

## A MAGYARORSZÁGI FOLYÓVÍZTESTEK HALKÖZÖSSÉG ALAPÚ MINŐSÍTÉSE

### FISH-ASSEMBLAGE-BASED ECOLOGICAL CLASSIFICATION OF HUNGARIAN RIVERS

HALASI-KOVÁCS Béla<sup>1</sup>, ERŐS Tibor<sup>2</sup>, HARKA Ákos<sup>3</sup>, NAGY Sándor Alex<sup>4</sup>,  
SALLAI Zoltán<sup>5</sup>, TÓTHMÉRÉSZ Béla<sup>6</sup>

<sup>1</sup>SCIAP Kft., Debrecen; <sup>2</sup>MTA Balatoni Limnológiai Kutató Intézet, Tihany; <sup>3</sup>Magyar Haltani Társaság, Tiszafüred; <sup>4</sup>Debreceni Egyetem TTK Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen; <sup>5</sup>Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen; <sup>6</sup>Debreceni Egyetem TTK Ökológiai Tanszék, Debrecen; [halasi@t-online.hu](mailto:halasi@t-online.hu), [ertib@tres.blki.hu](mailto:ertib@tres.blki.hu), [harkaa@freemail.hu](mailto:harkaa@freemail.hu)

**Kulcsszavak:** Víz Keretirányelv, ökológiai állapot, halközösség  
**Keywords:** Water Framework Directive, ecological quality, fish assemblage

#### Összefoglalás

A Víz Keretirányelv végrehajtási rendeletei Magyarországon is előírják a víztestek biológiai elemek alapján történő minősítését. A biológiai elemek között szerepelnek a halak is. A hazai víztestek halközösségei alapján történő minősítéshez olyan rendszert kellett kialakítani, amely alkalmas egy gyakorlatias rendszer megfelelő kezelésére, figyelembe veszi a hazai víztestek, illetve azok halközösségeinek sajátosságait, ugyanakkor lehetővé teszi az interkalibrációt.

Ennek érdekében az ECOSURV projekt alapadatait felhasználva statisztikai eljárások segítségével kidolgoztuk a folyóvíztestek halközösség alapú minősítését. A kidolgozott minősítő rendszer multimetrikus értékelési eljárás, ahol a változókat a halközösségek ökológiai jellegű csoportjai képezik, és az antropogén hatások összegezve jelennek meg az eredményben. Az elemzések a primer eredmények mellett több, ökológiai szempontból is értékes információt szolgáltatnak a hazai vízfolyások halközösségeire vonatkozóan.

A víztestek minősítése érdekében elkészítettünk egy cca. 31 000 rekordot tartalmazó adatbázist, amely a hazai halkutatások minősítéshez felhasználható kvantitatív alapadatait tartalmazza 1995-2008 közötti időszakban. A folyóvíztestek minősítését 1 457 mintavétel eredményei alapján, összesen 329 víztestre végeztük el.

A minősítési eljárás kidolgozása, illetve a víztestek minősítése több éven keresztül tartó – de véglegesnek korántsem tekinthető – munkájának első fázisa ezzel lezártnak tekinthető. Az elvégzett munka eredményeként a hazai folyóvíztestek halközösség alapú minősítése a Víz Keretirányelv előírásainak megfelelő színvonalú eredményeket produkált, a hazai folyóvíztestek jelentős hányadának minősítése megtörtént. A rendszer további finomítására a VKI szempontú monitorozás eredményei adnak lehetőséget. A minősítés során elvégzett szakmai munka tudományos szempontból is jelentős, elsősorban a halközösségek struktúrájára vonatkozó új eredményeket hozott.

#### Summary

The national legislation, pertaining to the Water Framework Directive order the classification of water bodies, based on biological elements. The fish species are also among these biological elements. The expectations for the Hungarian classification system are twofold: on the one hand, it should fulfil the WFD requirements and on the other hand, it has to take into consideration the specific characteristics of water courses and fish assemblages in Hungary, enabling intercalibration.

Based on the data of the ECOSURV project and using statistical methods we have elaborated the fish assemblages based evaluation system for water flows. The classification system (Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes: EQ<sub>HRF</sub>) is a multimetric index evaluation method, the variables are the ecological guilds of fish assemblages, and the anthropogenic effects are cumulated in the results. Besides the primary results the analyses provided several information concerning the Hungarian riverine fish assemblages also significant from ecological point of view.

In the course of classification of water bodies a database containing app. 31 000 recorded had been compiled. The classification was made for 329 riverine-waterbodies, based on results of 1 457 sampling.

#### Bevezetés

A Víz Keretirányelv (VKI), valamint annak végrehajtására létrehozott jogszabályok által meghatározottak szerint 2009. év végéig el kell készíteni Magyarország vízgyűjtő gazdálkodási tervét (VGT). A VGT alapját, vagyis a tervezési egységeket képező víztesteken végzendő beavatkozások, intézkedési tervek, valamint az állapot nyomon követés tudományos megalapozását a műszaki adatok mellett – a VKI-ban lefektetett alapelveknek,

megfelelően, újszerű módon – a víztestek biológiai elemek alapján történő állapotértékelése, monitorozása adja. A halak a VKI-ban rögzített indikátor szervezetek közé tartoznak.

A halközösségeken alapuló ökológiai állapotértékelés kialakítása érdekében tett intézkedések közül kiemelendő a 2005-ben elvégzett, országos léptékű ECOSURV projekt. E munka eredményeinek felhasználásával készült el a magyarországi vízfolyások halközösség alapú ökológiai minősítési rendszere (Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes) (Halasi-Kovács és Tóthmérész 2008).

2008-tól kezdődtek meg azok a munkák, amelyeknek célja volt az elkészített minősítési rendszer segítségével, illetve a rendelkezésre álló adatok alapján a hazai folyóvíztestek minősítése. Ezen munka elvégzése a VKI céljainak megvalósítása szempontjából alapvető fontosságú volt. Ugyanakkor az összeállított adatbázis elemzése olyan ökológiai információkat is biztosít, amely jelentős lehet az egyes víztípusok jellemző halközösség struktúrájának jobb megismerése szempontjából.

### Anyag és módszer

#### *A hazai vízfolyások halközösségen alapuló ökológiai minősítése*

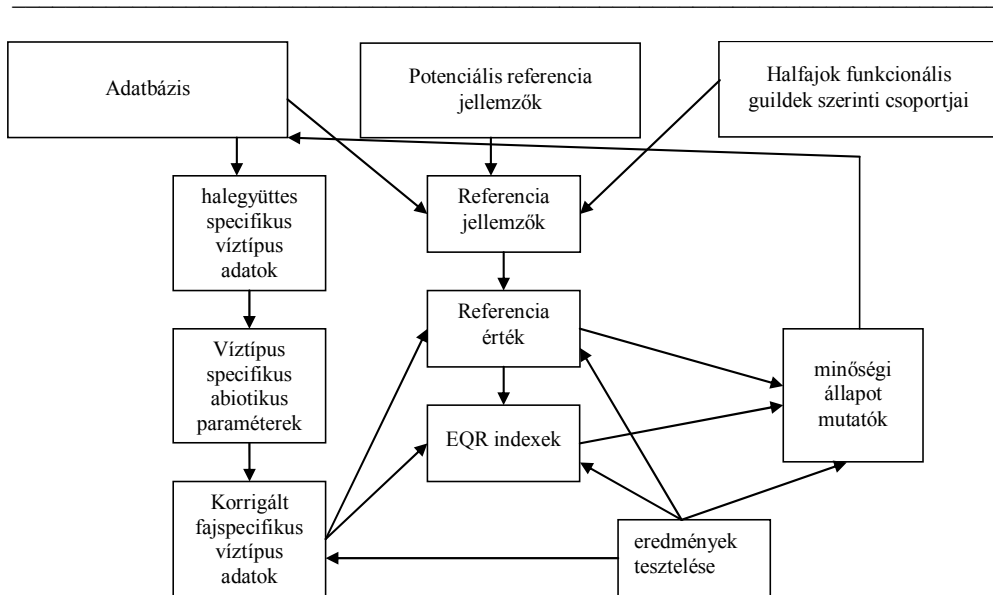
A halközösségekre alapozott biológiai integritásindexet (index of biotic integrity – IBI) Észak-Amerikában patakok degradálódásának jellemzésére dolgozták ki (Karr, 1981), majd a módszert más régiókban is alkalmazták bizonyos módosításokkal (Miller et al., 1988; Steedman, 1988; Oberdorff és Hughes, 1992; Hughes et al., 1998; Ganasan és Hughes, 1998). A rendszer abban az esetben működik megfelelően, ha a referenciajellemzők jó korrelációt mutatnak az antropogén hatásokra bekövetkező degradációval, valamint az adott víztípus referenciaértékei tükrözik az antropogén hatásoktól mentes állapotot.

A biológiai integritásindex a különböző szupraindividuális szintű és ökológiai tartalmú információk integrálásával viszonylag stabil és egyszerűen kezelhető vízminősítési rendszert biztosít. Ugyanakkor a rendszer alkalmazhatóságának gyenge pontját képezi, hogy Európában igen korlátozott a referenciaértéküként elfogadható, emberi hatásoktól mentes vízterek köre.

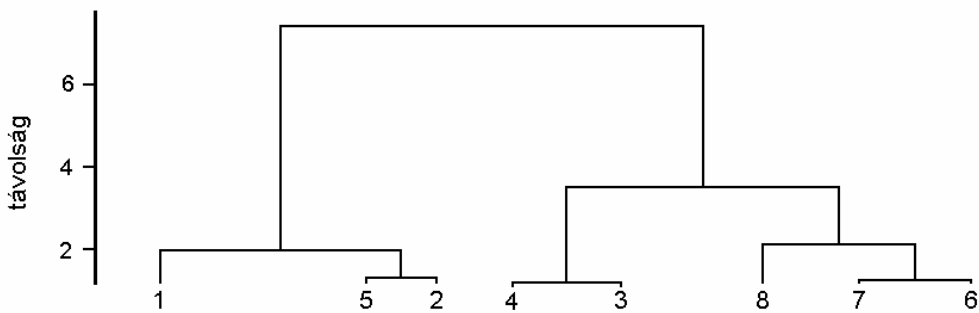
A hazai minősítő rendszerekkel szemben kettős szakmai követelmény fogalmazódik meg. Az első a hazai víztípusokra való teljes körű érvényesség, a másik a VKI előírásainak való megfelelés, interkalibráció biztosítása (Halasi-Kovács és Tóthmérész, 2006). A hazai vízfolyások halközösség-struktúráján alapuló ökológiai minősítő rendszerének elméleti alapjait a biológiai integritásindex szolgáltatja. A kidolgozott minősítő rendszer multimetrikus értékelési eljárás, ahol a változókat a halközösségek ökológiai jellegű csoportjai képezik, és az antropogén hatások összegezve jelennek meg az eredményben (1. ábra). Az eredmény számszerűen egy ökológiai minősítő indexszel (Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes: EQI<sub>HRF</sub>) fejezhető ki.

A minősítő rendszer kidolgozásakor készült el az alapadatok megfelelő szűrés utáni többváltozós statisztikai elemzése segítségével a halközösség alapján elkülöníthető hazai vízfolyástípusok meghatározása (Halasi-Kovács és Tóthmérész, 2006) (2. ábra). Az eredmények alapján összesen nyolc csoportot lehetett elkülöníteni:

1. Középhegységi kisvízfolyások (patakok)
2. Dombvidéki kisvízfolyások, kis folyók
3. Közepes és nagy folyók dombvidéki, nagyobb esésű, kavicsos aljzatú szakasza
4. Közepes és nagy folyók dombvidéki, kisebb esésű, homokos aljzatú szakasza
5. Alföldi kisvízfolyások (ér)
6. Alföldi kis és közepes folyók, csatornák
7. Nagy folyók alföldi szakasza
8. Duna



1. ábra. Az  $EQI_{HRF}$  kialakításának logikai ábrája  
 Fig. 1. Logical figure of the  $EQI_{HRF}$



2. ábra. A hazai folyóvíztestek clustere az ECOSURV projekt adatai alapján  
 Fig. 2. Tree diagram of the river-waterbodies in Hungary, based on the data of ECOSURV project

### Alapadatok

A korrekt minősítéshez elengedhetetlen, hogy az alapadatok megfelelő minőségűek legyenek. Ez vonatkozik a mintavétel módszerére, valamint annak kivitelezésére egyaránt. Az értékelhető adatok körét az alábbiakban adjuk meg.

- A mintavételi egységnek jellemzőnek kell lennie a víztest egészére.
- A mintavétel napszaka a nappal.
- A mintavétel módszere az elektromos mintavételi eszköz (EME).
- A mintát a víztípusnak megfelelő standard mintavételi hosszon kell venni.
- Gázolható vízfolyásokon a mintavétel a víz sodrásával szemben gázolva, akkumulátoros EME használatával, lehetőleg segédszák alkalmazásával történjen. A mintavétel lehet folyamatos és több alegységből álló, azaz fragmentált is.

- Nagyobb vízfolyásokon csónakból, nagyteljesítményű aggregátoros EME használatával, a mintavételi eszköz sajátosságainak megfelelően, elsősorban a ripális régióban, a víz sodrásával egyező irányban, lehetőség szerint a víz sodrásánál lassabban (nagy vízsebességnél sodrással szemben), az élőhely környezeti adottságainak arányában vett fragmentált mintavételi módszer alkalmazásával történjék.
- A minősítéshez a mintavételi egységben előforduló fajokat, azok pontos egyedszámát, valamint korosztályát (0+; idősebb) szükséges rögzíteni.
- A minősítéshez a 0+ korosztályúnál idősebb egyedek számát kell megadni.
- Amennyiben egy adott fajból csak elsőnyaras ivadék kerül elő, úgy a fajt egyetlen idősebb példánynak megfelelő értékkel kell szerepeltetni a minősítésben.

A minősítendő víztestek között számos olyan vízfolyás szerepelt, amelyre vonatkozóan EME használatával és kétközhalóval gyűjtött adatok is rendelkezésre álltak, így lehetőség nyílt a két mintavételi eljárás összehasonlítására. Mintegy ötven víztestet mindkét adatsor alapján minősítve, megfelelő mértékben hasonló eredményeket kaptunk, ezért azokat a gázolható kisvízfolyásokat, amelyekről elektromos mintavételi adatokkal nem rendelkezünk, a kétközhalós fogási adatok alapján minősítettük.

Azokat az adatokat, amelyek legalább szemikvantitatívként voltak értékelhetők, a mintavételre való alkalmasság és a mintavétel módszere alapján három megbízhatósági kategóriába rendeztük.

#### *Az adatbázis*

A minősítéshez szolgáló adatok megfelelő kezelhetősége érdekében szükséges volt az egységes adatbázisforma kialakítása. Ennek a projekt keretén belül használt változatát az *1. táblázat* mutatja be.

*1. táblázat. Az  $EQI_{HRF}$ -hez összeállított alapadatbázis  
Table 1. The database form for  $EQI_{HRF}$*

Adatcella neve	Adatcella tartalma	Megjegyzés
Víztest neve		
Víztest kódja		
Mintavétel kód		
Mintaegység kód		
Minta alegység kód		
Település		
EOVX felső		Mintaegységre vonatkozóan
EOVY felső		Mintaegységre vonatkozóan
EOVX alsó		Mintaegységre vonatkozóan
EOVY alsó		Mintaegységre vonatkozóan
Víz típus 1.		VKI alapján
Víz típus 2.		Hal alapján (Halasi-Kovács B., Tóthmérész B., 2008)
Fajnév latin		
Auktor		
Fajnév magyar		
Egyedszám		
Korosztály	0+; idősebb	
Testhossz standard	(mm)	
Testtömeg	(g)	
Pontosság	becsült; pontos	
CPUE	(db/1000m)	Mintavétel hossza alapján számított érték.
Egységnyi területre jutó	(1 ha)	Mintavétel hossza és az "effektív szélesség" szorzata alapján

Mintavétel módszere	EME, kétközháló, kopoltyúháló, egyéb	
Megjegyzés1		kopoltyúhálónál a háló típusa, egyéb módszer megnevezése
EME típusa		
Mintavétel stratégiája1.	csónakból, gázolva	(Csak EME esetében kitöltendő)
Mintavétel stratégiája2.	teljes; részleges	(Csak EME esetében kitöltendő)
Mintavétel stratégiája3.	víz sodrással egyirányban, egyező sebességgel; egyirányban visszatartva; sodrással szemben	(Csak EME esetében kitöltendő)
Mintavétel hossza	(m)	Összekapcsolt a "minta jellege" oszloppal. Amennyiben nem adható meg pontos hossz, akkor a minta kvalitatív.
Effektív szélesség	(m)	Becsült érték.
Minta jellege	kvalitatív; szemikvantitatív1; szemikvantitatív2; kvantitatív	Generált érték. Összekapcsolt a "Pontosság"; "Mintavétel hossza"; "Mintavétel módszere"; "Mintavétel stratégiája2" oszlopokkal. Kvalitatív: ha a pontosság becsült, vagy ha a pontosság pontos és a mintahossz 0. Szemikvantitatív1: ha a pontosság pontos és a mintahossz nagyobb mint 0, és ha a mintavétel módszere EME, akkor a mintavétel stratégiája2 részleges, vagy ha a mintavétel módszere standard paneles kopoltyúháló. Szemikvantitatív2: ha a mintavétel módszere EME, és a mintahossz nagyobb mint 0, és a mintavétel stratégiája2 teljes. Kvantitatív: ha a mintavétel módszer alapján biztosítható a pontos egyedszámmeghatározás (pl. teljes eltávolítás)
Mintavételre való alkalmasság	alkalmas; korlátozott; alkalmatlan	
Mintavétel időpontja	(éé.hh.nn)	
Mintavétel napszaka	nappali; éjszakai	
Gyűjtő		vezetéknev, keresztnév
Résztevő1		vezetéknev, keresztnév
Résztevő2		vezetéknev, keresztnév
Résztevő3		vezetéknev, keresztnév
Határozó		vezetéknev, keresztnév
Adatbevitő		vezetéknev, keresztnév
Adat tulajdonosa		
Adatbevitel dátuma	(éé.hh.nn)	

### *Karakterfajok azonosítása a mintavételi helyek csoportjaira*

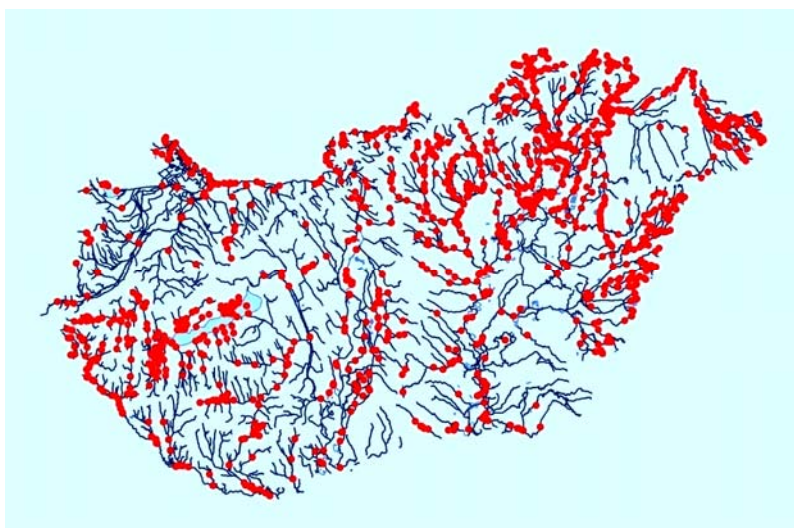
A víztestek csoportjainak karakterfajait az ECOSURV adatbázis adatai alapján az IndVal (Indicator Value) eljárással azonosítottuk (Dufrène és Legendre, 1997). Karakterfajoknak azokat a fajokat tekintjük, amelyek kizárólag vagy majdnem kizárólag egyetlen csoportban fordulnak elő, de legalábbis valamelyik csoportban az egyedszámuk lényegesen nagyobb a többihez viszonyítva. Az IndVal módszer számos szempontból a klasszikus cönológia karakterfaj fogalmának modern átfogalmazása egy számítógépes randomizációs eljárás alapján. Az eljárás a karakterfajokhoz tartozó indikátorértékeket egy számítógépes szimulációs eljárás segítségével határozza meg. Az egyedeket random módon szétosztja a mintavételi helyek között. A nullhipotézis az, hogy az egyedek egyenletesen oszlanak el a mintavételi helyek között.

## Eredmények

### *Az adatbázis és a minősítés eredményének alapstatisztikái*

A projekt keretén belül összegyűjtöttük a rendelkezésre álló, korábbi kutatások során regisztrált mintavételi adatokat. A munka eredményeként egy közel 40 000 rekordos adatbázist alakítottunk ki az 1995-2008 közötti időszakra vonatkozóan, és ebből leválogattuk a minősítésre alkalmas adatokat. A minősítés alapját képező, leválogatott adatbázis rekordjainak száma 30 828. A minősítést 1 457 mintavétel eredményei alapján, összesen 329 víztestre végeztük el. Ezzel a Magyarországon kijelölt 870 folyóvíztest 38%-a került minősítésre. Ugyanakkor ki kell emelni, hogy a minősítés elsősorban a kisvízfolyások tekintetében hiányos. A közepes, valamint nagy folyók minősítése gyakorlatilag teljes körűen lefedett.

Azokon a víztesteken, ahol több mintavétel eredménye állt rendelkezésre, a minősítést az egyes mintavételek eredményének számtani átlagaként határoztuk meg, a kerekítés szabályainak megfelelően (3. ábra).



3. ábra. A minősítés alapját képező mintavételi helyszínek  
Fig. 3. The sampling sites of the classification

Az erősen módosított, valamint a mesterséges besorolású folyóvíztestek minősítését az  $EQI_{HRF}$  szerint, logikai úton meghatározott korrekcióval végeztük el. Ennek alapja a nem megszüntetendő antropogén hatás kiküszöbölése a minősítési rendszerből. A folyóvíztestek minősítésének eredményét a 2. táblázat rögzíti.

2. táblázat. A folyóvíztestek minősítésének eredménye  
Table. 2. The results of classification of river-waterbodies

Minősítési kategória	Minősített víztestek száma	Kategóriák aránya az összes minősített víztest arányában (%)
Kiváló	17	5,17
Jó	106	32,22
Közepes	128	38,91
Gyenge	62	18,84
Rossz	16	4,86

Különbségek találhatóak az egyes víztípusok minősítésének átlagértékében is (3. táblázat). A legjobb eredmények a közepes és nagy folyók dombvidéki, kisebb esésű, homokos aljzatú szakaszain (4. típus) és a nagy folyók alföldi szakaszain (7. típus) születtek, míg a legrosszabbakat a dombvidéki kisvízfolyásokon, kis folyókon (2. típus) kaptuk.

3. táblázat. Az egyes víztípusok minősítési eredményeinek az átlaga  
Table 3. Results of classification in the running water-types

Víztípus	Minősítés átlaga
1	3,32
2	2,79
3	3,43
4	4,04
5	3,05
6	3,14
7	4,04
8	3,62

### Ökológiai eredmények

#### Karakterfaj-elemzés

A karakterfaj elemzést IndVal program segítségével végeztük el, az ECOSURV projekt adatai alapján. A statisztikai eljárás ökológiai értelmezése alapján kiszűrhetők a műtermékek, meghatározhatók a „valódi” karakterfajok (4. táblázat).

4. táblázat. A víztípus csoportok karakter fajai  
Table 4. Character species of the water-type groups

Víztípus	Karakterfajok
1. Középhegységi kisvízfolyások	<i>Phoxinus phoxinus</i> <i>Barbatula barbatula</i> <i>Salmo trutta fario</i>
2. Dombvidéki kisvízfolyások, kis folyók	<i>Gobio gobio</i> <i>Cobitis elongatoides</i>
3. Közepes és nagy folyók dombvidéki, nagyobb esésű, kavicsos mederanyagú szakasza	<i>Alburnoïdes bipunctatus</i> <i>Vimba vimba</i> <i>Chondrostoma nasus</i> <i>Barbus barbus</i> <i>Barbus peloponnesius</i> <i>Gobio kessleri</i> <i>Zingel streber</i>
4. Közepes és nagy folyók dombvidéki, kisebb esésű, homokos aljzatú szakasza	<i>Abramis sapa</i> <i>Sabanejewia aurata</i> <i>Zingel zingel</i>
5. Alföldi kisvízfolyások (ér)	<i>Tinca tinca</i> <i>Carassius carassius</i> <i>Misgurnus fossilis</i>
6. Alföldi kis és közepes folyók, csatornák	<i>Rutilus rutilus</i> <i>Scardinius erythrophthalmus</i>
7. Nagy folyók alföldi szakasza	<i>Leuciscus idus</i> <i>Blicca bjoerkna</i> <i>Abramis brama</i> <i>Abramis ballerus</i> <i>Gymnocephalus baloni</i>
8. Duna	<i>Eudontomyzon mariae</i> <i>Gasterosteus aculeatus</i> <i>Neogobius kessleri</i> <i>Neogobius melanostomus</i> <i>Neogobius gymnotrachelus</i>

### Vízípusok jellemzése a funkcionális guildék alapján

A minősítés során lehetőség nyílt a vízfolyástípusok referencijellemzőik alapján történő leírására (5. táblázat). A számításhoz a kiváló, jó és közepes kategóriába sorolt víztestek adatait használtuk fel, mivel a gyenge és a rossz minősítésű víztestek halközösségei a jellemző értékekhez viszonyítva lényegi eltérést mutatnak.

5. táblázat. A vízfolyástípusok minősítésére felhasznált referencijellemzők átlagértékei  
Table 5. The average values of the reference characteristics used classification of water-types

Típus	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	44,05	2	4,28	2	3	1,56	4	3,07	72,93	98,61
2.	66,29	2	32,94	4	2	9,96	3	15,54	43,80	94,32
3.	62,82	4	9,09	7	6	5,03	8	4,77	52,88	99,17
4.	74,71	4	6,81	9	6	4,62	8	2,68	30,20	98,11
5.	63,31	0	80,39	2	0	53,10	0	67,64	48,76	80,57
6.	87,48	2	42,23	4	1	11,00	2	25,78	26,41	92,48
7.	78,74	3	16,56	5	2	6,21	4	4,11	21,75	97,07
8.	70,07	3	15,85	10	5	4,77	7	1,38	30,95	84,59

1. Omnivor fajok relatív gyakorisága (%); 2. Nyílt vízi fajok száma (db); 3. Metafitikus fajok relatív gyakorisága (%); 4. Bentikus fajok száma (db); 5. Litofil fajok száma (db); 6. Fitofil fajok relatív gyakorisága (%); 7. Reofil fajok száma (db); 8. Stagnofil fajok relatív gyakorisága (%); 9. Specialista fajok relatív gyakorisága (%); 10. Őshonos fajok relatív gyakorisága (%)

1. Relative abundance of omnivorous species (%); 2. Number of pelagic species (pcs); 3. Relative abundance of metaphytic species (%); 4. Number of benthic species (pcs); 5. Number of lithophil species (pcs); 6. Relative abundance of phytophil species (%); 7. Number of rheophil species (pcs); 8. Relative abundance of stagnophil species (%); 9. Relative abundance of specialist species (%); 10. Relative abundance of indigenous species (%)

Véleményünk szerint a kapott eredmények a kis és közepes méretű vízfolyások (1., 2., 3., 4., 5., 6. típus) esetében jól tükrözik azok teljes halközösségének szerkezetét. Ugyanakkor a 7. és 8. típus eredményeiben erősebben jelentkezik a mintavétel standard hibája.

### Értékelés

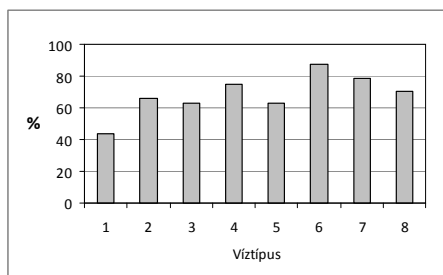
A VKI értelmében a közepes és annál alacsonyabb minősítésű víztestek vonatkozásában intézkedési tervet kell kidolgozni a jó ökológiai állapot elérése érdekében. A halközösség alapú minősítés eredményeit figyelembe véve a minősített folyóvíztestek összesen 37%-a tartozik a „kiváló” és „jó” kategóriába. Legnagyobb részük (39%) „közepes” minősítést kapott, a „gyenge” és „rossz” kategóriába 24 százalékuk tartozik. Ez azt jelenti, hogy halközösségük alapján a minősített víztestek közel kétharmada tartozik az intézkedési terv készítésének hatálya alá. Ugyanakkor – figyelembe véve az egyes víztípusok lefedettségének arányát – a hazai folyóvíztestek halközösség alapján megállapítható állapota az összes víztest tekintetében valószínűsíthetően valamivel rosszabb annál, mint ami a minősítésből adódik.

Az egyes víztípusok eredményeinek elemzése azt igazolja, hogy a nagy folyók, illetve a nagy és közepes folyók dombvidéki szakaszai elérik, vagy legalábbis megközelítik a jó ökológiai állapotot. Nagyobb problémák a dombvidéki, valamint az alföldi kisvízfolyásoknál mutatkoznak.

A karakterfaj-elemzés eredményei összhangban állnak a szakirodalom (Huet, 1949) által meghatározott karakter fajokkal (pisztráng, márna, dévér szinttáj). Ugyanakkor az elemzés – ahogy a víztípus csoportok körét, úgy a karakterfajok körét is pontosítja. A csoportok karakterfajainak elemzése megerősíti a víztípus csoportok meghatározása céljából készített cluster analízis eredményeit a tekintetben is, hogy egyes csoportok határozottan elkülönülnek egymástól, míg másoknál a határok elmosódottabbak.

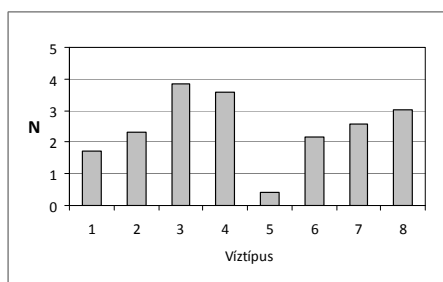


Az omnivor fajok relatív gyakorisága viszonylag kiegyenlített az egyes víztípusokban (4. ábra). Arányuk a középhegységi kisvízfolyásokban a legkisebb, az alföldi közepes vízfolyásokban a legnagyobb. Általánosságban megállapítható, hogy az előforduló fajok száma a hegyvidéki szakasz felől az alföldi szakasz irányába, illetve a kisvízfolyások irányából a nagyobb vízfolyások irányába növekszik. Az omnivor fajok száma így elméletileg a nagy folyók alföldi szakaszán magasabb, ugyanakkor itt az egyéb táplálkozási csoportba tartozó fajok faj-, illetve egyedszáma magasabb arányú. Figyelemre méltó a dombvidéki (2), még inkább az alföldi kisvízfolyásokban (5) az omnivor fajok alacsonyabb aránya.

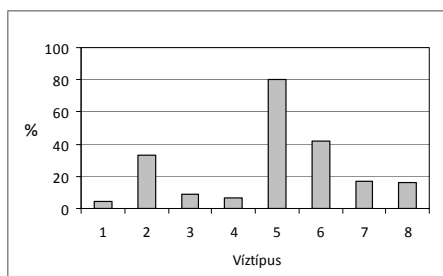


4. ábra. Az omnivor fajok relatív gyakorisága a különböző víztípusokban  
 Fig. 4. Relative abundance of omnivorous species in the different water-types

A táplálkozási habitat elemzése alapján megállapítható, hogy a nyíltvízi fajok száma a közepes, és nagy folyók dombvidéki szakasza (3, 4) típusban a legmagasabb (5. ábra). Az alföldi kisvízfolyásokban (5) átlagos számuk nem éri el az egyet.



5. ábra. A nyíltvízi fajok száma a különböző víztípusokban  
 Fig. 5. Number of pelagic species in the different water-types

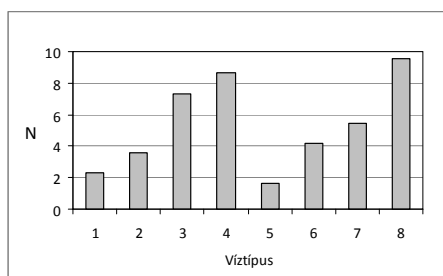


6. ábra. A metafítikus fajok relatív gyakorisága a különböző víztípusokban  
 Fig. 6. Relative abundance of metaphytic species in the different water-types

Ugyanakkor a metafítikus fajok relatív gyakorisága (6. ábra) kiemelkedően az 5. típusban legmagasabb. Emellett magas arányú a dombvidéki kisvízfolyásokban (2), valamint

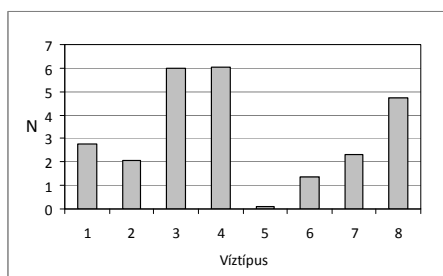
az alföldi kis és közepes folyó (6) típusban. Legalacsonyabb arányban a 3., valamint 4. típusban fordulnak elő.

A bentikus fajok száma a nyíltvízi fajok számával mutat nagy hasonlóságot (7. ábra).

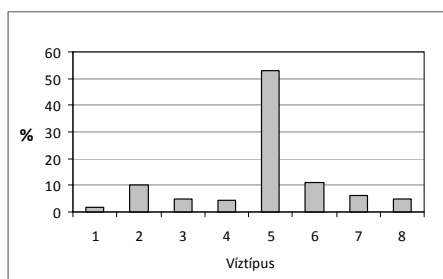


7. ábra. A bentikus fajok száma a különböző víztípusokban  
Fig. 7. Number of benthic species in the different water-types

A szaporodási guild referenciajellemzőként meghatározott két csoportja – hasonlóan a metafitikus és bentikus fajokhoz – komplementaritást mutat (8. és 9. ábra).



8. ábra. A litofil fajok száma a különböző víztípusokban  
Fig. 8. Number of litophil species in the different water-types

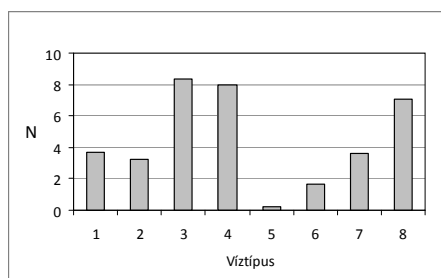


9. ábra. A fitofil fajok relatív gyakorisága a különböző víztípusokban  
Fig. 9. Relative abundance of phytofil species in the different water-types

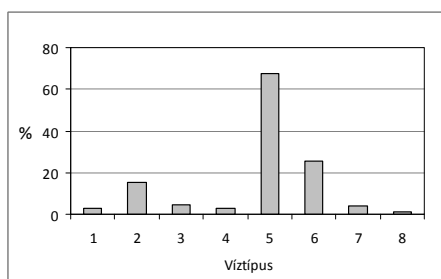
A litofil fajok száma a közepes és nagy folyók dombvidéki szakasza (3, 4) típusban a legmagasabb, ugyanakkor az alföldi vízfolyásokban a nagy folyók irányában növekszik. Az alföldi kisvízfolyásokban (5) gyakorlatilag nem fordulnak elő. Ugyanakkor a fitofil fajok relatív gyakorisága minden víztípusban viszonylag alacsony, 15% alatti értéket mutat, ettől csak az 5. típus mutat pozitív irányú eltérést.

A reofil fajok száma – jól tükrözve az egyes vízfolyás típusok jellemző vízsebesség értékeit, illetve ehhez kapcsolva méretét – a közepes és nagy folyók dombvidéki szakaszán mutatja a legmagasabb értéket (10. ábra). Számuk viszonylag magas a középhegységi

kisvízfolyásokban (1), és jellemzően a 6, 7, 8 típusokban a 8. irányába növekedést mutat. Ezzel komplementer értékű és tendenciájú a stagnofil fajok relatív gyakorisága az egyes víztípusokban (11. ábra).

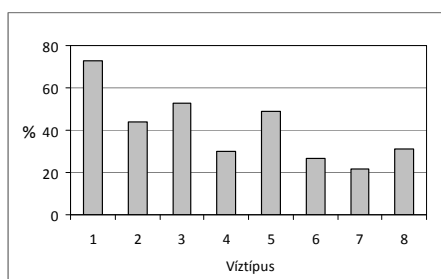


10. ábra. A reofil fajok száma a különböző víztípusokban  
Fig. 10. Number of rheophil species in the different water-types



11. ábra. A stagnofil fajok relatív gyakorisága a különböző víztípusokban  
Fig. 11. Relative abundance of stagnophil species in the different water-types

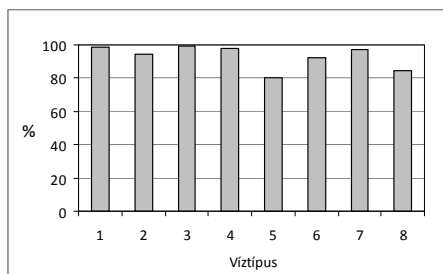
Az ökológiai specializáció szerinti csoportosítás alapján képzett referencijellemző elemzése azt mutatja, hogy a specialista fajok aránya elsősorban a kisebb vízfolyásokban magasabb (12. ábra). Ez alapján megállapítható, hogy a nagyobb vízfolyások nagyobb fajszámú halközösségében magasabb aránnyal részesülnek – függetlenül a térszinttől – a generalista, valamint zavarástűrő fajok. Az ökológiai vonatkozásokon túlmenően természetvédelmi szempontból is figyelemre méltó, hogy a sérülékeny – és az eredmények alapján a legrosszabb állapotú – kisvízfolyások a specialista fajok élőhelyeként igen jelentős szerepet töltenek be a vízi ökoszisztémákban.



12. ábra. A specialista fajok relatív gyakorisága a különböző víztípusokban  
Fig. 12. Relative abundance of specialist species in the different water-types

Az őshonos fajok arányának megítélése kettős. Egyrészt kedvező a mutatott kép, hiszen a legalacsonyabb értéket mutató 5. víztípusban is meghaladja arányuk a 80%-ot (13. ábra).

Másrészről nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az elemzésből leválogatott „gyenge” és „rossz” állapotú víztestekben éppen ez az egyik olyan referencijellemző, amely igen szélsőséges értéket, sok esetben 0%-os őshonos arányt mutat.



13. ábra. Az őshonos fajok relatív gyakorisága a különböző víztípusokban  
Fig. 13. Relative abundance of indigenous species in the different water-types

Az eredményeket értékelve összességében az állapítható meg, hogy halközössége alapján jelentősebben elkülönül a többi típustól a középhegységi kisvízfolyások (1) típusa. A vízfolyástípusok közül legkevésbé az alföldi kisvízfolyások (5) mutatnak vízfolyáskaraktert. Itt már inkább állóvízi, illetve mocsári vagy lápi jelleg dominál. Több szempontból a csoport a dombvidéki kisvízfolyások (2) típusával mutat rokonságot, ugyanakkor néhány ökológiai jellemző alapján jelentősebben eltér attól. Az 5. csoport emellett a 6. csoporttal is mutat rokonságot. E három típus halközössége ökológiai szempontból összefüggőnek mutatkozik.

Szintén igen közel áll egymáshoz a közepes és nagy folyók két dombvidéki szakaszának (3, 4) halközössége. Ebbe a sorba illeszkedik ugyan, de jóval nagyobb, lényeginek tekinthető különbségeket mutat a nagy folyók alföldi szakaszának (7) halközössége. Érdekes, a többi csoporttól jól elkülönülő képet mutat a Duna halközössége. Nem hagyva figyelmen kívül, hogy a mintavétel standard hibája egy ekkora vízfolyás esetében a mintavétel eredményét a valósághoz képest nagyobb mértékben torzíthatja, az állapítható meg, hogy a Duna halközössége – jórészt speciális, csak a Dunában élő fajai jóvoltából – jelentősebben eltér a nagy folyók alföldi szakaszának (7) halközösségétől, sok szempontból inkább a nagy folyók dombvidéki szakaszaival mutat hasonlóságot, azonban attól is jelentősen eltér.

#### Irodalom

- Dufrene, M. and Legendre, P. (1997): Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345–366.
- Ganasan, V., Hughes, R. M. (1998) : Application of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), India. *Freshwater Biology* 40: 367-383.
- Halasi-Kovács B., Tóthmérész B. (2006): Az EU Víz Keretirányelv előírásainak megfelelő minősítési eljárás a hazai vízfolyások halai alapján. XLVIII. Hidrobiológus Napok. *Hidrológiai Közöny.* 87:1-XII.
- Halasi-Kovács B., Tóthmérész B. (2008): A hazai vízfolyások Víz Keretirányelv előírásainak megfelelő halegyüttes alapú ökológiai minősítési rendszere. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* In print.
- Hughes, R.M., Oberdorff, T. (1998): Applications of IBI Concepts and Metrics to Waters Outside the United States and Canada. pp 79-83. In: Assessment Approaches for Estimating Biological Integrity using Fish Assemblages. (T. P. Simon, ed.). *Lewis Press*, Boca Raton, FL, USA.
- Karr, J.R. (1981): Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* (Bethesda), 6(6): 21-27.
- Miller, D.L., Leonard, P.M., Hughes, R.M., Karr J.R., Moyle, P.B., Schrader, L.H., Thompson, B.A., Daniels, R.A., Fausch, K.D., Fitzhugh, G.A., Gammon, J.R., Halliwell, D.B., Angermeier, P.L., Orth, D.J. (1988) Regional applications of an index of biotic integrity for use in water resource management. *Fisheries*, 13(5): 12-20.
- Oberdorff, T., Hughes, R.M. (1992): Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. *Hydrobiologia* 228: 117-130.
- Steedman, R.J., (1988): Modification and assessment of an index of biotic integrity to quantify quality in southern Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45 : 492-501.