

A kardoskúti Fehér-tó hidrobiológiai állapota a víz fiziko-kémiai jellemzői és a vízi makrogerinctelen együttesek alapján 2015-ben

Móra Arnold – Boda Pál – Mauchart Péter – Pernecker Bálint – Csabai Zoltán

Hydrobiological state of Fehér-tó near Kardoskút based on the physico-chemical characteristics and the aquatic macroinvertebrate assemblages in 2015: The Fehér-tó is one of the most important astatic soda pans in the Carpathian basin. The pond is separated by a dam to eastern and western basins, which are different in hydrological regime and extension of macrovegetation. In 2015 physico-chemical parameters were measured and quantitative and faunistical samplings of aquatic macroinvertebrate assemblages were carried out to reveal the potential differences in the hydrobiological state of the two basins. The chemical parameters (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ions, pH, conductivity, total dissolved solid) show that both basins are polyhalobous soda pans. Based on nutrient contents (N and P forms) the whole Fehér-tó is hypertrophic, especially the western basin. Altogether 6937 specimens belonging 60 aquatic macroinvertebrate taxa were collected. In the eastern basin 45, in the western basin 25 taxa were found, the number of taxa occurring in both basins was 20. Significantly higher number of species and specimens were found in the assemblages of the riparian zone (with vegetation cover) than in the open water areas in both basins. The differences between the basins were less obvious; although more species and specimens were collected in the eastern basin and the assemblages were more diverse here, the differences were not statistically significant. These results were confirmed by multivariate analyses (ANOSIM, NMDS) too. In both basins the chironomid *Cricotopus ornatus* was the dominant species, while the number of subdominant species were different (7 in the eastern and 3 in the western basin). The species composition (fewer species and specimens with the dominance of tolerant species) in the western basin suggests heavy organic matter load (the influence of aquatic birds) and regular dry periods. The more diverse macroinvertebrate fauna in the eastern basin might be due to the higher habitat heterogeneity, the more stable hydrological regime and the lower nutrient load.

Keywords: quantitative sampling, water quality assessment, aquatic mollusks, aquatic insects, *Gastropoda*, *Ephemeroptera*, *Odonata*, *Heteroptera*, *Coleoptera*, *Diptera*

Kulcsszavak: mennyiségi mintavétel, vízminőség-becslés, vízi puhatestűek, vízirovarok, *Gastropoda*, *Ephemeroptera*, *Odonata*, *Heteroptera*, *Coleoptera*, *Diptera*

Bevezetés

A Maros egykori medrében kialakult kardoskúti Fehér-tó a Dél-Alföld legjelentősebb szikes tava, amely még őrzi az ilyen típusú állóvizek kémiai, fizikai, biológiai jellegzetességeit (BOROS *et al.* 2013). A tó két medencéből áll. Ezeket 1974 és 2017 között egy mesterséges töltés választotta el egymástól, vízháztartásukat és növényborításukat tekintve jelentősen eltérnek. A keleti medence kevésbé szélsőséges vízjárását források biztosítják, így ez a rész csak a száraz évek alkalmával szárad ki, és jellemzően kiterjedt makrovegetáció borítja. A nyugati medence jóval szélesebb medrű, ugyanakkor tipikus asztatikus víztér, amely tavasszal sekély vízzel borított, de nyár közepére,

végére kiszárad. A növényzet kiterjedése ezért jóval kisebb, és a vízzel borított időszakban nagy nyílt vízfelület jellemzi.

Korábbi ismereteink a kardoskúti Fehér-tó vízi makrogerinctelen faunájáról kizárólag faunisztikai gyűjtések eredményein alapulnak: AMBRUS és munkatársai (1998), CSABAI (2015), CSABAI és munkatársai (1999), CSABAI – MÓRA (2003), JUHÁSZ és munkatársai (1998, 2000), KISS és munkatársai (1999), KOVÁCS és munkatársai (1998-99), MÓRA – CSABAI (2002), MÓRA és munkatársai (2002), valamint OLAJOS és munkatársai (1998) munkáiban találunk adatokat. Ezek alapján a tóból 114 taxon volt ismert. Ugyanakkor a két medence vízi makrogerinctelen együttese közötti különbségeket eddig nem vizsgálták.

2015-ben a vízi makroszkopikus gerinctelen együttesek mennyiségi összetétele, valamint a víz fiziko-kémiai jellemzői alapján vizsgáltuk, van-e különbség a Kardoskúti Fehértó keleti és nyugati medencéinek hidrobiológiai állapota között. Előzetes vizsgálataink alapján feltételeztük, hogy a stabilabb vízjárású, növényzettel gazdagon benőtt keleti medence kevésbé őrzi a szikes jellegét, mint a főleg nyíltvízi régióval jellemezhető, rendszeresen kiszáradó nyugati medence.

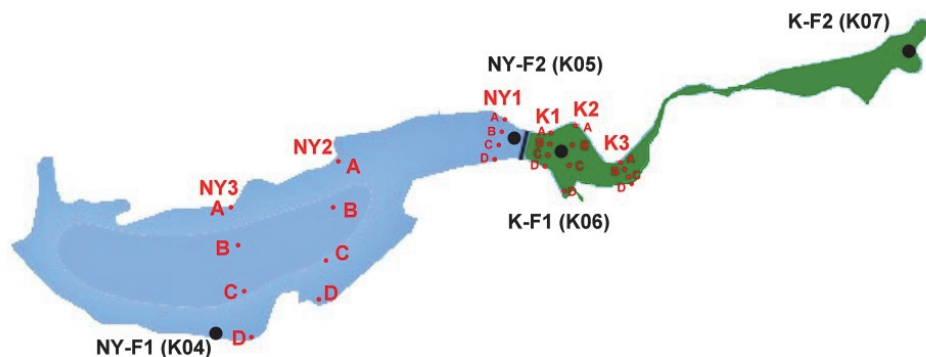
Anyag és módszer

A vizsgált állatcsoportok

Felméréseink során a mennyiségi és faunisztikai mintákból a teljes vízi makrogerinctelen spektrum vizsgálatát elvégeztük. Minden egyedat a lehető legalacsonyabb taxonómiai szintig azonosítottunk. Az alábbi élőlénycsoportok kerültek elő: vízcicsigák (*Mollusca: Gastropoda*), kérészek (*Ephemeroptera*, lárvák), szitakötők (*Odonata*, lárvák és imágók), vízi- és vízfelszíni poloskák (*Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha*, lárvák és imágók), vízbogarak (*Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea*, lárvák és imágók) és kétszárnyúak (*Diptera*, lárvák).

A mintavételi helyek és a mintavételezés ideje

A mennyiségi mintavételeket 2015. május 7-8. között végeztük. Mindkét medencében 3–3, összesen 6 keresztirányú transekt mentén 4–4 mintavételi pontot jelöltünk ki, melyek közül kettő a partot szegélyező mocsári növényzetre (északi és déli parton), kettő pedig a nyíltvízes részre esett. Így medencénként 12, összesen 24 mennyiségi mintával dolgoztunk (1. ábra). A keleti medence esetében a K3 transekt a medence elkeskenyedő részét teljesen borító zárt mocsári növényzet szegélyére esett. Egyes összesítő értékelésekhez felhasználtuk a szintén 2015-ben végzett faunisztikai gyűjtések (CSABAI 2015) négy mintavételi pontjának adatait is, a térképen ezeket is feltüntettük.



1. ábra A kardoskúti Fehér-tó sematikus alaprajza a mintavételi pontokkal. Kék: nyugati medence, zöld: keleti medence, piros: mennyiségi mintavételek transektjei, fekete: további faunisztikai mintavételi pontok (CSABAI 2015).

Figure 1. Schematic map of Fehér-tó near Kardoskút showing the sampling sites. Blue: western basin, green: eastern basin, red: transects of quantitative sampling, black: sampling sites of additional faunistical studies (CSABAI 2015).

Alkalmazott mintavételi módszerek

A transekttek mentén a mennyiségi mintavételeket lezárásos-kigyűjtéses módszerrel végeztük. Ehhez egy félbevágott 100 liter űrtartalmú műanyagbordó felső felét használtuk, melynek alapterülete 0,5 m² volt. A mintavételi pont óvatos megközelítése után a hordót függőlegesen a vízbe helyeztük, az üledékbe nyomtuk és 0,5 mm lyukbőségű szitaszövetből készített, 25×25 cm oldalhosszúságú kézhálával a lerekesztett részből (vízből, növényzet közül és az üledék felső rétegéből) minden élőlényt kigyűjtöttünk. A növényzetet levágtuk és a hálózás során összegyűlt anyaggal együtt terepen válogattuk, az állatokat 70%-os etanolban tartósítottuk. A nyíltvízes részre eső minták esetében Ekman-Birge típusú üledék-mintavevővel (doboz mérete: 20×20×35 cm, súly 7 kg, mintázott felület 400 cm²) a hordó belsejében a víz áthálózása után egy-egy üledékmintát is vettünk, melyet kimosás után 96%-os etanolban tartósítottunk a törmelékkel együtt. Ennek válogatása utólag, laborban történt, az állatokat ezután feldolgozásig 70%-os etanolban tároltuk. Az elemzésekhez az egyedszámokat mindkét mintavételi módszer esetében 0,5 m²-re vonatkoztatva adtuk meg.

Az összesítő értékelések egy részéhez felhasználtuk a faunisztikai gyűjtések (CSABAI 2015) négy mintavételi pontjának adatait is. Ezek esetében a vízi gerinctelenek begyűjtése elsősorban vízihálózással történt. A gyűjtéshez 0,2 mm lyukbőségű kútszövetből és 0,5 mm lyukbőségű szitaszövetből készített, 1,5 méter hosszú nyéllal ellátott, 25×25 cm oldalhosszúságú kézhálókat használtunk. A hálózás során a vízfelszín, a növényzet és az üledék felső rétegének átvizsgálása is megtörtént. Az árvaszűnyög bábbörök gyűjtésére kézi uszadékhálózást is végeztünk. A gyűjtések alkalmával a terepen is könnyen azonosítható, nagyméretű fajoknál (pl. nagy testű csíkbogarak, szitakötő imágók) megfigyelési adatokat is figyelembe vettünk, ezek megfogott példányait határozás után szabadon engedjük, az adatokat terepen rögzítettük. A begyűjtött állatokat fiolákban 70%-os etanolban tartósítottuk.

A két medence kémiai karakterében rejlő esetleges különbségek feltárásához alapvető kémiai méréseket végeztünk. Összesen 18 fiziko-kémiai paraméter értékét rögzítettük. Hat paraméter (vezetőképesség, pH, összes oldott só, oxigéntelítettség, klorofill, turbiditás) mérését a helyszínen végeztük YSI Exo2 multiparaméteres vízminőség-monitorozó szonda segítségével. A szonda másodpercenként négy mérést végez, amelyekből másodpercenként egy átlagadatot rögzít. Az adatrögzítés minden mintavételi ponton 3-5 percig tartott, az adott paraméterek jellemző értékének meghatározásához az utolsó két perc másodpercenként rögzített adatainak átlagértékeit használtuk fel. A további 12 paraméter (p- és m-lúgosság, kémiai oxigénigény, nitrit-, nitrát-, ammónium-, foszfát-, szulfát-, klorid-, nátrium-, kálium-, kalcium-ion) értékeinek meghatározása laboratóriumban történt ISO szabvány szerinti titrimetriás és fotometriás módszerek felhasználásával. Ezekhez a vízmintát az egyes medencékben a közpő transzkek középpontjában vettük, steril két liter űrtartalmú palackokba, majd a másnapi laborvizsgálatokig hűtőszekrényben tároltuk.

A gyűjtött anyag feldolgozása, statisztikai értékelési módszerek

A begyűjtött vízi gerinctelen egyedeket sztereomikroszkóp és fénymikroszkóp segítségével azonosítottuk, ezekhez az egyes csoportok esetében a specialisták szaktudásán felül az aktuális határozókat, szakcikkeket és nevezéctani munkákat használtuk (ezek jegyzékének közreadásától annak terjedelmes volta miatt most eltekintünk).

A feldolgozás során törekedtünk a lehető legalacsonyabb taxonómiai szintig történő feldolgozásra. Egyes esetekben csak génusz, alcsalád vagy család szinten volt lehetséges megadni az előkerült egyedek taxonómiai hovatartozását. A vízbogaraknál az imágók a legtöbb esetben fajszinten kerültek azonosításra, de a *Helophorus minutus* fajcsoportba, illetve a *H. aquaticus* / *aequalis* fajpárba tartozó egyedek fajszintű azonosítása csak kromoszómavizsgálattal lehetséges. Ez jelenlegi lehetőségeinket meghaladta, így ezeket a fajokat összesítve kezeltük, az analízisekbe is így kerültek be. A lárvák esetében azok méretétől és alcsaládba tartozásától függően a fajszintűtől (pl. *Cybister lateralmarginalis*, *Colymbetes fuscus*), a génusz (pl. *Agabus* sp., *Berosus* sp.) szinten át az alcsaládig (pl. *Hydroporinae*) történt meg azonosítás. Magasabb kategóriába kizárólag azok az egyedek kerültek, amelyek biztosan nem az azonosított fajok és génuszok képviselői, de pontosabb identifikáció nem végezhető el a kis méret (első stádiumok) vagy a nagy taxonómiai bizonytalanság (nem ismert lárvák) miatt. A vízipoloskák esetében az imágók fajszintig, a lárvák génusz szintig lettek azonosítva. Több árvaszúnyog génusz/fajcsoport esetében a lárvákat nem mindig lehet egyértelműen fajszinten azonosítani, így itt is különböző szintű taxonómiai kategóriákkal dolgoztunk. A többi *Diptera* csoport esetében csak család szintű azonosítás volt lehetséges.

Az összesített listákba és elemzésekbe csak azok a génuszok kerültek be, melyek bizonyosan nem a fajszinten azonosított taxonokhoz tartoznak. Például a *Sigara* sp. lárvák nagy valószínűséggel az egyetlen előkerült *Sigara* fajhoz (*S. lateralis*) tartoznak, így az összesített listázás során a génusz nem jelenik meg külön.

Az eredmények bemutatásához és értékeléséhez a fajszámok, egyedszámok és listák szakértői értékelésén, valamint az alapdiagramokon túl diverzitási indexeket számoltunk (Shannon, Simpson és Berger-Parker), klasszikus statisztikai tesztek (normalitástól függően kémtintas-t-teszt vagy Mann-Whitney U-teszt), többváltozós tesztek (ANOSIM: Analysis of similarity) és nem-metrikus többdimenziós skálázást (NMDS) alkalmaztunk. A többváltozós módszerek során az egyedszámok esetében Bray-Curtis, míg a jelenlét-hiány (fajkészlet) adatok elemzéséhez Sørensen index segítségével számoltuk a távolságmátrixot. Az elemzéseket a PAST 3.04 programcsomag segítségével végeztük el (vö. HAMMER *et al.* 2001). Néhány NMDS analízis során, a többtől nagyon eltérő NY2C mintát (melyből mindössze 4 egyed került elő) kizártuk az elemzés második fázisából

annak érdekében, hogy a többi mintavételi pont egymáshoz viszonyított elhelyezkedésének ábrázolása áttekinthetőbb legyen. Természetesen az első fázis NMDS elemzéseiben és a klasszikus és többváltozós döntéshozó tesztekhez felhasznált adatok között ez a minta is szerepel.

Eredmények

Víz kémiai mérések eredményei

A 18 mért fiziko-kémiai paraméter alapján (2. ábra) adathiány miatt (a két medence esetében mindössze 1-1 értékkel rendelkezünk az egyes paraméterek vonatkozásában) statisztikai értékelés nem adható. Így az eredmények csak általánosságban nyújtanak információt, komolyabb következtetések levonásához több pontról, több időpontban vett vízminták/mérések eredményeire lenne szükség. Ennek ellenére már ezek a kémiai információk is nagyban segítik a két medence élővilágában tapasztalt különbségek megértését és jó általános képet adnak a két medence kémiai viszonyairól.

A Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ionok, a pH, a vezetőképesség és az oldott összes só mennyiségei (2. ábra: j–o) jól jelzik, hogy mindkét medence esetében szikes vizekkel van dolgunk, kiédesedésnek nyoma nem látható. FELFÖLDI (1987) halobitás fokozatai alapján a mezo-polihalobikus / polihalobikus (nagyon sós víz) kategóriákba esik mindkét medence.

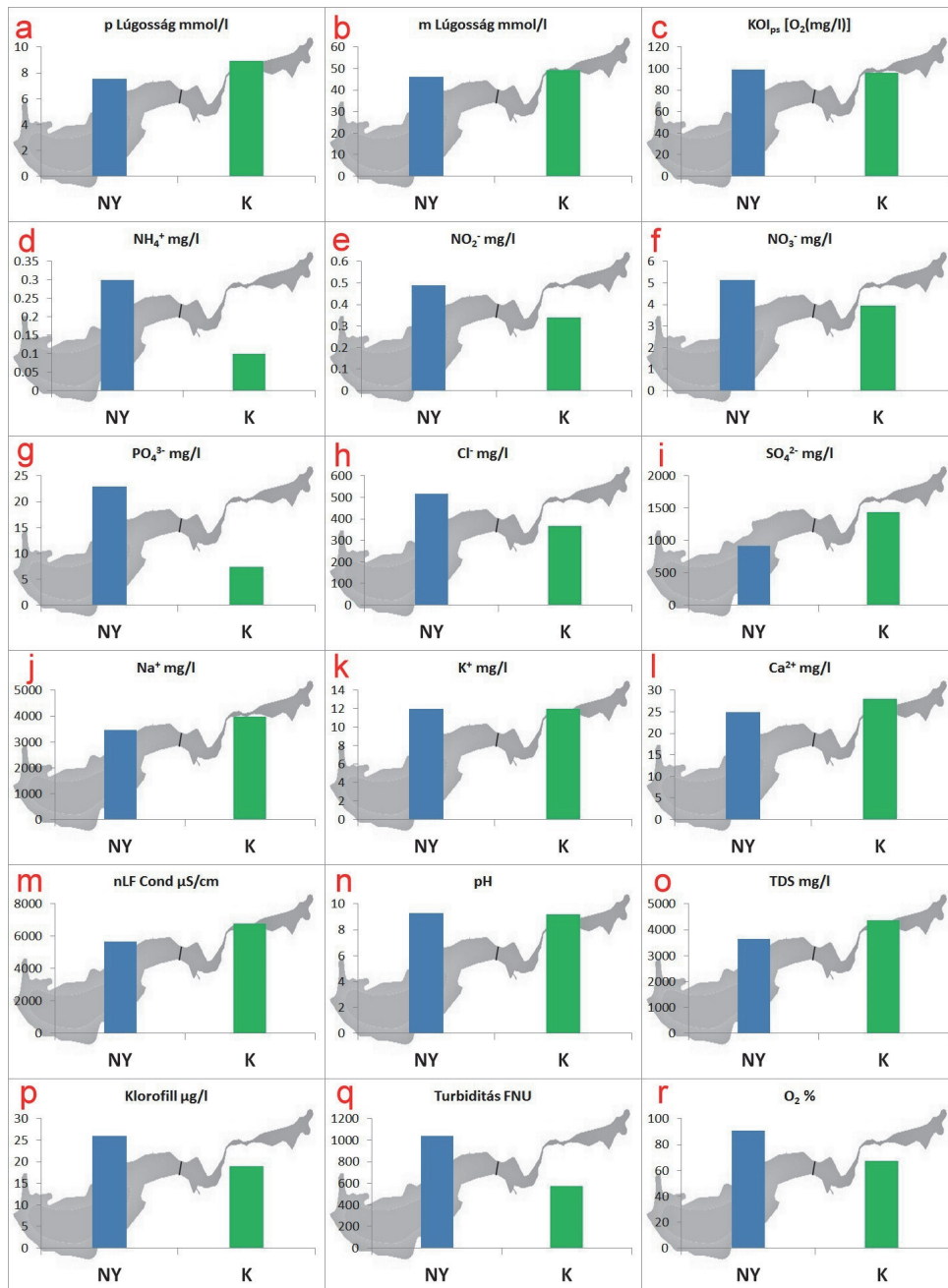
Az eutrofizáció szempontjából jelentős növényi tápanyagok (foszfát és nitrogénformák) tekintetében (2. ábra: d–g) a medencék habitusa alapján a keleti medencében vártunk magasabb értékeket, ennek ellenére a nyugati medencében volt magasabb ezeknek az ionoknak a mennyisége, különösen a foszfát és ammónium esetében. A trofitási folyamatokat jellemző mutatók alapján kettős képet láthatunk: míg a klorofill-a (2. ábra: p) mennyisége alapján mezotróf, azaz közepesen termő víz értékeivel találkozunk, addig az ortofoszfát mennyisége nagyon erősen hipertróf, túltermő vízre utal (2. ábra: g).

Az oxigénellátottság jónak mondható, ami ilyen szél által mozgatott sekély víz esetében nem meglepő, és ugyanez a két medence közötti különbségeket (a keleti medencében az oldott oxigén mennyisége alacsonyabb) is magyarázhatja. Ennek oka lehetne a lebontási folyamatok intenzitásbeli különbsége is a két meder között, de ezt a kémiai oxigénigény azonossága nem támasztja alá. Mindkét medence a szaprobitási fokozatok (FELFÖLDI 1987) alapján a szerves anyaggal erősen terhelt, poliszaprób kategóriába tartozik, azaz nagyon intenzív lebontási folyamatok zajlanak, de ezek a szél keverő hatása miatt nem vezetnek oxigénhiányhoz. A nyugati medence növényzetmentességével és szél hatására erősebben felkeveredő mivoltával magyarázható a magasabb turbiditás érték is.

Összességében a két medence az ortofoszfát, ammónium, szulfát, turbiditás, klorofill-a és oxigéntelítettség tekintetében tér el valamelyest egymástól, a többi paraméter értéke tulajdonképpen azonosnak tekinthető.

2. ábra A kardoskúti Fehér-tó két medencéjében mért vízkémiai paraméterek értékei. TDS: összes oldott só, nLF Cond: korrigált vezetőképesség, FNU: Formazine Nephelometric Units, KOIps: kémiai oxigénigény (permanganátos módszerrel).

Figure 2. Physico-chemical parameters in the basins of Fehér-tó near Kardoskút. Lúgosság: alkalinity, TDS: total dissolved solid, nLF Cond: corrected conductivity, FNU: Formazine Nephelometric Units, KOIps: chemical oxygen demand (permanganate method), klorofill: chlorophyll, Turbiditás: turbidity.



Vízi makrogerinctelenek mennyiségi előfordulása

Összegző adatok, taxonszámok

A begyűjtött 6937 példány identifikálása során összesen 60, különböző taxonómiai szintig azonosított taxon előfordulását regisztráltuk. Az átfedő génusz/faj adatok (pl. *Sigara* sp. lárvá ?=*Sigara lateralis*) miatt a biztosan különböző taxonok száma 50. A nyugati medencéből 25, míg a keleti-medencéből 45 taxon előfordulását mutattuk ki. A közös taxonok száma 20, a csak a nyugati medencéből előkerült taxonok száma 5, míg 25 taxont csak a keleti medencében gyűjtöttünk.

A több időpontra és a változatosabb habitatösszetétellel rendelkező, nagyobb átvizsgált területre vonatkozó, emiatt részletesebb, de mennyiségi viszonyokat nem tükröző faunisztikai mintavétel során (CSABAI 2015) összesen 99 taxon került elő. Ebből a nyugati medence két mintavételi pontjáról 66 és 38, összesen 77 taxon, míg a keleti medencéből – szintén két mintavételi pontról – 54 és 44, összesen 74 taxon előfordulását mutattuk ki. A két medencében közös taxonok száma 52, az egyes medencékre egyedi taxonok száma a keleti medence esetében 25, a nyugatira nézve 22, vagyis a mennyiségi mintavételekkel ellentétben itt a nyugati medencében is magas, sőt magasabb volt az egyedi taxonok száma és az összesített taxonszám. Vegyük figyelembe azonban, hogy itt különböző intenzitással végzett faunisztikai mintavételekről van szó: a nyugati medence mindkét mintavételi pontján három mintavétel történt, beleértve a tavaszi időszakot is, ami számos ideig-óraig (általában a szaporodás és peterakás időszakára) a víztérben tartózkodó „vendég” előkerülését is eredményezte, míg a keleti medence esetében a tavaszi mintavétel csak egy helyen történt, a gáthoz közeli, a másik medencéhez habituálisan nagyon hasonló helyen. Továbbá a faunisztikai mintavételek nem vonatkoztathatók adott terület- vagy térfogategységre, valamint intenzitásuk és részletességük is eltérő lehet, így ezek az eredmények csak tájékoztató jellegűek.

A mennyiségi mintavételek során előkerült 12 olyan taxon (1 bogár és 11 árvaszúnyog), amelyeket a faunisztikai mintavételek során nem regisztráltunk, ezek közül 4 árvaszúnyog a Kardoskúti-pusztáról is ismeretlen volt eddig (*Tanytarsus* sp., *Psectrocladius obvius*, *P. limbatellus*, *P. octomaculatus*). Kilenc, irodalmi adatokból ismert fajt sem a faunisztikai, sem a mennyiségi mintavételek során nem találtunk meg. Védett vagy idegenhonos taxon nem került elő, ugyanakkor faunisztikai szempontból kiemelendő az igen ritka, szikésekhez kötődő *Berosus fulvus* (CSABAI *et al.* 2002), a szintén igen ritka *Microchironomus deribae* (MÓRA és DÉVAI 2004) és a hazánkban csak erről a területről (CSABAI 2015) ismert *Helophorus grandis* előfordulása.

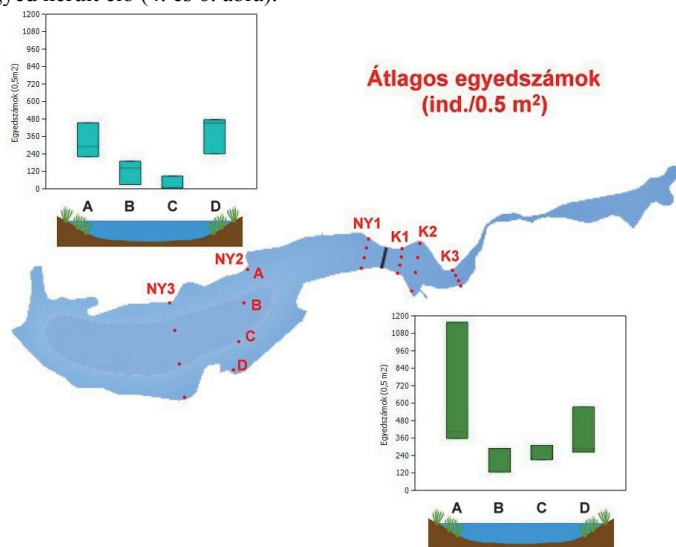
A kardoskúti Fehér-tóból összességében – a 2015 évi faunisztikai és mennyiségi mintavételek és a korábbi irodalmi adatok alapján – ismert taxonok száma összesen 126, ezek jegyzékét az 1. melléklet tartalmazza.

Az egyedszámok és a taxonszámok alakulása a két medencében és az egyes transztek mentén a mennyiségi minták alapján

Mindkét medence esetében a vegetációval borított, partközeli régióban (A, D) magasabb egyedszámokat találtunk, mint a vegetáció nélküli, nyíltvízes részeken (B, C). A két medencében tapasztalt egyedszámok, bár általánosságban jelentősen különböznek (3–4. ábrák) mind a teljes adatsor ($K_{\text{átlag}}: 362 > 215$; $Ny_{\text{átlag}}, K_{\text{max}}: 1156 > 475$ Ny_{max}), mind a növényes ($K_{\text{átlag}}: 508 > 355$ $Ny_{\text{átlag}}$), mind a nyíltvízi ($K_{\text{átlag}} 215 > 76$ $Ny_{\text{átlag}}$) mintahelyek esetében, ez a különbség – a nagy szórás miatt – csak a nyíltvízi mintahelyek között volt szignifikáns (Mann-Whitney-U-teszt, K vs. Ny: $U=47$, $z=-1,41$, $p=0,15$; $K_{\text{növényes}}$ vs. $Ny_{\text{növényes}}$: $U=13$, $z=-0,72$, $p=0,42$; Kétmintás-t-próba: $K_{\text{nyíltvízi}}$ vs. $Ny_{\text{nyíltvízi}}$: $t= 3,1617$, $df=10$, $p=0,010$). Minden esetben a keleti medencében tapasztaltunk magasabb egyedszámokat.

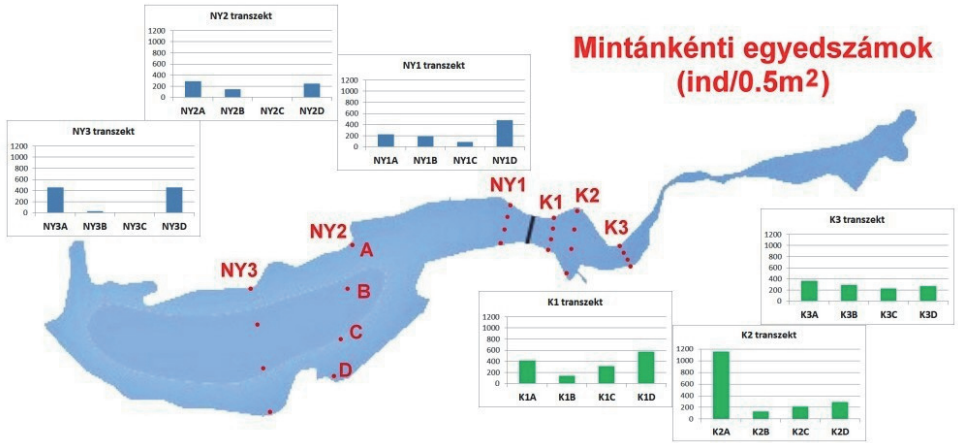
Az egyedszámokhoz hasonló volt a taxonszámok alakulása: minden esetben magasabb értékeket tapasztaltunk a partmenti, növényes mintákban a nyíltvíziekhez képest és mindenhol magasabbat a keleti medence esetében (5–6. ábrák). Ez igaz a teljes adatsorra nézve ($K_{\text{átlag}}: 16 > 10: Ny_{\text{átlag}}$, $K_{\text{max.}}: 28 > 17 Ny_{\text{max.}}$), a növényes minták esetében ($(K_{\text{átlag}}: 21 > 13 Ny_{\text{átlag}})$, és a nyíltvízi együttesre is ($K_{\text{átlag}}: 11 > 6 Ny_{\text{átlag}}$). Ez esetben a különbségek statisztikai szempontból is szignifikánsak (kétmintás-t-teszt, K vs. Ny: $t=2,53$, $df=22$, $p=0,018$; $K_{\text{növényes}}$ vs. $Ny_{\text{növényes}}$: $t=2,53$, $df=10$, $p=0,029$; $K_{\text{nyíltvízi}}$ vs. $Ny_{\text{nyíltvízi}}$: $t=2,38$, $df=10$, $p=0,037$).

A keleti medence második transzektjének északi partközeli mintájában (K2A) a többinél sokkal magasabb egyedszámot regisztráltunk. Ez három árszúnyogfaj (*Chironomus plumosus* fajcsoport, *Cricotopus ornatus* és *Glyptotendipes barbipes*) nagyon nagy mennyiségű előfordulásának köszönhető. A keleti medence többi transzektje esetében a partközeli és a nyíltvízi minták egyedszám és taxonszám értékei sokkal kiegyensúlyozottabbak voltak, mint a nyugati medence esetében. A különbség az egyes transzekttek között, valamint a növényes és nyíltvízes részek között relatíve – a nyugati medencéhez képest – kicsi. Ezzel szemben a nyugati medencében a partközeli részek nagyságrendileg felülmúlták egyedszámban a belső, nyíltvízes részeket, amelyek a gát közelében lévő első transzekt kivételével szinte vízi sivatagnak tekinthetők, csak néhány faj fordult elő ott (1-9), és azok is csak kis összegyedszámmal (4-144) képviseltették magukat. Különösen igaz ez a déli oldalhoz közelebb eső mintapontokra (NY2C, NY3C), ahol mindössze 1-3 taxon és 4-9 egyed került elő (4. és 6. ábra).

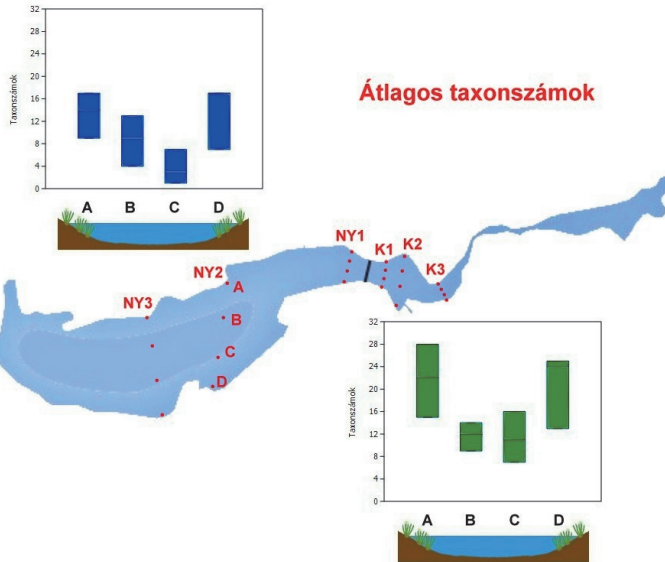


3. ábra A kardoskúti Fehér-tó medencéiben tapasztalt egyedszámok a transzekttek tagjainak bontásában (A: északi part, B: nyílt víz 1, C: nyílt víz 2, D: déli part).

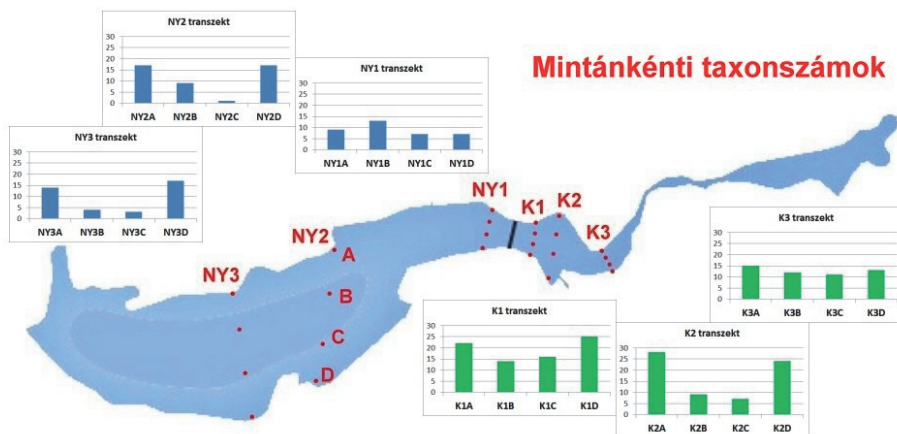
Figure 3. Number of individuals by position in sampling transects in the basins of Fehér-tó (A: northern shore, B: open water area 1, C: open water area 2, D: southern shore).



4. ábra A Fehér-tó medencéiben tapasztalt mintánkénti egyedszámok (A: északi part, B: nyílt víz 1, C: nyílt víz 2, D: déli part).
Figure 4. Number of individuals by samples in the basins of Fehér-tó (A: northern shore, B: open water area 1, C: open water area 2, D: southern shore)



5. ábra A két medencében tapasztalt taxonszámok a transektok tagjainak bontásában (A: északi part, B: nyílt víz 1, C: nyílt víz 2, D: déli part).
Figure 5. Number of taxa by position in sampling transects in the basins of Fehér-tó (A: northern shore, B: open water area 1, C: open water area 2, D: southern shore).



6. ábra A két medencében tapasztalt mintánkénti taxonszámok (A: északi part, B: nyílt víz 1, C: nyílt víz 2, D: déli part).


Figure 6. Number of taxa by samples in the basins of Fehér-tó (A: northern shore, B: open water area 1, C: open water area 2, D: southern shore)

Közösségszerkezeti különbségek a két medence és az egyes transzektok mentén a mennyiségi minták alapján

Az összesített egyedszámokon és taxonszámokon túl a két medence makrogerinctelen együtteseinek közösségszerkezetében is számottevő különbségeket találtunk. A diverzitásviszonyok tekintetében a magasabb fajszámú keleti medence egyben magasabb diverzitású együttesnek adott otthont (1. táblázat). Az együttesek fajkészletei és fajonkénti egyedszám-viszonyai jól alátámasztják a diverzitás indexek által számított értékek különbözőségeit.

1. táblázat A keleti és nyugati medence makrogerinctelen együtteseinek diverzitás viszonyai.

Table 1. Diversity of the macroinvertebrate assemblages in the basins of Fehér-tó.

Diverzitási mutatók		
	Nyugati medence	Keleti medence
Simpson diverzitás	0,5667	0,8141
Shannon diverzitás	1,388	2,178
Egyenletesség	0,1144	0,1665
Berger-Parker dominancia index	0,6395	0,3599

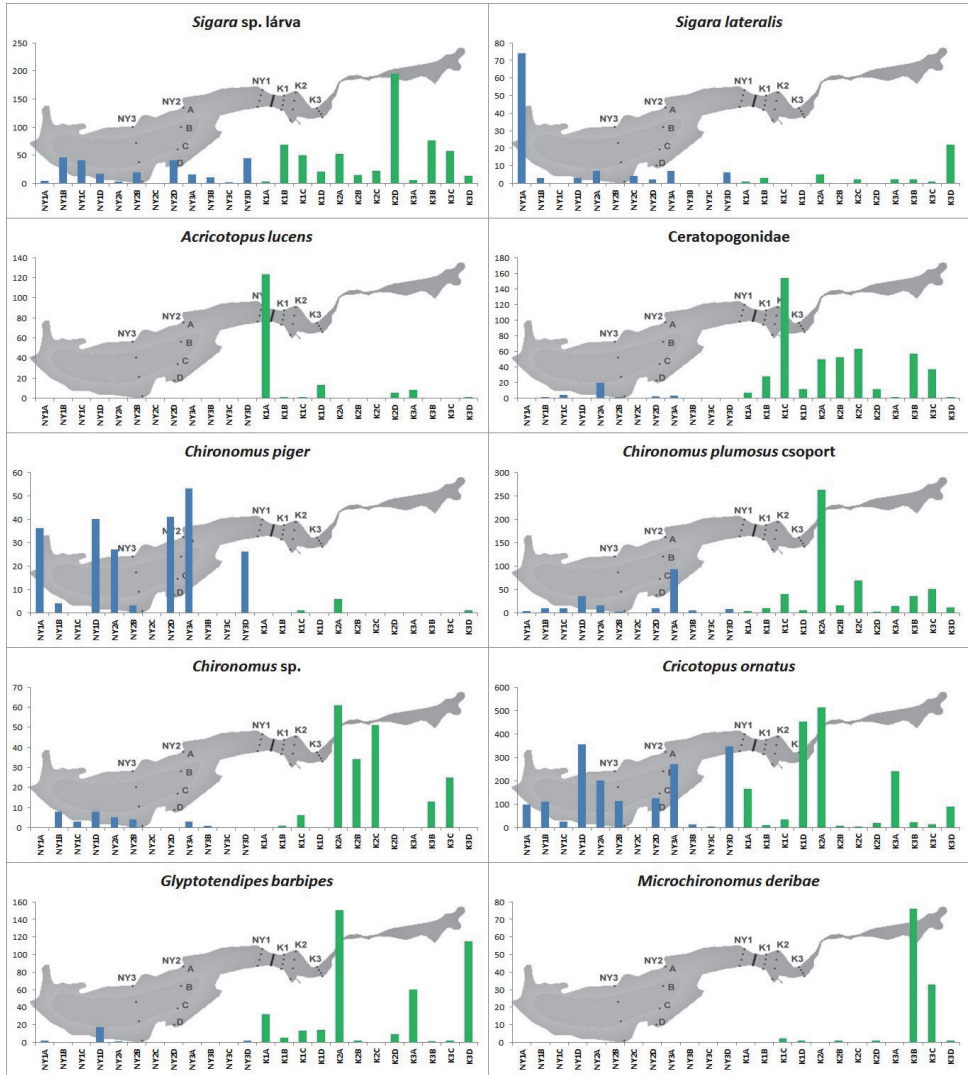
Mindösszesen 10 olyan taxon került elő, amelyek legalább 100 egyeddel fordultak elő a teljes anyagban (2. táblázat). A 10 taxon gyakorlatilag tekinthető 9-nek, mivel a *Sigara* sp. poloskalárva adatok szinte biztosan a *Sigara lateralis* fajhoz tartoznak. Ezeken felül a további fajok már sokkal ritkábbak az együttesben, a szubdomináns szintet sem érték el, rendre mindössze 37, 34, 24, 23, 20, majd ez alatti egyedszámban kerültek elő, és így csak színező elemnek tekinthetők. Ezek alapján a makrogerinctelen együttes fő tömegét és biomasszáját egyértelműen egy poloska- és nyolc kétszárnyútaxon adta, a többi élőlénycsoport mennyisége ezekhez képest egy, két vagy három nagyságrenddel kisebb volt. Ez a faunakép megfelel a szikes-paradoxon jelenségének, amely szerint mindössze néhány faj alkotja az együttes gerincét, de azok olyan egyedszámban, hogy eközben óriási biomasszát képviselnek.

2. táblázat A keleti és nyugati medence együtteseinek domináns (félkövér) és szubdomináns (normál) taxonjai. Áthúzva azok a taxonok, amelyek csak a másik medencében voltak domináns vagy szubdomináns szerepűek.

Table 2. Dominant (bold) and subdominant (normal) taxa in the basins of Fehér-tó. Strikethrough: taxa that are dominant or subdominant only in the other basin.

Nyugati medence		Keleti medence	
<i>Cricotopus ornatus</i>	1657	<i>Cricotopus ornatus</i>	1564
<i>Sigara</i> sp. lárva + <i>S. lateralis</i>	350	<i>Sigara</i> sp. lárva + <i>S. lateralis</i>	614
<i>Chironomus piger</i>	230	<i>Chironomus plumosus</i> gr.	519
<i>Chironomus plumosus</i> gr.	192	Ceratopogonidae	471
<i>Chironomus</i> sp.	32	<i>Glyptotendipes barbipes</i>	403
Ceratopogonidae	30	<i>Chironomus</i> sp.	191
<i>Glyptotendipes barbipes</i>	22	<i>Acricotopus lucens</i>	152
<i>Acricotopus lucens</i>	0	<i>Microchironomus deribae</i>	115
<i>Microchironomus deribae</i>	0	<i>Chironomus piger</i>	8

Mindkét medencében egyértelműen a *Cricotopus ornatus* árvaszúnyog faj volt a domináns (2. táblázat), nagyjából azonos egyedszámmal. A két medence közötti különbség azonban jól megnyilvánult a szubdomináns fajok számában: amíg a keleti medencében a *C. ornatus*-hoz hét szubdomináns taxon csatlakozott, addig a nyugati medencében a szubdomináns taxonok száma csak három volt. A szubdomináns taxonok összetétele is különbözött. Mindkét medencében fontos szerephez jutott a *Sigara lateralis* és a *Chironomus plumosus* fajcsoport (a keleti medencében közel háromszor akkora egyedszámokkal!), de ehhez a nyugati medencében az a *Chironomus piger* csatlakozott még szubdominánsként, ami a keleti medencében éppen csak megjelent nyolc egyeddel. További szubdomináns taxonok csak a keleti medencében voltak, amelyek vagy csak nagyon alacsony egyedszámban ($n \leq 32$) fordultak elő a nyugati medencében, vagy ott meg sem jelentek (2. táblázat, 7. ábra).



7. ábra Nagy egyedszámban (>100) előforduló fajok egyedszám megoszlásának alakulása a minták, transztek és medencék között.

Figure 7. Distribution of dominant and subdominant taxa according to samples, transects and basins in Fehér-tó

Az előző részfejezetben jól láthattuk, hogy az összesített egyedszámokban és taxonszámokban mind a két medence, mind pedig a növényes partközeli és a növényzetmentes nyílt vízi élőhelyek között (az egyes medencék között és azokon belül is) különbségeket tapasztaltunk. Az előző szakaszokból pedig világossá vált, hogy a fentiekért részben a szubdomináns fajok számában és mennyiségében rejlő különbségek a felelősök. Ugyanakkor számos további faj csatlakozott még az együtteshez mindkét medence esetében, így célszerű a teljes együttesek közösségökológiai szempontú elemzését is elvégezni, mind az abundancia (meghagyva a domináns fajok markánsabb befolyásoló szerepét), jelenlét-hiány (teret engedve a minden faj azonos módon számít megközelítésnek) adatok alapján.

Az ANOSIM többváltozós teszt eredményei alapján mindkét megközelítésben szignifikáns különbségeket (*) igazoltunk a partközeli, növényes részek és a nyíltvízi élőhelyek együtteseinek – mind medencéken belüli, mind azok közötti – egyedszám viszonyaiban (3. táblázat jobb felső féltábla, a két nyíltvízes együttes esetében a különbség csak marginálisan szignifikáns) és fajkészletében (3. táblázat bal alsó féltábla).

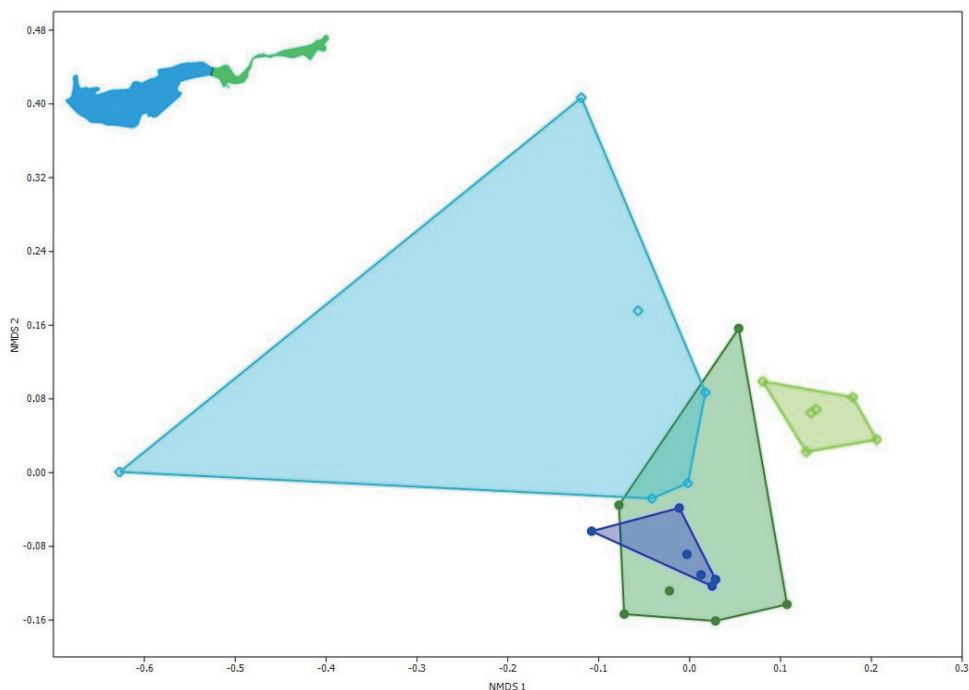
3. táblázat A két medence partközeli, növényes és nyíltvízi, növényzetmentes élőhelyei vízi makrogerinctelen együtteseinek összevetése ANOSIM módszerrel a fajonkénti egyedszámok (jobb felső féltábla) és a fajkészlet (bal alsó féltábla) alapján. Zöld: keleti medence, szürke: nyugati medence, *: szignifikáns eltérés ($p < 0,05$).

Table 3. Comparison of the aquatic macroinvertebrate assemblages in the riparian (with vegetation cover) and open water areas of the basins of Fehér-tó. ANOSIM, based on densities (yellow) and presence/absence (pink) of species. Green: eastern basin, grey: western basin, *: significant difference ($p < 0,05$).

Fajonkénti egyedszámok alapján: ANOSIM: Mean rank within: 70,72, Mean rank between: 115,3 R= 0,4242, p= 0,0001 ↓Páronkénti összehasonlítások↓				
	Knövényes	Knyíltvíz	NYnövényes	NYnyíltvíz
Knövényes		p=0,017*	p=0,0015*	p=0,045*
Knyíltvíz	p=0,0019*		p=0,0058*	p=0,0576
NYnövényes	p=0,0022*	p=0,0038*		p=0,003*
NYnyíltvíz	p=0,0095*	p=0,0023*	p=0,0181*	
↑Páronkénti összehasonlítások↑ Fajok jelenléte-hiánya alapján: ANOSIM: Mean rank within: 89,8, Mean rank between: 152 R= 0,4502, p= 0,0001				

Az NMDS ordinációk ábrái (8. és 9. ábrák) alapján hasonló megállapításokat tehetünk, bár ez a módszer további információkhoz is juttat. Az egyedszámok megtartásával végzett, domináns fajok szerepét hangsúlyozó szórásdiagramon (8. ábra) is jól láthatjuk az egyes habitat típusok szinte teljes elválását (világos és sötét konvex burkok), valamint a nyílt vízes élőhelyek esetében a két medence elkülönülését (zöld és kék konvex burkok). A nyílt vízes minták esetében a nyugati medence mintái sokkal nagyobb variációval bírnak, ezért elsősorban a NY2C és NY3C minták felelősek, melyekben nagyon alacsony egyed- és taxonszámot találtunk. A keleti medence nyíltvízes mintái az előzőhöz képest sokkal homogénebbek. A partközeli növényes részek esetében az ANOSIM általt feltárt szignifikáns különbség elsősorban azzal magyarázható, hogy a keleti medence (sötétzöld) egy

változatosabb összetételű, több szubdomináns és jóval több kis egyedszámban előforduló „színező” fajjal bíró együttessel volt jellemezhető, ugyanakkor a nyugati medence (sötétkék) esetében a partközeli régióban is szinte csak a domináns és szubdomináns fajokat találtuk. Ezáltal a kis variációjú nyugati medencét jellemző sötétkék burkot magába foglalja a több szubdomináns fajjal, így nagyobb variációval, nagyobb kiterjedéssel bíró, keleti medencét jellemző sötétzöld konvex burok.

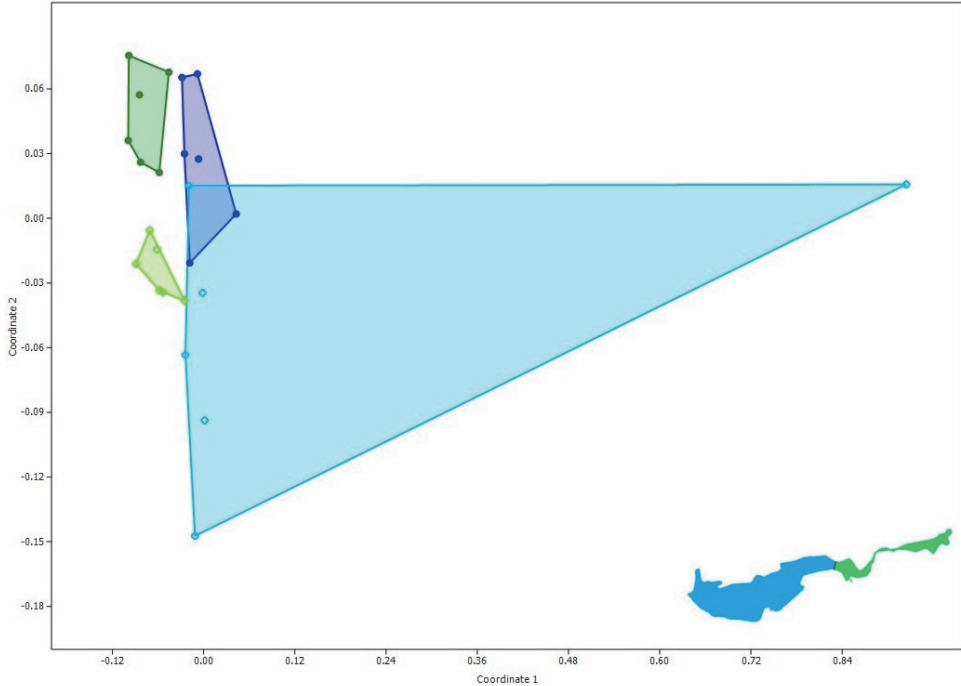


8. ábra A két medence partközeli, növényes és nyíltvízi, növényzetmentes élőhelyeinek szórásdiagramja a fajenkénti egyedszámokon alapuló többváltozós nem metrikus skálázás (NMDS, Bray-Curtis index, stress=0,125) alapján (kék: nyugati medence, zöld: keleti medence, sötét: partmenti, világos: nyílt víz).

Figure 8. Ordination scatterplot of riparian and open water habitats based on densities of species (NMDS, Bray-Curtis index, stress = 0.125). Blue: western basin, green: eastern basin, dark: riparian area, light: open water area).

A jelenlét/hiány adatok alapján (9. ábra) ugyanezeket a megállapításokat tehetjük, annyiban módosítva, hogy itt az elkülönülések markánsabbak, hiszen ebben az esetben az egyes fajok előfordulása vagy hiánya azonos súllyal esik a latba, így a kis egyedszámban előforduló, színező elemként megjelenő taxonok (keleti medence 25, nyugati medence 5) szerepe korábbiakhoz képest felértékelődik. Ebben az esetben a két medence partközeli mintasorozatai is egyértelműen elváltak egymástól a színezőelemek különbözősége miatt. A legnagyobb variációval itt is a nyugati

medence nyíltvízi élőhelyei jellemezhetők, ahol a két kiugróan alacsony taxonszámú minta (NY2C és NY3C) nagyon különbözött a többtől.



9. ábra A két medence partközeli, növényes és nyíltvízi, növényzetmentes élőhelyeinek szórásdiagramja a fajkészleten alapuló többváltozós nem metrikus skálázás (NMDS, Sørensen index, stress=0,241) alapján (Kék: nyugati medence, zöld: keleti medence, sötét: partmenti, világos: nyílt víz).

Figure 9. Ordination scatterplot of riparian and open water habitats based on presence/absence data of species (NMDS, Sørensen index, stress=0.241). Blue: western basin, green: eastern basin, dark: riparian area, light: open water area).

Az eredmények értékelése

A kutatás kiindulópontjának tekintett munkahipotézis – miszerint a nyugati medence megőrizte korábbi szikes jellegét, míg a keskenyebb, legnagyobb részén növényzettel dúsan benőtt keleti medence kiédesedett – a kémiai és biológiai eredmények alapján nem állja meg a helyét. A sótartalomra és szikes jellegre vonatkozó kémiai paraméterek (vezetőképesség, összes oldott só, egyes ionok koncentrációja) alapján mindkét medence szikesnek tekinthető, e vonatkozásban szinte azonos. Mindkettőben megtalálhatók továbbá a szikes vizekre jellemző specialista (halobiont, halofil) vagy sós viszonyokat tűrő (halotoleráns) fajok, igaz ezekhez a keleti medencében sokkal több egyéb faj is csatlakozik. A fiziko-kémiai mérések eredményei alapján a két medence leginkább az ortofoszfát, ammónium, szulfát, turbiditás, klorofill és oxigéntelítettség tekintetében tér el egymástól. Mindezek véleményünk szerint elsősorban a medrek különböző morfológiájából, kitétségből, a különböző mértékű szerves terhelésből és az ezek hatására kialakult különböző intenzitású felépítő és lebontó folyamatokból fakadnak.

Mindkét víz esetében tetten érhető, hogy rendkívül magas a kívülről érkező foszfor- és nitrogénterhelés (2. ábra d és g panel). A foszfor esetében a hipertróf kategória határértékének 10-30-szorosát mértük (2. ábra g panel), ezt a belső folyamatok nem magyarázzák (2. ábra c és p panel). A jelentős terhelés minden bizonnyal a vízmadarak ürülékéből származik, ami jól ismert jelenség a sekély szikes tavak esetében (pl. BOROS *et al.* 2008). Ez a nagyobb nyílt vízfelületre érkező jelentősebb madártömeg miatt sokkal erősebben érinti a nyugati medencét, amiben a foszfor és az ammónium-ion esetében a keleti medence alapból is magas értékeinek háromszorosát mértük, de a nitrit és nitrát mennyisége is magasabb a nyugati medencében. Az óriási terhelésből származó tápanyag magas, mindkét medencében kb. azonos mértékű lebontást indukál, elviekben korlátlan foszfor és nitrogénforrást biztosítva az algák és a makrovegetáció számára. Azonban a továbbra is fennálló szikes jelleg miatt a tápanyagok hasznosulása nem maradéktalan, ugyanakkor ez a folyamat a két medencében azok eltérő morfológiai viszonyai és kitétsége miatt másképpen zajlik. A keleti medence keskeny mederszakaszán a partmenti növényzet könnyebben záródik teljes borításúra, a szél keverő hatása itt nem érvényesül olyan mértékben (alacsonyabb turbiditás, 2. ábra q panel). A növényzet folyamatos előretörése figyelhető meg. A felépítő és a lebontó folyamatok a tápanyagbőségből fakadóan intenzívek, valószínűleg a törmelékképződés és a feltöltődés is erőteljesebb, de igazán hipertróf állapot és oxigénszegény viszonyok nem alakulnak ki (2. ábra p és r panel). Az algák mennyisége és termelése alacsonyabb, a makrovegetáció dominál. Ezzel szemben a nyugati meder sokkal szélesebb, a szél által folyamatosan fenékgig átkvert, magas turbiditású, sokkal nagyobb szerves terhelésű meder, ahol a makrovegetáció nem tud előretörni és nagy borítást elérni. Itt az algák szerepe a felépítő folyamatokban magasabb, de igazán nagy biomasszát a felkevert, fényt csak korlátozottan biztosító vízben nem képesek alkotni. Úgy tűnik, a madártömegek okozta terhelésből fakadó nagy növényi tápanyagmennyiség jelentős része nem tud felhasználódni.

A mocsárinövényzet előretörését a keleti medencében valószínűleg a nyugatihoz képest kevésbé gyakori és nem teljes kiszáradás is elősegítette (a nyugati meder teljes kiszáradása esetén is sokszor víz alatt marad a keleti meder). Ennek oka a morfológiai adottságokon túl a már meglévő növényzetnek a szél és nap általi párologtatást csökkentő hatásában és minden bizonnyal a két medence eltérő vízháztartási/vízpótlási viszonyaiban keresendő.

A két medence habituális és a különböző mértékű terhelésből fakadó különbségei a makrogerinctelen fauna összetételében is megmutatkoznak. A legnagyobb egyedszámban a *Cricotopus ornatus* árvaszúnyogfaj fordult elő mindkét medencében. Ez a faj növényzetben gazdag állóvizek tipikus lakója, de a sós vizeket is kedveli (MOLLER PILLÓT 2013). A kárpát-medencei szikes tavak egyik jellemző faja (saját publikálatlan adatok), az ezekben a vízterekben a gazdag

madárvilág által okozott szerves terhelést is jól tűri. Nagy egyedszámban van jelen a hazánkban gyakori és szikes vizekben mindenhol kiemelkedő egyedszámot elérő *Sigara lateralis* vízipoloskafaj is, amely a gazdag zooplankton állományon táplálkozik. Ezek mellett a nyugati medencében kizárólag a szennyezéstűrő *Chironomus piger* egyedszáma volt jelentős, ami jól mutatja az ezt a medencét érő, a kémiai eredmények által is mutatott szerves terhelés hatását: a fenti két fajon kívül más fajok már nem képesek ezt tolerálni. A *Ch. piger* emellett képes elviselni a magasabb sókoncentrációt is (MOLLER PILLOT 2009).

A kisebb terhelésnek kitett keleti medencében további fajok is nagy egyedszámban, szubdomináns szerepben jelentek meg az együttesben. Ezek közül a *Microchironomus deribae* a szikes tavak nyíltvízi üledékének egyik jellemző faja (saját publikálatlan adatok), amely a nagy sótartalom-ingadozást is képes elviselni (MOLLER PILLOT 2009). A *Glyptotendipes barbipes* lárvái a növényi törmelékben élnek (így a növényzethez kötődik, ami a keleti medencében adott számára). Képes elviselni az időszakos kiszáradást (MOLLER PILLOT 2009), illetve a génusz egyetlen hazai faja, amely sós vizekben is előfordul. Az *Acricotopus lucens* is növényzethez kötődik, jellemzően kisebb, állandó vagy időszakos állóvizekben fordul elő. A magas szervesanyag- és sótartalmat kevésbé tűri, mint a másik két faj (MOLLER PILLOT 2013). Ugyanakkor szikes jellegű, gazdag mocsári vegetációval borított vizekből is rendszeresen előkerül (pl. CSABAI *et al.* 2015).

A nyugati medencében a domináns és szubdomináns taxonokhoz a mennyiségi minták alapján 22 egyéb taxon társult, míg a keleti medencében – részben a magas növényzeti borítás, részben a valószínűsíthetően kisebb terhelés és ritkább/rövidebb idejű/nem teljes kiszáradás miatt – jóval több, 38 egyéb taxon fordult elő. A nyugati medencében mindössze öt olyan fajt találunk, ami a keleti medencéből nem került elő, míg a keleti medence egyedi taxonjainak száma 25. Ezek nagy része (kivéve a keletiben szubdomináns szerepű *Acricotopus lucens* és *Microchironomus deribae* árvaszúnyogfajokat) csak néhány egyeddel előkerült bogár-, poloska-, szitakötő- és árvaszúnyogtaxonok, amelyek feltehetően a növényzetborítás miatt találják meg jobban életfeltételeiket a keleti medencében.

A nyugati medence makrogerinctelen együttese egy szerves terhelésnek kitett vízterre utal, ahol a fauna az elszegényedés jeleit mutatja. Ennek okai valószínűleg a magas szervesanyag-tartalom (csak a szerves terhelést jól bíró fajok, mint a *C. ornatus* és a *Ch. piger* képesek megélni nagy egyedszámban) és a rendszeres, akár hosszabb távú kiszáradás (pl. a *Ch. piger* az üledékben épített lakócsöveiben a tartósabb kiszáradást is képes túlélni). A keleti medencét változatosabb élőhelyek (a makrovegetáció nagyobb borítása) és kisebb szervesanyag-terhelés jellemzi, ugyanakkor az itt előforduló fajok szinte mindegyike jól tűri a kiszáradást, ami szintén a víztér erősen asztatikus jellegére utal.

Köszönetnyilvánítás

A munka a Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóság támogatásával valósult meg. Külön köszönjük Bota Viktóriának, Bánfi Péternek és Kotymán Lászlónak a terepmunka kivitelezési részleteinek leszervezésében nyújtott hathatós és elengedhetetlen segítségét. Köszönet illeti Drávecz Esztert és Zsiga Anitát a mintavételekben nyújtott segítségükért.

Irodalom

- AMBRUS A. – BÁNKUTI K. – CSÓKA GY. – KOVÁCS T. (1998): Faunistical data to the Odonata fauna of the Körös-Maros National Park. – *Odonata - stadium larvae* 2: 53–60.
- BOROS E. – ECSEDI Z. – OLÁH J. (2013): *Ecology and management of soda pans in the Carpathian Basin*. – Hortobágy Environmental Association, Balmazújváros, 551 pp.
- BOROS E. – FORRÓ L. – GERE G. – KISS O. – VÖRÖS L. – ANDRIKOVICS S. (2008): The role of aquatic birds in the regulation of trophic relationships of continental soda pans in Hungary. – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54(S1): 189–206.
- CSABAI Z. (szerk.) (2015): A Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóság működési területén található Nemzeti Park és Natura 2000 területeken végzett komplex vízi makroszkopikus gerinctelen faunafeltáró kutatás: Kardoskúti Fehértó és Csanádi puszták. – Kutatási jelentés (KMNPI), Pécs. 69 pp.
- CSABAI Z. – BODA P. – BÓDIS E. – DANYIK T. – DEÁK CS. – FARKAS A. – LÖKKÖS A. – MAUCHART P. – MÓRA A. (2015): Data to the aquatic macroinvertebrate fauna of the Nagy-gyöp (Szabadkigyós, SE Hungary). – *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* 33: 71–82.
- CSABAI Z. – GIDÓ ZS. – JUHÁSZ P. – KISS B. – OLAJOS P. (1999): Adatok a Körös-Maros Nemzeti Park illetékességi területének vízbogár-faunájához (Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Hydrochidae, Helophoridae, Hydrophilidae). – *Crisicum* 2: 141–155.
- CSABAI Z. – GIDÓ ZS. – SZÉL GY. (2002): *Vízbogarak kishatározója II.* (Coleoptera: Georissidae, Spercheidae, Hydrochidae, Helophoridae, Hydrophilidae). – Víz Természet- és Környezetvédelem 16, Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest. 206 pp.
- CSABAI Z. – MÓRA A. (2003): Adatok a Dél-Alföld vízbogárfaunájának ismeretéhez (Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Spercheidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Elmidae). – *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 27: 145–159.
- FELFÖLDI L. (1987): *A biológiai vízminősítés* (4. javított és bővített kiadás). – Vízügyi hidrobiológia 16, VGI, Budapest
- HAMMER, Ø. – HARPER, D.A.T. – RYAN, P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. – *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1–9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- JUHÁSZ P. – KISS B. – MÜLLER Z. – GRIGORSZKY I. (2000): Víz makroszkopikus gerinctelenek faunisztikai vizsgálata a Körös–Maros Nemzeti Park működési területén. – *Crisicum* 2: 141–156.
- JUHÁSZ P. – KISS B. – OLAJOS P. (1998): Faunisztikai kutatások a Körös-Maros Nemzeti Park területén. – *Crisicum* 1: 105–125.
- KISS B. – JUHÁSZ P. – OLAJOS P. (1999): Contributions to the aquatic and semiaquatic bug fauna of the Körös-Maros National Park (Heteroptera: Nepomorpha and Gerromorpha). – *Folia entomologica hungarica* 60: 115–123.
- KOVÁCS T. – AMBRUS A. – BÁNKUTI K. (1998-99): Data to the hungarian mayfly (Ephemeroptera) fauna arising from collectings of larvae. – *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 23: 157–170.
- MOLLER PILLOT, H.K.M. (2009): *Chironomidae larvae II. Biology and ecology of the Chironomiini*. – KNNV Publishing, Zeist. 270 pp.
- MOLLER PILLOT, H.K.M. (2013): *Chironomidae larvae III. Biology and ecology of the aquatic Orthocladiinae*. – KNNV Publishing, Zeist. 312 pp.
- MÓRA A. – CSABAI Z. (2002): Lárvaadatok a Dél-Alföld tegzesfaunájához (Trichoptera). – *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 26: 263–267.

- MÓRA A. – CSABAI Z. – MÜLLER Z. (2002): Makroszkópikus vízi gerinctelenek faunisztikai vizsgálata a Körös-Maros Nemzeti Park területén (*Odonata; Coleoptera: Hydradephaga, Palpicornia; Trichoptera*). – *A Puszta* 2000, 1/17: 90–138.
- MÓRA A. – DÉVAI GY. (2004): Magyarország árvaszúnyog-faunájának (*Diptera: Chironomidae*) jegyzéke az előfordulási adatok és sajátosságok feltüntetésével. – *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* 12: 39–207.
- OLAJOS P. – KISS B. – JUHÁSZ P. (1998): A Körös-Maros Nemzeti Park szitakötő (*Odonata*) faunisztikai kutatása. – *Odonata - stadium larvale* 2: 61–70.

Authors' addresses:

Móra Arnold
Pécsi Tudományegyetem
TTK Hidrobiológiai Tanszék
H-7624 Pécs Ifjúság útja 6.
marnold@gamma.ttk.pte.hu

Boda Pál
MTA ÖK DKI Tisza-kutató Osztály
H-4027 Debrecen Bem tér 18/C
boda.pal@okologia.mta.hu


Mauchart Péter
Pécsi Tudományegyetem
TTK Hidrobiológiai Tanszék
H-7624 Pécs Ifjúság útja 6.
peter.mauchart@gmail.com

Pernecker Bálint
Pécsi Tudományegyetem
TTK Hidrobiológiai Tanszék
H-7624 Pécs Ifjúság útja 6.
balintpernecker@gmail.com


Csabai Zoltán
Pécsi Tudományegyetem
TTK Hidrobiológiai Tanszék
H-7624 Pécs Ifjúság útja 6.
csabai@gamma.ttk.pte.hu

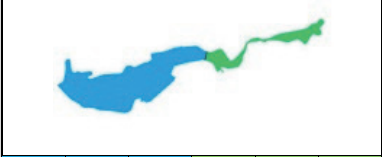
1. melléklet A kardoskúti Fehér-tó két medencéjéből a faunisztikai és mennyiségi mintavételek során előkerült taxonok jegyzéke. NY: nyugati medence, K: keleti medence, F: faunisztikai mintavétel, m: mennyiségi mintavétel. Faunisztikai mintavételeknél zárójelben a faunisztikai jelentés során használt kódok CSABAI (2015) alapján.

Appendix 1. List of taxa collected in the Fehér-tó near Kardoskút during faunistical and quantitative samplings. NY: western basin, K: eastern basin, F: faunistical sampling, m: quantitative sampling. The codes of faunistical samplings are given according to CSABAI (2015).

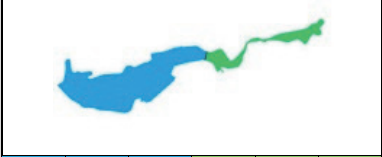
TAXON							Irodalmi adatok
	NY-F1-(K04)	NY-F1-(K05)	NY-m	K-F1-(K06)	K-F2-(K07)	K-m	
MOLLUSCA							
GASTROPODA							
PLANORBIDAE							
<i>Anisus spirorbis</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	•	•	•	•
ARTHROPODA							
INSECTA							
EPHEMEROPTERA							
BAETIDAE							
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	•		•		•	•	•
ODONATA							
LESTIDAE							
<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)	•	•	•	•	•	•	•
<i>Lestes dryas</i> Kirby, 1890					•		•
<i>Lestes macrostigma</i> (Eversmann, 1836)	•			•			•
<i>Lestes virens</i> Rambur, 1842					•		
<i>Sympecma fusca</i> (Van der Linden, 1820)				•			•
COENAGRIONIDAE							
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	•			•			•
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	•			•			•
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)	•	•		•	•		•
AESHNIDAE							
<i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820					•		
<i>Aeshna isosceles</i> (Müller, 1767)					•		•

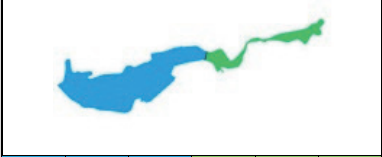
A kardoskúti Fehér-tó hidrobiológiai állapota a víz fiziko-kémiai jellemzői és a vízi makrogerinctelen együttesek alapján 2015-ben

TAXON							Irodalmi adatok
	NY-F1-(K04)	NY-F1-(K05)	NY-m	K-F1-(K06)	K-F2-(K07)	K-m	
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815							•
<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)							•
<i>Brachytron pratense</i> (Müller, 1764)					•		
LIBELLULIDAE							
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys, 1840)				•			
<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)	•			•	•	•	•
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)							•
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)					•		•
HETEROPTERA							
CORIXIDAE							
<i>Corixa affinis</i> Leach, 1817	•			•	•		•
<i>Corixa punctata</i> (Illiger, 1807)	•			•			•
<i>Cymatia coleoprata</i> (Fabricius, 1777)							•
<i>Cymatia rogenhoferi</i> (Fieber, 1864)				•			•
<i>Paracorixa concinna</i> (Fieber, 1848)	•			•			•
<i>Sigara lateralis</i> (Leach, 1818)	•	•	•	•	•	•	•
NAUCORIDAE							
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	•			•	•		•
NOTONECTIDAE							
<i>Anisops sardeus</i> Herrich-Schäffer, 1849	•						
<i>Notonecta glauca</i> Linnaeus, 1758	•			•	•		•
<i>Notonecta viridis</i> Delcourt, 1909	•			•	•		
PLEIDAE							
<i>Plea minutissima</i> Leach, 1817				•	•	•	•
HYDROMETRIDAE							
<i>Hydrometra gracilentata</i> Horváth, 1899							•
MESOVELIIDAE							
<i>Mesovelia furcata</i> Mulsant et Rey, 1852							•
VELIIDAE							

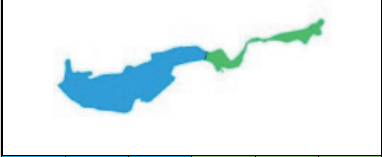
TAXON							Irodalmi adatok
	NY-F1-(K04)	NY-F1-(K05)	NY-m	K-F1-(K06)	K-F2-(K07)	K-m	
<i>Microvelia reticulata</i> (Burmeister, 1835)				•		•	•
GERRIDAE							
<i>Gerris argentatus</i> Schummel, 1832					•		•
<i>Gerris lacustris</i> (Linnaeus, 1758)							•
<i>Gerris odontogaster</i> (Zetterstedt, 1828)	•	•		•	•		•
<i>Gerris thoracicus</i> Schummel, 1832	•		•	•			•
COLEOPTERA							
HALIPLIDAE							
<i>Haliplus ruficollis</i> (De Geer, 1774)					•		
<i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)	•	•					
DYTISCIDAE							
<i>Liopterus haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1787)		•					
<i>Bidessus nasutus</i> Sharp, 1887		•	•		•	•	
<i>Bidessus unistriatus</i> (Goeze, 1777)	•				•		
<i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792)		•		•	•		•
<i>Graptodytes bilineatus</i> (Sturm, 1835)	•						
<i>Hydroporus fuscipennis</i> group n. sp. ?					•		
<i>Hydroporus hebaueri</i> Hendrich, 1990	•				•		
<i>Hydroporus palustris</i> (Linnaeus, 1761)					•		
<i>Hydroporus planus</i> (Fabricius, 1781)	•	•	•	•	•		
<i>Hygrotus confluens</i> (Fabricius, 1787)	•						
<i>Hygrotus decoratus</i> (Gyllenhal, 1808)					•		
<i>Hygrotus impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)	•	•		•	•		•
<i>Hygrotus parallellogrammus</i> (Ahrens, 1812)	•		•	•	•		•
<i>Hydrovatus cuspidatus</i> Kunze, 1818						•	
<i>Laccophilus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	•				•		•
<i>Laccophilus poecilus</i> Klug, 1834	•				•		
<i>Agabus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1767)	•				•		
<i>Agabus labiatus</i> (Brahm, 1791)	•						

A kardoskúti Fehér-tó hidrobiológiai állapota a víz fiziko-kémiai jellemzői és a vízi makrogerinctelen együttesek alapján 2015-ben

TAXON							Irodalmi adatok
	NY-F1-(K04)	NY-F1-(K05)	NY-m	K-F1-(K06)	K-F2-(K07)	K-m	
<i>Agabus uliginosus</i> (Linnaeus, 1761)	•	•			•	•	
<i>Colymbetes fuscus</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	•	•	•	
<i>Rhantus bistriatus</i> (Bergsträsser, 1778)	•						
<i>Rhantus suturalis</i> (MacLeay, 1825)					•	•	
<i>Eretes sticticus</i> (Linnaeus, 1767)	•						
<i>Graphoderus austriacus</i> (Sturm, 1834)	•	•		•	•		•
<i>Graphoderus cinereus</i> (Linnaeus, 1758)		•			•		•
<i>Dytiscus</i> sp. lárva			•			•	
<i>Cybister lateralimarginalis</i> (De Geer, 1774)	•		•	•	•	•	•
NOTERIDAE							
<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)	•			•	•	•	•
<i>Noterus crassicornis</i> (O.F.Müller, 1776)					•		
SPERCHEIDAE							
<i>Spercheus emarginatus</i> (Schaller, 1783)	•				•		
HYDROCHIDAE							
<i>Hydrochus elongatus</i> (Schaller, 1783)					•		
HELOPHORIDAE							
<i>Helophorus aquaticus/aqualis</i>	•	•		•	•	•	
<i>Helophorus grandis</i> Illiger, 1798	•					•	
<i>Helophorus liguricus</i> Angus, 1970	•	•				•	
<i>Helophorus micans</i> Faldermann, 1835	•	•			•	•	
<i>Helophorus nubilis</i> Fabricius 1777	•				•		
<i>Helophorus brevipalpis</i> Bedel, 1881	•						
<i>Helophorus montenegrinus</i> Kuwert, 1885	•	•		•			
<i>Helophorus griseus</i> Herbst, 1793	•	•					
<i>Helophorus minutus/paraminutus</i>	•	•			•	•	•
HYDROPHILIDAE							
<i>Anacaena limbata</i> (Fabricius, 1792)		•		•			
<i>Cymbiodyta marginella</i> (Fabricius, 1792)	•	•		•	•		

TAXON							Irodalmi adatok
	NY-F1-(K04)	NY-F1-(K05)	NY-m	K-F1-(K06)	K-F2-(K07)	K-m	
<i>Enochrus affinis</i> (Thunberg, 1794)							•
<i>Enochrus bicolor</i> (Fabricius, 1792)	•	•	•	•			•
<i>Enochrus coarctatus</i> (Gredler, 1863)					•		
<i>Enochrus hamifer</i> (Ganglbauer, 1901)	•	•		•	•		•
<i>Enochrus quadripunctatus</i> (Herbst, 1797)	•	•		•	•		•
<i>Enochrus testaceus</i> (Fabricius, 1792)							•
<i>Helochares obscurus</i> (O.F.Müller, 1776)		•					•
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)	•	•		•			•
<i>Hydrochara caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	•				•		
<i>Hydrochara dichroma</i> (Fairmaire, 1892)	•	•					
<i>Hydrochara flavipes</i> (Steven, 1808)	•			•	•	•	
<i>Limnoxenus niger</i> Zschach, 1788		•			•		
<i>Berosus frontifoveatus</i> Kuwert, 1888	•	•	•	•		•	•
<i>Berosus fulvus</i> Kuwert, 1888	•		•			•	
<i>Berosus geminus</i> Reiche et Saulcy, 1856		•					
<i>Berosus signaticollis</i> (Charpentier, 1825)	•	•		•			•
<i>Berosus spinosus</i> (Steven, 1808)	•	•	•	•		•	•
HYDRAENIDAE							
<i>Ochthebius lividipennis</i> Peyron, 1857		•					
<i>Ochthebius meridionalis</i> Rey, 1885		•					
TRICHOPTERA							
LIMNEPHILIDAE							
<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius, 1787)	•						
DIPTERA							
CHIRONOMIDAE							
<i>Acricotopus lucens</i> (Zetterstedt, 1850)						•	
<i>Allocladius arenarius</i> Strenckze, 1860				•			
<i>Cricotopus (Isocladius) ornatus</i> (Meigen, 1818)	•	•	•	•		•	
<i>Cricotopus (Isocladius) sylvestris</i> (Fabricius,	•						

A kardoskúti Fehér-tó hidrobiológiai állapota a víz fiziko-kémiai jellemzői és a vízi makrogerinctelen együttesek alapján 2015-ben

TAXON							Irodalmi adatok
	NY-F1-(K04)	NY-F1-(K05)	NY-m	K-F1-(K06)	K-F2-(K07)	K-m	
<i>Chironomus (Chironomus) annularius</i> Meigen,	•					•	
<i>Chironomus (Chironomus) pallidivittatus</i>						•	
<i>Chironomus (Chironomus) parathummi</i> Keyl,	•					•	
<i>Chironomus (Chironomus) piger</i> Strenzke, 1956		•	•			•	
<i>Chironomus (Chironomus) plumosus</i> csoport			•			•	
<i>Chironomus (Chironomus) pseudothummi</i>	•					•	
<i>Chironomus (Chironomus) uliginosus</i> Keyl, 1960	•						
<i>Chironomus (Chironomus) sp</i>			•			•	
<i>Glyptotendipes (Glyptotendipes) barbipes</i>			•			•	
<i>Limnophyes sp.</i>			•				
<i>Microchironomus deribae</i> (Freeman, 1957)				•		•	
<i>Procladius sp.</i>			•			•	
<i>Psectrocladius obivius</i> (Walker, 1856)						•	
<i>Psectrocladius limbatellus</i> (Holmgren, 1869)						•	
<i>Psectrocladius octomaculatus</i> (Wülker, 1956)						•	
<i>Tanytarsus sp.</i>						•	
Egyéb Diptera családok							
<i>Ceratopogonidae</i>			•			•	
<i>Chaoboridae</i>			•			•	
<i>Ephydriidae</i>						•	
<i>Limoniidae</i>						•	
<i>Stratiomyidae</i>			•			•	
∑ taxonszám	66	38	25	44	54	45	
	∑ összes ismert taxonszám						126