

**A FOLYAMI HALÁLLOMÁNYOK REPREZENTATÍV FELMÉRÉSÉNEK
MINTAVÉTELI FELTÉTELEI – SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS**

**REQUIREMENTS FOR REPRESENTATIVE SAMPLING FOR FLUVIAL FISH
ASSEMBLAGES – LITERATURE STUDY**

POTYÓ I., WEIPERTH A., GUTI G.

MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, Göd

Kulcsszavak: monitorozó eljárások, standard mintavétel, elektromos halászat, napszakos változások, szezonális változások, Duna

Keywords: monitoring methods, standard sampling, electric fishing, diurnal changes, seasonal changes, Danube

Abstract

Fish are good indicator of long-term changes of fluvial ecosystem therefore assessment of fish assemblages has been involved in evaluation of ecological status of rivers, especially since the implementation of the EU Water Framework Directive. Long-term changes of fish fauna and abundance of fish populations in the Danube can be documented by centuries-old historical data of river fisheries. Direct survey of long-term changes of fish populations in large rivers is not an easy research task due to remarkable temporal and spatial variability of fish distribution. The study provides a review of fluvial fish sampling methods, with special attention to approaches based on electrofishing, with the aim to develop standard fluvial sampling processes, to get more reliable and consistent data for description of long-term changes of fish populations.

Kivonat

A halak jó indikátorai a folyami ökoszisztémák hosszú idejű változásainak, ezért a folyók ökológiai állapotának értékelésében egyre nagyobb hangsúlyt kapott a halállomány elemzése, különösen az EU Víz Keretirányelv bevezetése óta. A Duna halállományának szerkezetében és abundanciájában bekövetkező hosszú idejű változásokat a halászat évszázados történelmi adatai dokumentálják. A folyami halállományok hosszú idejű változásainak közvetlen felmérése ugyanakkor nem egyszerű kutatási feladat a halak tér- és időbeli eloszlásának változékonysága miatt. Dolgozatunkban a folyóvízi halbiológiai kutatások során használt mintavételi módszerekről, különösen az elektromos halászatra alapozott eljárásokról kívánunk áttekintést adni, azzal a céllal, hogy a standardizált folyami felmérési eljárások továbbfejlesztésével olyan konzisztens adatsorokhoz jussunk, amelyek nagyobb megbízhatósággal jellemzik a halállomány hosszú idejű változásait.

Bevezetés

A halak érzékeny indikátorai a folyók környezeti változásainak. Az áramló vizek folyamatosan változó fizikai, kémiai és hidromorfológiai sajátosságai jelentős hatást gyakorolnak a halállományok mennyiségi mutatóira, összetételére, szerkezetére és térbeli eloszlására (Amoros et al. 1987, Welcomme 1985, Fausch et al. 1990, Sheehan & Rasmussen 1999, Guti 2002a, Lapointe et al. 2006). Az elmúlt évszázadban a folyókat ért nagymértékű antropogén beavatkozások hatására kialakult kedvezőtlen ökológiai változásokat jelzi egyes halfajok megritkulása és a veszélyeztetett halfajok számának növekedése. A Duna halállományában bekövetkezett hosszú idejű változások tükröződnek a középkori halászat halfogásait dokumentáló feljegyzések és a jelenlegi halfogások közötti eltérésekben, valamint a hagyományos halászat fogási adatainak csökkenő trendjében (Herman 1887, Khin 1957, Guti 1993, 2008, Schiemer et al. 2004, Guti & Gaebele 2009).

A felszíni vizek minősítésében a biológiai integritás, illetve az ökológiai állapot értékelése egyre nagyobb hangsúlyt kapott az utóbbi évtizedekben (Angermeier & Karr 1986, Karr et al. 1987, Schmutz et al. 2007). Az ökológiai állapotot értékelő eljárások keretében a halállomány integritását elemző módszerek az 1980-as években kezdtek megjelenni, pl. IBI (Index of Biotic Integrity) (Karr 1981), EFI (European Fish Index) (Schmutz et al. 2005). A halak meghatározó objektumai a vízi ökoszisztémák állapotértékelésének, mivel a vízi táplálékhálózat csúcán elhelyezkedő szervezetekként integrálják az alsóbb szintek változásait, továbbá egyedfejlődésük során élőhelyi igényeik

igen változatosak, ezért jelzik az élőhelyek változatosságát és konnektivitását (Copp 1989, Welcomme 1995, Jungwirth 1998, Schmutz & Weiss 1998, Schmutz & Jungwirth 1999). Európában a Víz Keretirányelvvel (VKI) (EC 1999, 2000) összefüggően a felszíni vizek minősítésére kidolgozott eljárások a biológiai vizsgálatokra helyezik a hangsúlyt a fizikai-kémiai monitorozással szemben, amelyben a halak meghatározó szerepet töltenek be.

A folyamat halállományának mennyiségi mutatói és összetétele ugyanakkor csak korlátozottan vizsgálható egy-egy felmérés alapján, mert a halak térbeli eloszlását napszakosan és évszakosan változó mintázatok jellemzik, ami befolyásolja a reprezentatív mintavétel lehetőségét egy adott folyószakaszon (Ericksen & Marshall 1997, Specziár 2001). A halászati mintavételi eszközök alkalmazhatóságát és hatékonyságát is számos környezeti tényező alakítja, mint például a vízállás, vízmélység, vízáramlás, átlátszóság, vezetőképesség, időjárás stb. A halak napszakos mozgási aktivitása általában a táplálkozási ciklustól és a menedéket biztosító élőhelyek elhelyezkedésétől függ (Hayward et al. 1989, Gaygusuz et al. 2010), míg az évszakos aktivitás változása gyakran az ívóhelyek vagy a téli vermelőhelyek felkeresésére vezethető vissza (Anras et al. 1999). Az aszályos és az árvizes években jelentős különbségek tapasztalhatók a síkvidéki folyamatok oldalirányú kiterjedésében, ezért az egyes halfajok szaporodási lehetősége, illetve populációik természetes utánpótlása igen eltérően alakulhat az egyes években (Guti & Gaebele 2009).

A felszíni vizek ökológiai állapotának megváltozása a halállomány hosszú idejű változásával jellemezhető. A hosszú idejű változások kimutatásának lényeges feltétele a halállomány mennyiségének és összetételének reprezentatív felmérésére alapozott konzisztens adatsor létrehozása (Guti 2002b). Olyan megfigyelési adatokra van szükség, amelyek variabilitásában minimális a halállománytól független környezeti tényezők hatása, azaz a variabilitás a halállomány tényleges változásait tükrözi.

Az évente 200-300 napot is halászó dunai halászok összesített évenkénti halfogási adatai térben és időben kiterjedt, nagyszámú „megfigyelésen” alapulnak (Jancsó & Tóth 1987, Guti 2008), ezért kevésbé függenek a változó környezeti hatásoktól (napszakos és évszakos eltérések, vízállás stb.). Ha az alkalmazott halászati eszközök változatlanok és a halászat intenzitása is egyenletes, akkor a többéves fogási eredmények konzisztens adatsorként kezelhetők néhány halfaj vonatkozásában. A hagyományos dunai halászat azonban megszűnőben levő foglalkozás, ezért adatai egyre kevésbé használhatóak a dunai halállomány közvetett megfigyelésére.

A halállomány változásának hosszú idejű monitorozása esetén az adatsorok konzisztenciája egyrészt a mintavételi eszközök pontos meghatározásával (típus, méret, felépítés stb.), másrészt a „zavaró” környezeti hatásokat kiküszöbölő mintavételi stratégia kidolgozásával, illetve alkalmazásával biztosítható (Peterson & Rabeni 1995, Noble et al. 2007).

Tanulmányunkban a reprezentatív halászati mintavétel kérdéskörét elemezzük szakirodalmi adatok áttekintésével, különös tekintettel az elektromos halászat folyami alkalmazását befolyásoló tényezőkre.

Módszer

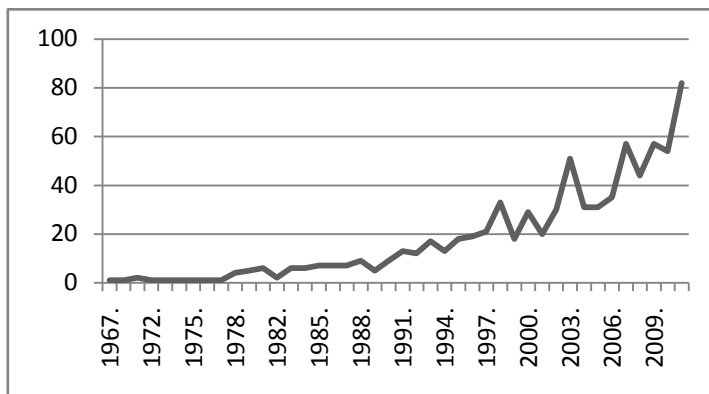
A különböző halászati mintavételi módszerekkel és az eljárások hatékonyságát befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos szakirodalmi cikkek válogatásánál az elmúlt néhány évtized (1979-2012) fontosabb kutatási eredményeit vettük figyelembe.

Az elektromos halászat témakörével foglalkozó publikációk számát és kutatottságát a ScienceDirect adatbázisában vizsgáltuk, különböző kulcsszavakra történő kereséssel. A szakirodalmi adatok kiértékelésével jellemeztük az elektromos halászat alkalmazásával történő folyami mintavételek feltételeit és problémáit, különös tekintettel a folyóvízi halak tér- és időbeli eloszlásának változékonyságára (napszakosan és évszakosan változó

mintázatok), valamint az elektromos halászat hatékonyságát befolyásoló környezeti tényezőkre (vízállás, vízmélység, vízáramlás, átlátszóság, vezetőképesség, időjárás).

Eredmények

A ScienceDirect-ben 811 publikációt találtunk az *electrofishing* kulcsszóra. Az 1. ábrán szemléltettük az elektromos halászeszközökkel történő halbiológiai vizsgálatok eredményeit közlő tanulmányok évenkénti számának alakulását az elmúlt évtizedekben. Az elektromos és egyéb halászeszközök vonatkozásában a reprezentatív mintavételek kérdéskörével kapcsolatban viszont kevés irodalmi adat áll rendelkezésre.



1. ábra. Az elektromos halászat témakörével foglalkozó publikációk száma.

Fig. 1. The number of publications dealing with electrofishing.

A szakirodalom feldolgozása során 68 olyan publikációt vizsgáltunk meg, amelyek a folyamok, kisebb vízfolyások, tavak, víztározók stb. halállományának felmérésével, illetve az alkalmazott halászati eszközök hatékonyságának és alkalmazhatóságának összehasonlító elemzésével foglalkozik.

Az áttekintett tanulmányok alapján a halállomány szerkezetének, fajgazdagságának és abundanciájának vizsgálatára irányuló kutatások 43%-a állóvizeken (tavak és víztározók), 42%-a kis- és közepes vízfolyásokon és 15%-a folyamokon történt. A folyami halállományok vizsgálatát számos környezeti tényező korlátozza, így az erős sodrás, a változatos partszakaszok, a vízmélység stb. (Penczak & Jakubowski 1990), ezért a halászeszközöknek gyakran kisebb a fogási hatékonysága, mint a kisvízfolyásokon (Casselmann et al. 1990, Grossman & Ratajczak 1998).

A rutinszerű halbiológiai vizsgálatokban általában a gyors és viszonylag kevés ráfordítást igénylő halfogó eljárásokat részesítik előnyben, így pl. az elektromos halászatot, amely világszerte az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer a folyami halállományok vizsgálatában (Cowx & Lamarque 1990, Hendricks et al. 1980, Harvey & Cowx 1996, Reynolds 1996). Az elektromos halászgép alkalmazásának előnye, hogy alkalmas a nagyobb folyók és folyamok esetében a litorális zónában tartózkodó halak térbeli eloszlásának vizsgálatára, használatát nem korlátozza az egyenetlen aljzat és a vízbe dőlt fa, továbbá a partvonal mentén is egyszerűen alkalmazható, ahol a halak gyakran nagyobb egyedszámban fordulnak elő (Reynolds 1996). Használatát és hatékonyságát ugyanakkor számos fizikai, biológiai és technikai tényező befolyásolja (Bagenal 1979, Bohlin et al. 1989, Cowx 1990, Zalewski & Cowx 1990, Rodgers et al. 1992, Bayley & Dowling 1993, Reynolds 1993, Lobón-Cerviá et al. 1994, Anderson 1995, Peterson et al. 2004, Beamont 2011), amint azt az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. Az elektromos halászat hatékonyságát befolyásoló tényezők (Zalewski & Cowx 1990, Beamont 2011).
Table 1. Factors effecting electrofishing (Adapted from Zalewski & Cowx 1990, Beamont 2011).

KÖRNYEZETI	BIOLÓGIAI	TECHNIKAI
1. Abiotikus Vezetőképesség Vízminőség Átlátszóság	1. Közösségi struktúra Fajdiverzitás Fajösszetétel	1. Személyi Legénység száma Tapasztalat Motiváció
2. Élőhely Élőhely szerkezete Mederanyag összetétele Vízáramlás Vízállás	2. Populációs struktúra Denzitás Méreteloszlás Koreloszlás	2. Felszerelés Kialakítás Eszközök állapota
3. Szezonális Hőmérséklet Időjárás	3. Fajspecifikusság Viselkedés Fiziológia Morfológia	3. Szervezettség Helyszínválasztás Mintavételi erőfeszítés

A Közép-Duna halállományának felméréséhez Guti (2009) hagyományos kialakítású, csónakban elhelyezett, közepes teljesítményű (5 kW), kézi anódos elektromos halászgép alkalmazását javasolja a partvonal menti, sekélyebb (<1,5 m) vizeken. A parttól távolodva, a mélyebb (<2,5 m) mederszakaszokon nagyobb teljesítményű (13,5 kW), rögzített elektródokkal felszerelt elektromos halászhajó használatát ajánlja, amellyel általában eredményesebben gyűjthetőek a nagyobb méretű halegyedek.

Számos dolgozat foglalkozik a különféle halászati mintavételi eszközök eltérő fogási hatékonyságának összehasonlításával (Thurrow & Schill 1996, Wildman & Neumann 2003, Goffaux et al. 2005, Lapointe et al. 2006, Benejam 2012 etc.), valamint a nappali és éjszakai mintavételek összevetésével (Sanders 1992, Thurrow & Schill 1996, Gaygusuz et al. 2010, Vasek et al. 2009, Riha et al. 2011 etc.). Az amerikai Detroit folyón például négy különböző mintavételi eszköz (kerítőháló, gyűrűkeretes varsa, Windermere-csapda és elektromos halászgép) hatékonyságának összehasonlító elemzésekor a kerítőháló használata bizonyult a legeredményesebbnek a fajgazdagság és tömegesség tekintetében (Lapointe et al. 2006). Más publikációkban viszont az elektromos halászatot a folyami halállományok felméréseinek legalkalmasabb eszközeként jellemzik. A Meuse folyó belgiumi szakaszának felmérésekor például összehasonlították az elektromos halászat és kopoltyúháló mintavételi eredményeit, és az elektromos halászeszköz bizonyult hatékonyabbnak, bár kevésbé volt szelektív a nagyobb méretű halegyedekre. Az egyes eszközök eltérő hatékonyságára tekintettel a különböző eszközöket kombináló mintavételi eljárások kidolgozása javasolható (Goffaux et al. 2005). A változatos vízterületek halállományának teljesebb feltárásához többen is felvetették az elektromos halászgép és a különböző hálók kombinált alkalmazását: az elektromos halászgép kopoltyúhálókkal (Mehner et al. 2005), illetve tükörhálókkal kiegészítve (Fischer & Eckmann 1997, Paukert 2004).

A halak lokális egyedsűrűségével, illetve foghatóságával összefüggő mutató, az időegység alatt fogható halak mennyisége (CPUE), jelentős mértékben változhat napszakosan és évszakosan is. Az elektromos halászzal történő folyami mintavétel éjszaka általában hatékonyabb, mint nappal, a halak térbeli elhelyezkedésének/mozgásának napszakos változásai miatt (Witt & Cambell 1959, Paragamian 1989, Sanders 1992). Az Ohio és Muskingum folyókon végzett felmérések szerint az éjszakai elektromos halászzal több halfaj és nagyobb egyedszámban gyűjthető, mint nappal, mert a halak éjjel a mélyebb mederrészekről a sekélyebb parti zóna irányába húzódnak táplálkozni. A nagy folyók halállományának éjszakai felmérésével általában több adat gyűjthető, viszont az éjszakai mintavétel veszélyesebb és körülményesebb (Graham 1986, Sanders 1992).

Értékelés

A vízfolyások halállományának standardizált felméréséhez útmutatást találhatunk többek között a CEN elektromos halászatra vonatkozó szabványában (CEN 2003). Ennek figyelembevételével történt a hazai halbiológiai monitorozó rendszerek (NBmR, Natura 2000 stb.) mintavételi protokolljainak kidolgozása. A reprezentatív mintavételek problémája a nagyobb folyókon, különösen a Dunán fokozottan jelentkezik, ezért indokolt a jelenleg elfogadott monitorozási eljárásokkal szolgáltatható adatok megbízhatóságának elemzése és a módszerek továbbfejlesztési lehetőségeinek vizsgálata.

A vonatkozó kutatások egyik irányvonala a monitorozási munkában alkalmazott elektromos halászeszközök hatékonyságának és szelektivitásának összehasonlító vizsgálata, amely alapján eldönthető, hogy szükség van-e a nagyobb ráfordítást igénylő kombinált mintavételi módszerek alkalmazására. Összehasonlítandó eszköz lehet például a hazai monitorozási gyakorlatban a Dunán alkalmazott közepes teljesítményű (5 kW), kézi anódos hagyományos halászgép és a nagyobb teljesítményű (13,5 kW), rögzített elektródokkal felszerelt, elektromos halászhajó, továbbá közelmúltban kifejlesztett elektromos bentikus vonóháló (Szalóky et al. 2011).

További fontos kutatási irányvonal a mintavételi eredmények változékonyságát kezelő mintavételi stratégia felülvizsgálata, különös tekintettel a folyami halak térbeli eloszlásának különböző léptékű változására. Különböző dunai helyszínek kísérleti felmérésével vizsgálható kérdések lehetnek többek között:

- A hidrológiai változások (áradás, apadás, tartósan alacsony vízállás stb.) hogyan hatnak a halállomány eloszlására, illetve a mintavételi eredményekre.
- A folyómeder hidromorfológiai változatossága (hidraulikai mutatók, mederanyag, vízmélység stb.) milyen mértékben befolyásolja a halak térbeli elhelyezkedését, valamint a mintavételek eredményeit.
- A napszakos változások hogyan befolyásolják a felmérések eredményét (nappali és éjszakai mintavételek adatainak összehasonlítása).
- Az évszakos változások milyen hatást gyakorolnak a mintavételi eredményekre (tavaszi, nyári és őszi halászatok fogási adatainak összehasonlítása).

Az elektromos halászattal történő mintavételek változékonyságának átfogó elemzésével lehetővé válik a Dunán eddig alkalmazott monitorozási stratégia értékelése, különösen a mintavételi helyszínek kiterjedésére és számára vonatkozó ajánlások, valamint a felmérések ismétlési gyakorisága kérdéskörben.

A dunai monitorozó eljárások fejlesztésének további alapvető kérdése a halállomány mennyiségi és minőségi változásának megbízható jellemzése és a hosszú idejű mintavételi adatsorok nagyobb konzisztenciájához szükséges többlet ráfordítás közötti ésszerű kompromisszum meghatározása.

Irodalom

- Amoros, C., Roux, A. L., Reygrobellet, J. L., Bravard, J. P., Pautou, G. (1987): A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers* 1: 17–36.
- Anderson, C. (1995): Measuring and correcting for size selection in electrofishing mark-recapture experiments. *Transactions of the American Fisheries Society* 124: 663–676.
- Angermeier, P. L., Karr, J. R. (1986): Applying an index of biotic integrity based on stream fish communities: consideration in sampling and interpretation. *N. Am. J. Fish. Manage* 6: 418–429.
- Anras, L., Anras, M. L. B., Bodaly, R. A., Cooley, P.M., Fudge R. J. P. (1999): Movement and habitat use by lake whitefish during spawning in a boreal lake: integrating acoustic telemetry and geographic information systems. *Trans. Am. Fish. Soc.* 128: 939–952.
- Bagenal, T. B. (1979): EIFAC fishing gear intercalibration experiments. *European Inland Fisheries Advisory Council Technical Paper 34, United Nations Food and Agriculture Organization, Rome.*
- Bayley, P. B., Dowling, D. C. (1993): The effects of habitat in biasing fish abundance and species richness estimates when using various sampling methods in streams. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 40: 5–14.

- Beaumont, W. R. C. (2011): Electric Fishing: A Complete Guide to Theory and Practice. Game and Wildlife Conservation Trust, Hampshire.
- Benejam, L., Alcaraz, C., Benito, J., Caiola, N., Casals, F., Maceda-Veiga, A., Sostoa, A., García-Berthou, E. (2012): Fish catchability and comparison of four electrofishing crews in Mediterranean streams. *Fisheries Research* 123: 9–15.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggeberget, T. G., Rasmussen, G., Saltveit, S. J. (1989): Electrofishing—theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9–43.
- Casselman, J. M., Penczak, T., Carl, L., Mann, R. H. K., Holcik, J., Woitowich, W. A. (1990): An evaluation of fish sampling methodologies for large rivers. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 37: 521–551.
- CEN (2003): Water quality – Sampling of fish with electricity. *CEN/TC 230, Ref. No. EN 14011:2003 E*, pp. 16.
- Copp, G. H. (1989): The habitat diversity and fish reproductive function of floodplain ecosystems. *Environmental Biology of Fishes* 26: 1–27.
- Cowx, I. G. (ed.) (1990): Developments in Electric Fishing. *Fishing News Books*, Oxford, pp. 358.
- Cowx, I. G., Lamarque, P. (eds.) (1990): Fishing with Electricity - Applications in Freshwater 431 Fisheries Management. *Fishing News Books, Oxford*, pp. 248.
- EC 1999: Common position adopted by the Council with a view to the adoption of a Directive of the European Parliament and the Council establishing a framework for community action in the field of water policy. *Council of the European Union*, Brussels 9085/99.
- Eriksen, R., Marshall, R. (1997): Diurnal variation in the catch of salmon in drift gillnets in Lynn Canal, Alaska. *Alaska Fish. Res. Bull.* 4: 1–11.
- European Union (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework of the Community Action in the Field of Water Policy. *European Commission, off. J. Eur. Commun.* L327, 1.
- Fausch, K. D., Lyons, J., Karr, J. R., Angermeier, P. L. (1990): Fish communities as indicator of environmental degradation. *American Fisheries Society Symposium* 8: 123–144.
- Fischer, P., Eckmann, R. (1997): Spatial distribution of littoral fish species in Lake Constance, Germany. *Arch. Hydrobiol.* 140: 91–116.
- Gaygusuz, C. G., Tarkan, A. S., Gaygusuz, O. (2010): The diel changes in feeding activity, microhabitat preferences and abundance of two freshwater fish species in small temperate streams (Omerli, Istanbul). *Ekoloji* 19/76: 15–24.
- Goffaux, D., Grenouillet, G., Kestemont, P. (2005): Electrofishing versus gillnet sampling for the assessment of fish assemblages in large rivers. *Arch. Hydrobiol.* 162/1: 73–90.
- Graham, S. P. (1986): Comparison of day versus night electrofishing efficiency on largemouth bass at O'Shaughnessy Reservoir. *Ohio Dept. Nat. Res., Div. Wildlife Inservice Note 579, Columbus, OH*. 6 pp.
- Grossman, G. D., Ratajczak, R. E. (1998): Long-term patterns of microhabitat use by fish in a southern Appalachian stream from 1983 to 1992: effects of hydrologic period, season, and fish length. *Ecology of Freshwater Fish* 7: 108–131.
- Guti G. (1993): Fisheries ecology of the Danube in the Szigetköz floodplain. *Opuscula Zoologica Budapest* 26: 67–75.
- Guti G. (2002a): Changes in the Szigetköz floodplain of the Danube and its fish communities after river diversion by the Gabčíkovo Dam. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 840–844.
- Guti G. (2002b): Vízfolyások halbiológiai monitorozása – a mintavételek standardizálásának problémái, különös tekintettel az elektromos halászatra. *Hidrológiai Közlöny* 82: 39–41.
- Guti G. (2008): Past and present status of sturgeons in Hungary and problems involving their conservation. – *Fundam. Appl. Limnol./Arch. Hydrobiol., Suppl.* 162., *Large Rivers*, 18: 61–79.
- Guti G. (2009): A dunai halállomány felmérésének új eszköze, az elektromos halászhajó. p. 51–56. In Török, K., Kiss, K., Kertész, M. (szerk.) *Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet kutatási eredményeiből, ÖBKI Műhelyfüzetek 2.- MTA Ökol. Bot. Kutint., Vácrátót*.
- Guti G., Gaebele T. (2009): Long-term changes of sterlet (*Acipenser ruthenus*) population in the Hungarian section of the Danube. *Opusc. Zool. Budapest* 40/2: 17–25.
- Harvey, J., Cowx, I. G. (1996): Electric fishing for the assessment of fish stocks in large rivers. In Cowx, I. G. (ed.): Stock assessment in inland fisheries. – *Blackwell, Oxford*, pp. 11–26.
- Hayward, R. S., Margraf, F. J., Knight, C. T., Glomski, D. J. (1989): Gear bias in field estimation of the amount of food consumed by fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 874–876.
- Hendricks, M. L., Hocutt, C. H., Stanffer, R. J. (1980): Monitoring of fish in lotic habitats. In Hocutt, C. H., Stanffer, J. R. (eds.): *Biological Monitoring of Fish*. Lexington Books. Lexington, Massachusetts. p. 205–231.
- Herman O. (1887): A magyar halászat könyve I-II. *K. M. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest*, pp. 860.
- Jancsó K., Tóth J. (1987): A kistáplói Duna-szakasz és a kapcsolódó mellékvizek halai és halászata. In: Dvihalj, Zs. (ed.) *A kistáplói Duna-szakasz ökológiája* VEAB, p. 162–192.
- Jungwirth, M., Schmutz, S., Weiss, S. (Eds) (1998): Fish Migration and Fish Bypasses. *Fishing News Books, University Press, Cambridge*.
- Karr, J. R., Yant, P.R., Fausch, K.D., Schlosser, I. J. (1987): Spatial and temporal variability of the index of biotic integrity in three midwestern streams. *Transactions of the American Fisheries Society* 116: 1–11.
- Karr, J. R. (1981): Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6: 21–27.

- Khin, A. (1957): A magyar vizák története. *Mezőgazdasági Múzeum Füzetei* 2: 1–24.
- Lapointe, N. W., Corkum, L. D., Mandrak, N. E. (2006): A comparison of methods for sampling fish diversity in shallow offshore waters of large rivers. *N. Am. J. Fish. Manag.* 26/3: 503–513.
- Lobón-Cerviá, J., Utrilla, C. G., Querol, E. (1994): An evaluation of the 3-removal method with electrofishing techniques to estimate fish numbers in streams of the Brazil-ian Pampa. *Arch. Hydrobiol.* 130: 371–381.
- Mehner, T., Diekmann, M., Brämick, U., Lemcke, R. (2005): Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human-use intensity. *Freshwater Biol.* 50: 70–85.
- Noble, R. L., Austen, D. J., Pegg, M. A. (2007): Fisheries management study design considerations. In Guy, C. S., Brown, M. L. (eds.): Analysis and interpretations of freshwater fisheries data. *American Fisheries Society, Bethesda, Md.* p. 31–49.
- Paragamian, V. L. (1989): A comparison of day and night electrofishing: size structure and catch per unit effort for smallmouth bass. *North Am. J. Fish Manage.* 9: 500–503.
- Paukert, C. P. (2004): Comparison of electrofishing and trammel netting variability for sampling native fishes. *Journal of Fish Biology* 65: 1643–1652.
- Penczak, T., Jakubowski, H. (1990): Drawbacks of electric fishing in rivers. In Cowx, I. G. (ed.): *Developments in electric fishing.* Blackwell, Oxford, p. 115–122.
- Peterson, J. T., Rabeni, C. F. (1995): Optimizing sampling effort for sampling warmwater stream fish communities. *North Am. J. Fish Manage.* 15/3: 528–541.
- Peterson, J. T., Thurow, R. F., Guzevich, J. W. (2004): An evaluation of multipass elec-trofishing for estimating the abundance of stream-dwelling salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 133: 462–475.
- Reynolds, J. (1996): Electrofishing, in: Murphy, B., Willis, D. (Eds.), Fisheries Techniques, 517 2nd ed. *American Fisheries Society, Bethesda, Maryland*, p. 221–253.
- Reynolds, J. B. (1993): Electrofishing. In Nielsen, L. A., Johnson, D. L. (eds.): Fisheries Techniques. *American Fisheries Society, Bethesda, MD*, p. 147–163.
- Říha, M., Kubečka, J., Prchalová, M., Mrkvička, T., Čech, M., Draštík, V., Frouzová, J., Hohausová, E., Jůza, T., Kratochvíl, M., Peterka, J., Tušer, M., Vašek, M. (2011): The influence of diel period on fish assemblage in the unstructured littoral of reservoirs. *Fisheries Management and Ecology* 18/4: 339–347.
- Rodgers, J. D., Solazzi, M. F., Johnson, S. L., Buckman, M. A. (1992): Comparison of three techniques to estimate juvenile coho populations in small streams. *North Am. J. Fish Manage.* 12: 79–86.
- Sanders, R. E. (1992): Day Versus Night Electrofishing Catches from Near-Shore Waters of the Ohio and Muskingum Rivers. *Ohio J. Sci.* 92/3: 51–59.
- Schiemer, F., Gutí G., Keckeis, H., Staras, M. (2004): Ecological Status and Problems of the Danube River and its Fish Fauna: A Review. *Proceedings of the second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries: Sustaining Livelihoods and Biodiversity in the New Millennium*, 11-14 February 2003, Phnom Penh, Kingdom of Cambodia. 1, 16: 273–299. RAP publication.
- Schmutz, S., Jungwirth, M. (1999): Fish as indicators of large river connectivity: the Danube and its tributaries. *Archiv für Hydrobiologie Supplementband* 115: 329–348.
- Schmutz, S., Haidvogel, G., Backx, J., Beier, U., Böhmer, J., Breine, J., Cowx, I., Leeuw, J., Sostoa, A., Ferreira, T., Grenouillet, G., Goffaux, D., Haberbosch, R., Melcher, A., Noble, R., Oliveira, J., Pont, D., Roset, N., Virbickas, T. (2005): Development, Evaluation and Implementation of a standardised Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers (FAME). *ASLO 2005, 20.-24.6.2005, Santiago de Compostella, Spain.*
- Schmutz, S., Cowx, I. G., Haidvogel, G., Pont, D. (2007): Fishbased methods for assessing European running waters: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology* 14: 369–380.
- Sheehan, R. J., Rasmussen, J. R. (1999): Large Rivers. In Kohler, C. C., Huber, W. T. (eds.): *Inland Fisheries Management in North America*, 2nd Edition. American Fisheries Society Special Publication. 20: 529–559. *Bethesda, MD.*
- Specziár A. (2001): A halak mozgási aktivitásának hatása a kopolyúháló mintavételezések eredményeire: a CPUE napszakos és évszakos változásai a Balatonban (Impacts of the activity of fish on the results of gillnet samplings: diurnal and seasonal changes of the CPUE in Lake Balaton). *Hidrológiai Közlöny* 81/5-6: 459–461.
- Szalóky Z., Gyögy 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.
- Thurow, R. F., Schill, D. J. (1996): Comparison of day snorkeling, night snorkeling, and electrofishing to estimate bull trout abundance and size structure in a second-order Idaho stream. *North Am. J. Fish Manage.* 16: 314–323.
- Vašek, M., Kubečka, J., Čech, M., Draštík, V., Matěna, J., Mrkvička, T., Peterka, J., Prchalová, M. (2009): Diel variation in gillnet catches and vertical distribution of pelagic fishes in a stratified European reservoir. *Fisheries Research* 96: 64–69.
- Welcomme, R. L. (1985): River fisheries. *FAO Fisheries Technical Papers No. 262*. UN Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Welcomme R. L. (1995): Relationships between fisheries and the integrity of river systems. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 121–136.

- Wildman, T. L., Neumann, R. M. (2003): Comparison of snorkeling and electrofishing for estimating abundance and size structure of brook trout and brown trout in two southern New England streams. *Fisheries Research* 60: 131–139.
- Witt, A. J., Cambell R. S. (1959): Refinements of equipment and procedures in electrofishing. *Trans. Am. Fish. Soc.* 88: 33–35.
- Zalewski, M., Cowx I. G. (1990): Factors affecting the efficiency of electric fishing. In Cowx, I. G., Lamarque, P. (eds.): *Fishing with electricity. Fishing News Books, Oxford, UK.*

Authors:

Imre POTYÓ (pويمre@gmail.com) András WEIPERTH, Gábor GUTI (guti.g@t-online.hu)