DEBRECENI EGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI KAR
HIDROBIOLÓGIAI TANSZÉK

36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Biológia Szekció

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

Készítette:

Nagy László, I. éves Hidrobiológus MSc hallgató

Témavezetők:

Dr. Nyeste Krisztián József egyetemi adjunktus, DE TTK Hidrobiológiai Tanszék

Dr. Antal László egyetemi docens, DE TTK Hidrobiológiai Tanszék

Debrecen
2022

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS 2

2. CÉLKITŰZÉSEK 4

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS 5

4.1. Nagykunsági-főcsatorna jellemzése 5

4.2. Korábbi halfaunisztikai adatok áttekintése 6

4. ANYAG ÉS MÓDSZER 8

5.1. Mintavétel 8

5.2. Statisztikai eljárások 9

5. EREDMÉNYEK 13

6.1. Az egyes szakaszok eredményei 14

6.1.1. NK-1 Abádszalók 14

6.2.2. NK-2 Kunhegyes 16

6.3.3. NK-3 Kuncsorba 17

6.4.4. NK-4 Mezőhék 19

7. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE 21

7.1. Az egyes szakaszok eredményeinek értékelése 23

7.1.1. NK-1 Abádszalók 23

7.1.2. NK-2 Kunhegyes 25

7.1.3. NK-3 Kuncsorba 28

7.1.4. NK-4 Mezőhék 30

7.2. Funkcionális összetétel értékelése 31

8. ÖSSZEFOGLALÁS 33

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 35

10. IRODALOMJEGYZÉK 36

11. FÜGGELÉKEK 38

1. BEVEZETÉS

A halak fontos szerepet töltenek be a vízi élőlényközösségek működésében és szabályozásában, vizeink egyik legjelentősebb és legfejlettebb élőlénycsoportját alkotják (Pintér & Pócsi 2002). Ökológiai és gazdasági jelentőségüket felismerve már a 19. század óta zajlanak tudományos célú halfaunát érintő vizsgálatok (Heckel & Kner 1858, Kriesch 1868, Herman 1887). Ennek ellenére a halközösségek standardizált körülmények között végzett, országos léptékű biomonitorozása csak a 2000-es évek elején szerveződött meg Magyarországon (Halasi-Kovács et al. 2009, Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Sály & Erős 2016, Sallai et al. 2019).

A felszíni vizek védelmének is fontos eleme az egyes vízterek halfaunájában bekövetkező változások vizsgálata, ugyanis a halak (valamint más élőlénycsoportok) időszakos monitorozásával nyomon követhető az adott víztest ökológiai állapotváltozása (Halasi-Kovács et al. 2009, Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Sály & Erős 2016). A standardizált körülmények között begyűjtött fajokra lebontott egyedszámadatok alapján elvégezhető a vizsgált víztestek ökológiai állapotértékelése, amiket korábbi adatokkal összevetve képet kaphatunk a víztest ökológiai állapotának alakulásairól (Sály & Erős 2016).

Az Európai Unió Víz Keretirányelv (EU VKI) öt élőlénycsoport (fitobenton, fitoplankton, makrofiton, makrozoobenton, halak) funkcionális összetételét vizsgálja és hasonlítja össze egy természetes, vagy természetközeli víztérrel (referenciaállapottal), mely jól használható az adott élőhely ökológiai állapotának megítélésére (URL1). Az egyes csoportok monitorozására egyedi protokollt hoztak létre, a halakra vonatkozó EU VKI mintavételezési útmutatót Erős és munkatársai (2015) alkották meg.

A protokoll alapján a halközösségek monitorozása elektromos halászgéppel történik. Ennek – az egyébként igen hatékony módszernek – az egyik legfőbb hátránya, hogy csak nagyjából egy 1,5-2 méteres vízmélységig hatékony. Épp ezért a nagyobb vízfolyások esetén a protokoll a sekélyebb parti régió mintázását írja 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, URL2). A mintavétel eredményét továbbá az is torzítja, hogy például az idegenhonos gébfélék (Gobiidae) 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 (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 (URL2, 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 biológiai sokféleség monitorozása még fontosabb, mint korábban bármikor, mivel az antropogén hatások, az inváziós özönfajok megjelenése, a környezeti tényezők változása, valamint a globális klímaváltozás alig pár év alatt képes teljesen megváltoztatni egy adott élőhely biodiverzitását (Rahel & Olden 2008, Guti et al. 2014, Fazekas et al. 2016).

2. CÉLKITŰZÉSEK

A kutatásunk fő célja az volt, hogy megvizsgáljuk a Nagykunsági-főcsatorna jelenlegi halfaunáját, a halközösség funkcionális összetételét, valamint, hogy a csatorna ökológiai állapotát értékeljük a különböző halközösség-alapú minősítési rendszerekkel. A mintavételt többféle protokoll és módszer alapján végeztük el, ugyanis célunk volt azok eredményeinek összehasonlítása és módszertani elemzése. Végül munkánkat összehasonlítottuk a szakirodalmi adatokkal, hogy meghatározzuk a halközösségben bekövetkezett változásokat.

A kutatás során az alábbi fő célokat tűztük ki magunk elé:

- A Nagykunsági-főcsatorna közel teljes hosszszelvényét reprezentáló négy szakasz halközösségének vizsgálata, az Európai Unió Víz Keretirányelv (EU VKI, Erős et al. 2015) és a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó rendszer (NBmR, Sallai et al. 2019) protokolljai alapján.
- A halközösség vizsgálatának kiegészítése elektromos kecével történő mintavétellel (Sallai et al. 2019).
- A Nagykunsági-főcsatorna halközösségének taxonómiai és funkcionális jellemzése.
- A Nagykunsági-főcsatorna halközösség-alapú ökológiai állapotértékelése a különböző protokollok és módszerek szerint kapott eredmények alapján.
- Az eltérő protokollok és módszerek alapján kapott eredmények összehasonlítása egymással, valamint a szakirodalomban fellelhető korábbi adatokkal.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

4.1. Nagykunsági-főcsatorna jellemzése

A Nagykunsági-főcsatorna egy mesterségesen kialakított vízfolyás, a meder építési munkálatai 1967-ben kezdődtek és párhuzamosan folytak a Kiskörei Vízlépcső kivitelezésével (URL3). Az első 18 kilométeres szakasz 1973-ban kezdte meg működését, a munkálatok 1978-ban fejeződtek be (URL3). Az öntözőcsatorna elsődleges feladata a Kunhegyes–Tiszafüredi-sík, valamint a Mezőtúr–Karcagi-sík vízellátásának biztosítása. További fontos funkciói a vízátvezetés és belvíztározás, illetve a horgászegyesületek általi hasznosítás is jelentős (URL3).

A Nagykunsági-főcsatorna a Tisza-tó Abádszalóki-medencéjéből ered, kezdeti és középső szakasza a korábban Tiszafüred–Kunhegyesi-síknak nevezett Kunhegyes–Tiszafüredi-síkon folyik keresztül (Csorba 2021). 685 km^2 kiterjedésű, mentesített ártéri síkság, helyenként homokbuckás ártéri felszínekkel (Csorba 2021), tengerszint feletti magassága 87,3-98,1 méter közötti (Dövényi 2010). Szélsőségesen meleg-száraz terület, az éves csapadékmennyiség 500-530 mm körüli, önálló vízfolyása nincs, erősen vízhiányos, csak belvíz-, és öntözőcsatornák vannak jelen (Dövényi 2010). A kistáj területének 66%-át szántóföldként hasznosítják, viszont igen magas a belvíz- és az aszálykitettség (Csorba 2021).

A főcsatorna 40 km megtétele után a Mezőtúr–Karcagi-síkon (korábbi nevén Szolnok-túri-sík), Kuncsorba határánál válik szét egy keleti és egy nyugati ágra (Dövényi 2010, URL4-5). A nyugati ág Öcsödnél a Hármas-Körösbe, a keleti ág Túrkeve közelében a Hortobágy-Berettyóba torkollik. A kistáj egy 788 km^2 kiterjedésű, löszös hordalékkúpsíkság (Csorba 2021), tengerszint feletti magassága 79,9-105,1 méter (Dövényi 2010). Meleg, száraz éghajlat jellemzi, az ország egyik legszárazabb területe, az évi csapadékmennyiség 490-510 mm közötti, viszont a belvízveszély jelentős, ezt jelzi a több, mint 1500 km hosszú csatornahálózat is (Dövényi 2010), ennek ellenére a terület 81%-a szántóföldként funkcionál (Csorba 2021).

A főcsatorna alakja kissé kanyargós, mély vonulatban haladó. A terepszint alatt kotort, csésze szelvényű, a terepszint fölött töltésezett, a meder anyaga agyagos-iszapos, esése kilométerenként nagyjából 2 cm (URL4-5). A parti sávot vastag nádas-gyékényes borítja, gyomtársulás kisebb mértékben, fás vegetáció elvétve jellemző (URL4-5). A vízjárás mesterséges, a csatorna hasznosításának megfelelő, vízszolgáltatási időszakon kívül az egyenetlen fenékviszonyok miatt 90-120 cm mély pangó vízterek alakulhatnak ki (URL4-5).

A Nagykunsági-főcsatorna a terület fő öntöző vízellátási „ütőere” (URL3) a körülötte kialakított öntözőrendszer hatásterülete eredetileg 217 ezer hektár volt, ami 2015-re 122 ezer hektárra csökkent (URL6). A Nagykunsági-főcsatorna az elmúlt évtizedek alatt nem csak a

mezőgazdasági öntözésben és belvízelvezetésben volt kiemelten fontos, de a Körös-völgy vízpótlása révén ökológiai jelentősége sem elhanyagolható, vízhiányos időszakban pedig a vízkészlet tározásában is fontos szerepet játszik (URL6).

4.2. Korábbi halfaunisztikai adatok áttekintése

Sallai (2015) 2014. október 20-án 5 mintaszakaszon (Abádszalók, Kunhegyes, Örményes, Kisújszállás és Kétpó) elektromos halászgéppel végzett halfaunisztikai kutatást a NBmR protokollja alapján. A vizsgálat során 24 faj 2778 egyedét azonosította, ezek közül 2 védett [réticsík - *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758), szivárványos ökle - *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)] és 3 közösségi jelentőségű [réticsík, szivárványos ökle, balin - *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758)] faj volt. A zárójelentése szerint a Nagykunsági-főcsatornában azok a halfajok találhatók meg, melyek részben a Tiszából jutnak be, részben pedig a halászatra jogosult telepít (Sallai 2015). A vizsgálatai eredménye alapján a Nagykunsági-főcsatornában élő halfauna 8 eleme [fekete törpeharcsa - *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820), ezüstkárász - *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), kaukázusi törpegéb - *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1912), naphal - *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), folyami géb - *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), tarka géb - *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837), amurgéb - *Perccottus glenii* Dybowski, 1877, razbóra - *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846)] adventív eredetű (Sallai 2015). A legnagyobb fajgazdagságot az örményesi zsilip alatt tapasztalta (Sallai 2015).

Harka és Szepesi (2014 nem publikált adat) 2014. augusztus 26-án a Nagykunsági-főcsatorna felső szakaszán, négy mintavételi ponton (Abádszalók, Kunhegyes, Bánhalma és Fegyvernek) kétközhálós mintavétellel vizsgálta a halállományt. Összesen 14 halfaj 612 egyedét azonosították. Kutatásuk elsősorban az előtte 2 évvel a Tisza-tóban megjelent kaukázusi törpegéb terjedésének megismerésére irányult (Harka et al. 2012). A halászat során a fajt két mintavételi szakaszon, Abádszalóknál és Bánhalmánál is megtalálták, ezzel igazolták a faj Tisza-tóból történő, folyásiránnyal megegyező terjedését a Nagykunsági-főcsatornában is (Harka et al. 2015).

Nyeste és munkatársai (2017a) 2016. augusztus 18-án Abádszalóknál vizsgálták a csatorna felső, kezdeti szakaszát. A 300 méter hosszra kiterjedő, elektromos halászgép segítségével végzett mintavétel során 16 halfaj 1020 egyedét azonosították (Nyeste et al. 2017a). A szerzők véleménye szerint a szakasz nemcsak kedvelt horgászvíz, hanem ökológiailag is jó halélőhely, ugyanis az egyedek 97%-a őshonos volt, továbbá védett, valamint közösségi jelentőségű fajok is előkerültek (Nyeste et al. 2017a).

A Nagykunsági-főcsatornán először Nyeste és munkatársai végeztek 2019-ben a teljes hosszszelvényre kiterjedő átfogó halfaunisztikai kutatást és halalapú ökológiai állapotértékelést (Nyeste et al. 2019). A vizsgálat során összesen 8 mintavételi helyszínen (Abádszalók,

Kunhegyes, Fegyvernek, Örményes, Kétpó, Mezőhék, Kuncsorba és Túrkeve települések közelében) csónakból működtetett elektromos halászgép segítségével, 500 méter hosszú szakaszokon történt a mintavétel, az EU VKI protokollja alapján (Erős et al. 2015, Sály & Erős 2016). Munkájuk eredményeképp a 8 mintavételi helyszínen összesen 22 halfaj 3171 egyedét azonosítottak. Eredményeik alapján a főcsatorna halközösségét a mederfelépítésnek, valamint a fizikai és kémiai háttérváltozóknak megfelelően három viszonylag jól elkülönülő szakaszra tudták felosztani.

Az előző négy nagyobb volumenű vizsgálaton kívül említést érdemel néhány rövidközlemény is a Nagykunsági-főcsatornából előkerült horgászfogásokkal kapcsolatban. Nyeste és Molnár (2017) 2016-ban a szilvaorrú keszeg [*Vimba vimba* (Linnaeus, 1758)] két egyedét fogta ki a vízfolyás kezdeti, abádszalóki szakaszáról. Ezt a faj a környékről azelőtt 2007-ben a Tisza-tóba torkolló Eger-patak alsó szakaszáról mutatták ki utoljára (Harka & Szepesi 2013), majd 2022-ben a Tisza-tóból került elő ivadéka (Harka et al. 2022).

Ennél is váratlanabb volt azonban Nyeste és munkatársai (2017) 2017. augusztus 13-ai fogása, ugyanis a csatorna kezdeti, abádszalóki szakaszáról ezúttal két feketeszájú géb [*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)] került elő (Nyeste et al. 2017b). Ez a fogás azért volt különleges, mert a Kárpát-medencében mindaddig csak a Dunából és annak mellékvizeiből volt ismert a faj, ez volt az első adat a Tisza vízrendszeréből (Nyeste et al. 2017b). A szerző véleménye szerint a faj minden bizonnyal valamilyen halszállítmányként, esetleg csalihalként került a csatornába (Nyeste et al. 2017b). Ezt követően a faj hamar elszaporodott a főcsatornában (Nyeste 2018a), majd a Nagykunsági-főcsatornán keresztül elérte a Hortobágy-Berettyót (Somogyi & Nyeste 2020) és a Hármas-Köröst, valamint végül az Alsó-Tiszát is (Sallai & Sallai 2020).

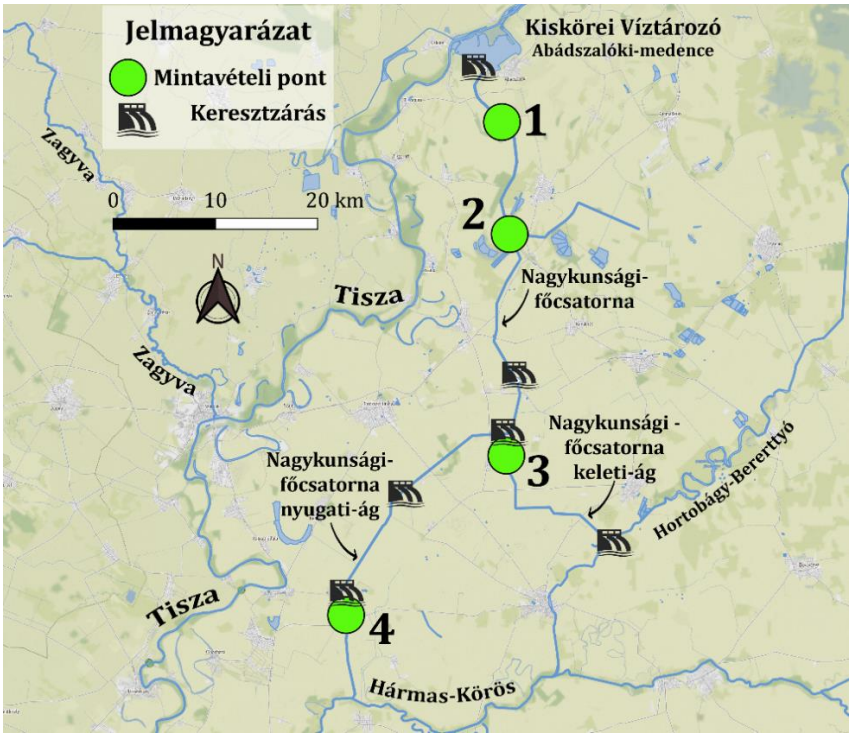
2017-ben egy garda [*Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758)] a kuncsorbai (Nyeste 2018b), 2020-ban pedig egy márna [*Barbus barbus* (Linnaeus 1758)] és egy paduc [*Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758)] az örményesi zsilip alvizén került elő (Nyeste 2021). Ezeknek a fajoknak korábbi előfordulására nem volt adat a Nagykunsági-főcsatornából.

Ezek a rövidközlemények is jelzik azt, hogy a mesterségesen létesült alföldi csatornák, különös tekintettel a duzzasztások gyorsabb sodrású alvizeire, ökológiailag is fontos halélőhelyül szolgálhatnak (Nyeste & Molnár 2017, Nyeste 2018b, Nyeste 2021), viszont sérülékenyek és ki vannak téve többek között az olyan gyorsan terjedő inváziós fajok jelentette veszélynek, mint amilyen a feketeszájú géb is (Nyeste et al. 2017b, Nyeste 2018a).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

5.1. Mintavétel

A mintavételt 2022. október 3-án végeztük el az Európai Unió Víz Keretirányelv (EU VKI) halak élőlénycsoport mintázásnak előírásai (Erős et al. 2015) valamint a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) halakra vonatkozó előírásai (Sallai et al. 2019) alapján. Összesen négy mintavételi pontot jelöltünk ki (Abádszalók, Kunhegyes, Kuncsorba, Mezőhék települések közelében). A legfelső szakasz Abádszalóknál helyezkedett el, a második kezdőpontját az NK3/II öntözőcsatorna torkolatánál jelöltük ki, a harmadik helyszín Kuncsorba határánál, a kettévált főcsatorna keleti ágán, a zsilip alatt helyezkedett el, az utolsó, negyedik pontunk pedig Mezőhéknél, a kettévált vízfolyás nyugati ágán, a műtárgy alatt kezdődött (*1. ábra, 1. táblázat*).



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

1. táblázat. Mintavételi helyszínek kiindulási pontjai és ezek geo-koordinátái, EOV, valamint WGS'84 formátumban megadva

Mintavételi hely kódja	Település	EOV X	EOV Y	WGS'84	
				Hosszúság	Szélesség
NK-1	Abádszalók	765745	232774	47.429925°	20.580388°
NK-2	Kunhegyes	766307	222364	47.335011°	20.586517°
NK-3	Kuncsorba	766615	202033	47.152108°	20.585311°
NK-4	Mezőhék	749891	185970	47.010377°	20.361247°

Az EU VKI, valamint a NBmR szerinti mintavételi protokoll számos hasonlóságot mutat, viszont vannak eltérések is a kettő között. Az egyik leglényegesebb különbség a mintavételi szakasz hossza. A Nagykunsági-főcsatorna EU VKI szerint síkvidéki folyó kategóriába (lowland river – LLR) esik, ebben az esetben a mintavételi szakasz hossza 500 méter (Erős et al. 2015). A NBmR protokoll esetében a közepes- és kis folyók (River3) felmérése során 3x200 méteren kell a mintavételezést kivitelezni, mégpedig úgy, hogy az egyes szakaszok kellőképpen reprezentálják az élőhelyek változatosságát (Sallai et al. 2019). Az elektromos kecés, vagy az elektromos bentikus keretes húzóhálós (EBKH) mintavételt 3x100 méteren kell alkalmazni ebben a kategóriában (Sallai et al. 2019).

A mintavétel során először az EU VKI szerinti 500 méteres folyószakaszon végeztünk elektromos halászatot 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. Az elektromos kecés mintavételt 300 méteren végeztük, ugyanabból a kezdőpontból kiindulva (meder közepén), ahol a hagyományos mintavétel is kezdetét vette.

Minden helyszínen mindkét protokollnak megfelelően egy német gyártmányú Hans Grassl EL64 II GI aggregátoros, egyenárammal és pulzáló egyenárammal működő, kutatói halászgépet (DC: max. teljesítmény 7 kW; PDC: 75–100 Hz, max. teljesítmény 120 kW/impulzus) használva, csónakból történtek a mintavételek. Az elektromos kecét szintén erről az eszközről működtettük (PDC: 80 Hz, max. teljesítmény 120 kW/impulzus).

A kifogott halakat Harka & Sallai (2004) könyve alapján határoztuk meg, a fajneveket illetően a FishBase adatbázisa (Froese & Pauly 2022), valamint Harka (2011) munkája volt iránymutató. Az egyedszámok rögzítését egy Panasonic típusú digitális diktafonnal végeztük. Két korcsoportot különítettünk el: a 0+ korosztályt, valamint az annál idősebb (adult) egyedeket. A kifogott halakat meghatározásuk után sértetlenül visszaengedtük. Az egyes mintavételi szakaszok hosszát egy Garmin Etrex típusú GPS készülék segítségével mértük. A szakaszok átlagos és maximális medermélységét, valamint az elektromos kece biztonságos vontatása érdekében az esetleges meder alján található akadályokat Lowrance HDS-8 típusú halradarral követtük nyomon. A mederszélesség meghatározásához Google Earth Pro programot használtunk.

5.2. Statisztikai eljárások

Az ökológiai állapotértékeléshez az egyes fajok egyedszámait több különböző eljárással is érdemes kiértékelni ahhoz, hogy a víztér állapotáról összevethető, és kellően árnyalt képet alkothassunk. A fogási adatokat diverzitási indexek (Tóthmérész 2011), valamint halalapú

állapotminősítési rendszerek (Halasi-Kovács et al. 2009, Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Erős & Sály 2016) segítségével értékeltük.

Diverzitási indexek:

Két széles körben alkalmazott diverzitási indexet alkalmaztuk az eredmények kiértékelése során, amelyeket a PAST 3.03 (Hammer et al. 2001) programmal számoltunk ki.

Shannon–Wiener-féle diverzitásindex (H):

$$H = -\sum_{i=1}^{S_{obs}} p_i \log_e p_i$$

ahol: S a fajszám, p_i – az i faj előfordulási valószínűsége

Az egyik leggyakrabban használt diverzitási index, ami a fajok relatív gyakoriságával számol és a ritka fajokra érzékeny. Amennyiben csak egy faj van jelen, értéke 0, a nagyobb H érték pedig nagyobb biológiai sokféleséget feltételez. Értéke akkor maximális, amikor a fajok egyenlő arányban vannak jelen a közösségben (Tóthmérész 2011).

Simpson-féle diverzitási index (D):

$$D = \frac{1}{C}$$

A C értéket a következő módon kapjuk meg:

$$C = \sum_{i}^{S_{obs}} p_i^2$$

ahol: *S a fajszám*

$$p_i^2 = \left(\frac{N_i}{N_T} \right)^2$$

N_i – i-ik fajhoz tartozó egyedek száma
N_T – a mintába tartozó összes egyed száma

Más néven kvadritikus-diverzitás, annak a valószínűségét adja meg, hogy két véletlenszerűen kiválasztott egyed külön fajhoz tartozik. A gyakori fajokra érzékeny, a magasabb értékek nagyobb diverzitást jelentenek (Tóthmérész 2011).

Halfajok funkcionális csoportosítása

Az egyes faunaelemek csoportosíthatók az alapján, hogy a környezeti adottságokat milyen módon használják ki. A csoportokon belüli funkcionális jellemzők az egyes fajok ökológiai térben betöltött helyét mutatják (Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Halasi-Kovács 2019). Az egyik ilyen funkcionális csoportosítási lehetőség, ha a fajokat elsődleges táplálékuk alapján osztályozzuk. A fajok jelentős része nagymértékű flexibilitást mutat a táplálékbázisát tekintve, bizonyos keretek között a rendelkezésre álló források határozzák meg mit fogyaszt az adott faj az egyes élőhelyeken (Halasi-Kovács 2019). Emellett a magyarországi fajok többsége a szikanyag felszívódása után zooplanktonnal táplálkozik és egyedfejlődésük során akár többször megváltozhatnak a táplálkozási szokásaik (Halasi-Kovács 2019, Specziár 2019).

Az elsődleges táplálékforrás mellett fontos tényező a táplálékszerzés helyszíne, vagyis a táplálkozási habitat is, továbbá csoportosíthatjuk a fajokat az alapján, hogy milyen szubsztrátumra rakják le az ikráikat (szaporodási guild), hogy milyen áramlási viszonyokat preferálnak, hogy mennyire specializálódtak élőhelyi igényeiket tekintve, illetve, hogy őshonosak, vagy adventív eredetűek-e az adott területre nézve (Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Halasi-Kovács 2019).

A funkcionális jellemzők alkalmazásával sokkal teljesebb képet kaphatunk a halközösségek struktúrájáról, ezentúl bizonyos funkcionális jellemzők alkalmasak az antropogén hatások kimutatására is (Halasi-Kovács 2019).

Halalapú állapotminősítési módszerek

Magyarországi vízfolyások halközösség-alapú ökológiai minősítő rendszere (Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes, (EQI_{HRF})):

Magyarország első Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervében (VGT1, 2009) ezzel az indexrendszerrel történt a víztestek ökológiai állapotminősítése és értékelése (Halasi-Kovács et al. 2009). Az indexet kifejezetten a hazai vízfolyások viszonyait szem előtt tartva alkották meg. Főleg az antropogén hatásokra érzékeny, ami vízkémiai, hidrogeomorfológiai és a terepen tapasztalt általános környezeti hatásokat foglalja magában (Halas-Kovács & Tóthmérész 2011). A víztestek minősítése nem a halközösség taxonómiai, hanem a funkcionális összetételén alapszik. Az eredmények számszerűen egy ökológiai minősítő indexszel (Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes: EQI_{HRF}) fejezhetők ki. Az index kidolgozása során a hazai vízfolyásokat 8 csoportba sorolták, melyekhez elméleti referenciaértékeket is rendeltek. A Nagykunsági-főcsatorna a 6-os számú, „alföldi kis és közepes folyók, csatornák” kategóriába tartozik (Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Halasi-Kovács 2019). Az index külön-külön értékeli 1-től 5-ig az egyes funkcionális csoportok fajszámát, illetve relatív gyakoriságát, a

kapott részeredményeket összeadva megkapjuk az index értékét, amihez hozzárendelhető a minősítés is (*2. táblázat*).

Magyar Multrimetrikus Halindex (Hungarian Multimetric Fish Index, HMMFI):

Sály és Erős 2016-ban a második Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv (VGT2, 2015) keretében megalkotta a halak élőlénycsoporton alapuló multimetrikus ökológiai állapotminősítési index családot a „Magyar Multrimetrikus Halindexet" (Hungarian Multimetric Fish Index, HMMFI) (Sály & Erős 2016). A Nagykunsági főcsatorna a hat különböző vízfolyástípus közül az 5. síkvidéki folyók kategóriába tartozik. Az ökológiai minőségi hányados *(Ecological Quality Ratio, EQR*) az ökológiai állapot referenciaállapothoz viszonyított formája, mely kvantitatívan jellemzi az ökológiai állapotot, de a normalizálás eredményeként a minták EQR értéke 0 és 1 közé esik, ahol a 0 rossz, az 1 kiváló ökológiai állapotot jelöl. Ezáltal az EQR érték alkalmazásával lehetővé válik a különböző vízfolyástípusba tartozó, vagy akár más normalizált értéket adó biotikus indexszel minősített minták ökológiai állapotának közvetlen összehasonlítása is (a HMMFI érték önmagában csak a saját kategóriáján belül összemérhető). Az ökológiai minőségi osztály (*Ecological Quality Class, EQC*) az ökológiai állapotot az EU VKI előírásainak megfelelő ötosztályos ordinális skála, hasonlóan, mint az EQI_{HRF} esetében (*2. táblázat*) (Sály & Erős 2016).

2. táblázat. A víztestek halalapú ökológiai minősítési értékhatárai az EQI_{HRF} rendszerben [Halasi-Kovács & Tóthmérész (2011) nyomán], valamint a HMMFI egyes minősítési osztályaihoz tartozó EQR értékintervallumai [Sály & Erős (2016) nyomán]

Minőségi osztály	EQI_{HRF} értékhatárok	HMMFI EQR értékintervallumok
kiváló (*high*)	45-50	(0.80, 1.0]
jó (*good*)	37-44	(0.60, 0.80]
mérsékelt/közepes (*moderate*)	27-36	(0.40, 0.60]
gyenge (*poor*)	20-26	(0.20, 0.40]
rossz (*bad*)	10-19	[0, 0.20]

5. EREDMÉNYEK

A Nagykunsági-főcsatornán kijelölt négy mintavételi helyszínen összesen 23 faj 3458 egyedét azonosítottuk (*3. táblázat*). A *3. táblázat* tartalmazza a mintavétel során előkerült összes fajt és azok eltérő protokollok és eszközök használatával kimutatott összegyedszámát. A részletes, eltérő mintavételi módszerek és protokollok által kapott eredményeket az egyes mintavételi szakaszok esetében külön-külön mutatom be.

3. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna halközösségének összetétele (a táblázat a parti (EU VKI és NBmR), valamint a kecés mintavétel eredményeit összevonva tartalmazza). A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Magyar név	Tudományos név	NK-1	NK-2	NK-3	NK-4
dévérkeszeg	*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)	17		4	1
küsz	*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)	347	34	196	55
fekete törpeharcsa*	*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)*	72	68	315	94
karikakeszeg	*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)	82	22	60	43
ezüstkárász*	*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)*	2			
amur*	*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)*			1	
ponty	*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758			1	
csuka	*Esox lucius* Linnaeus, 1758	5	15	26	19
vágódurbincs	*Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758)				1
kaukázusi törpegéb*	*Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916)*	1	90		
naphal*	*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)*	7	16	22	13
balin	*Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758)	10	8	2	
folyami géb*	*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)*	28	89	1	24
feketeszájú géb*	*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)*	58	101	131	7
sügér	*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758	13	2	3	12
tarka géb*	*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)*	11	4	11	6
szivárványos ökle	***Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)**	73	211	50	97
halványfoltú küllő	***Romanogobio vladykovi* (Fang, 1943)**		3		1
bodorka	*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)	194	205	71	63
süllő	*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)			7	11
vörösszárnyú keszeg	*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)	14	150	55	99
harcsa	*Silurus glanis* Linnaeus, 1758			3	
compó	*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)		1		
	Fajszám	**16**	**16**	**18**	**16**
	Egyedszám	**934**	**1019**	**959**	**546**

A 23 fogott faj közül 2 áll természetvédelmi oltalom alatt, az egyik a halványfoltú küllő [*Romanogobio vladykovi* (Fang, 1943)] a másik pedig a szivárványos ökle, utóbbi igen nagy egyedszámban (431) fordult elő. A fogott halfajok közül 8 volt adventív eredetű: a fekete törpeharcsa, az ezüstkárász, az amur [*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)], a kaukázusi törpegéb, a naphal, a folyami géb, a feketeszájú géb, valamint a tarka géb (3. *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 (*3. táblázat*).

6.1. Az egyes szakaszok eredményei

Az alábbiakban az egyes szakaszokon eltérő mintavételi protokollok szerint történt mintavételek eredményeit ismertetem. A faunisztikai adatok összefoglaló táblázataiban a partmenti mintavétel és az elektromos kece eredményeit külön-külön és összevonva is feltüntettem. Mivel a kiegészítő elektromos kecés mintavétel korábban nem volt része a NBmR protokollnak és korábban főleg nagyobb folyókon vizsgálták a hatékonyságát (Sallai et al. 2019), érdemes lehet több szemszögből is körbejárni az alkalmazási lehetőségeit.

6.1.1. NK-1 Abádszalók

Halfaunisztikai adatok

4. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna abádszalóki szakaszán az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti, valamint az elektromos kecével végzett mintavétel eredményei. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Magyar név	Tudományos név	VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
dévérkeszeg	*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)	17	17		17	17
küsz	*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)	319	347		319	347
fekete törpeharcsa*	*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)*	66	70	2	68	72
karikakeszeg	*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)	77	81	1	78	82
ezüstkárász*	*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)*	2	2		2	2
csuka	*Esox lucius* Linnaeus, 1758	4	5		4	5
kaukázusi törpegéb*	*Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916)*			1	1	1
naphal*	*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)*	7	7		7	7
balin	*Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758)	6	10		6	10
folyami géb*	*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)*			28	28	28
feketeszájú géb*	*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)*	24	25	33	57	58
sügér	*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758	12	13		12	13
tarka géb*	*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)*	11	11		11	11
szivárványos ökle	***Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)**	69	73		69	73
bodorka	*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)	161	194		161	194
vörösszárnyú keszeg	*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)	10	14		10	14
	Fajszám	**14**	**14**	**4**	**16**	**16**
	Egyedszám	**785**	**869**	**64**	**850**	**934**

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

Az Abádszalók térségében lévő mintavételi pontunk a kezdeti Tisza-tavi zsiliptől 6,25 fkm-re helyezkedett el. A mintavételek során azonosított fajokat a *4. táblázat* foglalja össze.

Ezen a szakaszon összesen 16 halfaj 934 egyedét azonosítottuk, amiből 1 védett (szivárványos ökle) és 7 idegenhonos faj (fekete törpeharcsa, ezüstkárász, kaukázusi törpegéb, naphal, folyami géb, feketeszájú géb, tarka géb) volt (*4. táblázat*). A kimutatott 16 fajból 12 faj esetén tapasztaltuk az ivadékkorú (0+) egyedek jelenlétét, ami 75%-os arányt jelent.

Az EU VKI szerinti 500 méteres és a NBmR szerinti 600 méteres mintavételi szakasz esetében is ugyanannyi fajt találtunk. A kecés mintavétel során 5 faj 65 egyedét azonosítottuk,

sajnálatos módon egyetlen kecével fogott karikakeszeget [*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)] leszámítva mindegyik faj adventív eredetű és inváziósnak tekinthető. A négy fajból kettőt, a kaukázusi törpegébet, valamint a folyami gébet nem sikerült kimutatni a hagyományos elektromos halászat során, így az összesített eredmények esetében a fajszám 14-ről 16-ra emelkedett.

Funkcionális összetétel

A mintavétel során rögzített egyedszámok alapján a Nagykunsági-főcsatorna abádszalóki szakaszának halközösségének funkcionális összetétele a különböző protokollok szerinti gyűjtés alapján a *1. függelék* foglalja össze.

A szakaszra táplálkozás szempontjából a mindenevő (omnivor) fajok abszolút dominanciája volt jellemző, habitatpreferenciát tekintve a nyíltvízi faunaelemek voltak többségben, szaporodási guild esetében az ikráikat vízinövényzetre, vagy kövekre lehelyező (fito-litofil) fajok aránya volt a legmagasabb. Magas volt a mérsékelten áramláskedvelő (euritróp), valamint a zavarást tűrő fajok aránya is. Őshonos fajok alkották a halközösség ~86 százalékát. A két protokoll eredményei közötti eltérés sehol nem volt nagyobb 2 százalékpontnál.

Az elektromos kecével történő mintavétel során táplálkozás szempontjából a gerincteleneket és az üledék szerves anyagát fogyasztó invertivor-bentivor fajok, és a mederaljzathoz kötődő bentikus fajok voltak több, mint 96%-os többségben. 93 százalékuk ikráikat maguk által készített üregbe lerakó speleofil, valamint specialista volt. A szélsőséges eredmények annak tudhatók be, hogy a fogás közel 94%-át alkotó, azonos genusba tartozó feketeszájú géb és folyami géb hasonló módon használja ki a környezetének erőforrásait, így az eltérő áramláspreferenciát leszámítva ugyanazokba a funkcionális csoportokba tartoznak.

6.2.2. NK-2 Kunhegyes

Halfaunisztikai adatok

5. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna kunhegyesi szakaszán az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti, valamint az elektromos kecével végzett mintavétel eredményei. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Magyar név	Tudományos név	VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
küsz	*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)	34	34		34	34
fekete törpeharcsa*	*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)*	54	64	4	58	68
karikakeszeg	*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)	21	22		21	22
csuka	*Esox lucius* Linnaeus, 1758	10	15		10	15
kaukázusi törpegéb*	*Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916)*	4	4	86	90	90
naphal*	*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)*	13	16		13	16
balin	*Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758)	7	8		7	8
folyami géb*	*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)*			89	89	89
feketeszájú géb*	*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)*	15	17	84	99	101
sügér	*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758	2	2		2	2
tarka géb*	*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)*	3	4		3	4
szivárványos ökle	***Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)**	111	211		111	211
halványfoltú küllő	***Romanogobio vladykovi* (Fang, 1943)**			3	3	3
bodorka	*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)	184	205		184	205
vörösszárnyú keszeg	*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)	98	150		98	150
compó	*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)		1			1
	Fajszám	**13**	**14**	**5**	**15**	**16**
	Egyedszám	**556**	**753**	**266**	**822**	**1019**

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

A Kunhegyes térségében kijelölt mintavételi pontunk az NKIII-2 öntözőcsatorna torkolatától kezdődött. A mintavételek során azonosított fajokat az *5. táblázat* foglalja össze.

Ezen a mintavételi szakaszon összesen 16 faj 1019 egyedét azonosítottuk. A 16 fajból 2 faj, a szivárványos ökle, valamint a halványfoltú küllő védett volt, 6 faj pedig idegenhonos (fekete törpeharcsa, kaukázusi törpegéb, naphal, folyami géb, feketeszájú géb, tarka géb) (*5. táblázat*). 11 faj esetében tapasztaltuk ivadékkorú (0+) egyedek jelenlétét, ami 69%-os arányt jelent.

Az EU VKI protokoll szerinti vizsgálat során 13, míg az NBmR esetében 14 fajt sikerült azonosítani. A különbséget az jelentette, hogy a kiegészítő 100 méteres mintaszakaszon egy méretes compó [*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)] is előkerült. Az elektromos kecével történő mintavétel során 5 faj 266 egyedét sikerült beazonosítani, melyből 4 volt idegenhonos (fekete törpeharcsa, kaukázusi törpegéb, folyami géb, feketeszájú géb) 1 faj, a halványfoltú küllő pedig természetvédelmi oltalom alatt áll. A folyami géb és a halványfoltú küllő kimutatásának a jelentőségét növeli, hogy a partmenti elektromos halászgéppel történő vizsgálat során egyik fajt

sem sikerült megfogni, így az összevont eredmények esetében a fajszám kettővel nőtt mindkét parti módszer esetében.

Funkcionális összetétel

A mintavétel során rögzített egyedszámok alapján a Nagykunsági-főcsatorna kunhegyesi szakaszán a halközösség funkcionális összetételét a különböző protokollok szerinti gyűjtés alapján az *2. függelék* tartalmazza.

Ennél a mintavételi pontnál az EU VKI és a NBmR eredményei többnyire hasonlóak voltak egymáshoz. Mindkét mintavételi módszer esetében az omnivor, metafitikus fajok abszolút dominanciája volt jellemző. Szaporodási guild tekintetében mindkét esetben a legtöbben fito-litofil kategóriába tartoztak, de magas volt az ostracofil, vagyis az ikráikat kagylók héjába rejtő faunaelemek aránya is, ebbe a csoportba Magyarországon csak a szivárványos ökle tartozik. Az EU VKI szerinti mintavétel eredményei alapján a zavarást tűrő fajok voltak többségben, viszont a szivárványos ökle tömeges jelenléte a kiegészítő szakaszon a specialista fajok magasabb arányát eredményezte az NBmR protokoll szerinti mintavétel esetében.

Áramláskedvelés tekintetében az állóvizet kedvelő (stagnofil) voltak jelen a legnagyobb arányban, a faunaelemek kevesebb, mint 3%-a volt áramláskedvelő.

Az elektromos kece fogásait a kicsi fajszám és a ponto-kaszpikus gébfélék abszolút dominanciája miatt nem lehet részletekbe menően elemezni. A kecével fogott fajok 98,87%-a adventív eredetű volt, ezalól csak 3 halványfoltú küllő képezett kivételt. Hasonló a helyzet az összevont eredmények esetében is, az idegenhonos fajok relatív gyakorisága az EU VKI szerinti mintavétel esetében a kecés eredményeket hozzáadva 16,01%-ról 42,82%-ra emelkedett.

6.3.3. NK-3 Kuncsorba

Halfaunisztikai adatok

A Kuncsorba térségében kijelölt mintavételi pontunk a főcsatorna keleti ágának kezdeti szakaszán a keresztzárás után kezdődött. A mintavételek során azonosított fajokat a *6. táblázat* foglalja össze.

Ezen a szakaszon összesen 18 halfaj 959 egyedét sikerült meghatároznunk, amiből 1 védett (szivárványos ökle) és 6 idegenhonos faj (fekete törpeharcsa, amur, naphal, folyami géb, feketeszájú géb, tarka géb) volt (*6. táblázat*). A kimutatott 18 fajból 10 faj esetén tapasztaltuk az ivadékkorú (0+) egyedek jelenlétét, ami 55,5%-os arányt jelent.

Az EU VKI szerinti 500 méteres mintavételi szakasz esetében 15, míg a NBmR szerinti 600 méteres mintavételi szakasz esetében 18 fajt azonosítottunk, ugyanis az NBmR kiegészítő 100 méteres mintaszakaszán új fajként előkerült az amur, a balin, valamint a folyami géb (*6. táblázat*). Az elektromos kecés mintavétel során 3 faj 196 egyedét azonosítottuk, sajnos mindhárom faj adventív eredetű és inváziósnak tekinthető. Valamennyi kecével fogott fajt sikerült a partmenti mintavételezés során is kimutatni, így az összesített eredmények ezen a szakaszon csak az egyedszámokat növelték, a fajszám viszont nem változott.

6. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna kuncsorbai szakaszán az EU VKI és a NBmR mintavételi protokoll szerint, valamint az elektromos kecével végzett mintavétel eredményei. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Magyar név	**Tudományos név**	**VKI**	**NBmR**	**Kece**	**VKI +Kece**	**NBmR +Kece**
dévérkeszeg	*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)	4	4		4	4
küsz	*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)	156	196		156	196
fekete törpeharcsa*	*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)*	106	165	150	256	315
karikakeszeg	*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)	57	60		57	60
amur*	*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)*		1			1
ponty	*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758	1	1		1	1
csuka	*Esox lucius* Linnaeus, 1758	19	26		19	26
naphal*	*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)*	20	22		20	22
balin	*Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758)		2			2
folyami géb*	*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)*		1			1
feketeszájú géb*	*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)*	83	88	43	126	131
sügér	*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758	3	3		3	3
tarka géb*	*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)*	8	8	3	11	11
szivárványos ökle	***Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)**	50	50		50	50
bodorka	*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)	68	71		68	71
süllő	*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)	3	7		3	7
vörösszárnyú keszeg	*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)	55	55		55	55
harcsa	*Silurus glanis* Linnaeus, 1758	3	3		3	3
	Fajszám	**15**	**18**	**3**	**15**	**18**
	Egyedszám	**636**	**763**	**196**	**832**	**959**

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

Funkcionális összetétel

A vizsgálat során rögzített egyedszámok alapján a Nagykunsági-főcsatorna kuncsorbai szakaszán a halközösség funkcionális összetételét a különböző protokollok szerinti mintavétel alapján az *3. függelék* tartalmazza.

Az EU VKI és a NBmR szerinti mintavétel alapján is az omnivor fajok domináltak, ami mellett az invertivor-piscivor faunaelemek voltak még jelen nagyobb arányban. A habitatpreferenciát tekintve a bentikus fajok voltak a legtöbben. Szaporodási szubsztrátumot tekintve a fito-litofil faunaelemeknek volt a legnagyobb a relatív gyakorisága. A sodrottsági viszonyokat vizsgálva az euritróp, élőhely specializáció szempontjából a zavarást tűrő

faunaelemek voltak többségben. Az adventív faunaelemek itt voltak jelen a legnagyobb arányban, a halközösség ~34%-át alkották az EU VKI és ~37%-át az NBmR szerinti mintavételezés alapján.

Az elektromos kecés mintavétel során mindössze 3 faj került elő, így a funkcionális csoportosítás sem mutatott túl nagy változatosságot, mindenhol a fekete törpeharcsa jellemzői érvényesültek. Mindhárom faj inváziósnak tekinthető, így a minta 100%-a adventív eredetű. A kecés mintavétel összevonása a partmenti mintavételekkel jelentősen rontotta az összképet, főleg az adventív eredetű fajok esetében.

6.4.4. NK-4 Mezőhék

Halfaunisztikai adatok

7. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna mezőhéki szakaszán az EU VKI és a NBmR mintavételi protokoll szerint, valamint az elektromos kecével végzett mintavétel eredményei. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Magyar név	Tudományos név	VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
dévérkeszeg	*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)			1	1	1
küsz	*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)	55	55		55	55
fekete törpeharcsa*	*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)*	20	25	69	89	94
karikakeszeg	*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)	20	20	23	43	43
csuka	*Esox lucius* Linnaeus, 1758	17	19		17	19
vágódurbincs	*Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758)			1	1	1
naphal*	*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)*	12	13		12	13
folyami géb*	*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)*			24	24	24
feketeszájú géb*	*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)*			7	7	7
sügér	*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758	11	11	1	12	12
tarka géb*	*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)*	6	6		6	6
szivárványos ökle	***Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)**	96	97		96	97
halványfoltú küllő	***Romanogobio vladykovi* (Fang, 1943)**			1	1	1
bodorka	*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)	55	57	6	61	63
süllő	*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)	5	9	2	7	11
vörösszárnyú keszeg	*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)	86	99		86	99
	Fajszám	**11**	**11**	**10**	**16**	**16**
	Egyedszám	**383**	**411**	**135**	**518**	**546**

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

A Mezőhék térségében kijelölt mintavételi szakaszunk kezdete a főcsatorna nyugati ágának alsó szakaszán a keresztzárás után kezdődött. A mintavételek során azonosított fajokat a *7. táblázat* foglalja össze.

Ezen a szakaszon összesen 16 halfaj 546 egyedét sikerült beazonosítanunk, ebből 2 faj, a szivárványos ökle, valamint a halványfoltú küllő védett, továbbá 5 adventív faj a fekete törpeharcsa, a naphal, a folyami géb, a feketeszájú géb, valamint a tarka géb volt jelen

(*7. táblázat*). A 16 fajból 8 faj esetén tapasztaltuk az ivadékkorú (0+) egyedek jelenlétét, ami 50%-os arányt jelent.

Az EU VKI szerinti 500 méteres mintavételi szakasz és az NBmR szerinti 600 méteres mintavételi szakasz esetében is 11 fajt azonosítottunk. Az elektromos kecés mintavétel során 10 faj 135 egyedét azonosítottuk, ebből 1 védett halványfoltú küllő és 3 idegenhonos faj volt (fekete törpeharcsa, folyami géb, feketeszájú géb). Az elektromos kecével történő mintavételezés során 5 olyan faj került elő, amit ezen a szakaszon a partmenti mintavételezés alkalmával nem sikerült kimutatni, ezek a dévérkeszeg [*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)], a nem fogható kategóriába tartozó vágódurbincs [*Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758)], a folyami géb, a feketeszájú géb, valamint a védett halványfoltú küllő.

Funkcionális összetétel

A vizsgálat során rögzített egyedszámok alapján a Nagykunsági-főcsatorna mezőhéki szakaszán a halközösség funkcionális összetételét a különböző protokollok szerinti mintavétel alapján a *4. függelék* foglalja össze.

Az EU VKI, valamint az NBmR protokoll szerinti partmenti mintavételezések eredményei alapján az omnivor és metafitikus fajok abszolút dominanciája volt megfigyelhető. A szaporodási guild tekintetében kiegyenlítettebbek voltak a viszonyok, a fito-litofil fajok voltak jelen legnagyobb arányban. Áramláskedvelés tekintetében a stagnofil fajok magas aránya volt a meghatározó, reofil faunaelemek egyáltalán nem kerültek elő a partmenti mintavétel során, a specialista fajok aránya 50% felett volt. Az adventív faunaelemek aránya 10% körül volt.

Az elektromos kecével végzett mintavétel fogásait elemezve az derült ki, hogy táplálkozásukat tekintve a meghatározott halak többsége invertivor-bentivor, bentikus, pszammofil, stagnofil, zavarást tűrő volt, és idegenhonos volt. Az elektromos kece fogásainak az összevonása a part menti mintavétel fogásaival azt eredményezte, hogy nőtt az invertivor-bentivor, a bentikus, a pszammofil és az adventív eredetű fajok aránya.

7. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

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 középső elemét takarja).

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. 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, 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, valamint a folyami géb is.

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. A különbség elsősorban abból adódik, hogy a HMMFI az egyes metrikákat súlyozottan értékeli, az alacsony pontszámok okai elsősorban az alacsony fajszám, az adventív eredetű fajok magas aránya, valamint a nyílt vízi és omnivor fajok hiánya voltak.

Fontos megjegyezni, hogy az HMMFI és az EQI_{HRF} is parti mintavételre lett kidolgozva, a kecés mintavétel fogásait kísérleti célból értékeltük ezekkel az indexekkel. Az elektromos kecével végzett mintavétel a halközösség egészére nem reprezentatív, „mindössze” a bentikus élettérről szolgáltat 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.

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. 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 végsősoron magasabb minősítésben mutatkozott meg.

A lentebb részletezett halfaunisztikai vizsgálatok össszehasonlítása alapján azt tapasztaltuk, hogy az összes korábbi Nagykunsági-főcsatornán végzett kutatás alacsonyabb, vagy a mostani eredményekkel megegyező fajszámokról számolt be az adott szakaszokat nézve. Az egyik lehetséges ok, hogy a partmenti mintavétel során több esetben is lényegesen hosszabb mintavételi szakaszt jelöltünk ki, mint amit a korábbi vizsgálatok során alkalmaztak, például Nyeste és munkatársai 2017-es mintavétele 300 méteres (Nyeste et al. 2017a), míg a 2019-es kutatásuk 500 méteres mintahosszon zajlott (Nyeste et al. 2019), szemben az általunk alkalmazott, NBmR protokoll által előírt 600 méterrel. A másik, ennél is meghatározóbb ok, hogy az összehasonlítás során minden esetben bevontuk az értékelésbe az elektromos kece eredményeit is, amivel olyan bentikus fajokat is ki tudtunk mutatni, amit a hagyományos partmenti mintavétel során nem sikerült megfogni sem nekünk, sem a korábbi vizsgálatokat végzőknek. Ilyen faj volt például a védett halványfoltú küllő a kunhegyesi és a mezőhéki szakaszokon, a nem fogható vágódurbincs a mezőhéki szakaszon, valamint a ponto-kaszpikus gébfélék közül a folyami géb a kunhegyesi, illetve a feketeszájú géb a kuncsorbai mintavételi szakasz esetében. Ezek a fajok minden bizonnyal a korábbi felmérések alkalmával is a fauna részét képezték, viszont a mederfenék közeli életterük és a partmenti mintavétel korlátai miatt nem volt róluk tudomásunk.

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).

Habár a küsz áramláskedvelés tekintetében az euritóp kategóriába sorolható (Halasi-Kovács et al. 2009, Halasi-Kovács & Tóthmérész 2011, Sály & Erős 2016), nagyon jól jelzik a vízsebesség alakulását azáltal, hogy a lassabb vízfolyások esetén az egyébként általánosan jellemzően magas dominanciájuk a teljesen állóvízi jellegű szakaszokon jelentősen visszaeshet (Kovács 1998, Nyeste et al 2019). Ezt sikerült alátámasztanunk azáltal, hogy az abádszalóki és a kuncsorbai keresztzárások utáni, némileg sodrottabb mintavételi pontok esetében valóban lényegesen magasabb volt a relatív gyakoriságuk, mint a szinte állóvizű kunhegyesi és

mezőhéki mintavételi pontok esetében, ahol a domináns halfajok a stagnofil szivárványos ökle, fekete törpeharcsa, valamint vörösszárnyú keszeg [*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)] voltak.

A szivárványos ökle magas egyedszámai minden mintavételi ponton messze felülmúlták a korábbi évek fogásait, ami mindenképpen kedvező abból a szempontból, hogy természetvédelmi oltalom alatt álló, Európa-szerte ritkulófélben lévő specialista fajról van szó, bár Magyarországon még viszonylag elterjedtnek tekinthető (Harka & Sallai 2004). Egyedülálló szaporodási mód, hogy a nőstényeinek a szaporodás előtt néhány centiméteres tojócsöve fejlődik, és érett ikráikat ennek segítségével a felkutatott nagyobb testű kagylók kopoltyúlemezei közé rakják (Harka & Sallai 2004).

A korábbi évekkel ellentétben a 2022-es mintavétel során nem került elő sem a jászkeszeg [*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)], sem a réticsík, sem a kősüllő [*Sander volgensis* (Gmelin, 1789)]. A jászkeszeg reofil halfaj, így feltehetően az áramlási viszonyok nem voltak kedvezőek számára, a főcsatorna egész területén álló, vagy nagyon lassan folyó vízzel találkoztunk. Az ilyen áramlási viszonyok kedvezőek lehettek volna a stagnofil réticsíknak, ezúttal mégsem sikerült kimutatni. A kősüllő esetében korábban is csak egy-egy egyed került elő, így hiányából nem lehet messzemenő következtetéseket levonni.

7.1. Az egyes szakaszok eredményeinek értékelése

Az egyes szakaszokhoz tartozó, eltérő hosszúságú mintavételi protokollok, valamint az elektromos kecés mintavétel halalapú ökológiai állapotértékelését, illetve azok egymással történő összehasonlítását, továbbá az egyes szakaszok eredményeinek korábbi halfaunisztikai adatokkal történő összevetését az alábbi fejezet foglalja össze.

A korábbi irodalmi adatokkal történő összehasonlítás során elsősorban a fajok jelenlétére vagy hiányára koncentráltunk, ezért minden esteben bevontuk az értékelésbe az összes adott mintavételi ponton azonosított halfajt, beleértve a hagyományos partmenti mintavétel, valamint a kiegészítő, elektromos kecével végzett mintavétel eredményeit is.

7.1.1. NK-1 Abádszalók

Halalapú ökológiai állapotértékelés, diverzitási indexek

A főcsatorna abádszalóki szakaszának halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a Shannon és Simpson diverzitási indexek értékeit a *8. táblázat* tartalmazza.

Az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti mintavétel HMMFI és EQI_{HRF} értékei megegyeztek, a szakasz mindkét módszer alapján a mérsékelt/közepes kategóriát képviselte. A kecés mintavétel esetében a HMMFI rossz, míg az EQI_{HRF} gyenge értékelést adott.

8. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna abádszalóki szakaszának a halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a diverzitási indexek értékei

	VKI	NBmR	Kece	VKI+Kece	NBmR+Kece
HMMFI	35	35	23	35	35
EQR	0,47	0,47	0,14	0,47	0,47
EQC	mérsékelt	mérsékelt	rossz	mérsékelt	mérsékelt
EQI_{HRF}	30 közepes	30 közepes	23 gyenge	29 közepes	29 közepes
Simpson	0,766	0,766	0,542	0,795	0,793
Shannon	1,831	1,831	0,877	1,970	1,963

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

A kecével összevont eredmények esetében a HMMFI pontszámában nem volt változás, az EQI_{HRF} esetében viszont a pontszám eggyel csökkent 30-ról 29-re, viszont a kategória továbbra is közepes maradt A pontszám csökkenése az őshonos fajok relatív gyakoriságára adott részpontszám csökkenésének tudható be, mivel a kecés fogás több mint 98%-a idegenhonos volt. Mindkét diverzitásmutató magasabb volt a kecével összevont eredmények esetében, ami a magasabb fajszám eredménye, viszont mindkét új faj adventív eredetű volt, ami összességében rosszabb ökológiai állapotra enged következtetni (pszeudodiverzitás) (Tóthmérész 2011).

Összevetés korábbi halfaunisztikai adatokkal

Az abádszalóki szakaszon kimutatott fajok összehasonlítását a korábbi szakirodalmi adatok eredményeivel a *9. táblázat* foglalja össze.

Harka és Szepesi (2014, nem publikált adat) a 2014. augusztusi mintavételük során 10 fajt azonosítottak (*9. táblázat*). Sikerült kimutatniuk az inváziós folyami gébet, a tarka gébet, és a kaukázusi törpegébet is (Harka et al. 2015), viszont védett szivárványos öklét nem fogtak (*9. táblázat)*. Sallai (2015) 2014 októberében ezen a szakaszon 10 fajt regisztrált, köztük a jászkeszeget, melyet a mostani kutatásban nem sikerült kimutatni (*9. táblázat*). A szivárványos öklét ez a kutatás sem mutatta ki. Nyeste és munkatársai (2017a) 2016 augusztusában 16 halfajt azonosítottak (*9. táblázat*). Nekik már sikerült kimutatniuk a süllőt [*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)] és a szivárványos öklét is (Nyeste et al. 2017a) (*9. táblázat*). Csak ebben a kutatásban mutatták ki ezen a szakaszon compó és kősüllő jelenlétét is. Nyeste és munkatársai (2019) 2018 áprilisában 14 halfajt határoztak meg, melyek közül a sügér (*Perca fluviatilis,* Linnaeus 1758) nem szerepel a korábbi kutatások fogásai között. A szivárványos öklét ebben a kutatásban is sikerült kimutatni (Nyeste et al. 2019).

A korábbi halfaunisztikai adatokkal összevetve a jelen kutatás során került elő a legtöbb faj, összesen 16 fajt azonosítottuk (*9. táblázat*). A feketeszájú gébet erről a szakaszról a korábbi elektromos mintavétellel végzet kutatások nem mutatták ki, csak horgászfogásokból volt tudomásunk a faj előfordulásáról (Nyeste et al. 2017b, 2018a). A 2019-ben publikált kutatáshoz

hasonlóan (Nyeste et al. 2019) sikerült a sügér jelenlétét alátámasztani, valamint újra kimutattuk a folyami gébet, aminek jelenlétét utoljára Harka és Szepesi (2014) bizonyította (*9. táblázat*). A folyami géb és a kaukázusi törpegéb jelenlétének igazolása a kiegészítő elektromos kecével történő kiegészítő mintavételnek köszönhető, mivel a partmenti halászat során egyik faj sem került elő (*9. táblázat*). A jászkeszeget, a süllőt, valamint a kősüllőt ezúttal nem sikerült kimutatnunk (*9. táblázat*).

9. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna abádszalóki szakaszán általunk és a korábbi vizsgálatok során kimutatott halfajok. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Fajnév	Jelen vizsgálat	Nyeste et al. (2019)	Nyeste et al. (2017a)	Sallai (2015)	Harka & Szepesi (2014)
Abramis brama	+	+	+		+
Alburnus alburnus	+	+	+	+	+
*Ameiurus melas**	+	+	+	+	+
Blicca bjoerkna	+	+	+	+	+
*Carassius gibelio**	+		+		
Esox lucius	+	+	+	+	+
*Knipowitschia caucasica**	+!	+		+	+
*Lepomis gibbosus**	+	+	+	+	
Leuciscus aspius	+	+	+	+	
Leuciscus idus		+	+	+	
*Neogobius fluviatilis**	+!				+
*Neogobius melanostomus**	+				
Perca fluviatilis	+	+			
*Proterorhinus semilunaris**	+		+		+
Rhodeus amarus	+	+	+		
Rutilus rutilus	+	+	+	+	+
Sander lucioperca		+	+		
Sander volgensis			+		
Scardinius erythrophthalmus	+	+	+	+	+
Tinca tinca			+		
Fajszám	**16**	**14**	**16**	**10**	**10**

A + jel a faj jelenlétét, a ! pedig azokat a fajokat jelzi, amiket a jelen kutatás során csak az elektromos kecével sikerült kimutatni.

7.1.2. NK-2 Kunhegyes

Halalapú ökológiai állapotértékelés, diverzitási indexek

A főcsatorna kunhegyesi szakaszának halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a Shannon és Simpson diverzitási indexek értékeit a *10. táblázat* tartalmazza.

Az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti mintavétel HMMFI és EQI_{HRF} kategóriái megegyeztek, viszont a pontszámok között volt eltérés. A HMMFI és az EQI_{HRF} eltérően pontozott, az előbbi esetében az NBmR szerinti mintavétel ért el eggyel magasabb pontszámot, míg az utóbbi esetében épp az EU VKI kapott eggyel több pontot. A fitofil és a stagnofil fajok relatív gyakorisága nagyobb volt a NBmR szerinti mintavétel esetében. Ezeknek a

csoportoknak a túlzottan nagyarányú jelenléte az alföldi kis-, és közepes folyók, valamint a csatornák esetében a vízfolyás degradált állapotára engednek következtetni (Halasi-Kovács 2019), így e csoportok magasabb relatív gyakoriságára a minősítő program alacsonyabb részpontszámot ad. Ezt a két részpontszámváltozást némileg kompenzálta, hogy az EU VKI szerinti mintavétel esetében az őshonos fajok relatív gyakorisága alacsonyabb volt, mint az NBmR szerinti mintavételé.

10. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna kunhegyesi szakaszának a halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a diverzitási indexek értékei

	VKI	**NBmR**	**Kece**	**VKI+Kece**	**NBmR+Kece**
HMMFI	33	34	24	34	34
EQR	0,42	0,44	0,17	0,44	0,44
EQC	mérsékelt	mérsékelt	rossz	mérsékelt	mérsékelt
EQI_{HRF}	28 közepes	27 közepes	22 gyenge	31 közepes	29 közepes
Simpson	0,803	0,796	0,683	0,871	0,863
Shannon	1,911	1,859	1,209	2,225	2,187

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

A kecés mintavétel esetében a HMMFI rossz, míg az EQI_{HRF} gyenge értékelést adott. Az elektromos kecével összevont eredmények a HMMFI esetében az EU VKI szerinti mintavétel pontszámát 33-ról 34-re emelte, az EQR továbbra is mérsékelt maradt, az NBmR protokoll szerinti mintavétel eredményeiben viszont nem hozott változást, az index értéke mindkét esetben 34. Az EQI_{HRF} esetében sem okozott az összevonás kategóriaváltozást, a pontszámot viszont megemelte. Az EU VKI mintavétel esetében 28-ról 31-re az NBmR esetében 27-ről 29-re, annak ellenére, hogy a kecés mintavétel pontszáma önmagában csupán 22 volt. A részpontszámokat egyrészt a fent említett fitofil és stagnofil fajok relatív gyakoriságának csökkenése emelte meg, másrészt az omnivor fajok arányának csökkenése, ugyanis ökológiai szempontból a mindenevő fajok túlzott dominanciája az élőlényközösség instabilitását eredményezheti (Halasi-Kovács 2019). Az EU VKI esetében a metafitikus fajok relatív gyakoriságának a csökkenése is növelte táplálkozási guild alapján adott részpontszámot. Az adventív fajok nagyobb arányára adott alacsonyabb részpontszám 1 ponttal rontotta a végső pontszámot. A diverzitási mutatók az előző mintavételi szakaszhoz hasonlóan az összevonás után mindkét esetben nőttek a magasabb fajszám miatt, viszont ezúttal a fajszámnövekedést részben a védett halványfoltú küllő okozta.

Összevetés korábbi halfaunisztikai adatokkal

A kunhegyesi szakaszon kimutatott fajok összehasonlítását a korábbi szakirodalmi adatok eredményeivel a *11. táblázat* tartalmazza.

11. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna kunhegyesi szakaszán általunk és korábbi vizsgálatok során kimutatott halfajok. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Fajnév	Jelen vizsgálat	Nyeste et al. (2019)	Sallai (2015)	Harka & Szepesi (2014)
Abramis brama		+		+
Alburnus alburnus	+	+	+	+
*Ameiurus melas**	+	+	+	+
Blicca bjoerkna	+	+		+
*Carassius gibelio**				+
Esox lucius	+	+	+	
*Knipowitschia caucasica**	+	+		
*Lepomis gibbosus**	+		+	+
Leuciscus aspius	+		+	
Leuciscus idus		+		
Neogobius fluviatilis	+!			
*Neogobius melanostomus**	+			
Perca fluviatilis	+	+		
*Proterorhinus semilunaris **	+		+	+
Pseudorasbora parva		+		
Rhodeus amarus	+	+		+
Romanogobio vladykovi	+!			
Rutilus rutilus	+	+	+	+
Sander lucioperca		+	+	
Scardinius erythrophthalmus	+	+	+	+
Tinca tinca	+			
Fajszám	**16**	**13**	**9**	**10**

A + jel a faj jelenlétét, a ! pedig azokat a fajokat jelzi, amiket a jelen kutatás során csak az elektromos kecével sikerült kimutatni.

Harka és Szepesi (2014, nem publikált adat) 2014-es augusztusi mintavételük során 10 fajt írtak le erről a szakaszról és kimutatták az ezüstkárász jelenlétét, viszont az adventív eredetű, inváziós faj a későbbi vizsgálatok során szerencsére nem került elő (*11. táblázat*) Sallai (2015) a 2014. októberében történő felmérés során 10 fajt azonosított, köztük a balint, aminek a jelenlétét a többi korábbi kutatás nem mutatta ki. Nyeste és munkatársai (2019) 2018 áprilisában ezen a szakaszon 13 halfaj jelenlétét rögzítették, köztük a jászkeszeget és az adventív razbóra jelenlétét is, ezek a fajok a mostani, és más, korábbi vizsgálat során sem kerültek elő, ami az adventív és gyorsan terjedő razbóra esetében szerencsés kimenetelnek tekinthető.

Az előző, abádszalóki mintavételi ponthoz hasonlóan, ezúttal is a jelen kutatás során sikerült a legtöbb fajt azonosítani, a kunhegyesi mintavételi szakaszon összesen 16 fajt határoztunk meg (*11. táblázat*). Kiemelkedő a védett halványfoltú küllő jelenléte, amit csak az elektromos kecével történő mintavétel során sikerül kimutatni, korábbi észleléséről nem találtunk adatot a Nagykunsági-főcsatornából (*11. táblázat*). A compó szintén új fajként került elő erről a szakaszról.

Magyarországon az adventív eredetű ponto-kaszpikus gébféléknek hat fajuk fordul elő (Nyeste et al. 2018a), amiből a kunhegyesi szakaszon négyet sikerült kimutatni, a feketeszájú gébet, a kaukázusi törpegébet, a folyami gébet, valamint a tarka gébet (*11. táblázat*). A folyami

géb jelenléről a korábbi vizsgálatok nem számolnak be, a jelen kutatás esetében is csak a kiegészítő elektromos kecés mintavétel során került elő (*11. táblázat*). Szintén elsőnek mutattuk ki halfaunisztikai felmérés során a feketeszájú géb jelenlétét ezen a szakaszon (*11. táblázat*), aminek a jelenléte a korábbi horgászfogások és a faj folyásiránnyal megegyező irányú gyors terjedése alapján valószínűsíthető volt (Nyeste 2018a, Nyeste et al. 2018).

7.1.3. NK-3 Kuncsorba

Halalapú ökológiai állapotértékelés, diverzitási indexek

A főcsatorna kuncsorbai szakaszának halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a Shannon és Simpson diverzitási indexek értékeit a *12. táblázat* tartalmazza.

12. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna kuncsorbai szakaszának a halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a diverzitási indexek értékei

	VKI	**NBmR**	**Kece**	**VKI+Kece**	**NBmR+Kece**
HMMFI	37	36	23	37	33
EQR	0,53	0,50	0,14	0,53	0,42
EQC	mérsékelt	mérsékelt	rossz	mérsékelt	mérsékelt
EQI_{HRF}	32 közepes	32 közepes	14 rossz	28 közepes	30 közepes
Simpson	0,803	0,796	0,683	0,871	0,863
Shannon	1,911	1,859	1,209	2,225	2,187

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

Az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti mintavétel eredményei is ugyanazt a minősítést kapták a HMMFI és az EQI_{HRF} esetében is, az előbbinél mérsékelt, utóbbinál közepes kategóriába tartozott, a HMMFI esetében viszont az EU VKI szerinti mintavétel 37, az NBmR szerinti viszont 36 pontot ért el, míg az EQI_{HRF} esetében mindkét protokoll szerinti gyűjtés 32 pontot kapott.

A kecés mintavétel mindkét halalapú ökológiai állapotminősítési módszer esetében rossz minősítést és 14 pontot (a legrosszabb értékelés 10 pont) kapott, ami nem meglepő az igen alacsony fajszám, az omnivor, a stagnofil, a zavarást tűrő adventív eredetű fajok magas aránya mellett, melyek mind a vízfolyás degradáltságának indikátorai, amennyiben relatív gyakoriságuk túlzottan magas (Halasi-Kovács 2019). A partmenti mintavételekkel összevonva a kategória egyik esetben sem változott, a pontszám viszont a 4-ből 3 esetben romlott. Az EU VKI szerinti mintavétel HMMFI pontszáma nem változott. Az EQI_{HRF} alacsonyabb pontszámai ugyanazokra az okokra vezethetők vissza, amire a kecés eredmények rossz értékelése. Az EU VKI mintavétel esetében feltehetően azért volt nagyobb a pontszám csökkenése (32-ről 28-ra), mint az NBmR esetében (32-ről 30-ra) mert az összegyedszám is alacsonyabb volt az EU VKI 500 méteres mintavételi szakaszán, így a kecés fogás hozzáadása nagyobb mértékű változásokat idézett elő a funkcionális csoportok arányait tekintve.

Annak ellenére, hogy a kecés mintavétel során nem került elő új faj, a Shannon-, és Simpson-diverzitás egyaránt magasabb lett az összevont eredmények esetében.

Összevetés korábbi halfaunisztikai adatokkal

A kuncsorbai szakaszon kimutatott fajok összehasonlítását a korábbi szakirodalmi adatok eredményeivel a *13. táblázat* foglalja össze.

Sallai (2015) 2014 októberében kuncsorbai zsilip alatti szakaszon 16 fajt regisztrált, a védett réticsík, a bagolykeszeg [*Ballerus sapa* (Pallas, 1814)] és a kősüllő, a későbbi vizsgálatok során nem került elő (*13. táblázat*). Nyeste és munkatársai (2019) 2018 áprilisában 9 fajt határoztak meg a jászkeszeg és az ezüstkárász jelenlétét csak ez a vizsgálat igazolta a kuncsorbai szakaszon. (*13. táblázat*). A 2022-es kutatásunk során 18 fajt azonosítottunk, ami kétszerese a Nyeste és munkatársai (2019) által ezen a szakaszon kimutatott fajszámnak. Ezen a szakaszon a korábbi vizsgálatok nem mutatták ki a ponty (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) a balin, a harcsa (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758) valamint az adventív eredetű amur és feketeszájú géb jelenlétét (*13. táblázat*).

13. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna kuncsorbai szakaszán általunk és korábbi vizsgálatok során kimutatott halfajok. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Tudományos név	**Jelen vizsgálat**	**Nyeste et al. (2019)**	**(Sallai 2015)**
Abramis brama	+	+	+
Alburnus alburnus	+	+	+
*Ameiurus melas**	+		+
Ballerus sapa			+
Blicca bjoerkna	+	+	+
Carassius gibelio		+	
*Ctenopharyngodon idella**	+		
Cyprinus carpio	+		
Esox lucius	+	+	+
*Lepomis gibbosus**	+		+
Leuciscus aspius	+		
Leuciscus idus		+	
Misgurnus fossilis			+
*Neogobius fluviatilis **	+		+
*Neogobius melanostomus **	+		
Perca fluviatilis	+		+
*Proterorhinus semilunaris**	+		+
Rhodeus amarus	+		+
Rutilus rutilus	+	+	+
Sander lucioperca	+	+	+
Sander volgensis			+
Scardinius erythrophthalmus	+	+	+
Silurus glanis	+		
Fajszám	**18**	**9**	**16**

A + jel a faj jelenlétét, a ! pedig azokat a fajokat jelzi, amiket a jelen kutatás során csak az elektromos kecével sikerült kimutatni.

7.1.4. NK-4 Mezőhék

Halalapú ökológiai állapotértékelés, diverzitási indexek

A főcsatorna mezőhéki szakaszának halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a Shannon és Simpson diverzitási indexek értékeit a *14. táblázat* tartalmazza.

14. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna mezőhéki szakaszának a halalapú ökológiai állapotminősítés, valamint a diverzitási indexek értékei

	VKI	NBmR	Kece	VKI+Kece	NBmR+Kece
HMMFI	29	29	24	29	29
EQR	0,31	0,31	0,17	0,31	0,31
EQC	gyenge	gyenge	rossz	gyenge	gyenge
EQI_{HRF}	24 gyenge	24 gyenge	20 gyenge	28 közepes	28 közepes
Simpson	0,836	0,839	0,673	0,872	0,871
Shannon	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 kecés mintavétel, 300 méteres mintaszakasz

Az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti partmenti mintavétel eredményei a gyenge kategóriát képviselték mind a HMMFI, mind az EQI_{HRF} alapján, az előbbi esetében 29, az utóbbinál 24 pontot ért el. Az alacsony pontszámhoz az EQI_{HRF} esetében leginkább metafitikus, valamint a stagnofil fajok túlzott dominanciája, valamint a litofil és reofil fajok hiánya vezetett.

Az elektromos kecével történő mintavétel mindkét halalapú ökológiai állapotminősítési módszer esetében gyenge minősítést kapott, a HMMFI értéke 24, az EQI_{HRF}-é 20, ami elsősorban a litofil és nyílt vízi fajok hiányának, a fitofil fajok rendkívül alacsony jelenlétének és az adventív faunaelemek magas arányának tudható be. A partmenti mintavételekkel összevonva a HMMFI pontszáma nem változott, az EQI_{HRF} pontszáma mind az EU VKI, mind az NBmR esetében 24-ről 28-ra emelkedett, aminek következtében a kategória is gyengéből közepessé vált. Ez a nagymértékű javulás annak köszönhető, hogy a kecés eredmények hatására mindkét összevont adatsor esetében csökkent az omnivor, a metafitikus és a stagnofil csoportok dominanciája, a bentikus fajok száma 4-ről 9-re emelkedett, és előkerült egy reofil faj is (feketeszájú géb). Ezek a változások mind a részpontszám növekedését eredményezték, egyedül az adventív faunaelemek magasabb aránya rontott az értékelésen az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti mintavételhez képest.

Összevetés korábbi halfaunisztikai adatokkal

A mezőhéki szakaszon kimutatott fajok összehasonlítását a korábbi szakirodalmi adatok eredményeivel a *15. táblázat* tartalmazza.

Nyeste és munkatársai (2019) 2018 októberi mintavétel során sikerült kimutatniuk a jászkeszeget, a védett réticsíkot, valamint a pontyot, a jelenlegi kutatásunk során azonban a

három fajból sajnos egyiket sem sikerült megfognunk ezen a szakaszon (*15. táblázat*). A 2018-ban végzett vizsgálathoz képest viszont 3 új faj is előkerült, mindhárom az elektromos kecével történő kiegészítő mintavétel során, ezek a halványfoltú küllő, a vágódurbincs, valamint a feketeszájú géb, így a fajszám egyik esetben sem változott, de az adventív fajok száma eggyel nőtt (*15. táblázat*).

15. táblázat. A Nagykunsági-főcsatorna mezőhéki szakaszán általunk és korábbi vizsgálatok során kimutatott halfajok. A természetvédelmi oltalom alatt álló fajokat félkövér kiemeléssel, az idegenhonos fajokat pedig csillaggal jelöltem.*

Tudományos név	**Jelen vizsgálat**	**(Nyeste et al. 2019)**
Abramis brama	+!	+
Alburnus alburnus	+	+
*Ameiurus melas **	+	+
Blicca bjoerkna	+	+
Cyprinus carpio		+
Esox lucius	+	+
Gymnocephalus cernua	+!	
Lepomis gibbosus	+	+
Leuciscus idus		+
Misgurnus fossilis		+
*Neogobius fluviatilis**	+!	+
*Neogobius melanostomus**	+!	
Perca fluviatilis	+	+
*Proterorhinus semilunaris**	+	+
Rhodeus amarus	+	+
Romanogobio vladykovi	+!	
Rutilus rutilus	+	+
Sander lucioperca	+	+
Scardinius erythrophthalmus	+	+
Fajszám	**16**	**16**

A + jel a faj jelenlétét, a ! pedig azokat a fajokat jelzi, amiket a jelen kutatás során csak az elektromos kecével sikerült kimutatni.

7.2. Funkcionális összetétel értékelése

A partmenti, reprezentatív mintavétel eredményeit figyelembe véve a Nagykunsági-főcsatorna általunk vizsgált szakaszain minden esetben az omnivor fajok relatív gyakorisága volt a legmagasabb, az abádszalóki, a kunhegyesi, valamint a mezőhéki szakaszon ~80% volt az arányuk, a kuncsorbai szakaszon ~60%. A kuncsorbai szakaszon a fekete törpeharcsa és a feketeszájú géb magas aránya eredményezte az omnivor fajok arányának csökkenését az invertivor-bentivor fajok javára. A mindenevő fajok magas aránya az alföldi csatornák esetében általános, viszont ökológiai szempontból a túlzottan magas dominanciájuk az élőlényközösség instabilitását eredményezheti (Halasi-Kovács 2019).

Az abádszalóki szakaszon a küsz dominanciájának köszönhetően a nyílt vízi, a lassabb áramlású kunhegyesi és mezőhéki szakaszokon a metafitikus, míg a legnagyobb fekete törpeharcsa és feketeszájú géb állománnyal rendelkező kuncsorbai szakasz esetében a bentikus táplálkozási habitat volt többségben.

Szaporodási guild alapján a fito-litofil fajok voltak többségben minden esetben, bár az arányuk jelentős fluktuációt mutatott, a legmagasabb arányuk több mint 73% volt Abádszalókon, a legalacsonyabb arányuk ~34% volt Mezőhéken. Az abádszalóki és a kuncsorbai szakaszon az euritróp, a kunhegyesesi és mezőhéki szakaszon a stagnofil fajok voltak többen, ez tükrözi az általunk is tapasztalt áramlási viszonyokat, az abádszalóki és a kuncsorbai keresztzárások alvizén még volt némi vízmozgás, de a többi szakaszon nagyon minimális volt az áramlás, amit a reofil fajok alacsony aránya is jelez, például a mezőhéki szakaszon a part menti mintavétel során egy reofil faj sem került elő. Élőhely specializáció szempontjából az abádszalóki szakaszon a zavarástűrő faunaelemek abszolút dominanciája volt jellemző, arányuk több mint 70% volt, a többi mintavételi helyszínen már viszonylag kiegyenlített volt a helyzet a specialistákkal, a generalista fajok minden mintavételi helyszínen alulreprezentáltak voltak.

Az adventív faunaelemek aránya 10-16% között alakult, kivéve a kuncsorbai szakaszt, ahol ez az arány 34% fölötti volt. Az elektromos kecével történő kiegészítő mintavétel azonban arra enged következtetni, hogy ez az arány valójában jóval magasabb is lehet, mivel a kecés eredmények alapján a mezőhéki szakaszon 74%, az abádszalóki és a kunhegyesi mintavétel során 98% fölötti volt az idegenhonos fajok aránya, a kuncsorbai szakaszon pedig kecével nem fogtunk őshonos halat.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A Nagykunsági-főcsatorna amellett, hogy nélkülözhetetlen szerepet játszik a Kunhegyes–Tiszafüredi-sík, valamint a Mezőtúr–Karcagi-sík vízellátásában, mesterséges volta ellenérére ökológiai jelentősége sem elhanyagolható, hiszen vizes élőhelyek vízutánpótlásáért is felel, valamint számos őshonos halfajnak nyújt megfelelő életteret.

2022. október 3-án a Nagykunsági-főcsatorna négy szakaszán végeztünk halfaunisztikai vizsgálatokat hagyományos partmenti mintavételi módszerrel csónakból, valamint egy új, elektromos kecével történő mintavételi technikát alkalmazva. A partmenti mintavételt kétféle mintavételi protokoll szerint végeztük el, az Európai Víz Keretirányelv (EU VKI) szerinti 500 méter hosszan történő mintavétel után egy kiegészítő 100 méteres szakaszt is felmérve a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) protokolljának megfelelően egy 600 méter hosszú mintavételi szakaszt tudtunk megvizsgálni. Az elektromos kecés mintavételt 300 méter hosszan végeztük, a vizsgálat minden esetben elektromos halászgép segítségével, csónakból történt.

A kapott eredményeket két különböző halalapú állapotértékelési minősítési rendszerrel is elemeztük (HMMFI, EQI_{HRF}), valamint összehasonlítottuk a korábbi halfaunisztikai irodalmi adatokkal, kiemelt figyelmet fordítva a vizsgálat során az elektromos kecével történő mintavételre.

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 korábbi halfaunisztikai adatokból kiderült, hogy a védett szivárványos ökle állománynagysága jelentősen megnőtt a vízfolyásban, a négy mintavételi helyszínen összesen 431 egyedet fogtunk. Elsőnek sikerült kimutatnunk a halványfoltú küllő jelenlétét a Nagykunsági-főcsatornában.

Az elektromos kece használatának hasznosságát az ilyen és ehhez hasonló mesterséges alföldi vízfolyásokban bizonyítja az, hogy a halványfoltú küllőt csak az elektromos kece használata során került elő, a hagyományos partmenti mintavételezéssel sem mi, sem a korábbi kutatásokat végzők nem tudták kimutatni. Az elektromos kece különösen hasznosnak bizonyult a ponto-kaszpikus gébfélék monitorozása során, ugyanis a kece fogásai között akkor is nagy egyedszámban fordultak elő, mikor az adott szakaszon a partmenti mintavételezés során egyáltalán nem kerültek elő.

A funkcionális összetétel, valamint a halalapú ökológiai állapotértékelés sem mutatott jelentős 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 a 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 funkcionális csoportosítás eredményei összhangban vannak az alföldi csatornák esetében megfigyelhető tendenciákkal. Mivel a Nagykunsági-főcsatorna elsődleges funkciója az öntözés, a víz áramlási sebességét is ennek megfelelően alakítják, így gyakran alakulnak ki közel állóvízi viszonyok, ami a reofil fajok alacsony arányán volt érzékelhető, már a többnyire gyorsabban áramló keresztzárásoknál is inkább csak az euritróp fajok aránya növekedett. Emellett jelentős volt a zavarástűrő fajok aránya is.

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.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni témavezetőimnek, Dr. Nyeste Krisztián József egyetemi adjunktusnak, valamint Dr. Antal László egyetemi docensnek, szakmai tanácsaikért és állandó segítségükért. A téma iránti szeretetüknek, lelkesedésüknek, szakértelmüknek, valamint a végtelen türelmüknek és erőn felüli kitartásuknak köszönhető, hogy megvalósulhatott ez a kutatás.

Külön szeretném megköszönni Somogyi Dóra PhD hallgatónak dolgozat elkészítéséhez szükséges nélkülözhetetlen szakmai segítségét.

Szeretném megköszönni továbbá Dr. Harka Ákosnak, a Magyar Haltani Társaság tiszteletbeli elnökének, Szepesi Zsoltnak és Sallai Zoltánnak, az MHTT elnökségi tagjainak a faunisztikai adataik rendelkezésemre bocsátását.

Köszönetemet szeretném kifejezni továbbá a Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszékének, köztük Dr. Grigorszky István tanszékvezető egyetemi docensnek, hogy minden feltételt biztosított a szakdolgozatom megvalósulásához.

Szeretném továbbá megköszönni Andalik Patrik Msc hallgatónak a mintavételezésben nyújtott segítségét.

Végül, de nem utolsósorban szeretném megköszönni a páromnak és családomnak, akik az egyetemi éveim alatt mindvégig feltétel nélkül támogattak.

10. IRODALOMJEGYZÉK

Csorba P. 2021: *Magyarország kistájai*. Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány. Debrecen, pp. 409.

Dövényi Z. 2010: *Magyarország kistájainak katasztere*. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest, pp. 876.

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.

Fazekas, D., Sólyom, N., Nyeste, K., Antal, L. (2016): Antropogén beavatkozások hatása az Öreg-Túr halfaunájára. *Pisces Hungarici* 10: 51–56.

Froese, R., Pauly, D. (2022): *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2022).

Guti, G., Sallai, Z., Harka, Á. (2014): A magyarországi halfajok természetvédelmi státusza és a halfauna természetvédelmi értékelése. *Pisces Hungarici* 8: 19–28.

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.

Halasi-Kovács, B. (2019): *A magyarországi vízfolyások halközösségeinek ökológiai szempontú elemzése.* Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, pp. 127.

Hammer, Ř., 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., Papp, G., Nyeste, K. (2012). A Tisza új hala egy törpegébfaj (*Knipowitschia* sp.). *Halászat*, 105(2): 17.

Harka, Á., Szepesi, Zs. (2013). A halfauna vizsgálata a kelet-magyarországi Eger-patak vízrendszerén. *Pisces Hungarici 7:* 85–96.

Harka, Á., Szepesi, Zs., Sallai, Z. (2015). A tarka géb (*Proterorhinus semilunaris*), a folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) és a kaukázusi törpegéb (*Knipowitschia caucasica*) terjedése a Tisza vízrendszerében. *Pisces Hungarici* 9: 19–30.

Harka, Á., Papp, G., Juhász, M. (2022): Szilvaorrú keszegek (*Vimba vimba*) a Tisza-tóban. *Halászat.* 115/3: 19.

Heckel, J. (1847): Magyarország édesvízi halainak rendszeres átnézete, jegyzetekkel s az új fajok rövid leírásával. In: *A magyar orvosok és természetvizsgálók VIII. nagygyűlésének évkönyve*. p. 193–216.

Heckel, J., Kner, R. (1858): *Die Süsswasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die Angränzenden Länder.* Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig, pp. 388

Herman, O. 1887: *A magyar halászat könyve* I.-II. K. M. Természettudományi Társulat, Budapest pp. 860.

Kovács, B. (1998): A Keleti-főcsatorna halfaunisztikai felmérése. *Halászat* 91/1: 8–11.

Kriesch, J. (1868): *Halaink és haltenyésztésünk.* Pest, pp. 131.

Nyeste, K., Dobronoki D., Molnár J. (2017a): A Nagykunsági-főcsatorna kezdeti szakaszának halai. *Halászat* 110/1: 14.

Nyeste, K., Molnár, J. (2017): Szilvaorrú keszeg (*Vimba vimba*) a Nagykunsági-főcsatornából. *Halászat* 110/4: 18.

Nyeste, K., Nyíri, K., Molnár, J. (2017b): A feketeszájú géb [*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)] első észlelése a Tisza vízrendszerében. *Pisces Hungarici* 11: 89–90

Nyeste, K. (2018a): A feketeszájú géb (*Neogobius melanostomus*) megtelepedése a Nagykunsági-főcsatornában. *Halászat* 111/1: 23.

Nyeste, K. (2018b): Garda (*Pelecus cultratus*) a Nagykunsági-főcsatornából. *Halászat, 111/2*: 45-45.

Nyeste, K., Gyöngy, M., Antal, L. (2018): A feketeszájú géb [Neogobius melanostomus (Pallas, 1814)] terjedése a Tisza vízgyűjtőjén. *Pisces Hungarici 12*: 53–56.

Nyeste, K., Héjja, M. K., Abonyi, T., Simon, Sz., Nagy, S.A., Antal, L. (2019): A Nagykunsági-főcsatorna halfaunája és halközösség-alapú ökológiai állapotminősítése. *Pisces Hungarici* 13: 65–74.

Nyeste, K. (2021): Márna (*Barbus barbus*) és paduc (*Chondrostoma nasus*) a Nagykunsági-főcsatornából. *Halászat, 114*/1: 14-14.

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.

Pintér, K., Pócsi, L. (2002): *Hal (Gazdasági állataink – Fajtatan)*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 77.

Rahel, F.J., Olden, J.D. (2008): Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology* 22: 521–533.

Sallai, Z. (2015): *A Nemzeti Biodiverzitás monitorozó Rendszer (NBmR) keretében 2014-ben végzett halfaunisztikai célú vizsgálatok a Csukás-éri, a Dong-éri-, a Lónyai-, a Nagykunsági-, a Sárréti-főcsatornán és az alsó-tiszai holtmedreken.* Zárójelentés.

Sallai, Z., Varga, I., Erős, T. (2019): *Halközösségek monitorozása Magyarország különböző típusú állóvizeiben és vízfolyásokban* (2001–2018). In: Váczi 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.

Sallai, Z., Sallai, M. (2020): A kerekfejű géb (*Neogobius melanostomus*) megjelenése a Körösben. *Halászat* 113/1: 13.

Sály, P., Erős, T. (2016): Vízfolyások ökológiai állapotminősítése halakkal: minősítési indexek kidolgozása. *Pisces Hungarici* 10: 15–45.

Somogyi, D., Nyeste, K. (2020): Kerekfejű géb (*Neogobius melanostomus*) a Hortobágy-Berettyóból. *Halászat* 113/1: 14.

Specziár, A. (2019): *A halak táplálékfogyasztását befolyásoló tényezők: a faji hovatartozás, a testmérete, a szezonalitás és az élőhely szerepe*. Akadémiai nagydoktori thesis, Ökológiai Kutatóközpont. pp. 31.

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.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf [Letöltve: 2022.11.18.]

URL2: https://www.globeecology.hu/ [Letöltve: 2022.11.18.]

URL3: http://kotiweb.vizugy.hu/ontozes_fejlesztes/doksik/kotivizig_ontozesfejlesztesi_strategiaja_2_kotet.pdf [Letöltve: 2022.11.18.]

URL4:https://vgtszolnok.files.wordpress.com/2011/04/1_3_melleklet_viztest_adatlapok_vizfolyas_viztestek_nagykunsagi_focsatorna_2_18.pdf [Letöltve: 2022.11.18.]

URL5:https://vgtszolnok.files.wordpress.com/2011/04/1_3_melleklet_viztest_adatlapok_vizfolyas_viztestek_nagykunsagi_focsatorna_keleti_ag_2_18.pdf [Letöltve: 2022.11.18.]

URL6: http://www.kotivizig.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=1022:a-vegehez-koezeledik-a-nagykunsagi-fcsatorna-rekonstrukcioja&catid=1:jeles-esemenyek&Itemid=74 [Letöltve: 2022.11.18.]

11. FÜGGELÉKEK

1. függelék. A halközösség funkcionális összetétele a Nagykunsági-főcsatorna abádszalóki szakaszán az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti, valamint az elektromos kecével végzett mintavételek alapján.

Funkcionális guildek (Halasi-Kovács 2019)		VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
Táplálkozás	Inv/detritivor %	1,4	1,27	0	1,29	1,18
	Piscivor %	1,27	1,73	0	1,18	1,61
	Inv/piscivor %	2,42	2,3	0	2,24	2,14
	Omnivor %	83,44	83,77	3,08	77,27	78,14
	Inv/bentivor %	11,47	10,93	96,92	18,02	16,93
	Herbivor %	0	0	0	0	0
Habitatpreferencia	Nyílt vízi %	41,4	41,08	0	38,28	38,26
	Bentikus %	24,84	23,48	98,46	30,39	28,62
	Metafitikus %	33,76	35,44	1,54	31,33	33,12
Szaporodási guild	Pszammofil %	9,3	8,86	4,62	8,95	8,57
	Pelagofil %	0	0	0	0	0
	Fitofil %	3,57	3,91	0	3,3	3,65
	Litofil %	0,76	1,15	0	0,7	1,07
	Speleofil %	4,46	4,14	93,84	11,31	10,4
	Ostracofil %	8,79	8,4	0	8,13	7,82
	Fito-litofil %	73,12	73,54	1,54	67,61	68,49
Áramlás foka	Eurytop %	77,07	77,67	46,15	74,68	75,46
	Stagnofil %	19,87	19,45	3,08	18,61	18,32
	Reofil %	3,06	2,88	50,77	6,71	6,22
Élőhely specializáció	Zavarást t. %	70,32	71,11	3,08	65,25	66,45
	Specialista %	15,29	15,31	93,84	21,32	20,79
	Generalista %	14,39	13,58	3,08	13,43	12,76
Eredet	Őshonos %	85,99	86,77	1,54	79,51	80,81
	Adventív %	14,01	13,23	98,46	20,49	19,19

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

2. függelék. A halközösség funkcionális összetétele a Nagykunsági-főcsatorna kunhegyesi szakaszán az EU VKI és a NBmR protokoll szerinti, valamint az elektromos kecével végzett mintavételek alapján

Funkcionális guildek (Halasi-Kovács 2019)		VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
Táplálkozás	Inv/detritivor %	0,54	0,53	0	0,73	0,69
	Piscivor %	3,06	3,05	0	2,07	2,26
	Inv/piscivor %	2,7	2,39	0	1,82	1,77
	Omnivor %	81,3	83,27	32,33	65,45	69,97
	Inv/bentivor %	12,4	10,76	67,67	29,93	25,31
	Herbivor %	0	0	0	0	0
	Nyílt vízi %	7,37	5,58	0	4,99	5,11
Habitatpreferencia	Nyílt vízi %	7,37	5,58	0	4,99	5,11
	Bentikus %	16,73	14,21	67,67	33,21	27,18
	Metafitikus %	75,9	80,21	32,33	61,8	67,71
Szaporodási guild	Pszammofil %	12,77	11,16	34,96	19,95	17,37
	Pelagofil %	0	0	0	0	0
	Fitofil %	19,78	22,31	0	13,38	16,49
	Litofil %	1,26	1,06	0	0,85	0,78
	Speleofil %	3,24	2,79	65,04	23,24	19,04
	Ostracofil %	19,96	28,02	0	13,5	20,71
	Fito-litofil %	42,99	34,66	0	29,08	25,61
Áramlás foka	Eurytop %	45,86	37,05	66,92	52,68	44,85
	Stagnofil %	51,44	60,69	1,5	35,28	45,24
	Reofil %	2,7	2,26	31,58	12,04	9,91
Élőhely specializáció	Zavarást t. %	50,72	42,23	1,5	34,8	31,6
	Specialista %	42,09	51,93	65,04	49,51	55,35
	Generalista %	7,19	5,84	33,46	15,69	13,05
Eredet	Őshonos %	83,99	86,06	1,13	57,18	63,89
	Adventív %	16,01	13,94	98,87	42,82	36,11

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

3. függelék. A kuncsorbai szakaszon Eu VKI és aNBmR protokoll szerint, valamint az elektromos kecével végzett mintavétel során előkerült fajok funkcionális jellemzői szerinti csoportosítása.

Funkcionális guildek (Halasi-Kovács 2019)		VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
Táplálkozás	Inv/detritivor %	1,26	1,05	1,53	1,32	1,15
	Piscivor %	3,93	4,98	0	3	3,96
	Inv/piscivor %	3,62	3,28	0	2,76	2,61
	Omnivor %	61,32	57,14	0	46,88	45,46
	Inv/bentivor %	29,87	33,42	98,47	46,04	46,71
	Herbivor %	0	0,13	0	0	0,11
Habitatpreferencia	Nyílt vízi %	24,53	25,95	0	18,75	20,65
	Bentikus %	41,67	44,17	100	55,41	55,58
	Metafitikus %	33,8	29,88	0	25,84	23,77
Szaporodási guild	Pszammofil %	19,81	24,52	76,53	33,17	35,14
	Pelagofil %	0	0,13	0	0	0,1
	Fitofil %	12,74	11,53	0	9,74	9,18
	Litofil %	0	0,26	0	0	0,21
	Speleofil %	14,31	12,71	23,47	16,47	14,91
	Ostracofil %	7,86	6,55	0	6	5,21
	Fito-litofil %	45,28	44,3	0	34,62	35,25
Áramlás foka	Eurytop %	47,64	46,79	1,53	36,78	37,54
	Stagnofil %	39,31	41,68	76,53	48,08	48,8
	Reofil %	13,05	11,53	21,94	15,14	13,66
Élőhely specializáció	Zavarást t. %	54,87	60,16	76,53	59,96	63,5
	Specialista %	31,29	27,65	23,47	29,45	26,8
	Generalista %	13,84	12,19	0	10,59	9,7
Eredet	Őshonos %	65,88	62,65	0	50,36	49,84
	Adventív %	34,12	37,35	100	49,64	50,16

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

4. függelék. A mezőhéki szakaszon Eu VKI és a NBmR protokoll szerint, valamint az elektromos kecével végzett mintavétel során előkerült fajok funkcionális jellemzői szerinti csoportosítása.

Funkcionális guildek (Halasi-Kovács 2019)		VKI	NBmR	Kece	VKI +Kece	NBmR +Kece
Táplálkozás	Inv/detritivor %	1,57	1,46	0,74	1,35	1,28
	Piscivor %	5,74	6,81	1,48	4,63	5,49
	Inv/piscivor %	6,01	5,84	0,74	4,63	4,58
	Omnivor %	81,46	79,81	22,22	66,02	65,57
	Inv/bentivor %	5,22	6,08	74,82	23,37	23,08
	Hebivor %	0	0	0	0	0
Habitatpreferencia	Nyílt vízi %	14,37	13,38	0	10,62	10,07
	Bentikus %	13,31	14,6	94,81	34,55	34,43
	Metafitikus %	72,32	72,02	5,19	54,83	55,5
Szaporodási guild	Pszammofil %	8,35	9,25	51,85	19,69	19,78
	Pelagofil %	0	0	0	0	0
	Fitofil %	29,76	31,39	0,74	22,2	23,81
	Litofil %	0	0	0	0	0
	Speleofil %	1,57	1,46	22,97	7,14	6,77
	Ostracofil %	25,07	23,6	0	18,53	17,77
	Fito-litofil %	35,25	34,3	24,44	32,44	31,87
Áramlás foka	Eurytop %	39,69	38,44	43,7	40,73	39,75
	Stagnofil %	60,31	61,56	51,11	57,92	58,97
	Reofil %	0	0	5,19	1,35	1,28
Élőhely specializáció	Zavarást t. %	38,38	37,95	55,56	42,86	42,31
	Specialista %	50,39	51,34	24,44	43,63	44,69
	Generalista %	11,23	10,71	20	13,51	13
Eredet	Őshonos %	90,07	89,29	25,93	73,36	73,63
	Adventív %	9,93	10,71	74,07	26,64	26,37

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