



A Nagykunsági-főcsatorna halfaunája és halközösség-alapú ökológiai állapotminősítése eltérő mintavételi protokollok és módszerek alapján

Fish fauna and fish-based ecological assessment of Nagykunság Main Channel based on different sampling protocols and methods

Nagy L.^{1,2}, Andalik P.¹, Somogyi D.³, Antal L.,^{1,4}, Nyeste K.,^{1,4}

¹ Debreceni Egyetem TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

² Debreceni Egyetem Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

³ Debreceni Egyetem TTK Ökológiai Tanszék, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

⁴ Debreceni Egyetem, Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

Kulcsszavak: diverzitás, elektromos kece, Magyar Multimetrikus Halindex (HMMFI), pszeudodiverzitás, bentikus halfajok

Keywords: diversity, electric benthic trawl, Hungarian Multimetric Fish Index (HMMFI), pseudodiversity, benthic fish species

Abstract

In October 2022, the fish community of Nagykunság Main Channel was studied at four sampling sites using two different protocols based on the European Union Water Framework Directive (EU WFD) and the Hungarian Biodiversity Monitoring System (HBMS). An electric benthic trawl was also used to examine benthic fish species. A total of 3458 specimens representing 23 fish species were identified. The functional assessment of the different sections revealed trends similar to those observed in other artificial lowland canals. Ecological evaluation indicated that most parts of the watercourse had a moderate status, while the lower section had a poor ecological status. Compared with previous literature data of the Nagykunság Main Channel, no significant differences were observed; most changes were related to population sizes of certain species, such as an increased presence of alien species. No significant differences were observed between the results from the EU WFD and HBMS protocols. The electric benthic trawl provided valuable new data, including the presence of the protected Danube white-finned gudgeon [*Romanogobio vladkovi* (Fang, 1943)], which previously had no recorded data from the main channel. Additionally, this equipment effectively samples Ponto-Caspian gobies, which are difficult to monitor with traditional electric fishing methods.

Bevezetés

Magyarországon a halközösségek monitorozása legtöbbször elektromos halászgéppel történik. Ennek – az egyébként igen hatékony módszernek – az egyik legfőbb hátránya, hogy csak nagyjából 1,5-2 méteres vízmélységig hatékony. Épp ezért a nagyobb, mélyebb vízfolyások esetén a protokollok a sekélyebb parti régió mintázását írják elő. Azonban a mederfenékhez köthető (bentikus) fajok többnyire a mélyebb mederben tartózkodnak, ezért ezek egy része egyáltalán nem, vagy alulreprezentálva jelenik meg a mintákban (Erős et al. 2008). A mintavétel eredményét továbbá az is torzíja, hogy például az idegenhonos gébfélék (*Gobiidae*) az elektromos áram hatására elkábulnak ugyan, de úszóhólyag hiányában többnyire a meder közelében maradnak (Erős et al. 2015, Nyeste et al. 2018). Erre a problémára egy olyan eszköz jelenthet megoldást, amivel hatékonyan lehet begyűjteni az aljzathoz kötődő ún. bentikus fajokat. Ilyen eszköz lehet az elektromos kece, ami egy ősi halászeszköz, a hosszúkece kutatási célú halászathoz továbbfejlesztett változata (URL1, Olajos et al. 2022). Az eszköz a jelenleg is használt elektromos halászgépek

perifériájaként ötvözi az elektromos és a hagyományos, hálóval történő halászat előnyeit, viszont a tesztelési eredményekre alapozott használati módszertan és a vízfolyás jellegéhez igazítható mintavételi protokoll kidolgozása jelenleg még folyamatban van (Sallai et al. 2019). Az ilyen jellegű fejlesztések nagymértékben hozzájárulhatnak a pontosabb ökológiai állapotfelmérésekhez, viszont egyúttal új kihívásokat is teremtenek, hiszen az eltérő eredményeket nehéz értékelni, amíg nem áll rendelkezésre elegendő referencia az adott eszközzel történt korábbi mintavételekről (Szalóky et al. 2011, Sallai et al. 2019, Olajos et al. 2022). A kutatásunk során megvizsgáltuk a Nagykunsági-főcsatorna közel teljes hosszszelvényét reprezentáló négy szakasz halközösségét, az Európai Unió Víz Keretirányelv (EU VKI, Erős et al. 2015) és a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó rendszer (NBmR, Sallai et al. 2019) protokolljai alapján, és elvégeztük az NBmR protokollja által javasolt elektromos kecsés mintavételt, továbbá értékeltük a csatorna ökológiai állapotát a két különböző halközösség-alapú minősítési rendszerrel.

Anyag és módszer

A mintavételt 2022. október 3-án végeztük el az Európai Unió Víz Keretirányelv (EU VKI) halak élőlénycsoport mintázásának előírásai (Erős et al. 2015) valamint a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) halakra vonatkozó protokollja (Sallai et al. 2019) alapján. Összesen négy mintavételi pontot jelöltünk ki, kettőt a főágon, egyet a keleti, valamint egyet a nyugati ágon, Abádszalók, Kunhegyes, Kuncsorba és Mezőhék települések közelében (1. ábra, 1. táblázat). A kuncsorbai, valamint a mezőhéki szakaszok esetében a mintavételt a keresztzárások alvízi szakaszán végeztük el.



1. ábra. A Nagykunsági-főcsatorna térképe és a mintavételi szakaszok. A zöld körök és a mellettük lévő számok az egyes mintavételi szakaszokat (részletesen az 1. táblázatban), a műtárgy piktogramok pedig a csatornán lévő keresztzárásokat jelölik.

Fig. 1. Map of the Nagykunság Main Channel and the sampling sites. Black numbers represent the sampling sites (according to Table 1.), and the black pictograms represent barriers.

1. táblázat. Mintavételi helyszínek lokalitása a Nagykunsági-főcsatornán
 Table 1. Locality of sampling sites on the Nagykunsag Main Channel

Mintavételi hely kódja	Település	WGS'84	
		Hosszúság	Szélesség
NK-1	Abádszalók	47.429925°	20.580388°
NK-2	Kunhegyes	47.335011°	20.586517°
NK-3	Kuncsorba	47.152108°	20.585311°
NK-4	Mezőhék	47.010377°	20.361247°

A mintavétel során először az EU VKI szerinti 500 méteres folyószakaszon végeztünk elektromos halászatot (Erős et al. 2015) a víz folyásával megegyező irányba haladva, majd további 100 méteres szakaszt is bevonva kiegészítettük 600 méterre, az így meghosszabbított mintavételi szakasz már megfelelt a NBmR elvárásainak is (Sallai et al. 2019). Az elektromos kecés kiegészítő mintavételt 300 méteren végeztük, ugyanabból a kezdőpontból kiindulva (meder közepén), ahol a hagyományos mintavétel is kezdetét vette. Az elektromos kecés mintavételt közvetlenül a hagyományos mintavétel után végeztük.

A víz mélysége miatt a mintavételek csónakból történtek. Minden helyszínen mindkét protokollnak megfelelően egy német gyártmányú Hans Grassl EL64 II GI aggregátoros, egyenárammal és pulzáló egyenárammal működő, kutatói halászgépet használva. Az elektromos kecét szintén erről az eszközről működtettük.

A kifogott halakat Harka & Sallai (2004, 2025) könyvei alapján határoztuk meg, a fajneveket illetően a FishBase adatbázisa (Froese & Pauly 2022), valamint Harka (2011) munkája volt irányadó. Az egyedszámok rögzítését egy Panasonic típusú digitális diktafonnal végeztük. Két korcsoportot különítettünk el: a 0+ korosztályt, valamint az annál idősebb halak adult csoportját. A kifogott halakat meghatározásuk után sértetlenül visszaengedtük. Az egyes mintavételi szakaszok hosszát okostelefon Google Earth Pro alkalmazás segítségével mértük. A szakaszok átlagos és maximális medermélységét, valamint az elektromos kece biztonságos vontatása érdekében az esetlegesen a meder alján található akadályokat Deeper Chirp+ és Lowrance HDS-8 típusú halradarral követtük nyomon.

Az egyes szakaszok halközösségeinek sokféleségét a Shannon–Wiener (H) és a Simpson-féle diverzitási index (D), segítségével fejeztük ki (Tóthmérész 2011). Az egyes mintavételi szakaszok halalapú ökológiai állapotértékelését az Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes (EQ_{HRF}) (Halasi-Kovács et al. 2009, Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011), valamint a Hungarian Multimetric Fish Index (HMMFI) (Sály & Erős 2016) rendszerek alapján végeztük el.

Az egyes mintavételi protokollok és módszerek alkalmazása során várható fajsza-mok összehasonlításához a rarefaction elemzést alkalmaztuk.

Az adatcsoportok statisztikai elemzéséhez a Past 3.03 (Hammer et al. 2001), az R 4.2.1 (R Core Team 2022) és a Microsoft Excel 2016 programokat használtunk.

Eredmények

A Nagykunsági-főcsatornán kijelölt négy mintavételi helyszínen összesen 23 faj 3458 egyedét azonosítottuk (2. táblázat). A 2. táblázat tartalmazza a mintavétel során előkerült összes fajt és azok eltérő protokollok és eszközök használatával kimutatott összes egyedszámát. A 23 fogott faj közül kettő áll természetvédelmi oltalom alatt, az egyik a halványfoltú küllő [*Romanogobio vladykovi* (Fang, 1943)] a másik pedig a szivárványos ökle [*Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)], utóbbi igen nagy egyedszámban (431) fordult elő. A fogott halfajok közül nyolc volt adventív eredetű: a fekete törpeharcsa [*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)], az ezüstkárász [*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)], az amur [*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)], a kaukázusi törpegéb [*Knipowitschia caucasica* (Berg, 1912)], a naphal [*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)] a folyami géb

[*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)], a tarka géb [*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)], valamint a feketeszájú géb [*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)] (2. táblázat). A Nagykunsági-főcsatorna legdominánsabb faja a küsz [*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)] volt 632 egyeddel. Ezt követte a fekete törpeharcsa, melyből 549, valamint a bodorka [*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)], amiből 533 egyedet fogtunk (2. táblázat).

2. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna halközösségének összetétele (a táblázat a parti (EU VKI és NBmR), valamint a kecés mintavétel eredményeit összevonva tartalmazza). A mintavételi szakaszok kódjai az 1. táblázat szerint lettek feltüntetve. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat **félkövér** kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal* jelöltük.

Table 2. The composition of a fish assemblage of Nagykunság Main Channel (the table contains the results of both the close shore (EU WFD and HBMS) and the electric benthic trawl sampling).

The codes for the sampling sites are explained in Table 1.

The protected species are marked in **bold**, and alien species are marked with an asterisk*.

Faj	NK-1	NK-2	NK-3	NK-4
<i>Abramis brama</i>	17	–	4	1
<i>Alburnus alburnus</i>	347	34	196	55
<i>Ameiurus melas</i> *	72	68	315	94
<i>Blicca bjoerkna</i>	82	22	60	43
<i>Carassius gibelio</i> *	2	–	–	–
<i>Ctenopharyngodon idella</i> *	–	–	1	–
<i>Cyprinus carpio</i>	–	–	1	–
<i>Esox lucius</i>	5	15	26	19
<i>Gymnocephalus cernua</i>	–	–	–	1
<i>Knipowitschia caucasica</i> *	1	90	–	–
<i>Lepomis gibbosus</i> *	7	16	22	13
<i>Leuciscus aspius</i>	10	8	2	–
<i>Neogobius fluviatilis</i> *	28	89	1	24
<i>Neogobius melanostomus</i> *	58	101	131	7
<i>Perca fluviatilis</i>	13	2	3	12
<i>Proterorhinus semilunaris</i> *	11	4	11	6
<i>Rhodeus amarus</i>	73	211	50	97
<i>Romanogobio vladykovi</i>	–	3	–	1
<i>Rutilus rutilus</i>	194	205	71	63
<i>Sander lucioperca</i>	–	–	7	11
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14	150	55	99
<i>Silurus glanis</i>	–	–	3	–
<i>Tinca tinca</i>	–	1	–	–
Fajszaám	16	16	18	16
Egyedszaám	934	1019	959	546

Az elektromos kecével történő mintavétel során a fekete törpeharcsa került elő legnagyobb egyedszámban, ezt követte a ponto-kaszpikus feketeszájú géb és folyami géb (3. táblázat). A mintát ennek következtében az aljzathoz kötődő, bentikus fajok dominanciája jellemezte. Táplálkozásukat tekintve az invertivor-bentivor fajok túlsúlya volt jellemző, ezek a halak a mederaljzat környékén keresik a főként makroszkopikus vízi gerinctelenekből álló táplálékukat.

3. táblázat. Az elektromos kece fogási adatai Nagykunsági-főcsatorna négy vizsgált szakaszán
A mintavételi szakaszok kódjai az 1. táblázat szerint lettek feltüntetve. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat **félkövér** kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal* jelöltük.

Table 3. The results of the electric benthic trawl sampling of Nagykunság Main Channel
The codes for the sampling sites are explained in Table 1.

The protected species are marked in **bold**, and alien species are marked with an asterisk*.

Faj/species	NK-1	NK-2	NK-3	NK-4
<i>Abramis brama</i>	–	–	–	1
<i>Ameiurus melas</i> *	2	4	150	69
<i>Blicca bjoerkna</i>	1	–	–	23
<i>Gymnocephalus cernua</i>	–	–	–	1
<i>Knipowitschia caucasica</i> *	1	86	–	–
<i>Neogobius fluviatilis</i> *	28	89	–	24
<i>Neogobius melanostomus</i> *	33	84	43	7
<i>Perca fluviatilis</i>	–	–	–	1
<i>Proterorhinus semilunaris</i> *	–	–	3	–
<i>Romanogobio vladykovi</i>	–	3	–	1
<i>Rutilus rutilus</i>	–	–	–	6
<i>Sander lucioperca</i>	–	–	–	2
Fajszám	5	5	3	10
Egyedszám	65	266	196	135

Mind a Simpson, mind a Shannon-diverzitás értékek alapján az alsóbb szakaszok esetében nagyobb volt a halközösség diverzitása, mint a kezdeti szakaszoknál (4. táblázat). Az EU VKI 500 méteres, valamint a NBmR 600 méteres mintavételi szakaszai között egyik diverzitás-index esetében sem volt jelentős eltérés. Az elektromos kece fogási eredményei minden esetben lényegesen gyengébbek voltak a partmenti mintavétel értékeinél. Az összevont eredményeket vizsgálva négyből három mintavételi hely esetében a kece és a partmenti mintavétel eredményei összesítve magasabb biodiverzitást eredményeztek, a kuncsorbai szakasz esetében viszont a partmenti mintavétel és az elektromos kece eredményeinek összevonása a diverzitási értékek csökkenésével járt (3. táblázat). Ezen a szakaszon az elektromos kece fogásának túlnyomó részét a fekete törpeharcsa adta, aminek a tömegessége a diverzitási értékek csökkenését eredményezte (3. táblázat, 4. táblázat).

4. táblázat. A különböző szakaszok halközösségeinek diverzitási értékei
(a mintavételi szakaszok kódjai az 1. táblázat szerint lettek feltüntetve)

Table 4. Diversity indices of the assemblages of the different sites
(abbreviations are represented based on Table 1.)

		VKI	NBmR	Kece	VKI+ Kece	NBmR+ Kece
NK-1	Simpson-diverzitás	0,766	0,766	0,542	0,795	0,793
	Shannon-diverzitás	1,831	1,831	0,877	1,970	1,963
NK-2	Simpson-diverzitás	0,803	0,796	0,683	0,871	0,863
	Shannon-diverzitás	1,911	1,859	1,209	2,225	2,187
NK-3	Simpson-diverzitás	0,860	0,847	0,366	0,827	0,815
	Shannon-diverzitás	2,162	2,139	0,602	2,027	2,011
NK-4	Simpson-diverzitás	0,836	0,839	0,673	0,872	0,871
	Shannon-diverzitás	2,018	2,038	1,451	2,243	2,246

Rövidítések: VKI = Európai Unió Víz Keretirányelv protokoll, 500 méteres mintaszakasz

NBmR = Nemzeti Biodiverzitás monitorozó Rendszer protokoll, 600 méteres mintaszakasz

Kece = Elektromos kecsés mintavétel, 300 méteres mintaszakasz

Abbreviations: WFD = European Union Water Framework Directive Protocol, 500 m sample section

NBmR = National Biodiversity Monitoring System protocol, 600 m sample section

Kece = electric benthic trawl, 300 m sample section

Értékelés

A Nagykunsági-főcsatorna 2022. októberében végzett mintavétel eredményeinek halközösség alapú ökológiai minősítési rendszer alapján történő kiértékelése során a főcsatorna három mintavételi szakasza közepes/mérsékelt, egy pedig gyenge minősítést ért el mind a HMMFI, mind az EQI_{HRF} esetében (a mérsékelt HMMFI és a közepes EQI_{HRF} eredmény ebből a szempontból azonosnak tekinthető, hiszen mindkét megnevezés egy öttagú besorolási rendszer középű elemét takarja) (5. táblázat).

A partmenti mintavétel során mind az EU VKI, mind az NBmR esetében hasonló eredmények születtek, a plusz 100 méter kiegészítő mintavétel legfeljebb egy pont eltérést eredményezett a HMMFI és az EQI_{HRF} eredményeinek esetében is, ami sehol nem jelentett kategóriaváltást (5. táblázat). A halalapú állapotminősítési indexek ilyen kismértékű eltérése azt bizonyítja, hogy ebben az esetben a mintavételi szakasz hosszának növelése nem változtatta érdemben a szakasz ökológiai állapotának megítélését, így az EU VKI protokoll szerinti 500 m hosszúságú mintavételi szakasz is reprezentatív képet adhat az alföldi csatornáink esetében. Ez viszont nem jelenti azt, hogy ne lenne értelme a hosszabb mintavételi szakaszt alkalmazni a NBmR esetében, mivel hosszabb mintahossz esetén nagyobb az esély, hogy több fajt mutatunk ki. A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer esetében, melynek egyik fő küldetése a ritka fajok monitorozása, előnyösebb lehet a hosszabb mintavételi szakasz. A kunhegyesi szakasz esetében például a kiegészítő 100 méteren sikerült fogni egy compót [*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)], ami az előző 500 méter mintázása során nem került elő. A kuncsorbai szakasz esetében három ilyen esetre is volt példa, a kiegészítő 100 méteren került elő az amur, a balin [*Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758)], valamint a folyami géb is. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy egy-egy faj jelenlétéből vagy hiányából messzemenő következtetéseket nem lehet levonni az adott élőhely állapotára vonatkozóan.

Az elektromos kecével történő mintavétel értékelésekor a HMMFI minden esetben rossz minősítést kapott, az EQI_{HRF} esetében viszont csak a kuncsorbai szakasz kapott rossz értékelést, a másik három kecés mintavétel eredménye a gyenge kategóriába tartozott (5. táblázat). A különbség elsősorban abból adódik, hogy a HMMFI az egyes metrikákat súlyozottan értékeli (Sály & Erős 2016). Az alacsony pontszámok oka elsősorban az alacsony fajszám, a nyílt vízi és omnivor fajok hiánya, valamint az adventív eredetű fajok magas aránya, volt, különös tekintettel a ponto-kaszpikus gébfélékre és a fekete törpeharcsára (3. táblázat).

Fontos kiemelni, hogy az HMMFI és az EQI_{HRF} egyaránt parti mintavételre lett kidolgozva, a kecés mintavétel fogásait mindössze kísérleti célból értékeltük ezekkel az indexekkel. Az elektromos kecével végzett mintavétel a halközösség egésze nem reprezentatív, „mindössze” a bentikus élettérrel szolgáltató információt, így használatával pontosabb képet kaphatunk a bentikus fajok populációnagyságairól, továbbá olyan fajokat is sikerült regisztrálni még egy ilyen, a nagy folyóinkhoz képest kevésbé fajgazdag mesterséges csatorna esetében is, amelyeket a parti módszerrel nem tudtunk sem mi, sem a korábbi vizsgálatokat végzők kimutatni. Ilyen faj volt a halványfoltú küllő és a vágódurbincs, amelyekről nem voltak korábbi irodalmi adatok (3. táblázat).

A parti mintavételek és az elektromos kece eredményeinek összevonása a HMMFI-nél egyik esetben sem változtatott a minősítésen, az EQI_{HRF} esetén viszont igen, ugyanis a mezőhéki szakasznál a partmenti mintavétel gyenge, az elektromos kece szintén gyenge minősítésű eredményeivel együtt közepes értékelést adott (5. táblázat). Ez annak köszönhető, hogy a kecével fogott fajok és a partmenti reprezentatív mintavétellel fogott fajok többsége lényegesen eltérő funkcionális guildekbe tartoztak, ezáltal a kettő kombinálása kiegyenlítettebbé tette az arányokat az egyes guildeken belül, ami magasabb pontszámban és végső soron magasabb minősítésben mutatkozott meg.

A halfauna diverzitása és a halalapú ökológiai állapotértékelése nem mindig mutatott azonos képet, mivel több esetben a magas diverzitási értékek rosszabb ökológiai állapottal párosultak. Ilyenkor a magas diverzitás hátterében adventív, valamint generalista halfajok nagyobb száma állt, ezt a jelenséget pszeudodiverzitásnak nevezzük (Tóthmérész 2011).

5. táblázat. A mintavételi helyszínek halközösség alapú ökológiai állapota
(a mintavételi szakaszok kódjai az 1. táblázat szerint lettek feltüntetve)

Table 5. Fish-based ecological assessment of the sampling sites
(sampling site codes are represented based on Table 1.)

		HMMFI			EQ _{IHRF}	
		HMMFI	EQR	EQC	EQI érték /value	EQI minősítés /quality
NK-1	VKI	35	0,47	mérsékelt	30	közepes
	NBmR	35	0,47	mérsékelt	30	közepes
	Kece	23	0,14	rossz	23	gyenge
	VKI+Kece	35	0,47	mérsékelt	29	közepes
	NBmR+Kece	35	0,47	mérsékelt	29	közepes
NK-2	VKI	33	0,42	mérsékelt	28	közepes
	NBmR	34	0,44	mérsékelt	27	közepes
	Kece	24	0,17	rossz	22	gyenge
	VKI+Kece	34	0,44	mérsékelt	31	közepes
	NBmR+Kece	34	0,44	mérsékelt	29	közepes
NK-3	VKI	37	0,53	mérsékelt	32	közepes
	NBmR	36	0,50	mérsékelt	32	közepes
	Kece	23	0,14	rossz	14	rossz
	VKI+Kece	37	0,53	mérsékelt	28	közepes
	NBmR+Kece	33	0,42	mérsékelt	30	közepes
NK-4	VKI	29	0,31	gyenge	24	gyenge
	NBmR	29	0,31	gyenge	24	gyenge
	Kece	24	0,17	rossz	20	gyenge
	VKI+Kece	29	0,31	gyenge	28	közepes
	NBmR+Kece	29	0,31	gyenge	28	közepes

Rövidítések: VKI = Európai Unió Víz Keretirányelv protokoll, 500 méteres mintaszakasz

NBmR = Nemzeti Biodiverzitás monitorozó Rendszer protokoll, 600 méteres mintaszakasz

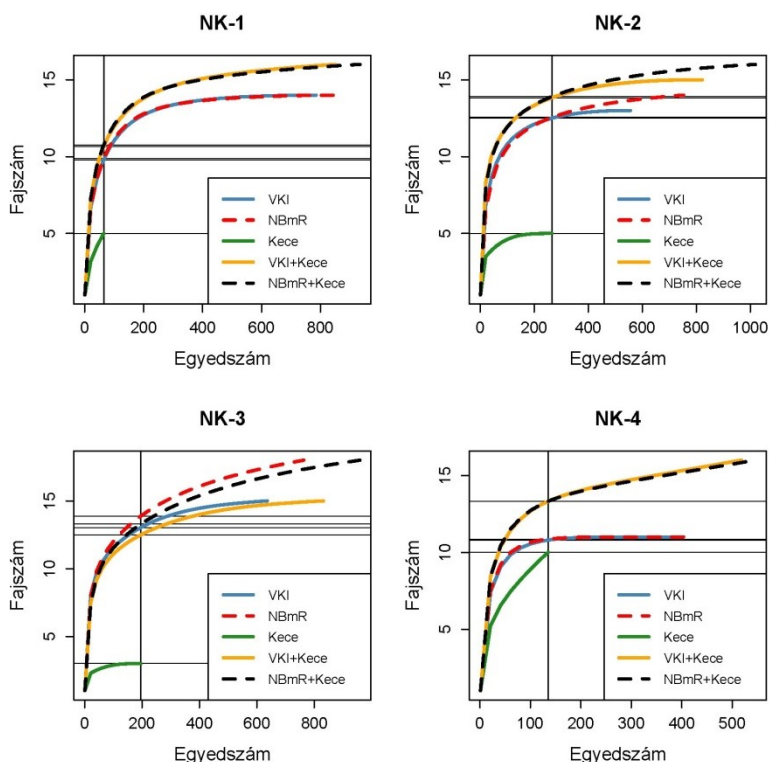
Kece = Elektromos kecs mintavétel, 300 méteres mintaszakasz

Abbreviations: VKI = European Union Water Framework Directive Protocol, 500 m sample section

NBmR = National Biodiversity Monitoring System protocol, 600 m sample section

Kece = electric benthic trawl, 300 m sample section

A rarefaction-elemzés alapján az EU VKI, valamint az NBmR protokoll mentén végzett mintavétel esetében az abádszalóki, valamint a mezőhéki szakaszon várható fajszámok megegyeztek, a görbék teljes átfedést mutatnak (2. ábra). A kunhegyesi helyszínen egy compó került elő a kiegészítő 100 méteres mintavételi szakaszon, így az NBmR görbe is később telítődik. A kuncsorbai szakasz esetében az NBmR mintavétel során 3 faj is előkerült, amit az EU VKI protokoll alapján nem sikerült kimutatni, ennél a szakasznál különül el leginkább a két mintavételi protokoll várható fajszáma, valamint itt volt a legkisebb az elektromos kece jelentősége az összevont eredményeket vizsgálva. A négy mintavételi helyből három esetében növelte az elektromos kece, mint kiegészítő mintavételi módszer a várható fajszámot. Az EU VKI valamint az NBmR mintavételt egyaránt telített görbék jellemzik, ez alapján hosszabb mintavételi szakasz alkalmazása esetén sem várható jelentős fajszám-növekedés a Nagykunsági-főcsatorna esetében (2. ábra).



2. ábra. Az egyes szakaszokon végzett mintavételi módszerek összehasonlítása rarefaction-elemzéssel

Rövidítések: VKI = Európai Unió Víz Keretirányelv protokoll, 500 méteres mintaszakasz

NBmR = Nemzeti Biodiverzitás monitorozó Rendszer protokoll, 600 méteres mintaszakasz

Kece = Elektromos kecés mintavétel, 300 méteres mintaszakasz

Fig 2. Rarefaction analysis at each sampling site comparing different sampling strategies

Abbreviations: VKI = European Union Water Framework Directive Protocol, 500 m sample section

NBmR = National Biodiversity Monitoring System protocol, 600 m sample section

Kece = electric benthic trawl, 300 m sample section

Összegzés

A Nagykunsági-főcsatornán kijelölt négy mintavételi helyszínen összesen 23 faj 3458 egyedét azonosítottuk, ezek közül két faj áll természetvédelmi oltalom alatt, a halványfoltú küllő és a szivárványos ökle. A fogott halfajok közül 8 volt adventív eredetű: a fekete törpeharcsa, az ezüstkárász, az amur, a kaukázusi törpegéb, a naphal, a folyami géb, a feketeszájú géb, valamint a tarka géb.

A halalapú ökológiai állapotértékelés, valamint a rarefaction elemzés sem mutatott érdemi különbséget az EU VKI 500 méteres és a NBmR 600 méteres mintavételi szakaszai között. Ez alapján arra következtethetünk, hogy a rövidebb, 500 méteres szakasz is kellően reprezentatív, viszont a ritka fajokra kiemelt figyelmet fordító NBmR esetében előnyös lehet a hosszabb mintavételi szakasz, mivel többször is előfordult, hogy a kiegészítő 100 méteres szakaszon előkerült olyan faj, amit az előző 500 méteren nem sikerült kimutatni.

A négy mintavételi szakaszból három mind az HMMFI, mind az EQI_{HRF} minősítés során közepes eredményt ért el, egy pedig gyengét. A kétféle halközösség-alapú ökológiai állapotértékelő rendszer összevetésében a parti mintavételek alapján nem tapasztaltunk különbségeket, egy esetben volt kategóriaeltérés, mikor a kecés adatokat is bevontunk az elemzésbe.

A négy vizsgált szakaszból három esetben sikerült az elektromos kecével legalább kettő olyan fajt kimutatni, ami a partmenti mintavétel során nem került elő. Ilyen faj volt a halványfoltú küllő és a vágódurbincs, amelyekről nem voltak korábbi irodalmi adatok. Az

elektromos kecés mintavétel különösen hatékonynak bizonyult a ponto-kaszpikus gébfélék, valamint a fekete törpeharcsa állományának monitorozására, ugyanis a kece fogásai között akkor is nagy egyedszámban voltak jelen, mikor az adott szakaszon a partmenti mintavételezés során egyáltalán nem kerültek elő.

A Nagykunsági-főcsatorna mesterséges kialakítása ellenére gazdag halfaunával rendelkezik, és védett, ritkulófélben lévő fajoknak is megfelelő életteret biztosít. A víztérről az elektromos kecés mintavétel számos új információval szolgált, ezért kijelenthető, hogy érdemes további, hasonló jellegű, nagyobb vízhozamú alföldi csatorna halközösség-kutatásában is alkalmazni.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Sallai Zoltánnak és a Debreceni Egyetem TTK Hidrobiológiai Tanszék munkatársainak a munkánk során nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért. A jelen munka részben a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer keretein belül valósult meg. A TKP2021-NKTA-32 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg. Ezt a munkát az Európai Unió-NextGenerationEU támogatta Bulgária nemzeti helyreállítási és alkalmazkodóképességi tervén keresztül (BG-RRP-2.004-0001-C01, DUECOS project). Antal László és Nyeste Krisztián a Magyar Tudományos Akadémia János Bolyai Kutatói Ösztöndíjában részesült. Nagy Lászlót a Kulturális és Innovációs Minisztérium által a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásából biztosított EKÖP-25-3-I egyetemi kutatási ösztöndíjprogram támogatta.

Irodalom

- Erős T., Szalóky Z., Sály P. (2015): Módszertani útmutató a halak élőlénycsoport VKI szerinti gyűjtéséhez és a felszíni vízfolyások halak alapján történő ökológiai állapotminősítéshez. MTA Ökológiai Kutatóközpont, Tihany, pp. 36.
- Erős T., Tóth B., Sevcsik A. (2008): A halállomány összetétele és a halfajok élőhely használata a Duna litorális zónájában (1786-1665 fkm) – monitorozás és természetvédelmi javaslatok. *Halászat* 101/3: 114–123.
- Froese, R., Pauly, D. (2023): *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2023).
- Halasi-Kovács B., Erős T., Harka Á., Nagy S.A., Sallai Z., Tóthmérész B. (2009): A magyarországi folyóvíztestek halközösség alapú minősítése. *Pisces Hungarici* 3: 47–58.
- Halasi-Kovács B., Tóthmérész B. (2011): A hazai vízfolyások Víz Keretirányelv előírásainak megfelelő halegyüttes alapú ökológiai minősítési rendszere. *Acta biologica Debrecina. Supplementum oecologica Hungarica* 25: 77–100.
- Hammer, R., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- Harka Á. (2011): Tudományos halnevek a magyar szakirodalomban. *Halászat* 104/3–4: 99–103.
- Harka Á., Sallai Z. (2004): *Magyarország halfaunája*. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, pp. 269.
- Harka Á., Sallai Z. (2025): *Magyarország halfaunája. Második, átdolgozott és bővített kiadás*. Vaskos Csabak Bt., Békésszentandrás, pp. 351.
- Nyeste K., Gyöngy M., Antal L. (2018): A feketeszájú géb [*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)] terjedése a Tisza vízgyűjtőjén. *Pisces Hungarici* 12: 53–56.
- Olajos P., Kiss B., Polyák L., Sallai Z. (2022): Research on fish communities of watercourses in Hungary using benthic trawl net: faunistical data. *Folia historico-naturalia Musei Matraensis* 46: 135–152.
- R Core Team (2022): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>
- Sallai Z., Varga I., Erős T. (2019): *Halközösségek monitorozása Magyarország különböző típusú állóvízeiben és vízfolyásokban (2001–2018)*. In: Váci O. Varga I. & Bakó B. (szerk.) 2019: A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer eredményei II. Gerinces állatok. Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas. p. 157–179.
- Sály P., Erős T. (2016): Vízfolyások ökológiai állapotminősítése halakkal: minősítési indexek kidolgozása. *Pisces Hungarici* 10: 15–45.
- Szalóky Z., György Á. I., Csányi B., Tóth B., Sevcsik A., Szekeres J., Erős T. (2011): Elektromos kecével végzett vizsgálatok első eredményei a Duna monitorozásában. *Pisces Hungarici*, 5: 37–42.
- Tóthmérész B. (2011): *Diverzitás és mérése*. Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 131.

Internetes hivatkozások:

URL1: <https://www.globecology.hu/> [Letöltve: 2023.10.11.]

Authors:

László NAGY (nagy.laszlo@science.unideb.hu), Patrik ANDALIK, Dóra SOMOGYI, László ANTAL, Krisztián NYESTE