VYUŽITIE RYBOVODU PRE ÚČELY ŠPORTOVEJ PLAVBY

Ing. Lea Čubanová, PhD.

Anotácia:
Príspevok popisuje možnosti využitia rybovodu pre preplavovanie športových a rekreačných lodí. Riešenie takéhoto multifunkčného objektu prináša množstvo problémov, pretože musí vyhovieť protichodným požiadavkám ichtyofauny a plavby. Príspevok uvádza potrebné návrhové parametre, ako aj skúsenosti z návrhu takýchto objektov v zahraničí a otvára diskusiu k danej problematike.

Kľúčové slová: rybovod, sklz, multifunkčný objekt.

Lea Čubanová: FISH PASS UTILIZATION FOR THE PURPOSES OF THE SPORT NAVIGATION

Annotation:
Article is describing possibilities of the fish pass utilization for the sport and recreational boats transport. Design of such multipurpose structure brings a lot of problems, because it must meet conflicting requirements of the ichthyofauna and navigation. Article introduces needed design parameters as well as experiences from the design of such objects abroad and opens discussion to given issue.

Key words: Fish Pass, Slide, Multipurpose Structure.

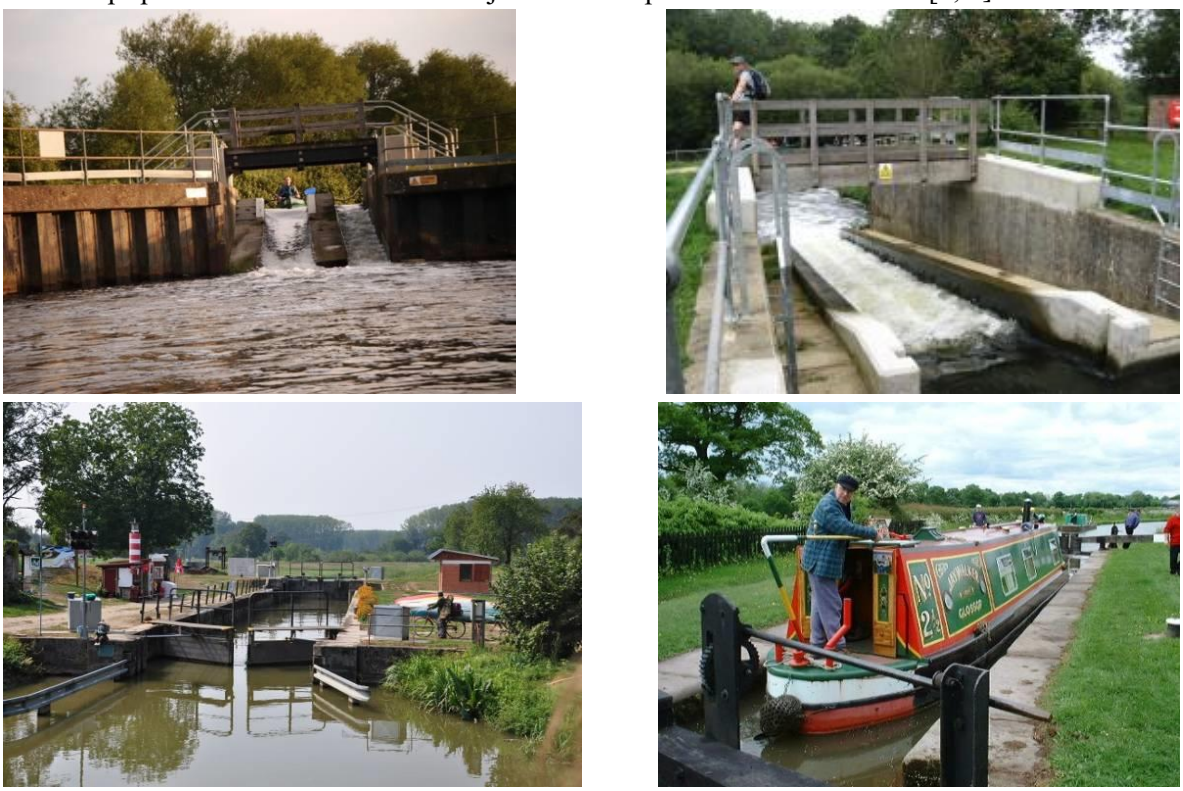
ÚVOD

Rybovod slúži primárne na prekonanie výškového rozdielu vytvoreného vodnou stavbou ichtyofaunou. Dobre navrhnutý rybí priechod by mal zabezpečiť obojsmernú migráciu rýb. Sklz pre športové a rekreačné plavidlá zas slúži na prekonanie prekážky na toku pre vodákov. Oba tieto objekty (rybovod a sklz) by mali byť súčasťou každej vodnej stavby (VS). Ekonomické znižovanie investičných a prevádzkových nákladov (výstavba len jedného objektu namiesto dvoch, čistenie a kontrola len jedného objektu) či priestorové pomery (nedostatok miesta okolo VS či problematické vysporiadanie okolitých pozemkov) nútia investorov zlučovať tieto objekty do jedného multifunkčného objektu

Rybovod (rybí priechod) – konštrukcia, ktorá umožňuje zdolanie prekážky na toku pre ichtyofaunu (ryby, bentos – dnové organizmy) plávaním alebo skákaním. Je buď vedená ako náhradná trasa vedľa vodnej stavby (VS) – biokoridor, alebo v pilieri VS – technický typ rybovodu. Umiestnenie rybieho priechodu sa odporúča na strane vodnej elektrárne (VE), kvôli vytekajúcemu prúdu z turbín, ktorý láka ryby.

Obr. 1: Biokoridor na VS Bulhary a technický rybovod na VE Nové Mesto nad Váhom [zdroj: autorka]

Objekty na prekonanie spádu pre športové plavidlá – sklz pre športové a rekreačné plavidlá a plavebná komora (PLK). Sklz pre športové a rekreačné plavidlá umožňuje prekonanie stupňa za krátky čas, a to bez prerušenia plavby. Pri sklzoch je dôležité, najmä z hľadiska bezpečnosti, uvažovať s chodníkom pre peších. Deti a menej zdatní vodáci môžu kritický úsek prejsť pešo. PLK sa navrhuje pri stupňoch, kde sa predpokladá hustá premávka hlavne veľkých športových plavidiel. Dispozične sklz umiestňujeme zásadne k brehom. V kombinácii s PLK sa situuje sklz ku brehu a PLK medzi sklz a hať. V prípade VS s elektrárňou navrhujeme sklz k opačnému brehu ako VE [1, 2].



Obr. 2: Príklady sklzu a PLK zo zahraničia (Oak Weir a East Lock Pass, rieka Medway – sklz, Baťov kanál a The Macclesfield Canal – PLK) [zdroj: internet]

NÁVRHOVÉ PARAMETRE

Ani pre jeden z týchto objektov na Slovensku neexistuje záväzná norma pre ich hydraulický a konštrukčný návrh. Existujú len určité odporúčania na minimálne (napr. šírka štrbiny, hĺbka), resp. maximálne (napr. rýchlosť) parametre. Na Slovensku je potrebné pri návrhu konštrukcie pre preplavovanie plavidiel spolupracovať so Štátnou plavebnou správou, ktorá určuje konštrukčné parametre pre objekty na preplavovanie plavidiel. Pri návrhu rybích priechodov je vhodné spolupracovať s ichtyológmi, ktorí schvaľujú rybovod ako súčasť VS.

Odporúčania pre rybie priechody

Konštrukčné odporúčania úzko súvisia s hydraulickými charakteristikami rybovodu a sú závislé nielen od typu objektu (technický typ alebo biokoridor), ale aj od vyskytujúcej sa ichtyofauny – rybieho pásma (od pstruha po jesetera) [3, 4]:

- prietok rybovodom Q_{BIO} = 0,1 – 2 $m^3.s^{-1}$, resp. 1 – 6 % z Q_a v toku,
- hĺbka v koryte rybovodu y = 0,4 – 1,0 m,
- maximálne rýchlosti v_{max} = 2,0 – 1,3 $m.s^{-1}$, (stredná migračná rýchlosť v = 1,0 – 0,6 $m.s^{-1}$),
- rozdiel hladín Δy = 0,2 – 0,09 m,
- pozdĺžny sklon dna i_o = 5 – 8 (10) %,
- šírka koryta rybovodu b = 1,0 – 3,0 m,
- svetlá dĺžka nádržky l = 1,5 – 5,0 m,
- šírka štrbiny (resp. medzery medzi kameňmi) s = 0,15 – 0,8 m.

Odporúčania pre sklzy

Otvorený sklz má neregulovateľný prietok, ktorého minimálna hodnota sa podľa šírky sklzu pohybuje od 1,5 do 2,5 $m^3.s^{-1}$. Samotný sklz má obdĺžnikový prierez s konštantnou šírkou 2,3 m alebo 1,3 m. Sklz musí byť navrhnutý tak, aby pri jeho jednoduchosti, a nie príliš veľkej náročnosti na stavbu, umožňoval bezpečné preplávanie športových lodí, to znamená, aby prúdenie v sklze bolo pokojné a stabilizované. Najdôležitejší parameter pri návrhu je sklon dna sklzu. Optimálny sklon sa odporúča 6 % až 8 %. Bočné steny sklzu je vhodné, hlavne z psychologického hľadiska a pre hladký prejazd s pádlom naprieč loďou, navrhovať nízke. Treba dbať na úpravu bočných stien, musia byť hladké a bez výstupkov. Pri malých hĺbkach vody v koryte pod haťou je možné nechať výtok zo sklzu nerozšírený, len s oblúkovou alebo skosenou úpravou dolného záhlavia. V prípade nedostatočnej hĺbky vody je možné dno pod sklzom zahĺbiť. Pri väčších hĺbkach je vhodné výtok lievikovite rozšíriť, prípadne v ňom vybudovať vodorovnú dosku pod hladinou dolnej vody, ktorá zaistí vo výtoku plavebnú hĺbku ako vo vlastnom sklze. Vo výtoku nesmie dôjsť k vytvoreniu vodného valca. Hĺbka minimálne 0,5 m [1, 2, 5].

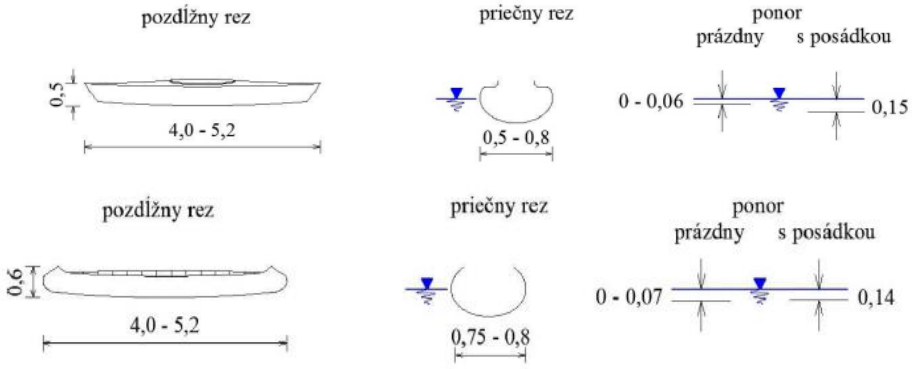
Britská kanoistická federácia (British Canoe Union) uvádza nasledovné požiadavky na objekt pre športové a rekreačné plavidlá [6]:

- šírka žľabu nesmie byť menšia ako 1,4 m,
- hĺbka vody minimálne 40 – 50 cm,
- použitie minimálne 20 mm širokých rozrážačov so zaoblenými hranami,
- zabezpečiť minimálny spád $H_a \geq 0{,}30$ m,
- zaobliť hrany bočných stien,
- horný koniec bočnej steny (stien) zalomiť do hornej nádrže pod uhlom $\leq 45\ ^{o}$ tak, aby bol pod hladinou pri Q_{95},
- zabezpečiť záchytné reťaze na vrchu sklzu,
- uprednostniť nepárny počet za sebou umiestnených jednotiek rozrážačov (nie menej ako 3) tak, že v strede sklzu nad „Véčkom“ z rozrážačov pôsobí vyššia rýchlosť vedenia,
- je potrebné zabezpečiť minimálne 1,2 m svetlej výšky nad hladinou v prípade uzavretého profilu takéhoto objektu.

Pre správne určenie parametrov plavebných objektov je dôležité poznať rozmery a hmotnosti plavidiel, ktoré budú premávať na danej vodnej ceste (tab. 1, obr. 3). Športové a rekreačné plavidlá sa od seba líšia materiálom, konštrukciou a tiež aj hmotnosťou [2].

Tab. 1 Parametre športových lodí - kanoe a kajak [2]

	Trieda	Rozmery L x B [m]	Ponor [m]	Prázdna váha s vybavením [kg]
KAJAKY (dĺžka pádla 2,0 – 2,6 m)	K I	(4,0 - 5,2) x (0,5 - 0,8)	0,06 - 0,15	12,0 - 25,0
	K II	(4,8 - 6,5) x (0,5 - 0,8)	0,07 - 0,15	18,0 - 30,0
	K IV	11,0 x 0,6	0,06 - 0,16	30,0
KANOE (dĺžka pádla 1,5 – 1,75 m)	C I	(4,0 - 5,2) x (0,75 - 0,8)	0,06 - 0,14	16,0 - 18,0
	C II	(4,0 - 6,5) x 0,9	0,07 - 0,18	19,0 - 30,0
	RMC	11,0 x 1,17	0,10 - 0,25	80,0
	MC	(6,0 -7,0) x (0,9 - 1,15)	0,10 - 0,25	35,0 - 55,0



Obr. 3: Kajak K I, kanoe C I [2]

Obr. 4: Jednomiestny kajak a kanoe [2]

Aby mohol byť jeden objekt využitý pre oba spomínané účely, musí byť dodržaná podmienka napriamenej trasy, pretože pre vodákov by bolo obtiažne manévrovať v pomerne úzkom koryte a už vôbec nie v zalomenej trati.

MOŽNOSTI RIEŠENIA MULTIFUNKČNÝCH OBJEKTOV

Ako vhodnou alternatívou riešenia takéhoto multifunkčného objektu sa javí betónový žľab s vhodne rozmiestnenými prepážkami, ktoré by koncentrovali prúdnicu do sínusoidy pre migráciu rýb a do stredu žľabu pri preplavovaní lodí. Z uvedeného vyplýva, že musí byť vypracovaný manipulačný poriadok, ktorý bude zohľadňovať prietokové pomery v závislosti od účelu (vodáci sa budú preplavovať v letných mesiacoch, ryby (podľa rybieho pásma) budú intenzívnejšie migrovať počas neresu a tieto požiadavky sa budú musieť zladiť).

Štetinový rybovod (obr. 5)

Tento druh konštrukcie sa už osvedčil na multifunkčné využitie pre migráciu ichtyofauny i pre bezpečné preplavovanie rekreačných lodí. Princíp spočíva v nahradení pevných betónových alebo kamenných prepážok pružnými štetinami, ktoré sú mierne prelievané a dostatočne poddajné, aby loďku nebrzdili, ale pritom zabezpečili malú rýchlosť prúdenia z hľadiska bezpečného preplavenia.

Je výhodné, aby boli otvory medzi štetinami koncentrované do stredu kanála, a tiež použiť pružnejšie (ohybnejšie) štetiny. Keď je použitý tento objekt pre účely sklzu aj rybovodu, kanoe sa môžu preplavovať obojsmerne. Malá rýchlosť prúdenia znamená, že takéto zariadenia sú hlavne na prepravu kanoí a nie pre „divokú“ vodu [6].

Rôzne iné druhy multifunkčných objektov

Larinierov typ (obr. 6) – otvorené koryto v sklone s rozrážačmi (prepážkami) pri dne v tvare V. Vhodné pre široké množstvo druhov rýb, zahŕňajúce „neskáčuce“ druhy. Môže byť taký široký, aké sú použité opakujúce sa rozrážače. Sú vhodné pre športovú a rekreačnú plavbu, ak sú použité drevené rozrážače [7].

Umelé riečne korytá (biokoridory) (obr. 7) sú značne používané v Európe a v Severnej Amerike na prekonanie problémov priechodnosti, často na relatívne veľkých riekach a pri prekážkach so značnou výškou (niekoľko metrov). Plynulá riečna trať je formovaná okolo bariéry použitím kanála,

ktorý môže byť viac alebo menej prírodný, čo závisí od špecifických požiadaviek vodnej stavby. Energia je rozptýlená v koryte, prostredníctvom bežných konštrukcií (hate z kvádrov), umiestnených v pravidelných intervaloch alebo pri nerovnostiach dna koryta, dosiahnutých použitím buď prírodných materiálov (balvany) alebo účelovo postavenými blokmi, atď., alebo napodobnením nádržkovej/prahovej štruktúry. Takéto kanály môžu mať pestré využitie, nielen výhradne súvisiacich s migráciou rýb. V niektorých prípadoch môžu byť tieto kanály konštruované tak, aby umožnili trenie a následný vývin rýb, a takto vytvorili ďalší habitát, alebo ako kompenzácia za stratu habitátu, vyplývajúceho z výstavby bariéry. Tieto kanály môžu byť tiež navrhnuté tak, aby poslúžili rekreačným aktivitám, ako je kanoistika [6]. Na Slovensku sa stretávame s negatívnym postojom najmä rybárov k takto koncipovaným biokoridorom, pretože je pre nich nežiaduce, aby ryby v rybom priechode žili, podľa nich majú cezeň ryby len migrovať. Na druhej strane je ale aj u nás biokoridor na VS Žilina, využívaný pre tréningy mladých vodákov.

Obr. 5: Štetinový rybovod využívaný aj ako sklz pre športové a rekreačné plavidlá [zdroj: internet]

Obr. 6: Hať Dolné Kočkovce (pohľad po vode a proti vode) a kombinácia rybovodu pre úhory a Larinierovho typu pri Archimedovej skrutke, ukážka ešte nenainštalovaných rozrážačov (prepážok tvaru V) [zdroj: autorka, internet]

Obr. 7: Biokoridor VS Žilina (výtok) – tréningová dráha [zdroj: autorka]

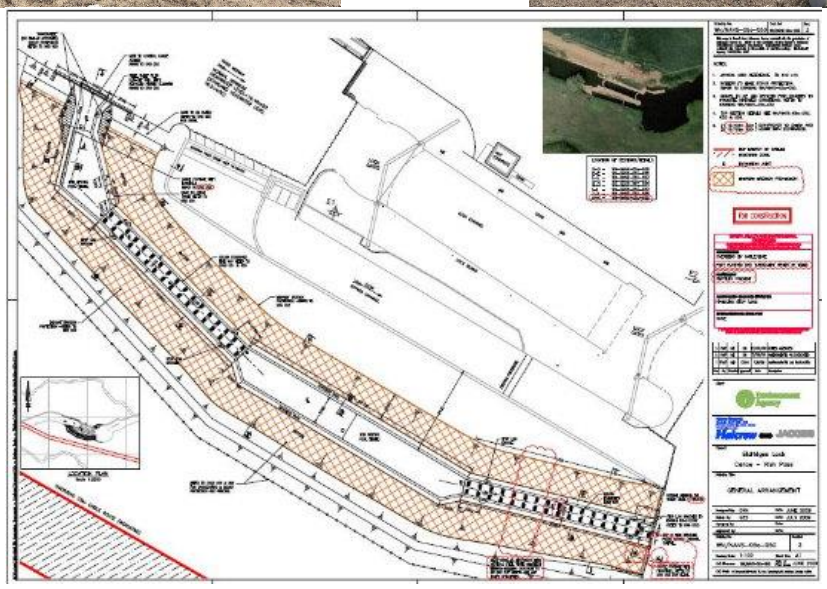
EXISTUJÚCI MULTIFUNKČNÝ OBJEKT V ANGLICKU

Tento objekt, kombinujúci rybovod s možnosťou preplavovania športových a rekreačných lodí, je postavený pri Eldridges Lock na rieke Medway, 1 míľu západne od Tonbridge v Kente. Tento projekt sa realizoval počas jesene a zimy 2009. Tento kombinovaný priechod je druhý tohto typu v Británii (prvý bol pri Porters Lock, len 1,5 míle po prúde). Má 80 m dlhé betónové koryto, 1,5 m široké a 600 mm hlboké. Rozdiel medzi hornou a dolnou vodnou hladinou činí 1,6 m, pričom priechod začína so vstupným bazénom, ktorý umožňuje kanoistom "zrovnať" sa pred prvým sklzom. Tento je vybavený umelým rákosím, známym ako štetiny, na 20 metroch, v sklone 1:25. Kanoisti potom vstúpia do 3 m širokého oddychového bazéna dĺžky 26 m. Na konci tohto bazéna majú kanoisti priestor, aby sa pripravili na konečný sklz, znova vybaveným štetinami. Tento sklz je opäť v sklone 1:25 a má 20 m. Na konci sa koryto sklzu zužuje na 1,2 m. Dôvodom je zaistenie mierne väčšej rýchlosti na konci, ktorá by mala zabezpečiť atraktívny výtok z priechodu pre ryby, aby ho našli a prekonali ho.

Štetiny v priechode vykonávajú 3 funkcie:

- štetiny sú dostatočne mäkké, aby umožnili prechod kanoistom ponad ne bezpečne, bez poškodenia lodí,
- štetiny sú dostatočne pevné, aby odolali vodnému tlaku, a preto sa za nimi vytvárajú víry a spätné prúdy, čo umožňuje rybám prekonať priechod,
- v priechode je dostatok štetín, takže aj počas málovodného obdobia stačí na dotáciu priechodu len 300 $l.s^{-1}$. Toto je podstatné pre rieku ako je Medway, ktorá má prevažne ílovité povodie s nízkymi letnými prietokmi.

Oba svahy priechodu sú v sklone 1:3,5, pričom bola použitá geotextília (Enkamat), ktorá zredukuje nebezpečenstvo výmoľov počas povodní. Myšlienka využitia štetín pochádza z univerzity v Kasseli, v Nemecku [8].



Obr. 8: Multifunkčný objekt na rieke Medway v Anglicku [8]

ZÁVER

Rybie priechody môžu byť veľkým lákadlom pre vodákov a dokonca v niektorých prípadoch môžu byť špecificky navrhnuté alebo inak modifikované pre spoločné využitie. Avšak existuje tu značný priestor pre konflikt medzi týmito dvomi využitiami. Hydraulické charakteristiky majú byť najideálnejšie a najvhodnejšie pre migráciu rýb. Toto znamená výber priechodu, ktorý je najúčinnejší pre disipáciu energie a znižovanie rýchlosti prúdenia, a často tiež taký, ktorý funguje pri širokom rozpätí kolísania hornej hladiny. Toto vedie k objektom, ktoré používajú pomerne agresívne prostriedky na dosiahnutie tohto cieľa, relatívne úzke štrbiny, malé rozdiely hladín medzi prepážkami, resp. relatívne tenké a ostré rozrážače. Okrem toho musí byť zabezpečené, aby nedochádzalo k upchávaniu priechodu nečistotami, pretože by to mohlo ohroziť účinnosť priechodu alebo úplne zabrániť migrácii rýb. Nečistoty (splaveniny) predstavujú značné náklady na údržbu po sprevádzkovaní rybovodu. Preto býva vtok do rybovodu opatrený zariadením proti vnikaniu nečistôt (napr. plávajúca klada), ktoré ale bráni vstupu pre plavidlá [6].
Možno konštatovať, že rybovod a sklz majú určité protichodné požiadavky, napr. tvar priečneho profilu (pre sklz sa používa zväčša obdĺžnik, pre rybovod sa odporúčajú iné typy, hlavne kvôli rozvoju vegetácie - lichobežník, plochá misa, pekáč, asymetrický trojuholník, prípadne striedanie rôznych prierezov), pozdĺžny sklon, oddychové bazény, prepážky (pre sklz sú neprípustné neohybné robustné prepážky z betónu či dreva), drsné dno kvôli bentosu nie je bezpečné pre vodákov, trasa priechodu (pre rybovod môže byť priama, ale vítaná je členitá, pre sklz len priama trasa bez zalomení). Takisto vtok do rybovodu je lepšie mať opatrený regulovateľným vtokovým objektom a zariadením proti vnikaniu nečistôt, čo je ale pre sklz neprípustné (vtok býva neregulovateľný bez akýchkoľvek prekážok). Na výtoku máva rybovod prídavný prúd na zvýšenie atraktívnosti pre ryby, čo ale pri sklze môže byť mätúce.
Na základe vyššie popísaných dôvodov viacúčelové objekty sa bežne neodporúčajú a je vhodnejšie postaviť oddelené konštrukcie. Zabezpečenie multifunkčnosti zariadenia je finančne náročnejšia a je potrebné urobiť dôkladné posúdenie na základe individuálnych podmienok vodnej stavby. Väčšie možnosti pre využitie rybieho priechodu, aj pre preplavovanie lodí sú, prírode blízke, obtokové kanály - biokoridory [6].

LITERATÚRA

[1] CABADAJ, R.: Objekty pre športovú a rekreačnú plavbu. In Priehradné dni 2010. ISSN, 2010, Banská Bystrica.
[2] TÓTHOVÁ, B.: Objekty športovej a rekreačnej plavby na Váhu v úseku VD Kráľová – Komárno, Diplomová práca. Bratislava, 2012.
[3] Kol.: Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, DVWK Merkblätter zur Wasserwirtschaft 232/1996, Wirtschafts- und Verlagsgeselschaft Gas
und Wasser mbH, Bonn, 1996. ISBN 3-89554-027-7, ISSN: 0722-7167
[4] TNV 75 2321: „Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody“.
[5] BÉM, J., BÉMOVÁ, I., KEMEL, M.: Sportovní propusti u jezú. In Vodní hospodářství 8/1976 - řada A, 1976, s. 209-214. Praha.
[6] ARMSTRONG, G., APRAHAMIAN, M., FEWINGS, A., GOUGH, P., READER, N., VARALLO, P.: Environment Agency Fish Pass Manual. Document – GEHO 0910 BTBP-E-E, Bristol, Nov 2010. Uvedené na: http://cdn.environment-agency.gov.uk/geho0910btbp-e-e.pdf
[7] Fluvial Design Guide - Chapter 11, River and canal structures, 11.3 Types of structure, 11.3.12 Fishpasses. Uvedené na: http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/en/FluvialDesignGuide/Chapter11.aspx?pagenum=3
[8] Allington Lock and Slipway, Gateway to the rural River Medway. Eldridges Lock Canoe Fishway 2009/10. Uvedené na: http://www.allingtonlock.co.uk/Eldridgescanoefishway.php

Tento článok vznikol na základe finančnej podpory projektov grantovej agentúry VEGA 1/0578/11 a Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV – 0680 – 10.

Ing. Lea Čubanová, PhD.
Katedra hydrotechniky Stavebnej fakulty STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, +421 2 59274 698, lea.cubanova@stuba.sk

Lea Čubanová: FISH PASS UTILIZATION FOR THE PURPOSES OF THE SPORT NAVIGATION

Abstract

The article is presenting multifunctional or multipurpose structure, which combines possibilities of the fish migration and also boats transport. At each water structure it is necessary to built fish pass and mainly also slide for boats. Design and construction of only one object can save money and space, but also brings a lot of problems because of conflicting requirements of the ichthyofauna and navigation. In the paper are described possible types of the structures, which can be used for the mentioned purposes (brush furnished type, Larinier type and biocorridor). Described are also design parameters, which have to be fulfil to create sufficient place for ichthyofauna as well as safe boat passing. At the end it is introduced existed multifunctional object in England, on the Medway River.

Ing. Lea Čubanová, PhD.
Department of Hydraulic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, +421 2 59274 698, lea.cubanova@stuba.sk