Közlöny.* 93 (5-6), 59-60, 2013. ISSN: 0018-1323.
15. Kunderát, J. T., **Gyulai, I.**, Bakai, G., Szűcs, G., Balogh, Z., Lakatos, G.: Üledék és vízkémiai vizsgálatok a Felső-Tisza vidéken.  
*Hidrol. Közlöny.* 92 (5-6), 47-49, 2012. ISSN: 0018-1323.
16. Keresztúri, P., Czudar, A., **Gyulai, I.**, Kunderát, J. T., Salacz, V., Varga, É., Lakatos, G.: A Balaton köves parti zónájában élő vándorkagyló (*Dreissena polymorpha pall*) populációk morfológiai vizsgálata.  
*Hidrol. Közlöny.* 89 (6), 202-204, 2009. ISSN: 0018-1323.
17. Oláh, V., Szöllösi, E., Szabó, S., **Gyulai, I.**, Mészáros, I.: A Spirodela polyrrhiza antocián-felhalmozása, mint lehetséges biomarker ökotoxikológiai tesztekben.  
*Hidrol. Közlöny.* 89 (6), 158-160, 2009. ISSN: 0018-1323.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

18. Kunderát, J. T., Simon, E., **Gyulai, I.**, Lakatos, G., Tóthmérész, B.: Short-term weather fluctuation and quality assessment of oxbows.  
*Időjárás.* 120 (3), 301-313, 2016. ISSN: 0324-6329.  
IF: 0.49
19. Lakatos, G., Csatári, I., Igaz, T., **Gyulai, I.**, Mészáros, I.: Studies on phytoremediation in a chromium contaminated area in Hungary.  
*Int. Rev. Appl. Sci. Eng.* 2 (2), 111-116, 2011. ISSN: 2062-0810.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/IRASE.2.2011.2.6>
20. Varga, É., Czudar, A., Oláh, V., **Gyulai, I.**: Changes of vegetation on the stony shore of lake Balaton under the influence of fluctuating water level.  
*Cereal Res. Commun.* 36 (5), 1123-1126, 2008. ISSN: 0133-3720.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

21. Balogh, Z., Harangi, S., **Gyulai, I.**, Braun, M., Hubay, K., Tóthmérész, B., Simon, E.: Exploring river pollution based on sediment analysis in the Upper Tisza region (Hungary).  
*Environ. Sci. Pollut. Res.* 24 (5), 4851-4859, 2017. ISSN: 0944-1344.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-8225-5>  
IF: 2.8





22. Kunderát, J. T., **Gyulai, I.**, Simon, E., Mizsei, E., Braun, M., Tóthmérész, B.: Study of the effects of high levels of nutrients on seed germination and root elongation.  
*Pol. J. Environ. Stud.* 26 (4), 1585-1590, 2017. ISSN: 1230-1485.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15244/pjoes/68879>  
IF: 1.12
23. Balogh, Z., Harangi, S., Kunderát, J. T., **Gyulai, I.**, Tóthmérész, B., Simon, E.: Effects of Anthropogenic Activities on the Elemental Concentration in Surface Sediment of Oxbows.  
*Water Air Soil Pollut.* 227 (13), [8], 2016. ISSN: 0049-6979.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-015-2714-x>  
IF: 1.702

Magyar nyelvű konferencia közlemények (12)

24. Balogh, Z., **Gyulai, I.**, Fehérmé Baranyai, E., Hubay, K., Harangi, S., Kunderát, J. T., Braun, M., Tóthmérész, B., Simon, E.: Holtmedrek szennyezettségének vizsgálata üledékminták toxikus elemtartalma alapján.  
In: X. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia. Szerk.: Zsigmond Andrea, Szigyártó Lídia, Ábel K., Kolozsvár, 158-163, 2014.
25. Katona, B., Veres, Z., Szabó, É., Kunderát, J. T., Simon, E., **Gyulai, I.**, Lakatos, G., Hoitsy, G.: A Lillafüredi Pisztránglelep recirkulációs rendszerének működésellenőrzése.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 348-353, 2013. ISBN: 9789633580325
26. Berta, C., Németh, L., Balogh, Z., Veres, Z., Korponai, J., Lakatos, C., Lakatos, G., Simon, E., **Gyulai, I.**: Egy nagyméretű tiszai holtmeder heterogenitása kémiai és ökológiai vizsgálatok alapján.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 192-197, 2013. ISBN: 9789633580325
27. Kunderát, J. T., **Gyulai, I.**, Fehérmé Baranyai, E., Hubay, K., Harangi, S., Balogh, Z., Braun, M., Katona, B., Szabó, É., Tóthmérész, B., Simon, E.: Felső-Tisza-vidéki holtmedrek szennyezettségének felmérése víz-és üledékminták alapján.  
In: III. Ökotoxikológiai Konferencia előadás és poszter kötete. Szerk.: Darvas Béla, Magyar Ökotoxikológiai Társaság, Budapest, 18-20, 2013. ISBN: 9789638945228
28. Kunderát, J. T., Vítai, G., **Gyulai, I.**, Lakatos, G.: Klímaváltozás hatásának vizsgálata Rakamaz térségi holtmedreken.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia : Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 186-191, 2013. ISBN: 9789633580325





29. Webb, D. J., Szabó, M., Hriczkó, R., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Lakatos, G.: Klímaváltozás modellezése, a hőmérsékletnek és a szalinitásnak, a halak embriogenezisére gyakorolt hatásával.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 528-534, 2013. ISBN: 9789633580325
30. Veres, Z., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Lakatos, G.: Létesített vizes élőhely állapotfelmérése.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 512-517, 2013. ISBN: 9789633580325
31. Szabó, É., Katona, B., Veres, Z., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Lakatos, G.: Üledék és vízkémai vizsgálatok Körös menti holtmedrekben.  
In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Szerk.: Zákányi Balázs, Faur Krisztina Beáta, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 354-360, 2013. ISBN: 9789633580325
32. Balogh, Z., Kiss, B., Lakatos, C., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**, Koncz, E., Lakatos, G.: Beregi-sík holtmedreinek ökológiai állapotfelmérése.  
In: VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, 2012. április 18-21., Veszprém. Szerk.: Fejes Lászlóné Utasi Anett, Vincze-Csom Veronika, Göttinger K., Veszprém, 42-48, 2012. ISBN: 9789638662729
33. Lakatos, C., **Gyulai, I.**, Kiss, B., Tóth, A., Lakatos, G.: A Velencei-tó tisztásainak összehasonlító paleolimnológiai elemzése.  
In: VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia: 2011. március 24-27., Kolozsvár / [szerk. Mócsy Ildikó et al], Ábel Kiadó, Kolozsvár, 283-287, 2011.
34. **Gyulai, I.**, Lakatos, C., Csohány, O., Czudar, A., Tóth, A., Lakatos, G.: Egy szennyvíztisztításra létesített vizes élőhely üledékének összehasonlító elemzése.  
In: VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia: 2011. március 24-27., Kolozsvár / [szerk. Mócsy Ildikó et al], Ábel Kiadó, Kolozsvár, 536-540, 2011.
35. Kundrát, J. T., Veres, Z., **Gyulai, I.**, Lakatos, G.: Élőbevonat és üledék vizsgálatok a Felső-Tisza vidéken.  
In: VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia: 2011. március 24-27., Kolozsvár / [szerk. Mócsy Ildikó et al.], Ábel Kiadó, Kolozsvár, 728-732, 2011

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

36. Czudar, A., **Gyulai, I.**, Keresztúri, P., Csatári, I., Serra-Páka, S., Lakatos, G.: Removal of organic materials and plant nutrients in a constructed wetland for petrochemical wastewater treatment.  
*Stud. Univ. "Vasile Goldiș" Arad, Ser. Științ. vieții.* 21 (1), 109-114, 2011. ISSN: 1584-2363.





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

37. Lakatos, C., Kundrát, J. T., Berta, C., Simon, E., **Gyulai, I.**, Tóthmérész, B.: Cladocera állományok eloszlási viszonyai Felső-Tisza vidéki holtmedrekben.  
In: SzüSzi 2013 : 5. Szünzoológiai Szimpózium Vácrátót MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet 2013. március 22. : Programfüzet, Előadások és poszterek összefoglalói. Szerk.: Kőrösi Ádám, Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, Szeged, 24, 2013.
38. Hubay, K., Balogh, Z., **Gyulai, I.**, Kundrát, J. T., Fehérné Baranyai, E., Harangi, S., Braun, M., Korponai, J., Tóthmérész, B., Simon, E.: Felső-tisza-vidéki holtmedrek üledékmintáinak elemanalízise MP-AES módszerrel.  
In: II. Környezetkémiai Szimpózium : Program és előadáskivonatok, [s.n.], [S.I.], 24, 2013.
39. Balázs, B., Szűcs, G., Bakai, G., Lakatos, G., Kundrát, J. T., **Gyulai, I.**: A térinformatika alkalmazása holtmedrek szukcessziójának vizsgálatában.  
In: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás : Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, [1], 2012. ISBN: 9789633182185

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

40. Balogh, Z., **Gyulai, I.**, Fehérné Baranyai, E., Hubay, K., Harangi, S., Kundrát, J. T., Braun, M., Tóthmérész, B., Simon, E.: Toxic element contents in surface sediments in oxbows.  
In: The 5th International Conference on Carpathian Euroregion. Ecology-CERECO 2014 : Abstracts. Szerk.: Bárány Sándor, Buczkó István, Hadnagy István, Kohut Erzsébet, Kolozsvári István, Ljubka Tibor, Zselicki István, Pol. "Lira", Beregszász, 13-14, 2014. ISBN: 9786175961469

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 9,443**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
3,331**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2018.09.10.

