

A KÖRÖS-BERETTYÓ VÍZRENDSZERÉNEK HALFAUNISZTIKAI VIZSGÁLATA

FISH FAUNAL STUDIES IN THE KÖRÖS-BERETTYÓ RIVER SYSTEM

GYÖRE K.¹, JÓZSA V.¹, CUPŞA D.², FODOR A.², BIRÓ J.¹, PETREHELE A.², PETRUS A.²,
JAKABNÉ SÁNDOR ZS.¹, GYÖNGYÖSINÉ PAPP ZS.¹

¹ Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

² Universitatea din Oradea, Oradea, Romania

Kulcsszavak: halközösségek hasonlósága, α -diverzitás, β -diverzitás, várt fajszám

Keywords: similarity of fish communities, α -diversity, β -diversity, rarefaction

Abstract

The species composition and structure of fish communities were studied in 17 sampling areas of the most important rivers of the Körös-Berettyó drainage system. In the paper, our results are compared with recent literature data on the same waterflows. The fish community was sampled twice in each sampling area, on 16-25 August 2011 and between 25 June and 11 July 2012, using electric fishing gear according to the WFD protocol.

The occurrence of a total of 49 fish species was confirmed in the 17 sampling areas of the six rivers, the number of indigenous species was 41. No new species was found in the studied reaches compared to the recent data. We proved the occurrence of 20 species in the Barcau/Berettyó, 41 species in the Crisul Repede/Sebes-Körös, 31 species in the Crisul Negru/Fekete-Körös, 29 species in the Crisul Alb/Fehér-Körös, 18 species in one reach of the Kettős-Körös and 16 species in one reach of the Hármaskörös river. The most frequent fish species was *Squalius cephalus*, other frequent species were *Alburnus alburnus*, *Rutilus rutilus*, *Rhodeus amarus*, *Alburnoides bipunctatus*, *Barbus barbus* and *Carassius gibelio*. According to the Jaccard and Bray-Curtis similarity indices, the rivers Crisul Repede/Sebes-Körös, Crisul Negru/Fekete-Körös and Crisul Alb/Fehér-Körös belong to one group, while the rivers Kettős-Körös and Hármaskörös form another group according to the structure of their fish communities. Both classifications separate the Barcau/Berettyó river into a distinct cluster.

Of the 17 sampling areas, those of Körösladány and Körösszakál (Sebes-Körös), Ineu (Crisul Alb) and Tinca (Crisul Negru) were found to be rich in species (20-22 species). The species richness of the Marghita and Abram (Barcau) and Saliste de Vascau (Crisul Negru) sampling areas is well below the average (14,5). The hierarchical clustering on the basis of the Jaccard and Bray-Curtis similarity indices obviously joined the sampling areas belonging to the same river zone into the same cluster. The highest species turnover rate was found in the Crisul Repede/Sebes-Körös, the lowest one, in the Crisul Alb/Fehér-Körös. The differences between the rivers in their species richness can be explained partly with the differences in their habitat structure (fast or slow waterflow, silty, sandy or gravelly bottom), partly with water pollution and hydraulic constructions (water barrages, spillover dams).

Kivonat

A Körös-Berettyó vidék legfontosabb folyóin, 17 mintaterületen felmértük a halközösségek fajkészletét, strukturális viszonyait. A dolgozatban eredményeinket összevetjük a vízfolyások recens irodalmi adataival. A halegyűtést minden mintaterületen kétszer, 2011. augusztus 16. és 25., valamint 2012. június 25. és július 11. között mintáztuk elektromos halászgéppel, VKI protokoll szerint.

A hat folyó 17 mintaterületén összesen 49 halfaj előfordulását igazoltuk, a natív fajok száma 41. A vizsgált szakaszokon a recens adatokhoz képest új fajt nem mutattunk ki. A Berettyóban 20, Sebes-Körösben 41, Fekete-Körösben 31, Fehér-Körösben 29, a Kettős-Körös és a Hármaskörös egy-egy szakaszán pedig 18, ill. 16 faj egyedeinek előfordulását igazoltuk. Leggyakoribb előfordulású halfaj a *Squalius cephalus* volt, gyakorinak bizonyult még az *Alburnus alburnus*, *Rutilus rutilus*, *Rhodeus amarus*, *Alburnoides bipunctatus*, *Barbus barbus* és a *Carassius gibelio*. A Jaccard- és a Bray-Curtis hasonlósági indexek alapján a Sebes-, a Fekete-, és a Fehér-Körös, ill. a Kettős- és a Hármaskörös tartozik egy-egy csoportba halközösségük struktúrája alapján. A Berettyót mindkét osztályozás külön klaszterbe sorolja.

A 17 mintaterület közül a körösladányi és a körösszakáli (Sebes-Körös), a borosjenői (Fehér-Körös) és a tenkei (Fekete-Körös) bizonyult fajgazdagnak (20-22 faj). Jóval átlag (14,5) alatti a margittai és az érabrányi (Berettyó), valamint a vaskohszelestei mintaterület (Fekete-Körös) halközösségének fajszáma. A Jaccard- és a Bray-Curtis hasonlósági index alapján készített hierarchikus osztályozás jól követhetően a folyók azonos szakaszjellegű mintaterületeit fűzte egy klaszterbe. A legmagasabb fajkicserelődési rátát a Sebes-Körösben, a legalacsonyabbat a Fehér-Körösben tapasztaltuk.

Az egyes folyók között kimutatott fajszámbeli különbségeket egyrészt az élőhely-szerkezeti eltérésekkel (gyors vagy lassú vízáramlás, iszapos-homokos-kavicsos mederfenék), másrészt a vízszennyezésekkel és a vízpárással (duzzasztó, bukógát) lehet magyarázni.

Bevezetés

Az Ér-Berettyó-Körös völgy valamikor a Tisza, később pedig a Szamos és a Kraszna ősmedre volt. A szabályozások, vízépítések számottevően átalakították a térséget, több száz évvel ezelőtti ökoszisztémái, különösen a folyók alsó, síkvidéki szakaszán, nem hasonlítanak a maiakra. A Körös-Berettyó vízrendszer egyes folyóinak halfaunisztikai kutatás történetisége viszonylag folytonos (Harka 1996, Harka et al. 1998, Györe & Sallai 1998, Telcean & Bănărescu 2002, Telcean & Cupşa 2007, Telcean et al. 2007, Wilhelm 2007, Halasi-Kovács et al. 2011). Jelentősebb vízfolyásainak megközelítőleg azonos időszakban, azonos módszerrel történő felmérésére azonban csak egyszer vállalkoztak (Bănărescu et al. 1997). A felmérés ismétlése időszerű, mivel az árvízvédelemre hivatkozva, a már meglévők mellé, egyre több helyen épül keresztgát (mederduzzasztó, tározó, bukógát), melyek számottevően módosítják a vízfolyások halközösségének strukturális viszonyait.

Egy határon átnyúló magyar-román nemzetközi projekt keretében (*HURO/0901*) az egyes gyógyszerek vízben, üledékben, makrogerinctelenekben, makrofitonokban és halakban való akkumulációs sajátságainak vizsgálata mellett, a projektben vállaltaknak megfelelően, a román-magyar határvidék legfontosabb folyóin, elsősorban nagyvárosok, valamint duzzasztók és keresztgátak körzetében, felmértük a vízfolyások halközösségének strukturáját is. A mintaterületek számát a vízfolyás hosszához arányítottuk, így a Berettyó 3, a Sebes-Körös 5, a Fekete-Körös 4, a Fehér-Körös 3, a Kettős- és a Hármaskörös 1-1 mintaszakaszán gyűjtöttünk 2011 és 2012 nyarán, elektromos halászgéppel. Célunk volt a vízrendszer egyes folyóinak ill. vízszakaszainak fajkészletét, halállományának strukturális viszonyait meghatározni, ill. összehasonlítani.

Anyag és módszer

Mintaterület bemutatása

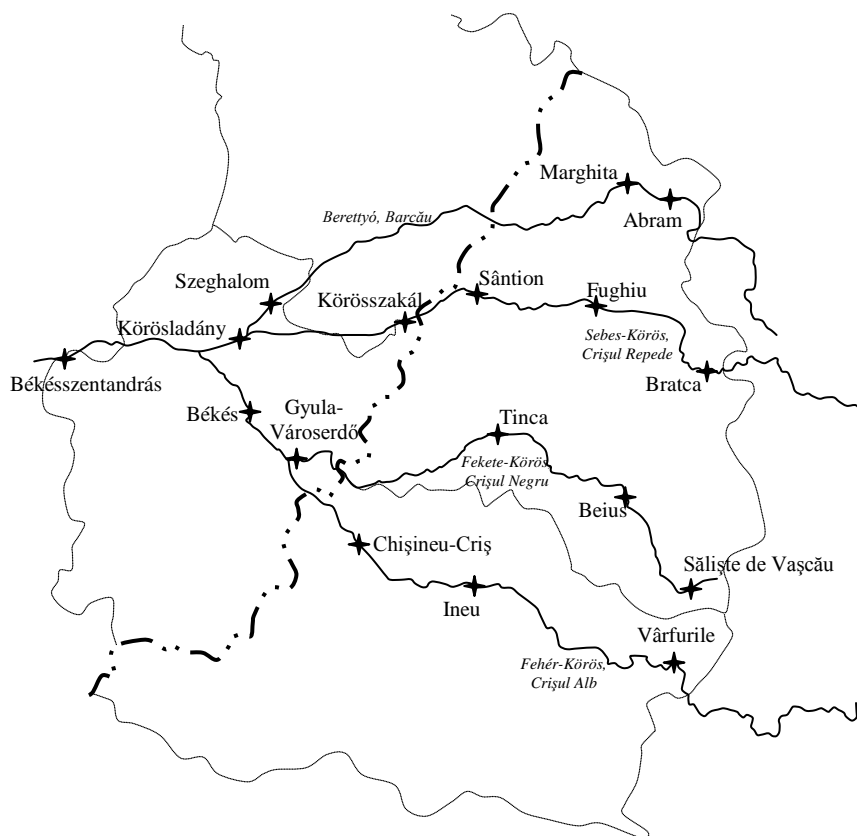
A Berettyó (Barcău) a Réz-hegység északkeleti részén az Almácska-tető alatt ered 882 m magasságban. Felső szakaszán a meder átlagos esése 17 m/km, ez Margitta (Marghita) térségében 40 cm/km-re csökken, Szeghalomnál alig 20 cm/km (Sárkány-Kiss et al. 1999). Völgye jóval mélyebben fekszik, mint a Sebes- vagy a Fekete-Körös völgye. Bihar megyébe Berettyószéplaknál (Suplacu de Barcău) ér. A medencében a folyót évtizedek óta szennyezi a bányászat és a kőolajipar, de igen számottevő a mezőgazdasági és a kommunális eredetű diffúz szennyezés is. A Berettyón nem épült duzzasztó, a hazai szakaszon Pocsajnál található egy bukógát, ami a halak migrációját akadályozza kisvízes időszakban. A Kis-Körös (Crisul Mic) és a Kutas vízfolyásokon keresztül már az összefolyás előtt kapcsolatban áll a Sebes-Körössel. A Berettyón Magyarországon Szeghalom, Romániában Margitta (Marghita) és Érabrány (Abram) térségében gyűjtöttünk (*1. ábra és 1. táblázat*).

A Sebes-Körös (Crişul Repede) a Gyulai-havasokban, Körösfő (Izvoru Crişului) közelében, 710 m magasságban ered. A folyón 4 duzzasztó található, melyek közül 3 ún. akkumulációs tározókba gyűjti a vizet (Lac. Lugaşu, Lac. Tileagd, Lac. Fughiu), egy pedig (Körös Ladány) csak mederduzzasztást végez. Élesd (Aleşd) és Fugyivásárhely (Oşorhei) között a tározók és az üzemvízcsatorna mellett a folyó régi medre az eredeti halközösség maradványait őrzi. A szabad vízáramlást és a halak migrációját további 17 keresztgát akadályozza, melyek közül csak Nagyvárad (Oradea) területén 13 található. A Sebes-Körösön Magyarországon Körösladány, Körösszakál, Romániában pedig Biharszentjános (Sântion), Fugyi (Fughiu) és Barátka (Bratca) közelében gyűjtöttünk (*1. ábra és 1. táblázat*).

A Fekete-Körös (Crişul Negru) a Cucurbata csúcs északi lejtőjéről ered, 1460 m magasságban. Mederesése Biharmezőnél (Poiana) még 30 m kilométerenként, Belényesnél (Beius) 2-4 m/km, Tenke (Tinca) térségében 0,5-0,8 m/km, Gyulánál már csak 0,2-0,3 m/km. A folyón Gyanta (Ginta) térségében egy jelentősebb tározókapacitással rendelkező víztározó építése folyik, ugyanitt két jelentős keresztgát idéz elő kisebb-nagyobb mederduzzasztást. A Feketetóti (Tăut), ill. Belényesnél (Beius) épült duzzasztó csak mederduzzasztásra alkalmas.

1. táblázat. A Körös-Berettyó vízrendszerén kijelölt mintaterületek koordinátái
Table 1. Coordinates of the sampling areas in the Körös-Berettyó river system.

Vízfolyás (River)	Mintaterület (Sampling area)	Koordináták (Coordinates)	
		alsó (lower)	felső (upper)
Berettyó/Barcău	Szeghalom	47°00'24,79"/21°09'31,84"	47°00'31,92"/21°10'00,49"
	Margitta/Marghita	47°20'11,07"/22°19'45,23"	47°20'17,18"/22°19'49,22"
	Érábrány/Abram	47°19'30,33"/22°23'13,47"	47°19'24,28"/22°23'13,65"
Sebes-Körös/Crișul Repede	Körösladány	46°57'08,85"/21°04'55,81"	46°57'22,32"/21°05'19,48"
	Körösszakál	47°00'51,18"/21°37'24,50"	47°00'52,95"/21°37'32,28"
	Biharszentjános/Sântion	47°04'57,58"/21°47'54,30"	47°04'52,51"/21°48'25,71"
	Fugyi/Fughiu	47°03'30,01"/22°02'26,24"	47°03'37,63"/22°02'31,99"
	Barátka/Bratca	46°55'31,50"/22°35'51,49"	46°55'25,32"/22°36'03,42"
Fekete-Körös/Crișul Negru	Gyula-Városerdő	46°42'01,28"/21°18'42,96"	46°42'08,88"/21°19'00,05"
	Tenke/Tinca	46°46'17,45"/21°57'23,98"	46°46'17,71"/21°57'29,65"
	Belényes/Beius	46°39'41,10"/22°20'36,21"	46°39'36,73"/22°20'40,13"
	Vaskohszeleste/Săliște de Vașcău	46°25'56,78"/22°33'19,32"	46°26'01,96"/22°33'20,36"
Fehér-Körös/Crișul Alb	Körösviszka/Chișineu-Criș	46°31'40,74"/21°30'26,37"	46°31'34,36"/21°30'26,60"
	Borosjenő/Ineu	46°25'53,85"/21°51'39,00"	46°25'55,88"/21°51'47,86"
	Halmágyesúts/Vârfurile	46°17'26,44"/22°30'48,01"	46°17'30,85"/22°30'47,79"
Kettős-Körös	Békés	46°46'07,39"/21°08'50,39"	46°45'49,03"/21°09'09,26"
Hármas-Körös	Békésszentandrás	46°53'31,76"/20°29'00,70"	46°53'28,29"/20°29'33,03"



1. ábra. Mintaterületek a Körös-Berettyó vízrendszeren (--- országhatár, megyehatár)
Fig. 1. Sampling areas in the Körös-Berettyó river system (--- country border, county border)

Mellettük számos kisebb-nagyobb keresztgát, bukó található még a Borz (Borz) és Belényes (Beius) közötti szakaszon. A Fekete-Körösön magyar területen Gyula-Városerdő alatt, Romániában pedig Tenke (Tinca), Belényes és Vaskohszeleste (Săliște de Vașcau) közelében mintáztunk (*1. ábra és 1. táblázat*).

A Fehér-Körös (Crișul Alb) a Bihar-hegység nyugati oldaláról, 980 m tengerszint feletti magasságban ered, a Certezu csúcs alól. Halmágycsúcs (Vârfulile) térségében, a Csucsi szorosban a mederesés számottevő, 17 m/km. A síkságra kiérve a folyó lecsendesedik, a mederesés Borosjenő (Ineu) térségében 1,2 m/km-re, Köröskisjenőnél (Chisineu-Cris) 0,7 m/km-re csökken (Újvári, 1972). A folyón román területen Butyinnál (Buteni), Magyarországon pedig Gyulánál található egy-egy mederduzzasztásra alkalmas keresztgát. A vízfolyás pisztráng szinttáján épülő Miheleny-i (Mihăileni) völgyzárógátat még csak részlegesen adták át. A halközösséget a magyar szakasz rövidsége miatt csak román területen, Halmágycsúcs, Borosjenő és Köröskisjenő térségében vizsgáltuk (*1. ábra és 1. táblázat*).

A Kettős-Körös a Fehér- és a Fekete-Körös szanazugi összefolyásából keletkezik, a Sebes-Körös jobb oldali betorkolásaig tart, teljes hossza: 37,3 km. Szoros értelemben nem vehető önálló folyónak. Az összefolyást követően a dánfoki duzzasztóig nyílegyenes mesterséges mederben folyik. A mederesés a folyószakaszon mindössze 8 cm/km (Andó, 1997). Mintahelyünket a duzzasztó alatti területen, Békés mellett jelöltük ki (*1. ábra és 1. táblázat*).

A Hármaskörös a Sebes-Körös és a Kettős-Körös összefolyásából keletkezik, a folyó 91,3 fkm-énél. A vízfolyás medre hasonló a Kettős-Köröséhez, jobbra egyenes és egymáshoz közeli gátakkal határolt. A meder esése igen csekély, 4-6 cm kilométerenként. A halközösséget a békésszentandrás duzzasztó alatt mintáztuk (*1. ábra és 1. táblázat*).

Mintavételi módszer, feldolgozás

A halközösséget minden mintaterületen kétszer, 2011. augusztus 16. és 25., valamint 2012. június 25. és július 11. között mintáztuk egy SAMUS 725MP típusú (640 V, 60 Hz, 1 msec aktív periódus), pulzáló egyenáramú akkumulátoros halászgéppel. A Hármaskörösön Békésszentandrás, a Kettős-Körösön Békés, a Berettyón Szeghalom, a Sebes-Körösön Körösladány és Sántion, a Fekete-Körösön Gyula-Városerdő mintaterületeken az elektromos halászatot 3x200 m folyószakaszon csónakból végeztük. A többi 11 gyűjtőhelyen 3x50 m-t lálaló módszerrel halásztunk. Meghatározásuk és megszámlálásuk után a halegyedeket visszahelyeztük élőhelyükre. A fogási adatokat a helyszínen egy OLYMPUS WS-550M digitális diktafonra mondtuk.

Fajnevek tekintetében a FishBase adatbázisát (2012.08.21.), illetve a jelenleg érvényben lévő elnevezéseket vettük alapul (Kottelat & Freyhof 2007, Harka 2011).

Statisztikai analízis

A halközösségek hasonlóságát a relatív gyakoriságok négyzetgyökének arcsin transzformációja után (Podani 1997) Jaccard és Bray-Curtis távolságmátrixának csoportátlag-fúziós algoritmus (UPGMA) eljárással történő hierarchikus klasszifikációjával vizsgáltuk a PAST 2.15 program segítségével (Hammer et al. 2001). A csoportok közötti szignifikáns különbségeket ANOSIM teszttel igazoltuk (PAST 2.15). A diverzitásmutatók közül a fajszámot, a Berger–Parker-dominanciát, a lokális Shannon–Wiener α -diverzitást, a Wilson–Shmida β -diverzitást, az effektív fajszámot, a ritkított mintanagysághoz rendelt várt fajszámot, valamint a másodrendű Jackknife-módszerrel becsült lehetséges maximális fajszámot használtuk. A diverzitásmutatókat a Species Diversity and Richness IV programcsomaggal becsültük (Seaby & Henderson 2006). Két mintaterület diverzitáseltéréseinek szignifikanciáját Solow-féle (1993) statisztikai próbával teszteltük.

Eredmények és értékelés

A hat folyó 17 mintaterületén összesen 49 halfaj előfordulását igazoltuk (2. táblázat). A natív fajok száma 41. A 8 adventív (telepített, behurcolt, bevándorolt) faj: a *Ctenopharyngodon idella*, *Pseudorasbora parva*, *Carassius gibelio*, *Ameiurus melas*, *Lepomis gibbosus*, *Perccottus glenii*, *Proterorhinus semilunaris*, *Neogobius fluviatilis*. A Magyarországon védett 33 halfajból a mintázott szakaszokon 19 fordul elő, ebből a fokozottan védett fajok száma 4: *Eudontomyzon danfordi*, *Barbus sp.* (*B. peloponnesius petenyi*), *Zingel zingel*, *Zingel streber*. A védett fajokból Magyarországon 8, az *Alburnoides bipunctatus*, *Barbus sp.* (korábban: *B. peloponnesius petenyi*), *Romanogobio valdykovi*, *Rhodeus amarus*, *Cobitis elongatoides*, *Sabanejewia balcanica*, *Gymnocephalus baloni*, *Zingel streber* egyedeit tudtuk gyűjteni, a folyók romániai szakaszán mindössze a *Gymnocephalus baloni* nem került elő. A két ország védettségi listája csak részben fedti át egymást, a kimutatott fajokból Romániában nem védett a *Phoxinus phoxinus*, *Alburnoides bipunctatus*, *Barbatula barbatula*, *Thymallus thymallus*. A mintaterületek 5, a Duna vízrendszerére jellemző endemikus halfaja az *Eudontomyzon danfordi*, *Gobio carpathicus*, *Romanogobio vladkovi*, *Romanogobio uranoscopus*, *Gymnocephalus schraetser*.

Mintavételeink során nem talákoztunk olyan halfajjal, amely minden mintaszakaszon előfordult volna. Leggyakoribb előfordulásának a *Squalius cephalus* fajt találtuk, 15 mintaterületről tudtuk gyűjteni (88,2%), csak a Fekete-Körös pizstráng szinttájáról (Vaskohszeleste) és a Hármaskörös békésszentandrás szakaszáról nem került elő. A faj populációi a humán aktivitást és a mérsékelt vízszennyezést viszonylag jól tolerálják, sőt, egyes vélemények szerint (Telcean & Bănărescu 2002, Telcean et al. 2007) az említett tényezők egyedszám-növekedésüket, ill. részleges területhódításukat inkább elősegítik. Gyakorinak bizonyult még az *Alburnus alburnus* (76,5%), a *Rutilus rutilus* (70,6%), a *Rhodeus amarus* (70,6%), az *Alburnoides bipunctatus* (58,8%), a *Barbus barbus* (58,8%), valamint a *Carassius gibelio* (58,8%). A felsorolt fajok legtöbbször ezenfelül mintahelyenként magas egyedszámmal fordult elő. A kűsz, a bodorka és az ezüstkárász a legtöbb környezeti tényezővel szemben magas tűrőképességgel rendelkezik, szinte csak a vizsgált folyók gyors folyású mintaterületeiről (Bratca, Vascau, Vărfurile) hiányoztak. A sújtásos kűsz, valamint a márna érzékeny és habitatspecialista faj (Telcean & Bănărescu 2002), a vizsgált folyók alsóbb szakaszán nem (Szeghalom, Körösladány, Gyula, Békés, Békésszentandrás), vagy csak ritkán, kis egyedszámmal (Körösszakál) fordul elő. Nagyon ritkán találtuk a *Ctenopharyngodon idella*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*, *Misgurnus fossilis*, *Thymallus thymallus*, *Gymnocephalus baloni*, *Gymnocephalus schraetser*, *Perccottus glenii* fajokat, mivel a felmérés során csak egy-egy mintaterületről tudtuk kimutatni, rendszerint mindössze egy-egy példányban. Faunisztikai érdekesség a *Misgurnus fossilis* előfordulása a Fehér-Körös még viszonylag gyors folyású borosjenői (Ineu) szakaszán. A faj egyetlen adult példányát durva homokos, kavicsos élőhelyen fogtuk. A térségben több árvízi szűkségtározó (pl. Lac. Rovina) található (Konecsny 2008), amelyek árvizes időszakon kívül is részlegesen feltöltött állapotban vannak. A szóban forgó halfaj populációjának lehetséges élőhelyei ezek a vésztározók lehetnek. A habitatspecialista limnofil hal bejutása az összekötő csatornákon keresztül folyótól való viszonylag nagy távolság ellenére is a lehetséges. A *Thymallus thymallus* csak a Sebes-Körös Bánffyhungyad (Huedin) és Csucs (Ciucea) közötti szakaszán (Bănărescu 1964), valamint két mellékvízfolyásában, a Drăgan és a Iad patakokban természetes előfordulása (Bănărescu et al. 1997). Mi a Sebes-Körösben Bratca térségében fogtuk egy példányát, több *Phoxinus phoxinus*, *Salmo trutta* és *Cottus gobio* egyeddel együtt, vagyis nem a jellemző szinttáján. A fajt Telcean és munkatársai (2007) is jelezték a folyóból, pontosabb lelőhely megjelölése nélkül. A *Perccottus glenii* egy példányát a Hármaskörös békésszentandrás szakaszáról gyűjtöttük. Ezt megelőzően a faj már ismert volt a Berettyó hazai szakaszáról (Halasi-Kovács et al. 2011), a Hármaskörösből, valamint a Sebes-Körösből, a Körösladányi duzzasztó felvizeről (Sallai szóbeli közlés).

2. táblázat. A halközösség struktúrája a Körös-Berettyó vízrendszer 17 mintaterületén
(KK = Kettős-Körös, HK = Hármás-Körös)
Table 2. Structure of the fish community in 17 sampling areas of the Körös-Berettyó river system
(KK = Kettős-Körös, HK = Hármás-Körös)

Taxon	Szeghalom Marghita Abram Berettyó	Körös-ladány Körös-szakál Sántion Fughiu Bratca	Gyula Tinca Beius Vaşcău	Chişineu-Criş Ineu Várurtele	KK	HK
<i>Eudontomyzon danfordi</i>			16	27		
<i>Rutilus rutilus</i>	6	2	27	61	23	31
<i>Ctenopharyngodon idella</i>						
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		1				
<i>Leuciscus leuciscus</i>				5		
<i>Leuciscus idus</i>	10	7				
<i>Squalius cephalus</i>	2	69	15	3	15	23
<i>Phoxinus phoxinus</i>			57		13	432
<i>Aspius aspius</i>	6			1		
<i>Alburnus alburnus</i>	124	3	4	162	26	32
<i>Alburnoides bipunctatus</i>		209	14		2	
<i>Blicca bjoerkna</i>	35			6		
<i>Abramis brama</i>	1			1		
<i>Ballerus sapa</i>				1		
<i>Vimba vimba</i>					3	
<i>Chondrostoma nasus</i>		2		7		
<i>Tinca tinca</i>					1	
<i>Barbus barbus</i>		1		6	4	1
<i>Barbus sp.*</i>				2	7	39
<i>Gobio carpathicus</i>		135	49	26	23	
<i>Romanogobio valdykovi</i>			23	1	20	2
<i>Romanogobio uranoscopus</i>						1
<i>Romanogobio kessleri</i>						1
<i>Pseudorasbora parva</i>				21		
<i>Rhodeus amarus</i>	6			5	240	52
<i>Carassius gibelio</i>		3	1		1	49
<i>Cyprinus carpio</i>	4			2	1	2
<i>Cobitis elongatoides</i>	8			22	82	18
<i>Sabanejewia balcanica</i>					21	14
<i>Misgurnus fossilis</i>						1
<i>Barbatula barbatula</i>		1				5
<i>Ameiurus melas</i>						4
<i>Silurus glanis</i>	1			3		
<i>Esox lucius</i>	4			1		1
<i>Salmo trutta</i>						10
<i>Thymallus thymallus</i>						1
<i>Lota lota</i>				6	2	
<i>Cottus gobio</i>						7
<i>Lepomis gibbosus</i>				20	4	3
<i>Perca fluviatilis</i>				6	22	22
<i>Gymnocephalus cernua</i>				1	13	
<i>Gymnocephalus baloni</i>				1		
<i>Gymnocephalus schraetser</i>						5
<i>Sander lucioperca</i>	1			2		
<i>Zingel streber</i>					2	
<i>Zingel zingel</i>						5
<i>Percottus glenii</i>						2
<i>Proterorhinus semilunaris</i>						4
<i>Neogobius fluviatilis</i>						1
FAJSZÁM	13	6	9	22	21	12
	20			41	14	11
					12	20
					12	6
					19	21
					15	
					18	16

*korábban (previously): *Barbus peloponnesius petenyi*

A 17 mintaterület közül a körösladányi és a körösszakáli (Sebes-Körös), a borosjenői (Fehér-Körös) és a tenkei (Fekete-Körös) bizonyult fajgazdagnak (3. táblázat). Az első kettő mintaszakasz, mint azt már korábban jeleztük, egy duzzasztómű és egy nagyobb bukógát alatti terület. A halak migrációját gátló keresztgátak számottevően feldúsítják az alvíz halállományát. A felvíznél lényegesen gyorsabb szakaszon több, a felsőbb szinttájakra jellemző faj is megtalálható a középszakasz karakterisztikus fajai mellett, pl. *Alburnoides bipunctatus*, *Chondrostoma nasus*, *Barbus sp.** (korábban: *B. peloponnesius petenyi*), *Zingel streber*. A borosjenői, de különösen a tenkei mintaszakasz fajgazdagságát a megelőző és követő folyamkilométerekéhez képest nagyobb mederesedésnek (reofil fajok aránya 45-48%), ill. rendkívül diverz mikrohabitatjának köszönheti. Jóval átlag (14,5) alatti a margittai és az érábrányi (Berettyó), valamint a vaskohszelestei mintaterület (Fekete-Körös) halközösségének fajsza. Utóbbi mintavételi hely a folyó pisztráng szinttáján található (mederesés 30 m/km), halközösségét mindössze 6 habitatspecialista faj alkotta. A Berger-Parker-féle dominancia-index a már elemzett békési, ill. békésszentandrás szakaszokén kívül csak a vaskohszelestei, szeghalmi és körösladányi mintaterületek halközössége esetében magas. A Shannon-Wiener diverzitási index az átlagosnál alacsonyabb fajszámmal rendelkező (Margitta, Vaskohszeleste), ill. a nagyobb Berger-Parker-dominanciával jellemezhető mintaterületek (Békés, Békésszentandrás, Szeghalom) halközössége esetében a legalacsonyabb. Magas diverzitásindexű a körösszakáli, tenkei, köröskisjenői, borosjenői és a halmágycsúcsi halközösség. Az effektív fajszám is ezeken a mintahelyeken a legmagasabb értékű, itt a halközösséget 8-10 faj dominálja. A margittai, ill. a vaskohszelestei mindössze 6-6 fajból álló halközösség esetében az effektív fajszám ugyan csak 3-3, ez azonban nem annyira feltűnő, mint a békési, vagy a békésszentandrás mintaterületeken, ahol a 18, ill. 16 fajú halközösséget is csak 2-3 faj dominálja. A ritkított mintanagysághoz tartozó mintaterületenkénti fajszámot (várható fajszám) az érábrányi mintavételi hely (n=111) abundanciaszintjén számítottuk. A várható fajszámok szerint a halközösség a Sebes-Körös körösladányi, és a Fehér-Körös köröskisjenői szakaszán a legváltozatosabb (3. táblázat).

3. táblázat. A mintaterületek halközösségének diverzitásmutatói

[N=egyedszám, S=fajszám, n_{max}/N =Berger-Parker dominancia, H=Shannon-Wiener index, $expH$ =effektív fajszám, $ES(m)$ =ritkított mintanagysághoz rendelt fajszám]

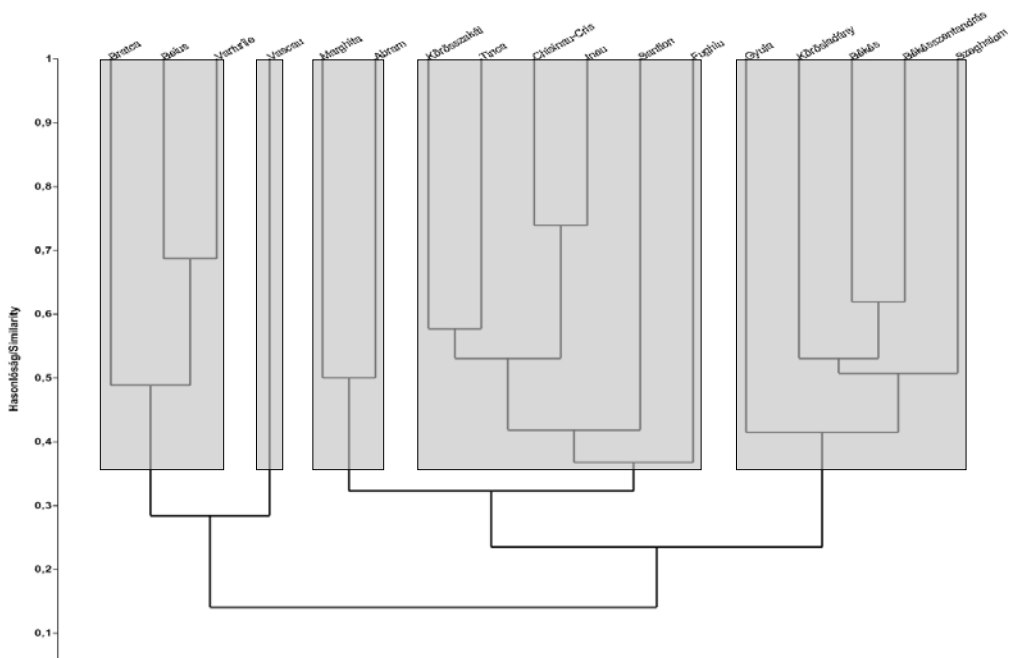
Table 3. Diversity indices of the fish communities

[N=number of individuals, S=species richness, n_{max}/N =Berger-Parker dominance, H=Shannon-Wiener index, $expH$ =effective species number, $ES(m)$ =species number of the rarefied sample]

Mintaterület (Sampling area)	Folyó (River)	N	S	n_{max}/N	H	$expH$	ES(m)
Szeghalom	Berettyó	208	13	0,5962	1,460	4,3	11
Margitta/Marghita		420	6	0,4976	1,094	3,0	4
Érábrány/Abram		111	9	0,4414	1,568	4,8	9
Körösladány	Sebes-Körös Crişul Repede	291	22	0,5567	1,776	5,9	16
Körösszakál		575	21	0,4174	2,072	7,9	15
Biharszentjános/Sántion		216	12	0,2407	1,976	7,2	11
Fugyi/Fughiu		412	14	0,4757	1,668	5,3	11
Barátka/Bratca		193	11	0,3368	1,633	5,1	9
Gyula-Városerdő		112	12	0,3036	1,827	6,2	12
Tenke/Tinca	Fekete-Körös	678	20	0,2301	2,242	9,4	14
Belényes/Beius	Crişul Negru	1 031	12	0,3754	1,793	6,0	10
Vaskohszeleste/Sălişte de Vaşcău		705	6	0,6128	1,154	3,2	5
Köröskisjenő/Chişineu-Criş	Fehér-Körös Crişul Alb	258	19	0,3372	2,258	9,6	16
Borosjenő/Ineu		497	21	0,3159	2,084	8,0	14
Halmágycsúcs/Vărfurile		276	15	0,3116	2,060	7,8	13
Békés	Kettős-Körös	799	18	0,7860	0,966	2,6	10
Békésszentandrás	Hármas-Körös	381	16	0,7664	1,107	3,0	12

A várható fajszám az eredeti fajszámhoz képest a gyulai és a biharszentjánosi mintaterületeken csökkent a legkisebb arányban (0% és 8%). Gyula-Városerdő esetében a tényleges fajszám és a várható fajszám egyezése érthető, hiszen a fajszám-intrapoláció alapegyedszámától a szóban forgó terület mintájának összes egyedszáma csak eggyel több. Annak a törvényszerűségnek, hogy egy mintában foglalt egyedek száma minél nagyobb mértékben tér el a fajszám-intrapoláció alapegyedszámától, annál nagyobb lesz a tényleges fajszám és a várható fajszám közötti különbség, látványosan ellentmond a legnagyobb egyedszámmal rendelkező belényesi minta. Utóbbi mintaterületen gyűjtöttük a legtöbb egyedet (1 031 ind.), a várható fajszám mindezek ellenére csak 16%-kal kisebb, mint a ténylegesen kimutatott fajok száma. A mutató alapján legjelentősebben a békési mintahely halközösségének a fajszáma csökkent (44%).

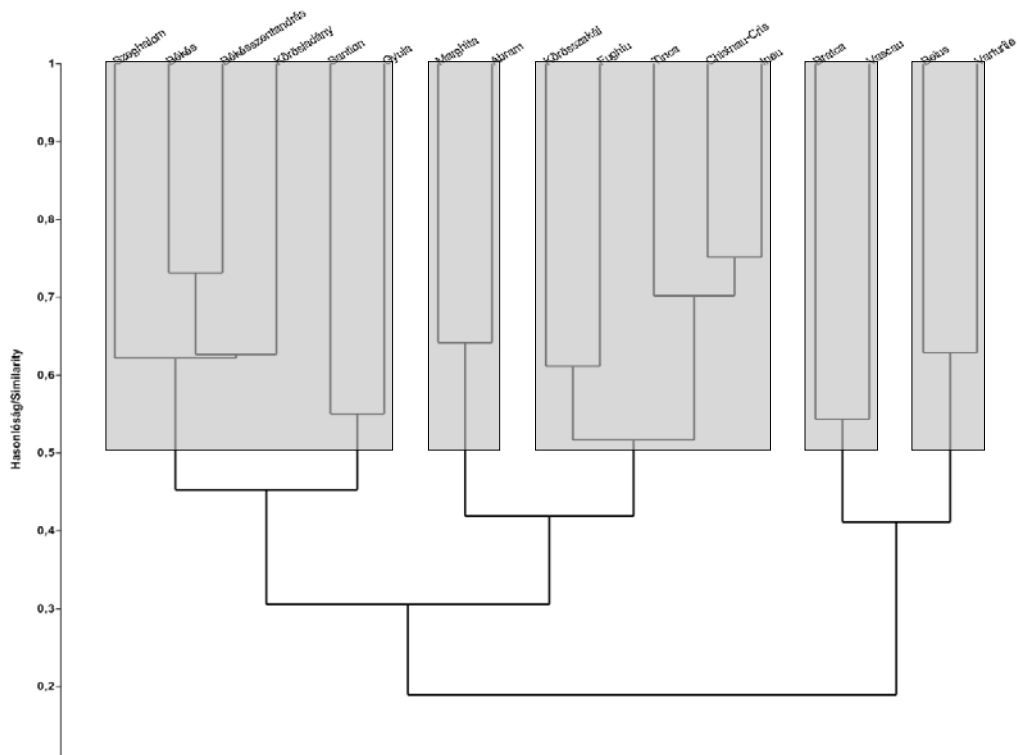
A mintaterületek halközösség-struktúrája szerinti, Jaccard-index alapján történő osztályozása során 5 nagyobb csoportot lehet elkülöníteni (2. ábra). A páronkénti ultrametrikák csekély torzítását a kofonetikus korreláció magas értéke (0,85) bizonyítja. A csoportok között a nem paraméteres, egyirányú ANOSIM teszttel a csoportok különbségei $R=0,922$ érték mellett $p=0,0001$ szinten szignifikánsak. Egy klaszterbe kerültek a Sebes-Körös (a körösszakalit kivéve), a Fekete-Körös, és a Berettyó hazai alsó szakaszának mintaterületei, valamint a Kettős- és a Hármás-Körös békési és békésszentandrászi szakaszai. A csoporton belül az utóbbi két mintaterület halközössége mutatja a legnagyobb hasonlóságot, az osztályozás ehhez előbb a Sebes-Körös körösladányi, majd a Berettyó szeghalmi, végül a Fekete-Körös gyula-városerdei mintáját fűzi. A legnagyobb klaszterbe a Körösök középszakaszát reprezentáló mintaterületek kerültek. A hasonlóan gyors vízáramlással rendelkező körösszakáli mintaterületet a klasszifikáció ebbe a klaszterbe osztotta. Világosan külön csoportként jelenik meg a Berettyó két romániai, erősen szennyezett mintaterülete, amelyek halközösségük alapján leginkább a Körösök középszakaszához hasonlítanak.



2. ábra. A mintaterületek halközösség-struktúra szerinti klaszterezése Jaccard-index alapján
 Fig. 2. Jaccard clustering of the sampling areas based on their fish community structure

A csoportosítás a felsőszakasz, de még nem pisztráng szinttáj jellegű barátкаи (Sebes-Körös), belényesi (Fekete-Körös) és halmágycsúcsi (Fehér-Körös) mintaterületeket is egy klaszterbe gyűjtötte. A tipikusan pisztráng szinttájú Vaskohszeleste teljesen elkülönül a többi csoporttól. A Jaccard-féle hasonlósági index esetében, a hierarchikus osztályozás jól követhetően a folyók azonos szakaszjellegű mintaterületeit fűzte egy klaszterbe.

Az egyedszámokat is figyelembe véve, a Bray–Curtis hasonlósági index alapján készített dendrogram valamelyest eltérő (3. ábra). A kofonetikus korreláció értéke most is magas, 0,819. Az ANOSIM teszt szerint a csoportok különbségei $R=0,871$ érték mellett $p=0,0001$ szinten szignifikánsak.



3. ábra. A mintaterületek halközösség-struktúja szerinti klaszterezése Bray–Curtis-index alapján
 Fig. 3. Bray-Curtis clustering of the sampling areas based on their fish community structure

Az egyik eltérés, hogy a Sebes-Körös biharszentjánosi mintaterülete most nem a Körösök középszakaszát reprezentáló csoportjába került, hanem a Kettős- és a Hármás-Körös, valamint a folyók alsó, magyarországi szakaszának klaszterébe. További differencia, hogy a Fekete-Körös pisztráng szinttáján lévő vaskohszelestei mintaterület halközössége jelen esetben nem képez egyedül egy különálló klasztert, hanem a Sebes-Körös barátкаи mintahelyének halállományával került egy csoportba, amelyet az osztályozás igen alacsony hasonlósági szinten kapcsol a többi klaszterhez.

A mintahelyek halegyütteseinek, a folyók longitudinális profilja menti, fajösszetételbeli variabilitása kvantifikálását az SDR IV programcsomagba ágyazott Wilson & Shmida-féle β -diverzitási index (β_T) alkalmazásával végeztük (4. táblázat). Két vagy több mintaterület között számítható fajkicserélődési indexe szoros kapcsolatban van a mintaterületek halközösségének hasonlóságával, minél nagyobb pl. a Jaccard-hasonlóság, annál kisebb a köztük számítható β -diverzitás. A legmagasabb fajkicserélődési rátát a Sebes-Körösben, a

legalacsonyabbat a Fehér-Körösben tapasztaltuk. Azonos folyón belül, két-két szomszédos mintaterület halegyüttese között a fajkészlet változását jelző index jelentősen különbözik. Szeghalom és Margitta fajkészletének Jaccard-hasonlósága igen alacsony ($J_i=0,118$), a β_T értéke ennek megfelelően magas (a Körös-Berettyó vízrendszerben számított legmagasabb).

4. táblázat. A Wilson & Shmida-féle β -diverzitási indexek értékei
Table 4. Values of the Wilson & Shmida β -diversity indices

Folyó (River)	Mintaterületek (Sampling area)	Index
Berettyó	Szeghalom \Rightarrow Marghita	0,789
	Marghita \Rightarrow Abram	0,333
	Szeghalom \Rightarrow Marghita \Rightarrow Abram	1,071
Sebes-Körös	Körös Ladány \Rightarrow Körösszakál	0,442
	Körösszakál \Rightarrow Sântion	0,394
	Sântion \Rightarrow Fughiu	0,538
	Fughiu \Rightarrow Bratca	0,600
	Körös Ladány \Rightarrow Körösszakál \Rightarrow Sântion \Rightarrow Fughiu \Rightarrow Bratca	1,906
Fekete-Körös	Gyula-Városerdő \Rightarrow Tinca	0,563
	Tinca \Rightarrow Beius	0,438
	Beius \Rightarrow Săliște de Vașcău	0,667
	Gyula-Városerdő \Rightarrow Tinca \Rightarrow Beius \Rightarrow Săliște de Vașcău	1,760
Fehér-Körös	Chisineu-Criș \Rightarrow Ineu	0,150
	Ineu \Rightarrow Vârfurile	0,500
	Chisineu-Criș \Rightarrow Ineu \Rightarrow Vârfurile	0,654

A Berettyó szennyezett, középső szakaszán a két mintaterület (Margitta \Rightarrow Érábrány) között a fajkicserélődés mértéke már sokkal alacsonyabb. A Sebes-Körös esetében a fajkészlet élőhelyről-élőhelyre történő változása egyenletesnek mutatkozik, a legnagyobb β_T érték Fugyi és Barátka között számítható. A hierarchikus osztályozások is külön klaszterbe csoportosították a két mintahelyet. A Körös-Berettyó vízrendszerében a második legmagasabb β_T értéket a középszakasz jellegű belényesi és a pisztráng szinttájhoz tartozó vaskohszelestei mintaterületek halközösségeinek fajkészlete között tapasztaltuk, mivel a két élőhely komplementaritása magas. Ennek ellenkezője érvényes a Fehér-Körös köröskisjenői és borosjenői mintaterületei esetében, ahol a halegyüttes hasonlósága magas ($J_i=0,739$), a fajkicserélődés rátája és ezzel az élőhelyek komplementaritása alacsony.

A lokális változatosság jellemzésére alkalmas α -diverzitást általában az élőhely értékelésére nehezen alkalmazható mutatónak tartják (Jost et al. 2006, Bíró 2011), mivel az csak rövid időszakkal mérhető ökológiai folyamatokkal magyarázható (Horváth & Martínez-Castellanos 2006). A halközösségek strukturális viszonyait alakító faktorok közül legfontosabb a habitatok architektúrája. A lokális vertikális térstruktúra a szőben forgó sekély vízfolyások esetében alárendelt szerepű, az ökológiai niche-k inkább csak a horizontális térstruktúrában meghatározók. A nyilvánvalóan magas heterogenitással rendelkező vízfolyásokban (Sebes-Körös, Fekete-Körös) nagyobb a komplementaritás, ill. a fajkicserélődési ráta. A magasabb szintű diszturbációnak, szennyezésnek, humán aktivitásnak kitett vízfolyások, mint pl. a Berettyó esetében a megváltozott körülmények, jelentékeny mértékben felerősítik a populációk közötti kompetíciót, ami jól mérhető következményként a halközösség struktúráját változtatja meg. A számos, közelítőleg egyező egyedszámú halfajból álló közösség helyett egy-két faj válik dominánssá, néhány ritka, feltehetőleg a lokális kihalás felé haladó faj mellett. Jelen vizsgálatunkban az egyes folyók különböző szakaszai között kimutatott fajszámbeli különbségeket egyrészt az élőhelyszerkezetbeli eltérésekkel (gyors vagy lassú vízáramlás, iszapos-homokos-kavicsos mederfenék), másrészt a vízszennyezésekkel és a vízepítésekkel (duzzasztó, bukógát) lehet igazolni. A zavart élőhelyek erősen leromlott struktúrájának egyenes következménye a habitatspecialista, korlátozott elterjedésű halfajok állomány nagyságának csökkenése, a

halközösség diverzitási mutatóinak csökkenése. Az élőhely-degradációt nem mindig a ritka fajok eltűnése jelzi elsőként, hanem inkább a habitatspecialista fajok megritkulása.

Köszönetnyilvánítás

A Körös-Berettyó vízrendszer folyóinak halfaunisztikai felmérését a HURU/0901 „Studies on accumulation of pharmaceuticals and metabolites in the ecosystem of Körös River basin” programja támogatta.

Irodalom

- Andó M. (1997): Hydrographic description of the Körös/Criş river system. In Sárkány-Kiss, A., Hamar, J. (eds.): The Cris/Körös Rivers' Valleys. *TISCIA monograph series* 15–36.
- Bănărescu, P.M. (1964): *Pisces/Osteichthyes*. Vol 13. Edit. Acad. R. P. Romine, Bucuresti, pp. 959.
- Bănărescu, P.M., Telcean, I., Bacalu, P., Harka Á., Wilhelm S. (1997): The fish fauna of the Cris/Körös river basin. In Sárkány-Kiss, A., Hamar, J. (eds.): The Cris/Körös Rivers' Valleys. *TISCIA monograph series* 301–325.
- Bíró P. (2011): *Vizsgálati módszerek és értékelő eljárások a halbiológiában*. Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 272.
- Györe K., Sallai Z. (1998): A Körös-vízrendszer halfaunisztikai vizsgálata. *Crisicum* I: 211–228.
- Halasi-Kovács B., Sallai Z., Antal L. (2011): A Berettyó hazai vízgyűjtőjének halfaunája és halközösségeinek változása az elmúlt évtizedben. *Pisces Hungarici* 5: 43–60.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4: 9.
- Harka Á. (1996): A Körösök halai. *Halászat* 89/4: 144–148.
- Harka Á. (2011): Tudományos halnevek a magyar szakirodalomban. *Halászat* 104/3-4: 99–103.
- Harka Á., Györe K., Sallai Z., Wilhelm S. (1998): A Berettyó halfaunája a forrástól a torkolatig. *Halászat* 91: 68–74.
- Horváth A., Martínez-Castellanos, R. (2006): Élőhely-értékelés állatközösségek diverzitása alapján a dél-mexikói Montebello-i Tavak Nemzeti Parkban. *Állattani Közlemények* 91: 95–116.
- Jost, L. (2006): Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363–375.
- Konecsny, K. (2008): A Fehér-Körös vízgyűjtő felszíni vízkészleteinek hasznosítási lehetőségei. *MHT 26. Országos Vándorgyűlése*, Miskolc. www.hidrologia.hu/vandorgyules/26
- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007): *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, pp. 646.
- Podani J. (1997): *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmibe*. Scientia Kiadó, Budapest, pp. 412.
- Sárkány-Kiss, E., Sírbu, I., Macalik, K., Drăgulescu, C. (1999): A Berettyó. In Sárkány-Kiss, E., Sírbu, I., Kalivoda, B. (eds.): *Fluvii Carpatorum. A Körös medence folyóvölgyeinek természeti állapota*. Szolnok-Târgu Mureş, 144–146.
- Seaby, R. M., Henderson, P. A. (2006): *Species Diversity and Richness Version 4*. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- Solow, A. R. (1993): A simple test for change in community structure. *J. Anim. Ecol.* 62/1: 191–193.
- Telcean, I.C., Bănărescu, P. (2002): Modifications of the fish fauna in the upper Tisa River and its southern and eastern tributaries. In Sárkány, A., Hamar, J. (eds.): Ecological aspects of the Tisa River Basin. *Tiscia monograph* 6: 179–186.
- Telcean, I., Cupsa, D. (2007): The influence of the habitats upon the fishfauna of the lower sector of Crisuri Rivers (North-Western Romania). *Pisces Hungarici* 2: 31–39.
- Telcean, I. C., Cupşa, D., Covaciu-Marcov, S. D., Sas, I. (2007): The fishfauna of the Crisul Repede River and its threatening major factor. *Pisces Hungarici* 1: 13–18.
- Újvári, J. (1972): *Geografia apelor României*. Stiinţifică, Bucureşti.
- Wilhelm, S. (2002): A Bisztra-patak halfaunája, különös tekintettel a Berettyó folyó halfaunájával való kapcsolatára. *Múzeumi Füzetek*, Kolozsvár 11: 73–78.
- Wilhelm, S. (2007): A Berettyó és mellékvizei halfaunájának változásai. *Pisces Hungarici* 1: 106–112.

Authors:

Károly GYÖRE (gyorek@haki.hu), Vilmos JÓZSA (jovsav@haki.hu), Diana CUPŞA, Alexandrina FODOR, Janka BIRÓ, Anda PETREHELE, Adriana PETRUS, Zsuzsanna JAKABNÉ SÁNDOR, Zsuzsanna GYÖNGYÖSINÉ PAPP