



A Garam/Hron felsőbesenyői hallépcsőjének értékelése a létesítményen áthaladó halfajok és azok egyedszámai alapján

Evaluating the fishway of the Hronská Dúbrava small hydroelectric power station for use by fish community

VARGA J.¹, HAJDÚ J.², MOZSÁR A.³, LEŠO P.¹

¹Technical University in Zvolen, Faculty of Forestry, Zvolen, Szlovákia

²ŠOP SR Ban. Bystrica, Banská Bystrica, Szlovákia

³NAIK, Halászati Kutatóintézet, Szarvas, Magyarország

Kulcsszavak: varszász, reofil fajok, biológiai folyosó

Keywords: trapping, rheophilic species, bio-corridor

Abstract

In the last decades, several hydroelectric power stations were constructed in Slovakia, which have considerable effect on the fish community of rivers. To reduce their ecological impact, fishways were usually installed at the dams of these stations. Our research aimed to test the fish passage function of the fishway of Hronská Dúbrava small hydroelectric power station, which is located on the River Hron (Garam). This section of the river is dominated by the reophilic species typical for the barbel fish zone. In order to evaluate the fishway use by local fish community, we carried out trap samplings in the spring of 2017 and we used the data of electrofishing research performed in 2012 by other researchers. According to the results, 16 of the 37 fish species living in this area of the Hron were recorded in the fishway. Among the dominant reophilic cyprinids, spiralin (*Alburnoides bipunctatus*), Danube gudgeon (*Gobio obtusirostris*) and chub (*Squalius cephalus*) were using the fish passage. The two fishing methods used in two different seasons and years showed differences in their results. Ten fish species were caught during the electrofishing survey while 14 species were caught during trapping. The implementation of both methods could be recommended in order to reduce their selectivity. We examined the sex ratio of spiralin, chub, dace and the Danube gudgeon and observed reasonable differences.

Bevezetés

Világviszonylatban az elektromos energia előállítására 1993 és 2010 között 72%-kal növekedett. Helyes opcióként a megújuló energiaforrások használata javasolt, így a környezetbarát energia jelenleg 20%-át teszi ki a globális elektromos energiatermelésnek, amiből 80% vízenergia (Zarfl *et al.* 2015). Szlovákiában a vízenergia a második helyen szerepel a megújuló energiaforrások között, ami 40%-nak felel meg (International Energy Agency 2012). Az említett energiát „tisztának” tekinthetjük, mivel előállításakor nem keletkeznek nemkívánatos melléktermékek, ugyanakkor a víziépítmények (pl.: gátak) egyértelműen, negatív hatást gyakorolnak az élővilágra. Részben ezek a barrierek felelősek a vándorló halfajok populációcsökkenéséért, ami világszerte észlelhető probléma. A vándorlás – eltérő mértékben ugyan, de – a legtöbb halfaj életciklusában jelen van (Gough *et al.* 2012). A vándorló fajoknak más és más környezetre van szükségük az életciklusuk egyes szakaszaiban. Ide soroljuk a szaporodást, növekedést és az ivaréretet. (Marmulla 2001). A migrációt elősegíthetik a hallépcsők, melyeket a vízerőművek közvetlen közelében létesítenek. Munkánk során a Garam (Hron) folyón létesített, felsőbesenyői (Hronská Dúbrava, Szlovákia) kis vízerőmű hallépcsőjén áthaladó halak fájának és ivarának vizsgálatát tűztük ki célul. Továbbá a két halászati eszköz (elektromos halászgép és a varsa) hatékonyságát hasonlítottuk össze. A folyó ezen szakaszán túlnyomórészt a márnázóna halközössége van jelen (Hajdú *et al.* 2012). A vizsgált kis vízerőmű 2011-ben létesült.

Anyag és módszer

Adataink 6 mintavételből származnak. Ezek időpontja sorrendben: 2017. 05. 19., 2017. 05. 22., 2017. 05. 23., 2017. 05. 28., 2017. 05. 29. és 2017. 06. 03. A halak begyűjtéséhez külsőleg téglatesthez hasonló, fémből készült varsát alkalmaztunk. Varsánk méretei a következők voltak: hossza 150 cm, szélesség 100 és a magasság 50 cm. A fémből készült halászkellékünket dróthálóval fedtük be, melyet gyorskötözővel és dróttal rögzítettünk. A hálószemek szélessége 13 mm volt. Miután elkészült a halászeszközünk elhelyeztük a kiválasztott helyre, a hallépcső kimeneti medencéjéhez (48°34'28.5"N 18°59'14.8"E). A csapdát közvetlenül az építményhez tudtuk rögzíteni, ami annak mozdulatlanságát biztosította. Varsánk naponta általában 10–12 óra hosszat volt üzembe helyezve, túl nagy migráció esetén az expozíciós időt lerövidítettük. Meghatároztuk a fogott egyedek faji besorolását *Harka és Wilhelm (2017)* alapján, továbbá mértük az egyedek standard testhosszát (mm). A halak nemét, boncolással vizsgáltuk (csak az analízisre megengedett egyedszámban). Az eredmények értékelésekor csak a reprezentatív értékkel bíró fajok adatait használtuk fel. Feljegyeztük a halfajok ivási időszakát. A halak besorolását az áramlási preferencia (flow preference) alapján *Aarts et Nienhuis (2003)* publikációja segítségével végeztük. Adatainkat kiegészítettük egy a 2012-es év őszén – elektromos halászgéppel – végzett vizsgálat eredményeivel (*Hajdú et al. 2012*). Eszközként egy Hans Grassl, ELT60-IIH, 1,3 kW, 300/500 V, 670 Hz halászgépet használtunk.

Eredmények

Terepi munkáink során 388 egyedet regisztráltunk, amelyeket 14 halfajhoz soroltunk be (1. táblázat, e oszlop). Az összes fogott faj őshonos volt. Túlnyomórészt pontyféléket fogtunk, összesen 12 fajt. Legnagyobb egyedszámmal a sujtásos küsz (*Alburnoides bipunctatus*) volt jelen. Mintáink között nagy számban előfordult a domolykó (*Squalius cephalus*) és a nyúldomolykó (*Leuciscus leuciscus*) is. Az összes regisztrált halfaj ivási ideje a tavaszi és a nyári időszakra esik.

Irodalmi adatok alapján a Garam folyó vizsgált szakaszán 37 halfaj található (*Hajdú et al. 2012*), amiből a két kutatás idején (2012 és 2017) 16 halfaj használta a felsőbesenyői hallépcsőt (1. táblázat). E biológiai folyosó hasznosíthatóságát a helyi halközösség szempontjából két kutatás eredményei alapján határoztuk meg. 2012-ben egy elektromos halászgéppel végzett kutatás során a hallépcsőben 10 halfajt jegyeztek fel (*Hajdú et al. 2012*).

Értékelés

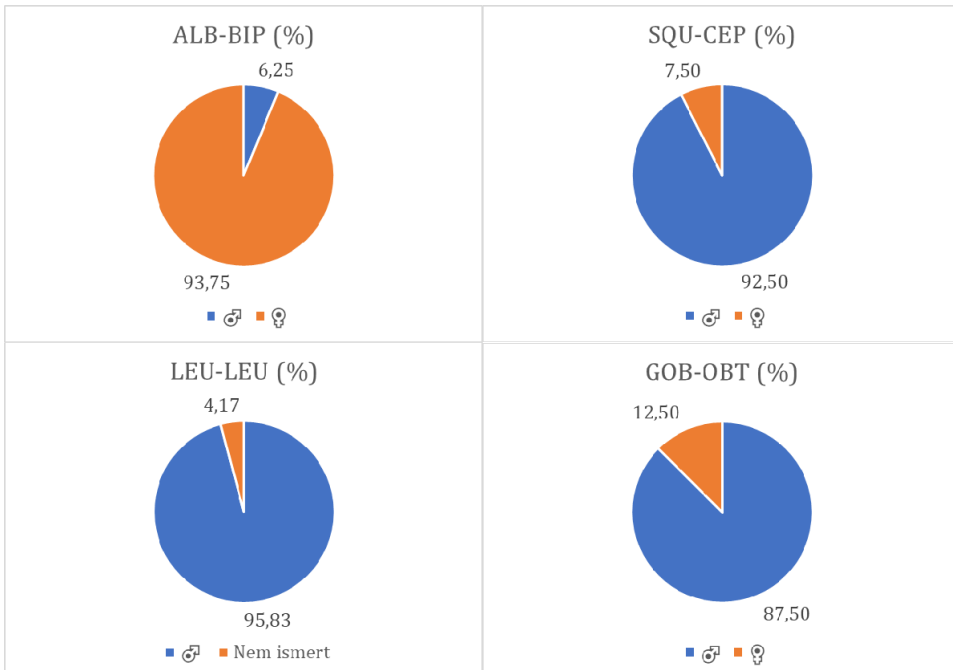
Milyen mértékben változtatják meg a vizes élőhelyeket az ember által létesített építmények, és milyen hatást gyakorolnak a helyi halközösségekre? Erre a kérdésre számos ismert vizsgálat keresi a választ (*Černý et al. 2003, Györe 2007, Han et al. 2008*). Ezek az építmények megszüntetik a vízfolyás kontinuitását. Változások jelentkeznek a vízáramlás sebességében és a vízhozam természetes fluktuációját illetően. Fokozódik a felvízi kiülepedés, ami a duzzasztó alatti szakaszon a víz átlátszóságának növekedését okozza. Ezt a jelenséget a fitoplankton-termelés élnkülése követi (*Györe 2007*).

Az általunk fogott négy leggyakoribb halfaj, a sujtásos küsz (n=112), a domolykó (n=40), a nyúldomolykó (n=24) és a dunai küllő (n=16) esetében vizsgáltuk az ivari megoszlást is. A vizsgált négy fajnál nagy különbségek figyelhetők meg (1. ábra). Ezek okainak feltárása külön vizsgálatot igényelne.

1. táblázat. A vizsgált terület halfajainak (37 faj) gyakorisága (F) Hajdú et al. (2012) szerint, valamint a korábbi és a jelen vizsgálat során fogott fajok egyedszáma

Table 1. Species and their frequency (F) in the study site (37 species) Hajdú et al. (2012) and the number of captured fishes during the 2 years of research

Sor- szám a	Fajok b	F c	Mintavételek	
			2012 (n) d	2017 (n) e
1.	Domolykó - <i>Squalius cephalus</i>	93,3	1	76
2.	Dunai küllő - <i>Gobio obtusirostris</i>	80,0	71	20
3.	Paduc - <i>Chondostroma nasus</i>	80,0	2	10
4.	Sujtásos kűsz - <i>Alburnoides bipunctatus</i>	66,7	173	194
5.	Márna - <i>Barbus barbus</i>	66,7	-	5
6.	Nyúldomolykó - <i>Leuciscus leuciscus</i>	66,7	-	63
7.	Kűsz - <i>Alburnus alburnus</i>	60,0	-	5
8.	Kövicsík - <i>Barbatula barbatula</i>	60,0	23	-
9.	Kárpáti márna - <i>Barbus carphaticus</i>	46,7	1	3
10.	<i>Csuka - <i>Esox lucius</i></i>	46,7	-	-
11.	Bodorka - <i>Rutilus rutilus</i>	46,7	1	2
12.	Szilvaorrú keszeg - <i>Vimba vimba</i>	46,7	-	2
13.	<i>Ezüstkárász - <i>Carassius gibelio</i></i>	40,0	-	-
14.	Sügér - <i>Perca fluviatilis</i>	40,0	29	1
15.	Fürge cselle - <i>Phoxinus phoxinus</i>	40,0	50	-
16.	Dévékeszeg - <i>Abramis brama</i>	26,7	-	3
17.	<i>Balin - <i>Aspius aspius</i></i>	26,7	-	-
18.	<i>Ponty - <i>Cyprinus carpio</i></i>	26,7	-	-
19.	<i>Szivárványos pisztráng - <i>Oncorhynchus mykiss</i></i>	26,7	-	-
20.	<i>Jászkeszeg - <i>Leuciscus idus</i></i>	20,0	-	-
21.	<i>Sebes pisztráng - <i>Salmo trutta</i></i>	20,0	-	-
22.	<i>Harcza - <i>Silurus glanis</i></i>	20,0	-	-
23.	Pénzes pér - <i>Thymallus thymallus</i>	20,0	1	1
24.	<i>Compó - <i>Tinca tinca</i></i>	20,0	-	-
25.	<i>Angolna - <i>Anguilla anguilla</i></i>	13,3	-	-
26.	Karikakeszeg - <i>Blicca bjoerkna</i>	13,3	-	3
27.	<i>Amur - <i>Ctenopharyngodon idella</i></i>	13,3	-	-
28.	<i>Galóca - <i>Hucho hucho</i></i>	13,3	-	-
29.	<i>Menyhal - <i>Lota lota</i></i>	13,3	-	-
30.	<i>Halványfoltú küllő - <i>Romanogobio vladykovi</i></i>	13,3	-	-
31.	<i>Süllő - <i>Sander lucioperca</i></i>	13,3	-	-
32.	<i>Vörösszárnnyú keszeg - <i>Scardinius erythrophthalmus</i></i>	13,3	-	-
33.	<i>Széles kárász - <i>Carassius carassius</i></i>	6,7	-	-
34.	<i>Razbóra - <i>Pseudorasbora parva</i></i>	6,7	-	-
35.	<i>Szivárványos ökle - <i>Rhodeus amarus</i></i>	6,7	-	-
36.	<i>Félpillantó küllő - <i>Romanogobio uranoscopus</i></i>	6,7	-	-
37.	<i>Német bucó - <i>Zingel streber</i></i>	6,7	-	-
	Összesen		352	388



1. ábra. Ivari megoszlás a sujtásos küsz (ALB-BIP), a domolykó (SQU-CEP), a nyúldomolykó (LEU-LEU) és a dunai küllő (GOB-OBT) fajoknál

Fig. 1. Differences in sex of spiralin (ALB-BIP), chub (LEU-CEP), dace (LEU-LEU) and species of gudgeon (GOB-OBT)

A vízerőművek kizárják azokat az áradásokat, amelyek a tavaszi és nyári időszakban fontos szerepet játszanak a halak ívásában. Csökkenek a megfelelő ívási és a halivadékok fejlődéséhez szükséges helyek. Következő problémaként a populációk izolációját említhetjük (Černý et al. 2003). A felsőbesenyői kis vízerőmű hallépcsőjének kivitelezése elkerülendő példaként kerül megemlítésre a szlovák módszertani útmutatóban (*Metodické usmernenie, MŽP SR 2015*). Az útmutató szerint csak a pisztrángok képesek teljes sikerrel használni a hallépcsőt. A természetközeli (nature-like) hallépcsők megfelelőbbek a gyengébben úszó fajoknak, másrésről az alacsony vízáramlási sebesség nem eléggé vonzó a többi halfaj számára (Bunt et al. 2012).

Munkánk három fő problémával foglalkozott: a hallépcső használhatóságával, a két fogási módszer összehasonlításával, valamint a hallépcsőn feljutó fajok ivari megoszlásával. Vizsgálatunk alapján kijelenthetjük, hogy főképp reofil A fajok használták a hallépcsőt. A két felmérés (2012 és 2017) szerint 5 faj dominált (1. táblázat). Legnagyobb egyedszámmal a sujtásos küsz, a domolykó, a nyúldomolykó, a dunai küllő (*Gobio obtusirostris*) és a fürge csele (*Phoxinus phoxinus*) szerepelt a fogásban. A Garam ezen szakaszán végzett korábbi kutatások összegzésével Hajdú et al. (2012) 46,7%-os gyakoriságot írtak le a csuka (*Esox lucius*) esetében. 2012-ben két kutatást végeztek (Hajdú et al. 2012), egy hallépcső alatti és egyet a hallépcsőben. A hallépcső alatti vízfolyásban 1 csukapéldányt fogtak, viszont a hallépcsőben már nem észlelték a faj egyetlen egyedét sem. A 2017-es varsás vizsgálatunk során csukát nem regisztráltuk. Németországban a csuka hiányát a hallépcsőkben szintén megfigyelték (Pander et al. 2011) a Nassach folyón. Svédországban Calles et Greenberg (2007) megállapították, hogy az általuk vizsgált hallépcső kedvezőtlen a csuka számára. Általánosan ismert tény, hogy a lágy úszósugarú halfajok (soft-rayed fishes) könnyebben megbirkóznak a nem stabil vízáramlással, mint a kemény úszósugarú fajok (spiny-rayed fishes) Webb (1998). Ezt a megállapítást alátámasztja a 2012-es kutatás és a saját munkánk

eredménye is. Azonban 2012-ben nagy egyedszámban fogták a sügért (*Perca fluviatilis*). A szintén kemény úszósugarakkal rendelkező fogassüllő (*Sander lucioperca*) és a német bucó (*Zingel streber*) fajokat nem regisztráltuk.

Összehasonlítottuk a két módszer eredményességét is. A minta fajösszetételét illetően a varsás (2017) módszer eredményesebbnek bizonyult, mint az elektromos halászgéppel végzett vizsgálat (2012). Míg a varsával fogott fajok száma 14, addig az elektromos halászgéppel regisztrált fajok száma 10 volt, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ezt az eredményt több tényező is befolyásolhatta. Az elektromos halászgéppel végzett kutatás ősszel zajlott, míg a varsás tavasszal és nyár elején, amikor a ponty- és a sügérfélék ívása történik (Harka et Sallai 2004, Harka et Wilhelm 2017). Ezenfelül a varsa működési ideje jóval hosszabb volt, mint a halászgépé. A halászgép használatakor egyedvesztés történhet az áramló vízfolyás miatt, ami főképp a rajban úszó pontyfélék esetén jelentkezhet (Bohlin et al. 1989). Másfelől a kisméretű fajoknál eredményesebben használható az elektromos halászgép, mivel a varsa hálójának szembősége 13 mm volt, így némely faj egyes egyedei ezen átúsztak. Ezt igazolják a 2012-es felmérés eredményei is, amikor, fűrges cselléből 50 és kövicsikből (*Barbatula barbatula*) 23 egyedeket fogtak, míg a varsás vizsgálatból hiányoztak ezek a fajok. Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy e két mintavételi alkalom között 5 év telt el, így változhatott a vizsgált szakasz fajösszetétele is. Kisebbszembőségű hálót azért nem alkalmaztunk, mert feltételezésünk szerint a nagy mennyiségű hordalék eltömítette volna az eszközt. Eredményeink alapján a két mintavételi módszer egymást kiegészíti, így mindkét módszer alkalmazása javasolt.

Négy fajnál foglalkoztunk az ivari megoszlás értékelésével, ahol jelentős különbségekre lettünk figyelmesek. A sujtásos kűsznél 93,75%-ban nőstényeket fogtunk. A domolykó és a dunai küllő esetében túlnyomórészt hím halakat regisztráltunk. A nyúldomolykónál teljes mértékben hiányoztak az adult nőivarú egyedek (1. ábra). Néhány tanulmány alátámasztja azt a tényt, hogy egyes pontyféléknel a hímek hamarabb keresik fel az ívóhelyeket, mint a nőstények (Mills 1991, Palstra et al. 2004, URL1). Ebből kiindulva vélelmezzük, hogy az általunk vizsgált fajok esetében is ez a törvényszerűség lehet az oka a jelentős különbségnek. Ez azt jelenti, hogy mintavételeink idején a sujtásos kűsz hímjei már felkeresték az ívóhelyeket és a nőstények csak fáziskéséssel utánuk érkeztek meg. Meg kell jegyezni, hogy a domolykónál, a dunai küllőnél és a nyúldomolykónál a vizsgált időszakban a hímek folyamatban lévő migrációja volt észlelhető.

Köszönetnyilvánítás

Szíves segítségükért hálás köszönetet mondok Šesták Kristínának, Varga Tündének, Bende Attilának és Harka Ákosnak.

Irodalom

- Aarts, B.G.W., Nienhuis, P.H. (2003): Fish zonations and guilds as the basis for assessment of ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia* 500: 157–178.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., Saltveit, S.J. (1989): Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9–43.
- Bunt, C.M., Castro-Santos, T., Haro, A. (2012): Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River research and applications* 28: 457–478.
- Calles, E.O., Greenberg, L.A. (2007): The use of two nature-like fishways by some fish species in the Swedish River Emån. *ECOLOGY OF FRESHWATER FISH* 16: 183–190.
- Černý, J., Copp, G.H., Kováč, V., Gozlan, R., Vilizzi, L. (2003): Initial Impact of the Gabčíkovo hydroelectric scheme on the species richness and composition of 0+ fish assemblages in the Slovak flood plain, river Danube. *River research and applications* 19: 749–766.
- Gough, P., Philipson, P., Schollemma, P.P., Wanningen, H. (2012): *From sea to source. International guidance for the restoration of fish migration highways*. © 2012 Regional Water Authority Hunze en Aa's.
- Györe K. (2007): A mosonmagyaróvári duzzasztó hatása a Mosoni-Duna halközösségének elterjedési mintázatára. *Pisces Hungarici II. Magyar Haltani Társaság*. 41–50.
- Hajdú, J., Pekárik, L., Koščo, J. (2012): Ichtyofauna rybovodu malej vodnej elektrárne Hronská Dúbrava. *Folia Oecologica. Acta Universitas Prešovensis. Ročník LV. Prešov*. 56–64.

- Han, M., Fukushima, M., Kameyama, S., Fukushima, T., Matsushita, B. (2008): How do dams affect freshwater fish distributions in Japan? Statistical analysis of native and nonnative species with various life histories. *Ecological Research*. 23: 735–743.
- Harka Á., Sallai Z. (2004): *Magyarország halfaunája. Képes határozó és elterjedési tájékoztató*. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, 269 p.
- Harka Á., Wilhelm S. (2017): *Halhatározó horgászoknak, halbarátoknak*. Duna-Mix Kft. Vác.
- International Energy Agency Publications. (2012): 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France. *Printed in France by Soregraph*. January 2012. (612011071P1).
- Marmulla, G. (2001): *Dams, fish and fisheries. Opportunities challenges and conflict resolution*. FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER. 419.
- Mills, C.A. (1991): *Reproduction and life history. Cyprinid Fishes*. Originally published by CHAPMAN AND HALL. First edition.
- Palstra, A.P., Graaf, M.D., Sibbing, F.A. (2004): Riverine spawning and reproductive segregation in a lacustrine cyprinid species flock, facilitated by homing?. *Animal Biology*. Vol. 54, No. 4, pp. 393–415.
- Pander, J., Mueller, M., Geist, J. (2011): Ecological functions of fish bypass channels in streams: migration corridor and habitat for rheophilic species. *River research and applications*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/rra.1612.
- Výskumný ústav vodného hospodárstva. (2015): *Určenie vhodných typov rybovodov podľa typológie vodných tokov. Metodické usmernenie*. Ministerstvo životného prostredia SR. Bratislava.
- Webb, P.W. (1998): Entrainment by river chub *Nocomis micropogon* and smallmouth bass *Micropterus dolomieu* on cylinders. *The Journal of Experimental Biology* 201: 2403–2412.
- Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L., Tockner, K. (2015): A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*. 77(1). 161–170.

URL1: <https://www.youtube.com/watch?v=mHHjosWMCx4> (2019.03.04.)

Authors:

Július VARGA (gyulavarga272@gmail.com), Juraj HAJDÚ (juraj.hajdu@soprs.sk), Attila MOZSÁR (mozsar.attila@haki.naik.hu), Peter LEŠO (peter.leso@tuzvo.sk)



A felsőbesenyői kis vízerőmű hallépcsője (Július Varga felvétele)