



Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky

Metodika spriechodňovania priečných bariér na vodných tokoch pre ichtyofaunu

projekt číslo 21501; názov: „Tvorba metodík a koncepčných materiálov, ITMS 2014+: NFP310010BAZ7“

Materiál 4: Revízia metodického usmernenia „Určenie vhodných typov rybovodov podľa typológie vodných tokov“ a jeho doplnenie o najnovšie poznatky



Vúvvh Výskumný ústav
vodného
hospodárstva

BRATISLAVA, NOVEMBER 2023

Projekt číslo: 21501;

Názov projektu: „Tvorba metodík a koncepčných materiálov, ITMS 2014+: NFP310010BAZ7“

Materiál 4: Revízia metodického usmernenia „**Určenie vhodných typov rybovodov podľa typológie vodných tokov**“ a jeho doplnenie o najnovšie poznatky (rok vydania 2015)

Číslo revízie: 1/2023

Názov revidovanej metodiky: **Metodika spriechodňovania priečných bariér na vodných tokoch pre ichtyofaunu**

Riešiteľ projektu revízie metodiky: VÚVH Bratislava

Riešiteľský kolektív projektu 21501 (Materiál 4):

Špecialisti: Ing. Vladimír Polák; RNDr. Vladimír Druga; Mgr. Maroš Kubala, PhD.; Ing. Jaroslav Andreji, PhD.; Mgr. Ladislav Pekárik, PhD.; Doc. Ing. Andrej Škrinár, PhD.; Ing. Michaela Macková, PhD.; RNDr. Fedor Čiampor, PhD.; Ing. Katarína Holubová, PhD.; Ing. Dušan Abaffy, PhD.; Ing. Marek Čomaj

Odborní pracovníci: Mgr. Marek Ando, PhD.; Ing. Filip Rebenda; Ing. Michal Puškáč; Ing. Jakub Polák

Odborný koordinátor projektu: Ing. Andrej Seman

Administratíva: Judit Herdicsová

Spracovatelia oponentských posudkov:

SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK štátny podnik: Ing. Miroslav Bielik, Ing. Tibor Dobiaš, Ing. Daniel Kindernay, PhD., Ing. Karol Vinš, Ing. Jaroslav Sabo, Ing. Helena Ficeková, Ing. Andrej Lipták, Ing. Marián Friga, Ing. Ján Dobiaš, Ing. Andrej Šille, Ing. Ingrid Kušniráková, Ing. Zuzana Petrová

SLOVENSKÝ RYBÁRSKY ZVÄZ RADA ŽILINA: Ing. Dušan Hajňuk, Mgr. Peter Krížek, PhD.

ŠTÁTNA OCHRANA PRÍRODY SLOVENSKEJ REPUBLIKY: Mgr. Juraj Hajdú, PhD., Mgr. Juraj Majer

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE, Stavebná fakulta STU v Bratislave: Ing. Lea Čubanová, PhD.

Neprešlo jazykovou korektúrou

Obsah

Článok 1 – ÚVOD	11
1.1. ÚČEL METODIKY	11
1.2. PROBLÉM MIGRAČNÝCH BARIÉR NA TOKOCH	11
1.3. ÚČEL SPRIECHODNENIA.....	11
1.4. KROKY/POSTUPNOSŤ RIEŠENIA SPRIECHODNENIA PRE RYBY.....	12
1.4.1. Všeobecné priority spriechodňovania existujúcich migračných bariér.....	12
1.4.2. Postup spriechodnenia konkrétnej bariéry	13
Článok 2 – ICHTYOLOGICKÉ PODKLADY PRE NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA	13
2.1. URČENIE PROJEKTOVÉHO RYBIEHO PÁSMA.....	14
2.2. URČENIE CIEĽOVÝCH DRUHOV RÝB A ICH HLAVNÝCH MIGRAČNÝCH OBDOBÍ (A ZODPOVEDAJÚCICH CIEĽOVÝCH PRIETOKOV A HLADÍN RIEŠENÉHO TOKU)	15
2.3. ODPORÚČANÝ PRAKTICKÝ POSTUP ZABEZPEČENIA ICHTYOLOGICKÝCH PODKLADOV PRE NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA BARIÉRY	16
2.4. VÝSLEDKY ICHTYOLOGICKÉHO PRIESKUMU, POTREBNÉ PRE NÁVRH SPRIECHODNENIA TYPU 3 AŽ 9.....	18
Článok 3 – NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA.....	20
3.1. TYPY SPRIECHODNENIA PRE ÚČELY TEJTO METODIKY	20
3.1.2. Typy spriechodnenia podľa prúdenia vodného prostredia	21
3.1.3. Typy spriechodnenia podľa veľkosti vodného prostredia	23
3.1.4. Typy spriechodnenia podľa materiálu v koryte.....	23
3.1.5. Typy spriechodnenia podľa prirodzenosti prostredia pre ryby	25
3.1.6. Výsledné typy biologicky vhodného spriechodnenia	27
3.1.7. Poradie biologickej vhodnosti typov spriechodnenia	28
3.2. NÁVRH DOLNÉHO VÝTOKU – VSTUPU RÝB DO RYBOVODU TYPU 3 AŽ 9 (navedenie – privábenie rýb ku vstupu do spriechodnenia).....	30
3.2.1. Umiestnenie dolného vstupu rýb	30
3.2.1.1. Umiestnenie dolného vstupu pri celokorytových spriechodneniach typu 1 a 2 bez vodnej elektrárne:	30
3.2.2. Zvýšenie počtu rybovodov na širokých migračných bariérach.....	32
3.2.3. Následný výber možných trás rybovodu	32
3.2.4. Určenie trvalého (obvyklého) prietoku vody v rybovode.....	33
3.2.5. Určenie občasného zvýšenia navádzacieho prietoku v dolnom výtoku z rampového alebo obtokového spriechodnenia.....	34
3.2.6. Navádzací prah a lákajúci vodopádik v rieke pri výtoku z rybovodu.....	34
3.2.7. Zúženie prietochného profilu v ústí rybovodu kvôli predĺženiu dosahu koncentrovaného prúdu vytekajúceho z rybovodu do rieky	37

3.2.8. Súhrnná tabuľka č.1: Navedenie rýb a prietoky rybovodu.....	39
3.3. NÁVRH PRIRODZENÉHO VODNÉHO PROSTREDIA V KORYTE SPRIECHODNENIA	41
3.3.1. Nepripustnosť veľkých odskokov dna alebo hladiny a minimalizácia trieštenia vody a turbulencií	41
3.3.2. Návrh prijateľnej rýchlosti prúdenia	41
3.3.3. Návrh priestrannosti vodnej cesty v spriechodnení.....	43
3.3.4. Návrh pokojného vodného prostredia v bazénoch – utlmenie energie vody v bazéne - $P_{bazéna}$	44
3.3.5. Návrh prírode blízkeho charakteru koryta spriechodnenia	45
3.3.6. Súhrnné tabuľky rýchlostí a rozmerov vodného prostredia v spriechodnení pre jednotlivé rybie pásma/zóny toku.....	51
3.4. HORNÝ VTOK - NÁVRH A OCHRANA TRVALÉHO PRIETOKU RYBOVODU, VÝSTUP RÝB Z RYBOVODU PRI PROTIPRÚDOVEJ MIGRÁCII A RIEŠENIE POPRÚDOVEJ MIGRÁCIE.....	55
3.4.1. Zabezpečenie veľkosti prietoku v rybovode.....	55
3.4.2. Zabezpečenie protiprúdovej aj poprúdovej migrácie rýb pri vtoku rybovodu.....	58
Článok 4 - KONTROLA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA SPRIECHODNENIA, JEHO MONITOROVANIE A ÚDRŽBA.....	59
4.1. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS VÝSTAVBY	59
4.2. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS PREVÁDZKY.....	60
4.3. ICHTYOLOGICKÝ MONITORING MIGRAČNEJ PRIECHODNOSTI STAVBY RYBOVODU	62
Prílohy.....	63
P1.2. Potreba riečneho kontinua.....	64
P1.2.1. Riečne ekosystémy	64
P1.2.2. Koncept riečneho kontinua	64
P1.2.3. Koncept záplavových pulzov	65
P1.3. Migrácie rýb.....	65
P1.3.1. Potreba rybích migrácií	65
P1.3.2. Typy migrácií rýb v tokoch SR.....	66
P2.1. Biologická zonácia riek	68
P2.1.1. Rybie pásma	68
P2.1.2. Potenciálne prirodzená druhová skladba rýb podľa rybích pásiem.....	68
P2.1.3. Mapa rybích pásiem SR	70
P2.2. Spúšťače migrácie u rýb	71
P2.3. Formuláre pre rôzne typy posúdenia súladu projektu s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR	72
P2.3A BIOLOGICKÉ ZADANIE A POSÚDENIE SÚLADU PROJEKTU* (DUR* DSP* DRS*/ SZ* PS* VP*) alternatívne SÚLADU STAVBY*) S ICHTYOLOGICKÝMI POŽIADAVKAMI VYHLÁŠKY 383/2018 vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov A METODIKY MŽP SR pre projekt* (alternatívne pre stavbu*) celokorytového spriechodnenia - typy 1 a 2	72

P2.3B BIOLOGICKÉ ZADANIE A POSÚDENIE SÚLADU PROJEKTU* (DUR* DSP* DRS*/ SZ* PS* VP*)(alternatívne SÚLADU STAVBY*) S ICHTYOLOGICKÝMI POŽIADAVKAMI VYHLÁŠKY 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov A METODIKY MŽP SR pre projekt* (alternatívne pre stavbu*) vnútrokorytovej bystrinnej rampy - typ 3*, (alternatívne obtokového bystrinného obtokového biokoridoru - typ 4*).....	76
P2.3C BIOLOGICKÉ ZADANIE A POSÚDENIE SÚLADU PROJEKTU* (DUR* DSP* DRS**/ SZ* PS* VP*) (alternatívne SÚLADU STAVBY*) S ICHTYOLOGICKÝMI POŽIADAVKAMI VYHLÁŠKY 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov A METODIKY MŽP SR pre projekt* (alternatívne pre stavbu*) bazénového rybovodu celokorytového* alebo vnútrokorytového* alebo obtokového* (typy 5* až 8*) (alternatívne pre projekt* alebo stavbu* iného technického zariadenia* - typ 9*).....	83
P3.1.6. Príklady jednotlivých typov biologicky vhodného spriechodnenia tokov	90
A) BYSTRINNÉ SPRIECHODNENIA	90
P3.1.6.1. TYP 1) ODSTRÁNENIE TELES MIGRAČNEJ BARIÉRY	90
P3.1.6.2. TYP 2) CELOKORYTOVÉ SKLZY	91
P3.1.6.3. TYP 3) VNÚTROKORYTOVÉ BYSTRINNÉ RAMPY	104
P3.1.6.4. TYP 4) OBTOKOVÉ BYSTRINNÉ BOKORIDORY	108
B) BAZÉNOVÉ SPRIECHODNENIA	115
P3.1.6.5. TYP 5) CELOKORYTOVÉ BAZÉNY	115
P3.1.6.6. TYP 6) VNÚTROKORYTOVÉ BAZÉNOVÉ RAMPY	116
P3.1.6.7. TYP 7) OBTOKOVÉ BAZÉNOVÉ RYBOVODY	123
P3.1.6.8. TYP 8) VODOPÁDOVÉ RYBOVODY LEN PRE PSTRUHY	138
C) INÉ TECHNICKÉ ZARIADENIA PRE PRESUN RÝB	142
P3.1.6.9. TYP 9).....	142
P 3.2. NÁVRH DOLNÉHO VÝTOKU ZO SPRIECHODNENIA V PRÍPADE BARIÉRY S VODNOU ELEKTRÁRŇOU	144
P 3.2.a. Rybami preferované vodné prúdy pod rybovodom	144
P 3.2.b. Príklady zvýšenia účinnosti navedenia rýb	145
P 3.2.c. Vnímanie prúdenia a vábiacich signálov.....	146
P3.2.1. Umiestnenie dolného vstupu do rybích rámp a obtokov na riečnych stupňoch s vodnou elektrárňou (VE):	147
P3.2.2. Zvýšenie počtu rybovodov na širokých migračných bariérach s VE.....	149
P3.2.3. Následný výber možných trás rybovodu v prípade bariéry s VE.....	149
P3.2.4. Určenie trvalého (obvyklého) prietoku vody v rybovode s VE.....	152
P3.2.5. Určenie občasného zvýšenia navádzacieho prietoku v dolnom výtoku z rampového alebo obtokového spriechodnenia.....	152
P3.2.5.1 Určenie nepravidelného dynamického zvýšenia prietoku rybovodu s VE počas zvýšených prietokov hlavného toku	152

P3.2.5.2. Určenie pravidelného konštantného zvýšenia prietoku rybovodu pri VE počas najfrekventovanejšej migračnej sezóny	153
P3.2.5.3. Možnosti dovedenia prídavného prietoku k vstupu do rybovodu s VE	153
P3.2.6. Navádzací prah a lákajúci vodopádik v rieke pri výtoku zo spriechodnenia s VE.....	153
P3.2.7. Zimný (zámrzový) režim rybovodu	154
P3.3.2. Rýchlosti prúdenia a plávanie rýb	155
P3.3.3. Priestrannosť migračného prostredia v rybovode	156
P3.3.6. Všeobecné základné hydraulické definície a vzťahy prúdenia kvapalín potrebné k návrhu spriechodnenia	160
P3.3.6.1. Fyzikálne princípy - sily pôsobiace na rybu pri plávaní.....	160
P3.3.6.2. Stručné základné definície hydrauliky prúdenia kvapalín potrebné k návrhu spriechodnenia.	160
P3.3.6.3. Zatopený a čiastočne zatopený výtok otvorom a pod stavidlom.	165
P3.3.6.4. Sklzy	169
P3.3.6.4.1. Sklz bez balvanov.....	170
P3.3.6.4.2. Horný vtok do sklzu	172
P3.3.6.4.3. Posúdenie stability upravenej časti sklzu, nespevnenej betónom.....	172
P3.3.6.4.4. Filtračná stabilita podkladu balvanitého sklzu	178
P3.3.6.4.5. Jednoduchý príklad návrhu a výpočtu sklzu.....	178
P3.3.6.4.6. Rozmiestnenie oddychových balvanov v spriechodnení.....	182
P3.3.6.5. Obtokové bystrinné spriechodnenie pre ichtyofaunu	182
P3.3.6.5.1. Návrh možnej úpravy dlhého obtokového spriechodnenia a priečného profilu koryta, prírode podobného biokoridoru (Šlezinger, 2010)	183
P3.3.6.6. Prepážkové bazénové (veľkokomorové) rybovody	184
P3.3.6.6.1. Prúdenie cez štrbinu a v bazéne pri rôznych subtypoch bazénových rybovodov.....	184
P3.3.6.6.2. Štandardný technický štrbinový rybovod s usmerňovačmi prúdnice	185
P3.3.6.6.3. Príklad výpočtu štandardného štrbinového rybovodu s usmerňovačmi prúdnice ...	187
P3.3.6.6.4. Hydraulický návrh obtokového bazénového rybovodu s balvanitými prepážkami pri návrhu dvoch štrbín.....	190
P3.3.6.6.5. Príklad výpočtu rybovodu s balvanitými prepážkami.....	192
P3.4.1. Zabezpečenie trvalého prietoku v rybovode počas jeho prevádzky	195
P4.1. Kontrola správnych hydraulických parametrov v rybovode po jeho vybudovaní.....	197
P4.3. Ichtyologický monitoring funkčnosti rybovodu.....	201
P4.3.1. Účel ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu.....	201
P4.3.2. Doba trvania ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu	201
P4.3.3. Výber monitorovaných druhov rýb	202
P4.3.4. Metódy odberu vzoriek a výber monitorovacích zariadení	202

P4.3.5. Výber monitorovacej metódy a monitorovacieho zariadenia	202
P4.3.5.1. Technická príprava rybovodu	204
P4.3.5.2. Odber vzoriek rýb pre účely ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu ..	205
P4.3.6. Vyhodnotenie účinnosti a funkčnosti rybovodu	205
P4.3.6.1. Vyhodnotenie pomocou kamery	206
P4.3.6.2. Vyhodnotenie účinnosti pomocou vrše / kletky	206
P4.3.6.3. Vyhodnotenie účinnosti pomocou PIT telemetrie	207
P4.3.7. Podrobnejšia charakteristika preferovaných telemetrických systémov	211
P4.3.8. PIT – telemetria	211
P4.3.8.1 Rádiová telemetria	212
P4.3.8.2 Akustická telemetria.....	212
Použitá literatúra.....	213

Niektoré skratky a značky použité v metodike

MVE	Malá vodná elektrárň
VE	Vodná elektrárň
MVO	Mimovládne organizácie
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
RSV	Rámcová smernica o vodách
SRZ Rada Žilina	Slovenský rybársky zväz Rada Žilina
STN	Slovenský technická norma
SVP	Slovenský vodohospodársky podnik
ŠOP SR	Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky
VÚVH	Výskumný ústav vodného hospodárstva
DUR	Dokumentácia k územnému rozhodnutiu v znení zákona 50/1976 zb..
DSP	Dokumentácia k stavebnému projektu v znení zákona 50/1976 zb.
DRS	Dokumentácia k realizačnému projektu v znení zákona 50/1976 zb.
SZ	Stavebný zámer - Zákon č. 201/2022 Z. z. Zákon o výstavbe v zmysle §3 bodu (3)
PS	Projekt stavby - Zákon č. 201/2022 Z. z. Zákon o výstavbe v zmysle §3 bodu (4)
VP	Vykonávací projekt - Zákon č. 201/2022 Z. z. Zákon o výstavbe v zmysle §3 bodu (5)



označenie požiadavky v metodike, ktorej dodržanie má byť skontrolované

Vysvetlenie niektorých špecifických termínov použitých v metodike

Spriechodnenie - rybovod

Podľa zákona 216/2018 o rybárstve a o doplnení zákona č. 455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní (živnostenský zákon) v znení neskorších prepisov v § 2 v bode aa) „rybovod je stavba náhradného vodného prostredia spravidla v koryte vodného toku; rybovodom je aj prirodzené koryto vodného toku alebo umelo vybudované náhradné koryto vodného toku s trvalým prietokom vody, ktorý umožňuje rybám a ďalším vodným živočíchom obojsmerné prekonanie migračnej bariéry.“ Termín rybovod je používaný aj vo vyhláske 383/2018 o technických podmienkach návrhu rybovodov a monitoringu migračnej priechodnosti rybovodov a jej neskorších zmien. Pre potreby tejto metodiky sa vo vybraných prípadoch používa aj termín „spriechodnenie“, aby zahrnul aj preferované typy spriechodňovania, ktoré sa v praxi občas nenazývajú rybovodom, a to typ [1](#) „Odstránenie telesa migračnej bariéry“ a typ [2](#) „Celokorytový bystrinný sklz“, ako aj technické zariadenia (typ [9](#)). V prípadoch prepážkových bazénových typov alebo vnútrokorytovej bezprepážkovej bystrinnej rampy (typy [3](#) až [8](#)) bol spravidla použitý termín „rybovod“.

Odstránenie telesa bariéry (aj pod terénom) – typ 1 (v zmysle článku [3.1.6.](#))

Odstránenie stavebných častí telesa bariéry, a to podľa možnosti aj pod úrovňou prilahlého dna a pod úrovňou brehov toku tak, aby neboli výrazne ovplyvňované korytotvorné procesy (pozn.: *podzemné prvky odstraňovanej bariéry ktoré zostanú zabudované pod úrovňou dna nezhoršujú možnosť migrácie vodných organizmov ani transport plavenín a splavenín-sedimentov, môžu však obmedziť budúce korytotvorné procesy*).

Spriechodnenie bariéry pre ryby a ďalšie vodné živočíchy

Pod spriechodnením sa rozumie akákoľvek eliminácia fyzickej, rýchlostnej alebo etologickej (pocitovej) bariéry migrácie rýb a ďalších vodných živočíchov. Je to buď odstránenie nadzemnej časti bariéry v celej šírke toku a jej plynulé napojenie na dno pod aj nad bariérou (**typ [2](#)** celokorytový sklz) alebo odstránenie celej nadzemnej časti bariéry, ale len v užšej časti toku (napr. vyrezaním), a jej plynulé napojenie na dno pod aj nad bariérou (**typ [3](#)** vnútrokorytová rampa), alebo je to ponechanie bariéry a vytvorenie novej náhradnej obtokovej vodnej trasy mimo súčasného toku (**typ [4](#)** obtokový biokoridor).

Pritom bezprepážkové spriechodnenie bariéry pre ryby v celej šírke koryta toku (**typ [2](#)** celokorytový sklz) nielen naplno obnovuje možnosť migrácie rýb aj ostatných vodných organizmov, ale aj transport plavenín a splavenín v toku. Bezprepážkové spriechodnenie v užšej časti koryta toku (**typ [3](#)** vnútrokorytová rampa) naplno obnovuje možnosť migrácie rýb aj ostatných vodných organizmov, čiastočne obnovuje aj transport plavenín a splavenín v toku.

Všetky obtokové spriechodnenia (**typ [4](#)** obtokový biokoridor), všetky bazénové spriechodnenia (**typy [5](#) - [8](#)** s prepážkami prerušenými jednou alebo viacerými priechodovými štrbinami) alebo technické zariadenia (**typ [9](#)**) slúžia primárne na zabezpečenie možnosti migrácie rýb aj ostatných vodných organizmov, neumožňujú však plynulý transport plavenín a splavenín v toku. Obtokový biokoridor, v závislosti od spôsobu jeho riešenia, však môže plniť i významnú krajnotvornú funkciu - ako nový revitalizačný vodný prvok v krajine.

Navrhovateľ spriechodnenia migračnej bariéry

Fyzická osoba alebo právnická osoba s právnym vzťahom k migračnej bariére, alebo odborná organizácia ochrany prírody, alebo užívateľ rybárskeho revíru.

***Ichtyológ – odborne spôsobilá osoba* (ďalej len „ichtyológ“)**

Osoba, ktorá je spôsobilá vykonávať ichtyologický prieskum, odoberať z vodného toku vzorky rýb, určovať ich do druhu a spracovávať, značkovať ich, vydávať odborné vyjadrenia podľa jednotlivých požiadaviek tejto metodiky, je zapísaná v zozname odborne spôsobilých osôb,

ktorý vedie MŽP SR. Pre spoluprácu na projektovej príprave a porealizačnom monitorovaní rybovodu musí dobre ovládať znenie aktuálnej vyhlášky 383/2018 Z.z., vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, aj podrobnejšej metodiky spriechodňovania priečných bariér MŽP SR. Je spôsobilá určovať rybíe pásma aj projektové rybíe pásma, vyjadrovať sa k umiestneniu rybovodu a k spôsobu spriechodňovania migračnej bariéry v období projektovej prípravy zámeru, posudzovať a vyhodnocovať funkčnosť rybovodu po jeho sprietočení a v spolupráci s ekologickým dozorom výstavby navrhovať opatrenia na zlepšenie funkčnosti rybovodu. Požadované vzdelanie: vysokoškolské druhého stupňa biologického smeru, s absolvovanou skúškou z rybárstva, ichtyológie alebo ekológie rýb, s 5 ročnou praxou v ichtyologickom prieskume, ktorú je potrebné dokladovať realizovanými ichtyologickými štúdiami alebo správami, resp. publikovanými odbornými a vedeckými publikáciami. Má mať certifikát o potrebných praktických zručnostiach v značení rýb. (aktualizovaný zoznam je uvedený na : www.minzp.sk/voda/rybarstvo/)

Ekologický dozor projektovania a výstavby spriechodnenia

Ekologický dozor projektovania a výstavby rybovodu je osoba s prírodovedným vzdelaním, oboznámená so znením príslušnej aktuálnej legislatívy, dostupných platných noriem a metodických pokynov v oblasti spriechodňovania migračných bariér (hlavne znením Vyhlášky NR SR č. 383/2018 Z.z., vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, a aj so znením podrobnejšieho metodického usmernenia MŽP SR k rybovodom), zapísaná na zozname odborne spôsobilých osôb podľa § 55 zákona 543/2002 alebo vedená na zozname odborne spôsobilých osôb - ichtyológov, ktorých zoznam vedie Sekcia vôd MŽP SR podľa § 4 ods. 4 vyhlášky MŽP SR č. 383/2018 Z. z., a ktorá je spôsobilá:

- vykonávať kontrolu súladu projektovej dokumentácie spriechodnenia s Vyhláškou MŽP SR č. 383/2018 Z.z., aj s podrobnejším metodickým usmernením MŽP SR, pri zistení nesúladu navrhnúť biologicky alebo hydraulicky vhodné úpravy riešenia v projektovej dokumentácii. Počas stavebnej realizácie spriechodnenia (v súčinnosti so stavebným dozorom a podľa zosúladenej projektovej dokumentácie) dohliadať priamo na stavbe na to, aby boli dodržané všetky biologické, ekologické, hydraulické a technické parametre, dôležité pre funkčnosť spriechodnenia,
- v prípade potreby technicky objektívnych vynútených stavebných zmien je povinný doriešiť (spolu so stavebným dozorom, s projektantským autorským dozorom, zhotoviteľom, obstarávateľom, v prípade potreby aj s ichtyológom) minimalizáciu dopadov zmien tak, aby neznížili alebo nezlikvidovali biologickú funkčnosť rybovodu,
- zabezpečiť (objednať) nezávislú hydrometrickú kontrolu neprekročenia projektovaných biologických a technických parametrov a priemerných profilových rýchlostí vodného prúdu hydrotechnickými meraniami, a v prípade zistenia prekročenia limitných rýchlostí vody, problémových vodných prúdov alebo nedodržania projektovaných parametrov vodného prostredia stavby bezodkladne navrhnúť nápravné opatrenia, ktoré by mal zhotoviteľ stavby odstrániť do termínu jej kolaudácie,
- zabezpečiť predkolaudačnú kontrolu za účasti kompetentných zástupcov dotknutých organizácií (ŠOP SR alebo Správa národného parku, užívateľ rybárskeho revíru, orgán ochrany prírody, VÚVH), vykonať pre nich odpočet splnenia úradmi stanovených biologických požiadaviek a v prípade potreby bezodkladne navrhnúť odstránenie zistených nedostatkov - dokončenie chýbajúcich alebo nápravu chybné zrealizovaných prvkov rybovodu,
- viesť o všetkom dokumentáciu a ako podklad pre kolaudáciu vypracovať záverečnú hodnotiacu správu vrátane posúdenia súladu zrealizovaného spriechodnenia s Vyhláškou aj s podrobnejšou Metodikou spriechodňovania priečných bariér v zmysle článku [2.4.](#)

Článok 1 – ÚVOD

1.1. ÚČEL METODIKY

Táto metodika, ktorá je vypracovaná na základe požiadavky Sekcie vôd MŽP SR, má slúžiť ako metodický návod pre ichtyológov a projektantov vodných stavieb, pre odborné organizácie vyjadrujúce sa k naprojektovanej vodnej stavbe a následne ako podklad pre rozhodovanie orgánov štátnej vodnej správy v posudzovacom, schvaľovacom a monitorovacom procese spriechodňovania starých alebo budovania nových vodných stavieb, vytvárajúcich priečnu bariéru na toku (vrátane tzv. suchých poldrov).

Metodika v sebe zahŕňa aj návrh opatrení uvedený v Rámcovej smernici o vodách (ďalej len RSV) ktorá uvádza, že priečne objekty na tokoch zásadným spôsobom menia aj podmienky prúdenia a transportu sedimentov, podmieňujú zmeny riečnych procesov (erózia/sedimentácia) a následne i morfológických parametrov koryta, čo následne vyvoláva závažné ekologické dôsledky. V súlade s požiadavkou RSV je potrebné pri hodnotení pozdĺžnej kontinuity zohľadniť spriechodnenie bariér nielen pre vodnú biotu, ale aj pre sedimenty, nakoľko režim sedimentov a následne morfológické zmeny koryta vplývajú na modifikáciu riečnych habitatov a ekologický stav. Na Slovensku sa doposiaľ chápalo zabezpečenie pozdĺžnej kontinuity takmer výhradne v súvislosti so zabezpečením spriechodnenia bariér pre ryby. Z hydromorfologického hľadiska je však kľúčové obnovenie narušenej kontinuity transportu sedimentov.

Podobnejšie informácie o prístupe RSV k ochrane a zlepšeniu stavu vodných ekosystémov a trvalo udržateľné, vyvážené a spravodlivé využívanie vôd sú dostupné na: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-dokumenty/>

1.2. PROBLÉM MIGRAČNÝCH BARIÉR NA TOKOCH

Pri využití vody tečúcej v tokoch na odbery a výrobu energie využitím hydraulického spádu pomocou hatí, stupňov, priehrad a vodných elektrární alebo vybudovaním protipovodňových opatrení vrátane poldrov, dochádza k prerušeniu pozdĺžnej spojitosti riek a habitatov umelo vybudovanými prekážkami, a tým k obmedzeniu migrácie rýb, vodných organizmov a transportu sedimentov. Na Slovensku najviac bariér vzniklo pri napriamovaní a skracovaní meandrujúcich tokov, kde sa nové koryto vyhlúbilo v novom skrátenom priepichu, ale v pôvodnom sklone, a vzniknutý výškový rozdiel sa vyriešil stupňom s dokonalým prepadom alebo strmým sklzom, väčšinou bez spätného zavzdutia toku.

Tieto prekážky a bariéry definované ako súčasť hydromorfologických zmien trvalo obmedzujú voľný pohyb najmä rýb a vodných organizmov a sú jednou z hlavných príčin narušenia ekosystému tokov. Trvalým narušením kontinuity toku bez umožnenia migrácie rýb a vodných organizmov je ohrozená kvalita populácií druhov (veľkosť, genetická variabilita), ako aj celkové druhové zloženie spoločenstva. Vznikajú izolované úseky tokov, v ktorých dochádza k trvalým zmenám a poškodeniam pôvodného životného prostredia organizmov. Len v prípadoch, keď bariéra vytvára aj výraznejšie vzdutie v toku, obmedzuje aj pohyb sedimentov. Podrobne je potreba riečného kontinua popísaná v prílohe [P1.2.](#)

1.3. ÚČEL SPRIECHODNENIA

Účel spriechodnenia môže byť biologický a zároveň aj hydromorfologický - vtedy ide o spriechodnenie bariéry pre migráciu organizmov, transport živín, plavenín a sedimentov.

V prípade, že ide len o spriechodnenie pre migráciu ichtyofauny, ide o stavebné zabezpečenie náhradného vodného prúdu, umožňujúceho rybám a ďalším vodným živočíchom bezpečne prekonať migračnú bariéru, predovšetkým proti prúdu (ďalej len spriechodnenie pre ryby).

Spriechodnenia pre ryby nemajú byť stavané za vodohospodárskym účelom prevedenia vody, ale za ichtyologickým účelom umožnenia migrácie rýb, a to predovšetkým proti prúdu toku. Spriechodnenie má byť prekonateľné pre všetky tunajšie migrujúce druhy určené ichtyológom ako cieľové. Podrobne v prílohe [P1.3](#).

Musia však byť navrhované a budované tak, aby v žiadnom prípade neohrozili, ani neznížili funkčnosť protipovodňových opatrení.

1.4. KROKY/POSTUPNOSŤ RIEŠENIA SPRIECHODNENIA PRE RYBY

– Hlavnou prioritou je nevytvárať na tokoch nové migračné bariéry nepriechodné pre ryby a iné živočíchov.

1.4.1. Všeobecné priority spriechodňovania existujúcich migračných bariér

A) Priority spriechodňovania z hľadiska rýb:

– Pri spriechodňovaní existujúcich migračných bariér je prioritou zabezpečiť priechodnosť predovšetkým vo všetkých ichtyologicky a ochranársky významných tokoch Slovenska (napr. veľké významne druhovo bohaté rieky, územia európskeho významu, v ktorých sú ryby predmetom ochrany, a pod.).

– V rámci každého povodia treba prioritne spriechodňovať strategicky položené bariéry na dolných úsekoch tokov, až potom bariéry na hornom toku a prítokoch. To isté platí v každom výraznejšie izolovanom čiastkovom povodí nad neprekonateľnými veľkými bariérami, napr. nad veľkými údolnými nádržami. To isté platí aj v čiastkovom povodí každého menšieho potoka, vtekajúceho do väčšej rieky (kde je spravidla aj odlišné zloženie rybieho spoločenstva).

– Spriechodniť úplne nepriechodné bariéry má väčšiu prioritu, ako spriechodniť čiastočne priechodné bariéry (len pre silnejšie druhy, len pre menšie druhy alebo sezónne priechodné len pri určitých prietokoch).

Podľa predchádzajúcich princípov bola v roku 2017 vypracovaná a Štátnou ochranou prírody SR schválená **prioritizácia spriechodňovania migračných bariér**, ktorá bola predložená správcovi vodných tokov a je tak východiskovým podkladom pre plánovanie spriechodňovania bariér na vodných tokoch, a odporúča sa akceptovať ju. Prioritizácia je uvedená aj v prílohách k vodného plánu SR (3VPS PM SUP Dunaj s prílohami 8.4b, 8.4c a 3VPS PM SUP Visla s prílohami 8.4b, 8.4c). (Dostupná na: <https://www.minzp.sk/voda/vodny-plan-slovenska/>)

B) Priority spriechodňovania z hľadiska ekologického stavu/potenciálu tokov:

Pri spriechodňovaní bariér v upravených tokoch je navrhovateľ povinný najskôr zvážiť celkovú revitalizáciu toku, ktorá vhodným návrhom odstránenia napriamenných úsekov a predĺženia trasy koryta môže úplne odstrániť nutnosť zachovania priečnej bariéry pre kompenzáciu pozdĺžneho sklonu. V prípade, že nie je možné upravený tok revitalizovať, je navrhovateľ povinný deklarovať dôvody.

Z tohto pohľadu by malo byť prioritou pri spriechodňovaní migračných bariér zlepšenie, resp. dosiahnutie dobrého ekologického stavu/potenciálu v čo najväčšom počte na seba nadväzujúcich vodných útvarov, aby sa dala vyjadriť účinnosť opatrení – v akej dĺžke vodných útvarov došlo k zlepšeniu ich ekologického stavu/potenciálu (požiadavka priamo zakotvená v RSV). Z tohto dôvodu by sa mali preferovať a všeobecne podporovať spriechodnenia všetkých tesne susediacich bariér (nemalo by sa bez vážnej príčiny vynechať alebo brzdiť spriechodnenie napr. jednej zo štvorice bariér).

► Napriek predošlým prioritám, pri povoľovaní výstavby nových migračných bariér alebo obnovovaní povolenia prevádzky starých bariér, musí orgán štátnej správy postupovať v zmysle platnej legislatívy a požadovať zabezpečenie ich spriechodnenia aj v dnes izolovaných úsekoch fragmentovaných tokov, pretože do budúcnosti sa predpokladá postupné spriechodnenie okolitých umelých bariér.

Aktuálna podrobná tabuľka a mapa migračných bariér je uvedená v treťom plánovacom cykle RSV v 3 Vodnom pláne SR schválenom 11.5.2022, a je dostupná na: <https://www.minzp.sk/voda/vodny-plan-slovenska/> (Prílohy: 3VPS PM SUP Dunaj - Mapa 4.3 narušenie pozdĺžnej spojitosti Dunaja a 3VPS PM SUP Visla - Mapa 4.3 narušenie pozdĺžnej spojitosti Visly)

1.4.2. Postup spriechodnenia konkrétnej bariéry

Podľa článku 3.1.7. je navrhovateľ pri každej migračnej bariére povinný v prvom rade preukázať riešenie biologicky najpriateľnejších typov - typ 1 odstránenie bariéry, typ 2 celokorytový sklz (tieto zároveň majú 100%-nú úspešnosť navedenia rýb pri protiprúdovej aj poprúdovej migrácii a prevádzajú všetky cieľové prietoky rieky).

Navrhovateľ spriechodnenia migračnej bariéry je povinný sa v prvom rade zaoberať odstránením bariéry. Ak dôvod, pre ktorý bol objekt bariéry postavený, už nie je relevantný, objekt sa navrhne na zbúranie. V prípade, že nie je možné úplne odstrániť migračnú bariéru, alebo odstrániť jej nadzemné časti, navrhovateľ je povinný deklarovať účel bariéry a dôvody, prečo ju nie je možné odstrániť (odber schválený rozhodnutím, významná stabilizácia koryta, limnigraf, stabilizácia infraštruktúrnych stavieb a pod.).

Až následne je možné pristúpiť k návrhu spriechodnenia celokorytovým sklzom (prípadne iným spôsobom).

Prípadný iný typ spriechodnenia (typ 3 až 9) je najvhodnejšie vyberať až po doriešení umiestnenia dolného vyústenia - vstupu rýb do spriechodnenia (podľa článku [3.2.1.](#)) a po následnom výbere možných trás spriechodnenia (podľa článku [3.2.3.](#)). Tie vyberáme s ohľadom:

- na určenú veľkosť prietokov vody v spriechodnení (podľa článku [3.2.4.](#) – [3.2.5.](#)),
- na privábenie rýb (podľa článku [3.2.6.](#) – [3.2.7.](#)),
- na riešenie poprúdovej migrácie (podľa článku [3.4.2.](#)).

Pri týchto typoch 3 až 9 je navedenie rýb do rybovodu najkomplikovanejším problémom spriechodnenia.

Až následne je možné riešiť prírode najpodobnejšiu trasu a vnútro koryta rybovodu (podľa článkov [3.3.1.](#) až [3.3.6.](#)), a na záver riešiť riziká v oblasti vtoku a zabezpečenie dostatočného prietoku, ako aj bezpečné pokračovanie protiprúdovej (aj poprúdovej) migrácie nad rybovodom podľa článku [3.4.](#)

Článok 2 – ICHTYOLOGICKÉ PODKLADY PRE NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Pre navrhovanie každého typu spriechodnenia bariéry sú rozhodujúcim odborným podkladom informácie o ichtyofaune, ktorá je z vodných organizmov najviac postihnutá prerušením riečného kontinua a zároveň má najnáročnejšie požiadavky na jeho obnovu.

Tieto informácie sa získavajú z ichtyologického prieskumu, nie staršieho ako 5 rokov (v prípade novej MVE nie staršieho ako 3 roky). Len v prípade odstránenia bariéry (**typ 1**) alebo v prípade spriechodnenia celokorytovým sklzom (**typ 2**) stačí tieto informácie o ichtyofaune získať len z existujúcich podkladov, nie starších ako 5 rokov, ktoré poskytne užívateľ rybárskeho revíru (oblastný ichtyológ, prípadne iná odborne spôsobilá osoba - ichtyológ, prihladnuc na tu doteraz zistené chránené druhy dokumentované ŠOP SR.

Ichtyologický prieskum povrchových tečúcich vôd sa vykonáva pred spracovaním projektovej dokumentácie novej priečnej vodnej stavby alebo pred spriechodnením existujúcej migračnej bariéry.

Ichtyologický prieskum sa nevykonáva pri odstránení bariéry (**typ 1**) alebo pri jej spriechodnení celokorytovým sklzom (**typ 2**), lebo o budúcej priechodnosti týchto dvoch typov nie je pochybnosť (samozrejme pri dodržaní hydraulických a ichtyologických pravidiel metodiky). *Poznámka: Tieto dva typy v metodike často spájame, lebo vopred ani nevieme predpokladať výslednú mieru odstránenia, teda či sa podarí stavbu odstrániť úplne alebo len jej nadzemnú časť, a či následne nebude treba aj zospádovanie rozdielne vysokého dna nad a pod odstránenou bariérou (s parametrami celokorytového sklzu).*

Cieľom ichtyologického prieskumu je zistenie aktuálneho zloženia spoločenstva rýb v toku, za účelom odporúčenia parametrov najvhodnejšieho biologicky prijateľného spriechodnenia. *Poznámka: Pokiaľ bude funkčnosť rybovodu vyhodnocovaná na základe vrší, klieťok alebo kamerových záznamov, je potrebné aby bol už predrealizačný monitoring vykonávaný formou opätovného odlovu, nakoľko takéto dáta vstupujú priamo do hodnotenia účinnosti rybovodu (viď. P4.3.6.1, P4.3.6.2).*

Pre každé rybie pásmo budú platiť iné všeobecné požiadavky, ako aj iné nároky na rýchlosť a priestranosť spriechodnenia.

2.1. URČENIE PROJEKTOVÉHO RYBIEHO PÁSMO

Rybíe pásma sú základným územným podkladom pre navrhovanie spriechodnenia (podrobne sú rybíe pásma charakterizované v prílohe [P2.1.](#)). U rýb totiž schopnosť prekonať prekážky zodpovedá aj prostrediu, v ktorom žijú, a ktorému sa prispôbili. Tak ako sa prúdenie rieky prirodzene upokojuje v smere toku, analogicky by sa malo v smere toku projektovať pokojnejšie a priestrannejšie vodné prostredie spriechodnenia. Preto sa smerom po prúde toku zvyšujú nároky na vytvorenie pokojného a priestraného vodného prostredia v obnovenom migračnom koridore.

Rybíe pásmo určí ichtyológ na základe ichtyologického prieskumu, ktorý je vhodné doplniť o literárnu rešerš a úlovky športových rybárov. Treba vychádzať z princípu kreovania rybích pásem tak, ako to navrhli Frič a Borne – t. j. na základe najčastejšie sa vyskytujúceho druhu ryby.

Projektové rybíe pásmo, podľa ktorého sa bude spriechodnenie navrhovať/projektovať, určí ichtyológ, avšak s prihliadnutím na miestne ichtyologické alebo sklonitostné pomery.

Vysvetlenie: Napr. v prechodnej zóne medzi dvoma ichtyologickými rybími pásmami rozhodne ichtyológ o tom, či sa bude realizovať miernejšie a dlhšie spriechodnenie podľa dolného susedného pásma (obvyklejší postup) alebo strmšie a kratšie spriechodnenie podľa horného susedného pásma (keď sa vyskytnú silné ochranné alebo hydromorfologické argumenty na skrátenie zásahu do koryta toku alebo do brehových biotopov). Podobne musí ichtyológ rozhodnúť častú ichtyologickú situáciu, či v dolnom pstruhovom pásme, kde bariéra leží v ústí potoka do „mrenovej“ rieky, nebude lepšie projektovať namiesto strmšieho plytšieho „pstruhového“ rybovodu menej strmý a hlbší rybovod napr. podľa pravidiel lipňového pásma, aby sa lepšie vyhovelo aj veľkým riečnym druhom z mrenového pásma rieky, sezónne migrujúcim na neres do pstruhového potoka. Určiť v takejto prechodnej zóne ešte pohodlnejšie parametre mrenového pásma tu zase spravidla nie je možné kvôli zásadnému sklonitostnému problému: sklon pstruhového potoka je prirodzene veľmi strmý, často rovnaký ako sklon spriechodnenia pre mrenové pásmo, pričom sklon navrhovaného spriechodnenia musí byť logicky ešte strmší, aby dokázal prepojiť rôzne úrovne dna nad a pod odstraňovanou bariérou (geometricky aj fyzikálne sú riešením len strmšie prepojenia).

► Pri návrhu koryta každého spriechodnenia musia byť splnené podmienky prislúchajúce projektovému rybiemu pásmu (uvedené predovšetkým v textoch a v súhrnných tabuľkách limitov v článku [3.3](#)).

Pri typoch [1](#) alebo [2](#) rybie pásmo určí komisia pre spriechodnenie (článok [2.3](#)). Pre typy [3](#) až [9](#) určí rybie pásmo ichtyológ. Pre potreby vodohospodárskeho plánovania sa dá použiť pásmo z mapy Zaradenie vodných útvarov SR do rybích pásiem (príloha [P2.1.3](#)), alebo aktualizovaná tabuľka rybích pásiem uverejnená na stránke MŽP SR. *Dostupné na:* <https://www.minzp.sk/voda/rybarstvo/zaradenie-vodnych-utvarov-podla-jednotlivych-povodi-do-rybich-pasiem.html>

V prípade výstavby novej MVE je podľa „Prílohy č. 7 k Usmerneniu MŽP SR ku Koncepcii využitia hydroenergetického potenciálu vodných tokov SR do roku 2030“ požadované od investora zabezpečenie ichtyologického prieskumu, ak nebol realizovaný v posledných troch rokoch. Ostatní navrhovatelia spriechodnenia existujúcich bariér môžu pre svoj návrh použiť aj výsledky ichtyologického prieskumu odborne spôsobilou osobou, ktorý bol v súvisiacom úseku toku realizovaný v posledných piatich rokoch.

2.2. URČENIE CIEĽOVÝCH DRUHOV RÝB A ICH HLAVNÝCH MIGRAČNÝCH OBDOBIÍ (A ZODPOVEDAJÚCICH CIEĽOVÝCH PRIETOKOV A HLADÍN RIEŠENÉHO TOKU)

Nároky rôznych druhov i vekových kategórií rýb na migráciu sú rôznorodé a treba ich zohľadniť, preto pri riešení spriechodnenia je okrem projektového rybieho pásma nutné poznať **cieľové druhy rýb**, ktorým musí spriechodnenie plne vyhovovať.

► Zoznam cieľových druhov rýb pre projektovanie typov [3](#) až [9](#) musí určiť ichtyológ v správe podľa vyhlášky. Doplniť ho môže aj odborník ŠOP SR, ktorý môže doplniť zoznam cieľových druhov o niektorý/é z vyskytujúcich sa chránených alebo ohrozených druhov rýb a požadovať spriechodnenie optimalizované s ohľadom na ciele ich ochrany, resp. v súlade s dokumentáciou ochrany prírody a krajiny (napr. kvôli zabezpečeniu priaznivého stavu druhu, umožneniu ich postupného rozširovania alebo návratu nad bariéru po strhnutí povodňou a pod.). Pri niektorých problémových spriechodňovaniach starých bariér nemusí ichtyológ požadovať celoročné splnenie limitov spriechodnenia pre niektoré druhy (môže požadovať napr. splnenie limitov len sezónne alebo len pre najdôležitejšie druhy).

► Zoznam cieľových druhov rýb pre typy [1](#) a [2](#) určí komisia pre spriechodnenie (pozvaný užívateľ rybárskeho revíru, prípadne ŠOP, podľa článku [2.3](#)).

► Ako cieľové druhy sa určia tie druhy rýb, ktoré pre kompletizáciu životného cyklu a celistvosti populácií nevyhnutne potrebujú prekonať bariéru v smere proti prúdu, resp. po prúde. Všetkým cieľovým druhom musí budúce spriechodnenie plne vyhovovať. Sú to predovšetkým reofily (prúdomilné druhy), hromadne migrujúce proti toku na neres. Ako cieľové druhy nie je vhodné určovať nepôvodné druhy, alebo druhy, u ktorých nemožno očakávať stabilné populácie v danom úseku toku, tiež druhy, ktorých migrácie za potravou alebo biotopom sú krátke (migrujú napríklad len niekoľko stoviek metrov) a ich populácia bude bez problémov prežívať aj bez spriechodnenia konkrétnej riešenej migračnej bariéry (určí ichtyológ).

► V zozname cieľových druhov rýb musí byť osobitne vyznačený rozmerovo najväčší druh aj najmenej zdatné druhy, ktoré budú použité pri projektovaní, a to na kontrolu splnenia parametrov ako sú hĺbky, šírky a rýchlosti navrhnutého vodného priechodu (ichtyológ uvedie výšku, šírku a dĺžku najväčšieho aj najmenšieho druhu, ktorú predpokladá v tomto úseku toku – pomocou tabuľky č. [6](#) veľkosti rýb v prílohe [P3.3.3](#), alebo podľa výsledkov ichtyologického prieskumu).

Pre menej zdatné cieľové druhy rýb musia byť v celej dĺžke spriechodnenia vytvorené adekvátne zmenšené rýchlosti.

Pre rozmerovo najväčšie cieľové druhy rýb musí byť v celej dĺžke spriechodnenia vytvorené adekvátne zväčšené vodné prostredie.

Podrobne je problematika cieľových druhov rýb popísaná v prílohe [P4.3](#).

Cieľové migračné obdobia a im zodpovedajúce prietoky a hladiny toku: Hĺbka, šírka, prietok a rýchlosť vody vo vodnom koridore, ako aj úspešnosť nájdenia vstupu do rybovodu, kolíšu v závislosti na veľmi rôznorodých prietokových pomeroch riešeného toku.

► Preto ichtyológ musí vybrať, pri ktorých prietokových pomeroch majú mať ryby zabezpečenú najľahšiu migráciu - spravidla by to malo byť pri tých prietokoch, kedy migruje najviac cieľových druhov rýb. Napr. ak ichtyológ určí za cieľové len pstruhy, treba rybovod prispôbiť najmä nižším prietokom a hladinám rieky spravidla okolo $Q_{180} - Q_{330}$. Ak ichtyológ určí za cieľové tie druhy, ktoré majú najdôležitejšiu migráciu napr. v apríli - máji, treba rybovod prispôbiť nadpriemerným prietokom a hladinám rieky spravidla okolo $Q_{90} - Q_{180}$. Neexistuje optimálne riešenie pre všetky ryby, lebo toky majú prirodzené kolísanie hladín aj 1 m, preto aj prietok rybovodu a naviazanie hladiny rybovodu na hladiny v rieke sú pri každom prietoku rôzne vyhovujúce.

Pri každom riešení cieľových migračných období rýb, cieľových prietokov a hladín toku to budú mať ryby v priechode v niektorých obdobiach ľahšie a v niektorých ťažšie. Je teda na ichtyológovi, aby na základe odbornej spôsobilosti rozhodol, počas ktorých období budú ryby mať najmenšie, a v ktorých najväčšie problémy s nájdením alebo s preplávaním rybovodu. Preto je určenie cieľových období, prietokov a hladín často kľúčovou požiadavkou spriechodnenia.

► Z doterajšej praxe je najčastejšie odporúčaný interval cieľových/návrhových hladín toku $Q_{90} - Q_{270}$. Teda týchto cca 180 dní v roku musí spriechodnenie splniť všetky limity rýchlosti, hĺbky aj šírky, zvyšných cca 180 dní môžu byť vo vodnom priechode buď nadlimitne zväčšené rýchlosti (pri $Q_{90} - Q_1$) alebo podlimitne zmenšené hĺbky a šírky hladiny (pri $Q_{270} - Q_{364}$).

► Pre účely rýchlej orientácie pri kontrole spriechodnenia sa odporúča viditeľne vyznačiť hladiny minimálneho a maximálneho cieľového prietoku (napr. Q_{270} a Q_{90}) nielen v rezoch projektu, ale aj na stavbe, najlepšie značkami v profile horného vtokového stabilizačného prahu alebo na vodomernej late (pri typoch [2](#) až [8](#)). Pri type [1](#) to nie je potrebné.

2.3. ODPORÚČANÝ PRAKTICKÝ POSTUP ZABEZPEČENIA ICHTYOLOGICKÝCH PODKLADOV PRE NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA BARIÉRY

► Navrhovateľ spriechodnenia migračnej bariéry zvolá úvodnú odbornú interdisciplinárnu komisiu pre spriechodenie priamo na miesto riešenia problému – k migračnej bariére. V prípade typov spriechodnenia [1](#) a [2](#) je potrebná účasť nasledujúcich kompetentných osôb: ekologický dozor projektovania a výstavby spriechodnenia, odborne spôsobilí pracovníci VÚVH (ichtyológ, hydromorfológ, hydraulik) a odborný pracovník ŠOP, v prípade NP – odborný pracovník Správy NP, zástupca užívateľa rybárskeho revíru, zástupca správcu vodného toku, správca a vlastník bariéry, v prípade potreby správca a vlastník dotknutej infraštruktúry alebo napr. MVO. Na tokoch s dlhodobým priemerným prietokom $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ navrhovateľ zvolá len ekologický dozor projektovania a výstavby spriechodnenia, zástupcu ŠOP, užívateľa rybárskeho revíru, správcu toku a bariéry.

V prípade predpokladaných ďalších typov spriechodnenia - typ **3** až **9** - je potrebná aj účasť ichtyológa, ktorý bude vykonávať ichtyologický prieskum pred projektovaním, prípadne aj ichtyologický monitoring spriechodnenia po jeho realizácii. Pokiaľ je už známy projektant, navrhovateľ informuje aj projektanta.

► Komisia pre spriechodenie na lokalite zistí od svojich členov doteraz známe fakty:

-doteraz predpokladané **rybie pásmo** (<https://www.minzp.sk/voda/rybarstvo/zaradenie-vodnych-utvarov-podla-jednotlivych-povodi-do-rybich-pasiem.html>),

-doteraz predpokladané **cieľové druhy rýb**, ktorým má spriechodnenie slúžiť (podľa dostupných ichtyologických podkladov užívateľa rybárskeho revíru, prípadne podkladov ŠOP SR), predpokladané cieľové obdobia najintenzívnejšej migrácie rýb, predpokladané prietoky a hladiny nad a pod bariérou v cieľových obdobiach (podľa poznatkov správcu toku),

-doterajšia biologická **priorita spriechodnenia bariéry** z prioritizácie ŠOP SR,

-**vodohospodárske limity** podľa zástupcu príslušného správcu vodného toku - pôvodný účel bariéry a možnosť jej odstránenia, obmedzenia pre prípad spriechodnenia (prevádzkové, pozemkové, prietokové, legislatívne...),

-prípadné **limity správcov inej dotknutej infraštruktúry**.

► Komisia pre spriechodenie na lokalite dohodne a odporučí nasledovné parametre spriechodnenia:

-predpokladané **projektové rybie pásmo a projektové cieľové druhy rýb** (z nich vyplynie predbežný sklon, aj priestrannosť obnoveného vodného prostredia), zohľadňujúce aj záujmy ochrany prírody (napr. chránené druhy, chránené územia, chránené alebo tu potrebné biotopy), záujmy užívateľa rybárskeho revíru (napr. vyhlásené chovné revíry, odbery do rybníkov, známe útočiská rýb, ...), aj záujmy správcu vodného toku a dotknutej infraštruktúry (napr. existujúce a plánované využitie vodného toku, s častou potrebou skrátenia spriechodnenia),

-**umiestnenie dolného vstupu** do spriechodnenia (výtoku z rybovodu), tiež potrebu zosilnenia **vábiacich signálov** (podľa článkov [3.2.1.](#) [3.2.7.](#) a tabuľky [3.2.8.](#)), a to podľa predpokladaných dominantných prietokov vytekajúcich spod bariéry v cieľových obdobiach, a podľa dostupných poznatkov o tom, kde a kedy sa ktoré ryby zhromažďujú v toku pod bariérou,

-**všeobecné ichtyologické rýchlostné aj priestorové požiadavky** zo súhrnných tabuliek metodiky č. [1.](#) [2.](#) [3](#) (články [3.2.8.](#) a [3.3.6.](#)), aj vyhlášky MŽP SR pre toto pásmo,

-**najvhodnejšie typy spriechodnenia** pre miestne podmienky (preriešiť typy postupne podľa článku [3.1.7.](#) metodiky MŽP SR) a parametre spriechodnenia (podľa tabuľky v článku [3.3.6.](#)),

-**potrebu ichtyologického prieskumu pred projektovaním typov 3 až 9** (pri typoch [1](#) a [2](#) stačia údaje od užívateľa rybárskeho revíru, prípadne ŠOP SR),

-**metódu porealizačného ichtyologického monitoringu** (ten nie je povinný pri type [1](#) a [2](#), ani pri tokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

► Podľa zápisu z komisionálnej obhliadky, pripomienkovaného/schváleného zúčastnenými odborníkmi, vypracuje ekologický dozor pri typoch spriechodnenia [1](#) a [2](#) **Biologické zadanie**, teda súpis vstupných požiadaviek pre vypracovanie projektovej dokumentácie. Pri typoch [3](#) až [9](#) využije ichtyológ zápis z komisionálnej obhliadky pre vypracovanie bodu c) a bodov f) až j) svojej **Správy z ichtyologického prieskumu podľa vyhlášky 383/2018 Z.z.** v znení

neskorších predpisov a jej neskorších zmien, ktorá bude ichtyologickým podkladom pre riešenie projektu spriechodnenia v prípade typov 3 až 9.

► Aj v procese projektovania spriechodnenia (podľa článku 3 metodiky) sa odporúča konzultačná spolupráca s ekologickým dozorom, s odborným zástupcom ŠOP SR a s užívateľom rybárskeho revíru, aby boli odporúčané požiadavky na obnovu vodného migračného koridoru splnené v čo najväčšej možnej miere.

► Na záver projektovania vyplní ekologický dozor protokol A, B alebo C z prílohy P2.3. „Posúdenie súladu projektu s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“ (s vyhláškou 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, aj s touto metodikou). V prípade zistenia **nesúladu neodporučí realizáciu** nevyhovujúceho projektu spriechodnenia a **navrhne nápravu** jeho parametrov (v spolupráci s projektantom). Až v prípade dosiahnutia **súladu odporučí realizáciu** opraveného projektu spriechodnenia.

Posúdenie súladu projektu s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR, sa vykoná pre každý stupeň projektu (podľa stavebného zákona 50/1976 Zb. platného v čase spracovania metodiky DUR, DSP, DRS, podľa zákona o výstavbe č. 201/2022 Z.z. s účinnosťou od 1.4.2024 stavebný zámer (ďalej len SZ), projekt stavby (ďalej len PS), vykonávací projekt (ďalej len VP). Posúdenie je následne jedným z podkladov potrebných na schválenie projektovej dokumentácie.

Ku kolaudácii stavby ekologický dozor vypracuje protokol „**Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR**“ – bližšie v článku 4.1.

2.4. VÝSLEDKY ICHTYOLOGICKÉHO PRIESKUMU, POTREBNÉ PRE NÁVRH SPRIECHODNENIA TYPU 3 AŽ 9

► Vykonávateľ ichtyologického prieskumu je povinný vypracovať správu podľa §4, ods.6, bodov a) až j) vyhlášky, zrozumiteľnú pre všetkých účastníkov procesu prípravy spriechodnenia – pracovníkov štátnej správy, životného prostredia, projektantov, posudzovateľov, odborných organizácií (ŠOP SR, VÚVH), užívateľa rybárskeho revíru, správcu toku...

Správa musí v zmysle vyhlášky obsahovať:

a) Zoznam všetkých vyskytujúcich sa druhov rýb s uvedením ich slovenského názvu i vedeckého názvu podľa platnej nomenklatúry, údaje o počte a veľkosti zaznamenaných jedincov, o ich abundancii (početnosť rýb na 1 hektár) a ichtyomase (súhrnná hmota všetkých jedincov ichtyocenózy), o ich migračných nárokoch, sezónnej dynamike a údaje o použitých metódach prieskumu.

b) Určenie rybieho pásma, ale predovšetkým určenie projektového rybieho pásma (v zmysle článku 2.1.), ktorého požiadavky bude musieť spriechodnenie migračnej bariéry splniť. Od projektového rybieho pásma sa budú pri projektovaní odvíjať rýchlosti aj rozmery obnoveného vodného koridoru.

c) Odporúčenie podľa vyhlášky alebo zdôvodnenie iného poradia biologicky najvhodnejších typov spriechodnenia podľa § 2 ods. 3 a 4 vyhlášky a podľa článku 3.1.7. tejto metodiky.

d) Zoznam cieľových druhov rýb, pre ktoré musí v danom úseku spriechodnenie spĺňať všetky ichtyologické aj hydraulické požiadavky. V zozname sa zvýrazia rozmerovo najväčšie a rýchlostne najslabšie druhy rýb podľa článku 2.2., pre ktoré sa uvedú aj ich miestne rozmery,

alebo priamo návrhy na zväčšené rozmery prietokových otvorov či hĺbky vody podľa príslušnej tabuľky z článku [3](#).

V prípade ak niektoré z cieľových druhov nie je z technického alebo metodického hľadiska vhodné monitorovať, určí ichtyológ, podľa článku [4.2](#), a prílohy [P4.3](#), osobitný zoznam druhov rýb, vhodných pre ichtyologický monitoring kvalitatívnej aj kvantitatívnej funkčnosti stavby.

Odporučiť metódu monitoringu najvhodnejšiu pre zistenie kvalitatívnej a kvantitatívnej účinnosti stavby rybovodu, tiež odporučiť príslušné technické úpravy alebo zariadenia na monitoring.

e) Cieľové obdobie najdôležitejších migrácií cieľových druhov rýb (kvôli určeniu projektových návrhových prietokov a hladín, ktoré dodá správca toku alebo bariéry) v zmysle článku [2.2](#), metodiky.

f) Odporúčenie umiestnenia trasy rybovodu podľa článku [3.1.7](#), a [3.2.3](#), metodiky.

g) Odporúčenie umiestnenia vstupu a výstupu rybovodu podľa článku [3.2.1](#), [3.2.8](#) a [3.4](#), metodiky.

h) Odporúčenie možnosti privábenia rýb alebo navedenia rýb ku vstupu a výstupu rybovodu v zmysle článkov [3.2.1](#), až [3.2.8](#), a [3.4](#), ktoré preferuje vykonávateľ ichtyoprieskumu (prípadne odporúčenie poradia vhodnosti lokalít pre umiestnenie vstupu, poradia vhodnosti rôznych možností a kombinácií sezónneho nadlepšenia výtoku z rybovodu, potrebu zosilnenia alebo zoslabenia iných vábiacich signálov a podobne).

i) Odporúčenie biologických a technických parametrov rybovodu a prírodných prvkov v jeho koryte podľa §3 ods.1 vyhlášky a podľa článku [3.3](#), metodiky a príslušných súhrnných tabuliek. Ichtyológ napíše všetky hodnoty, ktoré pre stavebnú úpravu koryta rybovodu vyplývajú z tabuliek prietokov, rýchlostí a rozmerov, v stĺpci zvoleného projektového rybieho pásma. Prípadne ich upraví v zmysle usmernení pod tabuľkou, najmä na veľmi malých alebo veľmi veľkých tokoch, a v prípade výskytu veľmi veľkých alebo veľmi slabých druhov rýb.

Pri odporúčení parametrov rybovodu ichtyológ napíše aj vyjadrenie o prípustnosti alebo neprípustnosti skokov hladiny alebo dna v rybovode v zmysle článku [3.3.1](#), (napr. stačí stručné konštatovanie: neprípustné sú vodopádové riešenia v rybovode, vyžadujúce od rýb prekonávanie prekážky skokmi, ako aj nepriechodné riešenia vytvárajúce vodnú kaskádu s trieštiacou sa vodou, kde chýba súvislá nespenená migračná prúdnic).

j) Odporúčenie potreby a spôsobu ochrany rýb pred ich poškodením vplyvom migračnej bariéry alebo jej časti, teda odporúčenie potreby ochrany pred strhnutím pod migračnú bariéru cez hať a cez turbíny v zmysle článku [3.4.2](#), podľa názoru vykonávateľa ichtyoprieskumu.

► V prípade odstránenia telesa bariéry (typ [1](#)) alebo pri odstránení migračnej bariéry pohybu vodných organizmov (typ [2](#) – celokorytový sklz) sa ichtyologický prieskum spravidla nevykonáva (vykoná sa len v prípade absencie relevantných údajov alebo ak to vyplynie z komisionálnej obhliadky). Aj v prípade typu [1](#) a [2](#) je však potrebné namiesto ichtyologickej správy vypracovať pre proces projektovania a úradného schvaľovania stavby „**Biologické zadanie spriechodnenia**“ so spomínaným obsahom podľa §4 ods.6 body a) až j) vyhlášky, zrozumiteľné pre ďalších účastníkov procesu prípravy spriechodnenia.

Biologické zadanie spriechodnenia typu [1](#) alebo [2](#) spracováva ekologický dozor alebo ichtyológ, a to na základe uvedených podkladov alebo na základe ichtyologického prieskumu nie staršieho ako 5 rokov. Aj tu je treba akceptovať požiadavky ŠOP SR na zaradenie tunajších zistených chránených druhov medzi cieľové druhy.

Článok 3 – NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Podmienky článku 3 musí splniť každý typ spriechodnenia (vrátane preferovaných celokorytových typov 1 - odstránenie bariéry a 2 – celokorytový sklz, aby sa aj pri nich dosiahla požadovaná miera priechodnosti pre všetky cieľové druhy rýb).

Pri projektovaní spriechodnenia migračnej bariéry typu 3 až 9 treba postupovať od dolnej výtokovej časti (teda od vstupu pre ryby do spriechodnenia/rybovodu) smerom proti prúdu ku vtoku (teda k výstupu rýb zo spriechodnenia/rybovodu).

V prvom rade je nutné zistiť, kde a kedy sa aké druhy rýb a v akých počtoch zhromažďujú v toku pod bariérou a podľa toho umiestniť vstup do rybovodu, tiež určiť silu vábiacich signálov, teda aj prietoky v rybovode. V prípade chybného umiestnenia vstupu sa môže prudko znížiť množstvo rýb, ktoré ho nájdu, pri veľkých riekach to môže spôsobiť neprijateľne ~~malú~~ nízku účinnosť rybovodu, resp pre niektoré druhy až jeho nefunkčnosť.

Až následne sa hľadá priestor pre možné trasy spriechodnenia/rybovodu vedúce nad bariéru. Podľa disponibilného priestoru a podľa „tabuľkových“ priestorových požiadaviek sa dá určiť vhodný typ spriechodnenia.

Nakoniec sa rieši vtok ako horný výstup rýb a zabezpečenie trvalého nehateného a nerušeného prietoku rybovodom.

3.1. TYPY SPRIECHODNENIA PRE ÚČELY TEJTO METODIKY

Pre účely tejto metodiky a jej oficiálnej aplikácie rozdeľujeme typy spriechodnení migračných bariér na vodných tokoch systematicky podľa nasledovných atribútov:

- podľa polohy voči toku,
- podľa prúdenia vodného prostredia,
- podľa veľkosti vodného prostredia,
- podľa materiálu v koryte,
- podľa celkového vzhľadu.

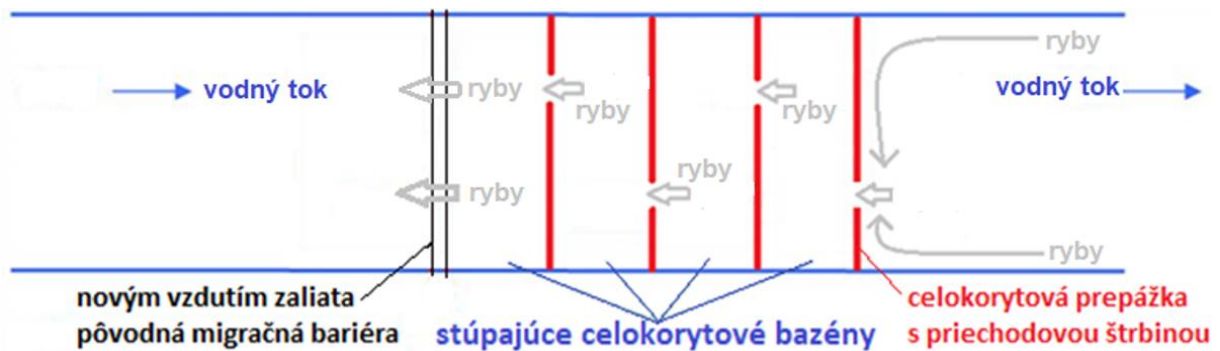
3.1.1. Typy spriechodnenia podľa polohy voči toku

Je to najzákladnejšie delenie spriechodnení z technického a územného hľadiska ich projektovania, výstavby a prevádzky.

A) Celokorytové spriechodnenie (Obr. 1, Obr. 2) spod bariéry nad ňu je vytvorené na celú šírku koryta - bývalá bariéra sa v celej šírke koryta zníži čiastočne alebo úplne až po dno, zvýšené dno nad ňou sa zospáduje do sklonu prijateľného pre ryby. Dno pod bariérou sa v prípade potreby čiastočne dosype (alebo postupne zavzdúje celokorytovými prepážkami).



Obr. 1 Pôdorys celokorytového bezprepážkového sklzu, priečne preliačeného.



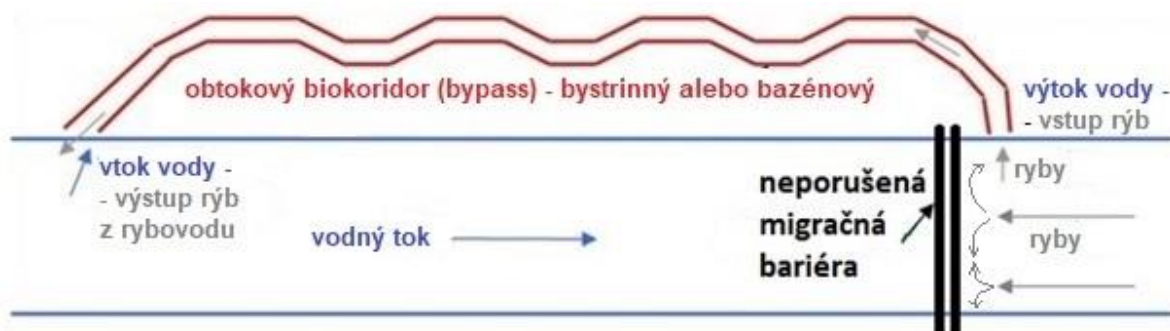
Obr. 2 Pôdorys celokorytových bazénov (s prepážkami prerušenými širokou štrbinou).

B) Vnútrokorytové rampové spriechodnenie (Obr. 3) spod bariéry nad ňu vedie len časťou koryta – napr. popri brehu, popri budove MVE alebo v pilieri medzi haťovými poľami.



Obr. 3 Pôdorys vnútrokorytovej rampy pre ryby, spravidla situovanej popri brehu. Môže byť **bezprepážková bystrinná rampa** (ako na náčrte), ale aj **prepážková bazénová rampa**.

C) Pobrežné obtokové spriechodnenie (Obr. 4) spod bariéry nad ňu vedie mimo hlavného koryta toku – po brehu alebo cez riečne rameno. Veľmi vhodné je dosiahnuť výrazné meandrovanie obtokového koryta.



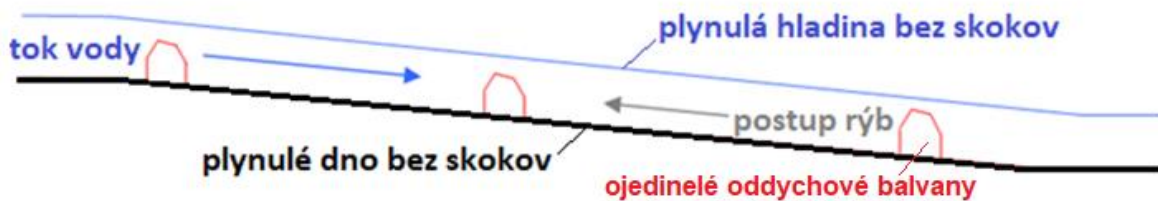
Obr. 4 Pôdorys obtokového biokoridoru (bypassu) – bystrinného alebo bazénového.

3.1.2. Typy spriechodnenia podľa prúdenia vodného prostredia

Z hľadiska potrieb rýb je to najzákladnejšie delenie spriechodnenia, lebo spôsob prúdenia vody určuje, či ryby budú vynakladať na prekonanie bariéry zvýšenú energiu rovnomerne a neustále (v bezprepážkovej bystrine), alebo nerovnomerne (náročne zrýchlené priechody v štrbinách medzi pokojnými úsekmi v bazénoch), alebo dokonca skokom (prípustné len vo vodopádových rybovodoch v čisto pstruhových tokoch).

A) Prírodzenejšie bystrinné bezprepážkové spriechodnenie (prírode blízky potok) (Obr. 5) – má relatívne rýchly, ale tiahly bezbariérový kontinuálny prúd (ako prirodzený potok). Väčšinou musí byť plytší, dlhší a má menej objemné vodné prostredie ako bazény so štrbinovou prepážkou, ale na rovnaké naplnenie spotrebuje väčší prietok. Ryby v ňom musia vynakladať na prekonanie bariéry mierne zvýšenú energiu neustále, preto majú na dlhej trase vytvorené oddychové rýchlostné tieňe zo solitérnych balvanov

vyčnievajúcich nad dno. Sem patria odstránenia bariéry a všetky sklzy, rampy a obtoky bez priečnych prepážok (typy 1 až 4).



Obr. 5 Pozdĺžny rez bezprepážkovou bystrinou s vyčnievajúcimi ojedinelými oddychovými balvanmi.

B) Menej prirodzené **bazénové prepážkové** spriechodnenie (Obr. 6) má tiež kontinuálny/nepretržený prúd vody, ktorý je ale lokálne zužovaný a zavzdúvaný medzistienkami – prepážkami, prerušenými od dna po hladinu najmenej jedným veľkým štrbinovým priechodovým otvorom. Oproti bezprepážkovej bystrine je prúd v bazénoch výrazne pomalší a v priechodoch (širokých štrbinách) medzi bazénmi je naopak výrazne rýchlejší, vyžadujúci oveľa väčší nárazový výdaj energie, zapojenie iného typu svalstva a vyvinutie tzv. „skokovej“ rýchlosti - pre slabšie ryby môže rýchly protiprúd v sérii štrbín spôsobiť nepriechodnosť rybovodu. Bazénové prepážkové spriechodnenie je na celej trase hlbšie oproti prirodzenému toku aj oproti bezprepážkovej bystrine. Má tiež objemnejšie vodné prostredie, na jeho naplnenie postačuje menší prietok.

Pre zväčšenie vodného objemu bazéna je možné vytvorenie prehĺbeniny v dne každého bazéna tak, aby to neovplyvnilo prúdenie v priechodovom otvore (Obr. 6). Dno však musí klesať alebo stúpať vždy plynulo – bez väčších odskokov.



Obr. 6 Pozdĺžny rez prepážkovým spriechodnením s vytvoreným „bazénovým“ prúdením vody.

Každá z desiatok priechodových štrbín bazénového rybovodu je spravidla veľmi riziková na upchatie konármi a lístím, s následkom znefunkčnenia celého priechodu. Ešte rýchlejšie sa zapchávajú a znefunkčňujú viacštrbinové/mnohomedzernaté prepážky.

Menej vhodné sú preto bazénové prepážkové rybovody s nedostatočnými prepážkami (mnohomedzernatými kamennými alebo štetinovými). V nich sú bazény plytkšie, voda v bazénoch prúdi po celej šírke koryta bez väčších rýchlostných tieňov, lebo takéto prepážky nevytvárajú dostatočne hlboké bazény s upokojenou vodou, v prúde vody nie sú rozsiahlejšie tíšiny, pretože voda preteká pomedzi medzernaté rady balvanov, pomedzi štetiny alebo cez obojstranne zošíkmenú prepážku nevhodného tvaru širokého V, priechodové otvory v prepážkach sú výrazne užšie, resp. plytkšie ako v jednej širokej štrbine bazénového prepážkového rybovodu.

Nevhodné sú bazénové prepážkové rybovody s úzkymi alebo plytkými alebo zhora uzavretými priechodovými otvormi (tie sú nevhodné pre veľké a často aj pre stredne veľké ryby) ale najmä

bazénové prepážkové spriechodnenia bez priechodových otvorov, prelievané iba zhora (vodopádové priechody, vhodné len pre pstruhy).

Z hľadiska bentických bezstavovcov (organizmov ktoré žijú na dne toku) vytvára bazénový typ spriechodnenia výrazne odlišné podmienky oproti pôvodnému toku, a preto je mimoriadne nepravdepodobné, že ho budú využívať menšie živočíchy. Prepážky zapustené do dna predstavujú bariéru pre faunu dna, výrazne zrýchlený prúd v štrbinách zas pre nektón (druhy plávajúce vo vodnom stĺpci).

C) Neprirodzený vodopádový rybovod - pstruhový priechod (Obr. 7) – nízky dostatočne hrubý valec vody prepádajúcej z miskovito preliačenej prepádovej hrany do hlbokkej vody – vhodný len pre pstruhy na horných úsekoch tokov!



Obr. 7 Pozdĺžny rez vodopádovým spriechodnením vhodným len pre pstruhy.

3.1.3. Typy spriechodnenia podľa veľkosti vodného prostredia

Priestrannosť vodného prostredia určuje nielen schopnosť dospelých rýb fyzicky prekonať výraznú plytčinu alebo úzku štrbinu, ale tiež pocitovú stiesnenosť spriechodnenia (príliš úzke priechody sú nevhodné). V bazénových rybovodoch od priestrannosti závisí aj to, či sa prúdenie stihne upokojiť pred ďalším prietokovým otvorom, a či ryby nájdu v každom bazéne dostatok pokojného miesta pre potenciálny oddych (drobnokomórkové rybovody sú po všetkých stránkach nevhodné).

A) Priestranné spriechodnenie spĺňa všetky priestorové limity súhrnných tabuliek č. 2 a č. 3 článku 3.3.6., pri bystrinnom bezprepážkovom spriechodnení hĺbku vody a zavodnenú šírku bystriny, pri bazénovom prepážkovom spriechodnení hĺbku vody, zavodnenú šírku bazéna, dĺžku bazénov (rozstup prepážok), odporúčaný vodný objem bazéna, šírku a hĺbku priechodového otvoru, aj limit rozptylu energie vody $P_{bazéna}$.

B) Stiesnené spriechodnenie nespĺňa niektorý z priestorových limitov súhrnných tabuliek č. 2 a č. 3 článku 3.3.6. – buď hĺbkou alebo šírkou vodného prostredia, alebo objemom, šírkou alebo dĺžkou vodného bazéna. Za stiesnené je potrebné označiť aj spriechodnenie, do ktorého je púšťaný nadmerne veľký prietok, neprimeraný objemu bazéna, čím sa v inak biologicky priestrannom bazéne vyvolá hydraulicky búrlivé prostredie – prekročí sa limit rozptylu energie vody $P_{bazéna}$ z tabuľky č. 3 v článku 3.3.6.

Poznámka: Stiesnený typ sa môže vyskytnúť len pri posúdení existujúcich rybovodov nevyhovujúcich veľkosťou vodného prostredia, alebo vo výnimočne stiesnených miestach v návrhoch spriechodňovania starých bariér, za podmienky odsúhlasenia takéhoto návrhu komisiou pre spriechodnenie.

3.1.4. Typy spriechodnenia podľa materiálu v koryte

A) Betónom nespevnené kamienno-štrkové spriechodnenie – vytvorené len vybagrovaním koryta vodného priechodu (odstránením telesa bariéry a plynulým zospádovaním koryta nad ňou, prípadne aj pod ňou) a s následným opevnením kameňom konštrukčne tak, aby spĺňalo požadované parametre. Má prírode bližšie dno, bližšie aj novej koncepcii vodného hospodárstva. Preto by mal projektant spriechodnenia v prvom rade preriešiť vytvorenie tohto

typu dna. Aj takýto typ spriechodnenia však musí zabezpečiť dlhodobé pretekánie vodného prúdu, priechodného pre ryby nielen pri kolaudácii, ale aj v dlhodobom horizonte prevádzky. Preto projektant musí zohľadniť prognózu vývoja dna opevneného len kameňom na sucho, vrátane prípadného selektívneho zahĺbenia s následkom vzniku nepriechodného odskoku dna aj hladiny, alebo prípadnej straty hĺbky vodného prostredia, a navrhnúť také riešenie, ktoré má predpoklady zabezpečiť pretrvanie požadovaného tvaru priechodného pre ryby až po prechod väčšej povodne (napr. 10 ročnej (Q_{10}) alebo napr. 50 ročnej (Q_{50}) - stanoví správca spriechodnenia alebo správca toku v súčinnosti s projektantom).

Z dôvodu potreby dlhodobej priechodnosti, ako aj z dôvodu rizika častej deštrukcie (vplyvom možného prechodu väčších vôd, než na aké bude kamenné opevnenie dimenzované) a následnej potreby opravy, je betónom nespevnené kamenno-štrkové spriechodnenie vhodné len ako mierne sklonité, celokorytové, po odstránení bariéry (teda v prípadoch, keď nie je veľký rozdiel dna pod aj nad odstránenou bariérou). Mimo deštrukčnej zóny veľkých vôd je vhodné ako dlhý málo sklonitý bezprepážkový obtokový biokoridor. Menej vhodný je pre obtokové bazénové rybovody, kde musia byť betónom spevnené aspoň prepážky a ich štrbiny. Betónom nespevnené dno je nevhodné pre zúžené vnútrokorytové bystrinné, či bazénové rampy, ktoré by sa bez betónového opevnenia ani nedali vytvoriť, tiež pre celokorytové bazény, kde je nutné betónové spevnenie prinajmenšom celokorytových prepážok s priechodovými štrbinami.

B) Kamenno-štrkové spriechodnenie spevnené občasnými dnovými betónovými prahmi – je vhodné v prípadoch, keď sa po zameraní zistí veľký rozdiel dna pod aj nad odstránenou bariérou. Je to rovnaké kamenno-štrkové prírode blízke dno ako v predošlom celokorytovom type A, len je strmšie alebo dlhšie, a preto je nutné ho lokálne spevniť občasnými dnovými betónovými prahmi (nevyčnievajúcimi nad dno), aby ho tak ľahko nerozobrali veľké prietoky. Aj takýto typ spriechodnenia musí zabezpečiť dlhodobé pretekánie vodného prúdu, priechodného pre ryby nielen pri kolaudácii, ale aj v dlhodobom horizonte prevádzky. Preto aj tu musí projektant zohľadniť prognózu vývoja kamenno-štrkového dna, vrátane prípadného selektívneho zahĺbenia s následkom vzniku nepriechodného odskoku dna aj hladiny najmä pod dnovými prahmi, tiež zabrániť prípadnej strate hĺbky vodného prostredia, a navrhnúť také riešenie, ktoré má predpoklady zabezpečiť pretrvanie požadovaného tvaru a požadovaného vodného prúdu priechodného pre ryby až do úrovne väčšej povodne (napr. min. 10 ročnej (Q_{10}) alebo napr. 50 ročnej (Q_{50}) – presne stanoví správca toku v súčinnosti s projektantom).

C) Betónom spevnené kamenno-štrkové spriechodnenie s prírodným povrchom dna – je kompromisom medzi požiadavkami na dlhodobú trvácnosť/funkčnosť spriechodnenia a požiadavkou na prírodné dno v spriechodnení. Tento typ je vhodný v stiesnených alebo rizikových podmienkach. Napr. pre vnútrokorytové bystrinné, či bazénové rampy, ale aj pre strmšie a dlhšie celokorytové sklzy, či celokorytové bazény, kde treba rátať s prevedením všetkých aj povodňových prietokov. Prírodné kamenno-štrkové dno je v takýchto prípadoch „prilepené“ na betónový podklad, výhodou môže byť malé riziko deštrukcie výstupovej trasy.

D) Čisto betónové spriechodnenie - s betónovým povrchom dna a brehov – prírode najvzdialenejšie – je neprípustné. Dno každého typu spriechodnenia musí mať vždy prírodný povrch, adekvátny strmosti priechodu a miestnym podmienkam!

Materiálové typy prepážok: Pri bazénových spriechodneniach vznikajú modifikácie vyplývajúce z rôzneho materiálového riešenia spomaľovacích bočných prepážok. Môžu to byť:
– Betónové prepážky (najtradičnejšie, biologicky funkčné, ale z krajinnostetických dôvodov sa odporúča ich obloženie kameňom alebo vytvorenie členitého betónu pomocou tvarovaných

debnení prepážok, alebo aspoň vymývaný betón; kombinácie s drevom na okrajoch prietokových štrbín uľahčujú doladovanie prietokových otvorov).

– Drevené prepážky (biologicky funkčné, ale rizikovejšie z hľadiska trvácnosti, poškodenia, či rozpadnutia, spravidla nevhodné do namáhaných celokorytových a vnútrokorytových typov rybovodov, ohrozených plávajúcimi kmeňmi a konármi).

– Kamenné prepážky (súvislé prepážky z čiastočne opracovaných kamenných platní, osádzaných na dotyk do betónového základu, len s jednou širokou štrbinou; sú najlepšou kombináciou pevnosti, účinnosti na spomalenie a vzdutie vody, hydrobiologickej účinnosti, krajinárskeho vzhľadu, len s mierne slabšou vypočítateľnosťou - avšak z neopracovaných kameňov sa spravidla nedokáže vytvoriť hlboké a prijateľne prúdiace vodné prostredie).

– Kamenné mnohomedzernaté prepážky (typické pre české rybovody; kvôli unikaniu vody pomedzi kamene by potrebovali na vytvorenie dostatočne veľkej hĺbky a objemu bazéna relatívne väčší prietok, ktorý spravidla nie je k dispozícii - v pleskáčovom, mrenovom alebo napr. hlavátkovom toku by ťažko dokázali vytvoriť hĺbky požadované na Slovensku; kvôli početným medzerám vytvárajú v porovnaní s predošlými celoplošnými typmi prepážok aj oveľa menšie pokojné zóny v bazénoch rybovodu; bez ukotvenia kamenných platní do betónu by boli oproti iným typom nestabilnejšie; spravidla sa ľahko upchávajú).

– Štetinové prepážky (môžu byť biologicky plne funkčné len v prípade dodržania ostatných limitov bazénového spriechodnenia zo Súhrnnej tabuľky č. 3 z článku 3.3.6.; sú rizikovejšie z hľadiska trvácnosti, lebo sa odieraním a lámaním zmenšujú; podľa meraní dokážu mimoriadne účinne spomaľovať prúdenie, avšak na úkor výrazných rýchlostných tieňov pre oddych rýb, ktoré tu absentujú, spravidla aj na úkor priestrannosti vodného prostredia – bežne dostupné sú len kratšie štetiny vytvárajúce malú hĺbku vody, preto nie sú vhodné pre veľké druhy rýb; priestrannosť vodného prostredia je možné vylepšiť stavebnou úpravou a spôsobom osadenia štetinových prefabrikátov; priestranne realizované koryto spriechodnenia je zúžené len v mieste osadenia štetinových prefabrikátov (napr. osadením drôtokamenných segmentov na bočné steny koryta) a štetinové prefabrikáty sú zároveň osadené na vyvýšenom prahu (napr. kamennom, betónovom), čo umožňuje vytvoriť hlbšie a širšie bazény aj pomocou kratších štetinových prefabrikátov; štetinové prepážky sú však bezproblémovo splavné pre vodných turistov.

3.1.5. Typy spriechodnenia podľa prirodzenosti prostredia pre ryby

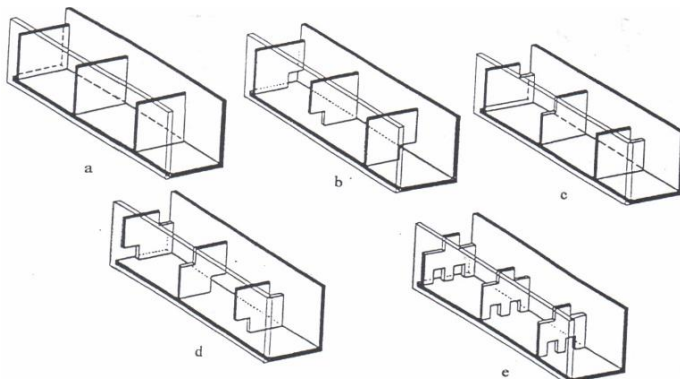
A) Prírode blízke spriechodnenia – prirodzene pôsobiace na ryby: sem patria všetky typy spriechodnení, ktoré majú prírodný povrch dna, zodpovedajúci lokálnym prírodným pomerom a strmosti priechodu. Ideálne je, keď má aj prírodné trávne brehy s drevinami prevísajúcimi nad hladinu. Prírode blízke spriechodnenia sú pre ryby aj ľudí najprijateľnejšie riešenia, pokiaľ spĺňajú priestorové a hydraulické limity Súhrnných tabuliek č. 2 a 3 z článku 3.3.6.

Patrí sem celé spektrum spriechodnení od celokorytového mierneho bystrinného sklzu (ktorý je po rokoch na nerozoznanie od pôvodného koryta), až po betónom spevnený kamenno-štrkový priestranný meandrujúci obtokový bazénový rybovod s vyššie spomínanými vlastnosťami (vytvára pre ryby prirodzené prostredie a v krajine pôsobí ako nový prirodzený potok s odstupňovanou hladinou).

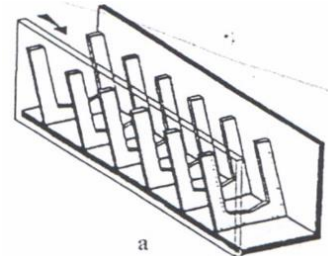
B) Technické rybovody neprirodzene pôsobiace na ryby: sem patria všetky spriechodnenia s betónovou povrchovou úpravou, ktoré nemajú prirodzený štrkovo-kamenitý povrch dna a brehov alebo majú veľmi stiesnené vodné prostredie v koryte, a pod. Vzbudzujú nedôveru rýb. Takéto spriechodnenia sú oveľa menej vhodné, ale sú bežne priechodné hlavne pre mnohé menej náročné ryby – aj pri týchto je však podstatné čo najviac splniť priestorové a hydraulické limity Súhrnných tabuliek č. 2 a 3 z článku 3.3.6.

Nasledujúce biologicky selektívne, a teda z hľadiska ochrany prírody **nežadúce technické typy** spriechodnení (Obr. 8, Obr. 9) vytvárajú pre ryby a iné živočíchy búrlivé a stiesnené,

často neprekonateľné, vodné prostredie. V praxi SR ich treba nahradiť biologicky vhodnými typmi.



Obr. 8 Varianty nežiadúcich drobnokomôrkových Rybovodov.



Obr. 9 Denilov žľab pre lososy je najhorším riešením pre naše druhy rýb, preto sa v SR tiež neodporúča.

C) Technické zariadenia na prekonanie migračných bariér (typ spriechodnenia č. 9)

Menej bežné typy technických spriechodnení, ako napr. rybie výťahy, plavebné komory pre ryby, resp. vzdúvadlá alebo špeciálne riešenia pre úhory a iné, sú pre slovenské pomery nevhodné (s výnimkou vzdúvadiel pre veľké anadrómne jesetery).

Vo výnimočných prípadoch, napr. pri spriechodnení veľkých pohyblivých hatí alebo priehrad s neriešiteľným umiestnením predchádzajúcich bystrinných alebo bazénových typov rybovodov, je možné uvažovať aj o použití niektorých vhodných technických zariadení (v zmysle §2 ods.4g vyhlášky 383/2018 Z. z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov).

Pre migráciu sa môže využiť napr. **existujúca plavebná komora** s nie veľkým prevýšením hladín, pokiaľ to celkové prevádzkové možnosti existujúcej vodnej stavby dovoľia. Plavebná komora môže aspoň v určitých časových obdobiach (vo vhodnom ročnom období, napr. apríl-máj-jún a vo vhodnom dennom čase, napr. na poludnie a večer) periodicky prepúšťať ryby nazhromaždené pod ňou (podrobnejšie v prílohe [P3.1.6.9.](#)).

Ďalšou prípustnou možnosťou je výťah pre ryby alebo napr. **zdvojená Archimedova skrutka** (skrutkový transportér rýb), ktorá dostala v Rakúsku cenu za životné prostredie (podrobnejšie v [P3.1.6.9.](#)).

3.1.6. Výsledné typy biologicky vhodného spriechodnenia

A) BYSTRINNÉ SPRIECHODNENIA (bez prepážok)

(vhodné sú len priestranné prírode blízke typy)

TYP 1) Odstránenie telesa migračnej bariéry (podľa možnosti aj pod terénom, tak aby neboli výrazne ovplyvňované korytotvorné procesy) – prioritné riešenie – bližšie v prílohe [P3.1.6.1.](#)

TYP 2) Celokorytový sklz – bližšie v prílohe [P3.1.6.2.](#)

- a) kamenno-štrkový, **nespevnený betónom** – optimálny len pri nízkych sklonoch; pri väčšom sklone a dĺžke môže byť rizikový kvôli vytvoreniu nepriechodných skokov dna a hladiny po prechode povodňových prietokov,
- b) kamenno-štrkový, **líniovo spevnený** priečnymi betónovými dnovými prahmi,
- c) kamenno-štrkový, **celoplošne spevnený** aj s betónovým podkladom *.

TYP 3) Vnútrokorytová bystrinná rampa – bližšie v prílohe [P3.1.6.3.](#)

- a) kamenno-štrková, **líniovo spevnená** priečnymi betónovými dnovými prahmi je riziková (riziko deštrukcie pri každom prechode povodne),
- b) kamenno-štrková, **celoplošne spevnená** aj s betónovým podkladom je zľadiska stability optimálna*,
(kamenno-štrková nespevnená betónom je úplne nevhodná kôli veľkému riziku deštrukcie).

TYP 4) Obtokový bystrinný biokoridor – bližšie v prílohe [P3.1.6.4.](#)

- a) kamenno-štrkový, **nespevnený betónom** je optimálny, pokiaľ ho neohrozujú časté povodne
- b) kamenno-štrkový, **líniovo spevnený** priečnymi betónovými dnovými prahmi,
- c) kamenno-štrkový, **celoplošne spevnený** aj s betónovým podkladom *.

B) BAZÉNOVÉ SPRIECHODNENIA (rybovody s plnými kamennými, betónovými, drevenými, štetinovými alebo mnohomedzernatými prepážkami so širokou štrbinou) **

(vhodné sú najmä priestranné prírodne pôsobiace typy)

TYP 5) celokorytové bazény – bližšie v prílohe [P3.1.6.5.](#)

- a) kamenno-štrkové dno **nespevnené betónom** môže byť rizikové pri prechode povodní,
- b) kamenno-štrkové dno **celoplošne spevnené** aj s betónovým podkladom *.

TYP 6) vnútrokorytová bazénová rampa – bližšie v prílohe [P3.1.6.6.](#)

- a) kamenno-štrkové dno **celoplošne spevnené** aj s betónovým podkladom *,
(kamenno-štrkové dno betónom nespevnené - je z dôvodu konštrukčnej nestability a rizika deštrukcie úplne nevhodné).

TYP 7) obtokový bazénový rybovod – bližšie v prílohe [P3.1.6.7.](#)

- a) kamenno-štrkové dno **nespevnené betónom** je optimálne, pokiaľ ho neohrozujú časté povodne,
- b) kamenno-štrkové dno **celoplošne spevnené** aj s betónovým podkladom *.

TYP 8) vodopádový rybovod len pre pstruhy – bližšie v prílohe [P3.1.6.8.](#)

- a) kamenno-štrkové dno **medzi prepážkami, nespevnené betónom**, môže byť rizikové pri povodniach,
- b) -kamenné dno **celoplošne spevnené betónovým podkladom**.

C) INÉ TECHNICKÉ ZARIADENIA PRE PRESUN RÝB – TYP 9

Napr. plavebná komora, zdvojená Archimedova skrutka (skrutkový transportér rýb), a pod.

Upozornenia:

* *betónový podklad musí byť plošne prekrytý kamennoštrkovým dnom; betónový povrch je ekologicky nevhodný*

** *bazénový rybovod s priechodovými otvormi tvaru širokého V je mimo horného pstruhového pásma nevhodným typom (bližšie v prílohe [P3.1.6.8.](#))*

Fotografické ukážky 9 výsledných typov biologicky vhodného spriechodnenia (Obr. 10).



Typ 1: Odstránenie telesa bariéry.



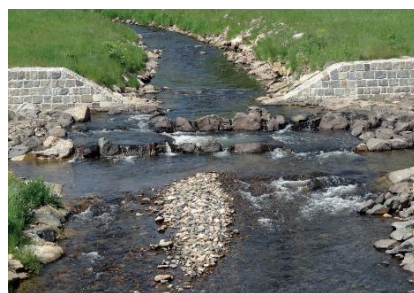
Typ 2: Celokorytový bystrinný sklz.



Typ 3: Vnútrokorytová bystrinná rampa.



Typ 4: Obtokový bystrinný biokoridor.



Typ 5: Celokorytové bazény.



Typ 6: Vnútrokorytová bazénová rampa.



Typ 7: Obtokový bazénový rybovod.



Typ 8: Vodopádový rybovod.



Typ 9: Zdvojená Archimedova skrutka.

Obr.10 Typy biologicky vhodného spriechodnenia.

Obrázky zrealizovaných biologicky vhodných typov spriechodnenia aj s popismi zaujímavých konštrukčných prvkov sú v prílohe [P3.1.6.](#)

3.1.7. Poradie biologickej vhodnosti typov spriechodnenia

Typ spriechodnenia je najvhodnejšie vyberať až po doriešení umiestnenia dolného vyústenia - vstupu rýb do spriechodnenia (čl. [3.2.1.](#)), po následnom výbere možných trás spriechodnenia (čl. [3.2.3.](#)), s ohľadom na určenú veľkosť prietokov vody v spriechodnení (čl. [3.2.4.](#) – [3.2.5.](#)) a na potrebu opatrení na privábenie rýb (čl. [3.2.6.](#) – [3.2.7.](#)).

► Navrhovateľ je pri každej migračnej bariére povinný v prvom rade preukázať riešenie biologicky najpriateľnejších typov (ktoré majú 100%-nú úspešnosť navedenia rýb), teda:

TYP 1) Odstránenie telesa migračnej bariéry (podľa možnosti aj pod terénom, tak aby neboli výrazne ovplyvňované korytotvorné procesy) – a to v prípadoch malého výškového rozdielu medzi dnom pod a nad odstráneným telesom migračnej bariéry.

TYP 2) Celokorytový sklz prepájajúci dno pod a nad čiastočne alebo aj úplne odstráneným telesom migračnej bariéry - a to v prípadoch:

- vzniku väčšieho výškového rozdielu medzi prírodným kamenno-štrkovým dnom pod a nad bariérou, ktorý by bez vybudovania sklzu spôsobil pre ryby nepriechodné vodné kaskády alebo prúdenie s nadlimitnou rýchlosťou,
- alebo, ak priečnu bariéru nie je možné odstrániť z technických alebo prevádzkových príčin (v telese priečnej bariéry sú často zabudované dôležité technické siete ako káble, energovody, produktovody, kanalizácie...), preto výškový rozdiel dna pod a nad bariérou je nutné riešiť jej celokorytovým dosypaním,
- riešenie dosypaním dna je nutné aj v prípadoch, ak by odstránenie bariéry spôsobilo negatívne dopady na okolitú krajinu (významný pokles hladiny podzemných a povrchových vôd, vysušenie mokradí, riečnych ramien, rybníkov, zavodňovacích kanálov, studní, odberov vody, limnigrafických profilov a pod.)

► Ak nie je možné alebo vhodné spriechodnenie podľa predchádzajúcich bodov (typ 1 a typ 2), je potrebné určiť biologicky prijateľný typ spriechodnenia v poradí podľa postupnosti z článku 3.1.6. (Typy 3 až 9 s užším ako celokorytovým vstupom nájde v širokej bariére väčšej rieky oveľa menšie percento rýb, tiahnucich proti prúdu):

TYP 3) Vnútrokorytová bystrinná rampa (na širokej bariére ju nájde menej rýb oproti typom 1 a 2).

TYP 4) Obtokový bystrinný biokoridor (na širokej bariére ju nájde výrazne menej rýb oproti typom 1, 2, mierne menej oproti typu 3, môže však vytvoriť nový revitalizačný prvok v krajine – ekoton vodného biokoridoru s brehovými porastmi). Z pohľadu väčšiny druhov ostatných živočíchov je tento typ vhodnejší ako typ 3.

TYP 5) Celokorytové bazény (na širokej bariére nájde vstupnú štrbinu menej rýb oproti typom 1 a 2, navyše po každej veľkej vode sa môžu relatívne úzke štrbiny upchať).

TYP 6) Vnútrokorytová bazénová rampa (na širokej bariére ju nájde menej rýb oproti typom 1 a 2, menej aj ako pri typoch 3 a 5, navyše po každej väčšej vode sa môžu veľmi úzke štrbiny upchať – preto sa neodporúčajú priamo týmto typom rybovodu prevádzať povodňový prietok. Vtedy musia byť buď úplne odizolované múrom od povodňových vôd pretekajúcich korytom alebo je nutné zvoliť iný typ, napr. obtokový biokoridor mimo toku).

TYP 7) Obtokový bazénový rybovod (na širokej bariére ho nájde výrazne menej rýb oproti typom 1 a 2, menej aj ako pri typoch 3, 5 a 6, môže však vytvoriť nový revitalizačný prvok v krajine – ekoton vodného biokoridoru s brehovými porastmi).

TYP 8) Vodopádový rybovod len pre pstruhy (nepoužiteľný pri inom cieľovom druhu ryby).

TYP 9) Iné technické zariadenia (na širokej bariére ich nájde menej rýb oproti typom 1 a 2 – v závislosti od blízkosti umiestnenia pri hlavnom prúde vytekajúcom z bariéry; pravdepodobne sa do nich odváži vplávať menej rýb).

3.2. NÁVRH DOLNÉHO VÝTOKU – VSTUPU RÝB DO RYBOVODU TYPU 3 AŽ 9 (navedenie – privábenie rýb ku vstupu do spriechodnenia)

Pri celokorytovom bezprepážkovom spriechodnení (typ 1 a typ 2) alebo pri úzkych tokoch a bariérach je problém navedenia rýb zanedbateľný a vo väčšine prípadov nie je potrebné ho riešiť.

Pri vnútrokorytových rampových spriechodneniach na širokých tokoch, ešte viac pri pobrežných obtokových spriechodneniach, ako aj pri iných technických zariadeniach na migráciu, je už nutné dôsledne navrhnuť privábenie rýb ku vstupu do spriechodnenia podľa článkov 3.2.1. až 3.2.7.

Avšak pri rampových a obtokových spriechodneniach bariér s vodnou elektrárnou je privábenie rýb dokonca najkomplikovanejším problémom celého spriechodňovania a rieši sa podľa prílohy P3.2.

Vysvetlenie: Navedenie (privábenie) rýb k vstupu do rybovodu je podstatnou, ale pritom často zanedbávanou úlohou pri spriechodnení migračnej bariéry. Väčšina u nás žijúcich migrujúcich rýb sa orientuje v toku podľa prúdenia. Ryby teda môžu byť často signálmi prúdenia (napr. z vodnej elektrárne) lákané mimo vstupu do spriechodnenia. Pritom ryba, ktorá nenájde vstup do spriechodnenia, nemôže prekonať ani migračnú bariéru. Preto sa pri hodnotení účinnosti spriechodnenia môže v niektorých prípadoch hodnotiť nie celková priechodnosť migračnej bariéry, ale osobitne priechodnosť samotného koryta rybovodu a osobitne účinnosť prilákania rýb do vstupu do rybovodu, teda aká časť rýb je ho schopná nájsť počas všetkých rôznorodých hydrologických situácií.

Navedenie rýb do rybovodu sa ale dá ovplyvniť, a to:

- správnym umiestnením vstupu rýb ku hlavnému vábiacemu prúdu (prípadne zvýšením počtu vstupov – podľa článkov 3.2.1., 3.2.2.) a
- čo najvýraznejším zosilnením signálu vábiaceho prúdu vytekajúceho z rybovodu (trvalým alebo aj sezónnym prietokom, jeho umelým zrýchlením, tiež akusticko-optickými signálmi podľa článkov 3.2.3. - 3.2.7.).

3.2.1. Umiestnenie dolného vstupu rýb

3.2.1.1. Umiestnenie dolného vstupu pri celokorytových spriechodneniach typu 1 a 2 bez vodnej elektrárne:

Problém navedenia rýb je zanedbateľný pri celokorytových bystrinných typoch 1 a 2, teda pri odstránení bariéry a pri celokorytovom sklze, kde je navedenie rýb prirodzene 100-percentné, lebo spriechodnenie zaberá celú zavodnenú šírku koryta a ryby nemajú kam zablúdiť.

(Upozornenie: V prípade celokorytového prepážkového bazénového spriechodnenia na celú šírku hlavného toku, bude pri nižších prietokoch vodný prúd vytekať len z výtokovej štrbiny dolnej celokorytovej prepážky, preto sú tu rovnaké problémy nájdania vstupu ako pri vnútrokorytovej rampe, a je potrebné sa riadiť pokynmi z nasledujúceho článku 3.2.1.2.)

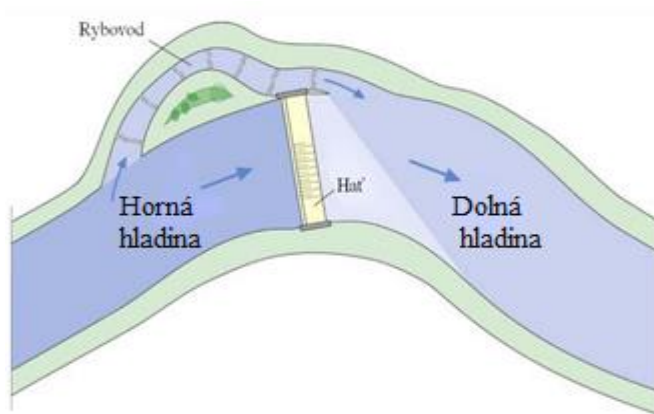
► Aj z tohto dôvodu je pri projekte spriechodnenia každej migračnej bariéry potrebné, aby navrhovateľ prioritne preukázal riešenie vybudovania prvoradých typov 1 alebo 2, teda odstránenia bariéry alebo celokorytového bezprepážkového bystrinného balvanitého sklzu. Až v prípade odborného zdôvodnenia ich nereálnosti by sa malo pristúpiť ku riešeniu pre ryby menej lákavých typov - vnútrokorytových rampových rybovodov (prípadne prepážkového bazénového priechodu na celú šírku hlavného toku). Až potom pristúpiť k riešeniu obtokových typov rybovodov, ktoré sú spravidla najproblémovjšie z hľadiska navedenia rýb.

3.2.1.2. Umiestnenie vstupu pri vnútrokorytových rampových a obtokových typoch rybovodov bez vodnej elektrárne:

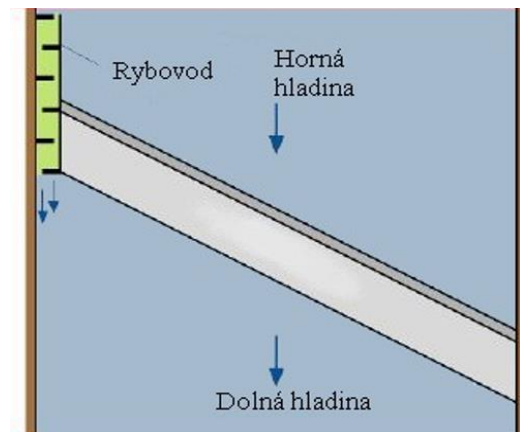
Pri veľkom prevýšení bariéry, napr. pri vysokých riečnych stupňoch, prehradzujúcich a zavzdúvajúcich riekou, sú možné len rampové a obtokové typy rybovodov (typy 3, 4, 6, 7, v hornom pstruhovom pásme aj 8) alebo aj technické zariadenia (typ 9). Práve pri nich je dôležité a niekedy aj komplikované naviesť – privábiť migrujúce ryby do rybovodu, čo následne znižuje percento rýb, ktoré prekonajú migračnú bariéru.

Pri umiestňovaní vstupu rýb do rybovodu treba dodržať nasledujúce pravidlá:

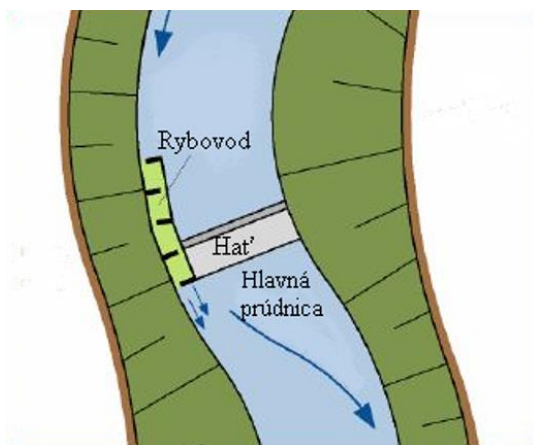
- ▶ dolný výtok z obtokového alebo rampového rybovodu, ktorý je pre ryby vstupom do rybovodu, je potrebné umiestniť rybám „do cesty“ – teda:
 - ▶ do okraja hlavného prúdu rieky, vytekajúceho z bariéry (čo je najfrekventovanejšia trasa rýb migrujúcich k bariére), alebo
 - ▶ do zhromažďovacieho miesta rýb oddychujúcich pod migračnou bariérou, pričom:
 - ▶ výtok z rybovodu má byť vždy v línii bariéry alebo tesne (do 10 m) pod migračnou bariérou, resp. pod zónou nepriechodnej búrlivej a spenenej vody; koryto každej vnútrokorytovej migračnej rampy preto musí stúpať spod riečného stupňa smerom proti toku, teda teleso stúpajúcej migračnej rampy musí byť zarezané do existujúceho vzdutia a nadviazané plynulo na dno toku.



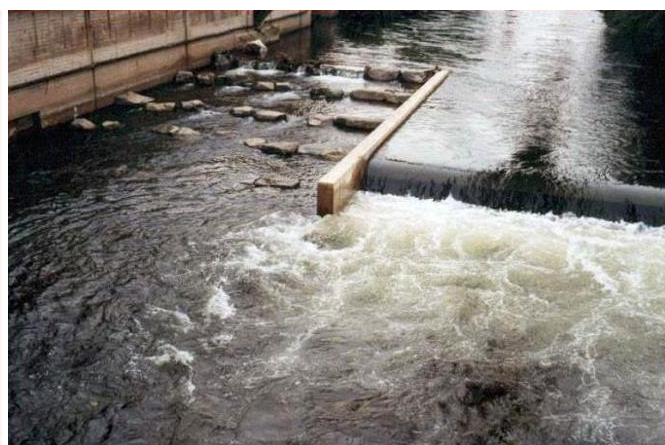
Obr. 11 vľavo (Handbuch Querbauwerke 2005).



Obr. 12 vľavo (Larinier 1992b).



Obr. 13 vľavo (Larinier 1992b)



Obr. 14 vpravo (DWA-M 509 foto: Dumont) Príklady správneho umiestnenia vstupu do rybovodu v úrovni migračnej bariéry, nie poniže nej, tiež pri nárazovom brehu, nie pri usadzovacom.

► Pri takýchto jednoduchších situáciách bez mýliacich prúdov z vodných elektrární môže najúčinnšie miesto vstupu rýb do spriechodnenia určiť priamo (bez hydraulického modelu) ekologický dozor v biologickom zadaní (alebo ichtyológ vo svojej správe z ichtyologického prieskumu), a to na základe konzultácie s projektantom o odhade vábiacich prúdov v hlavnom toku pod migračnou bariérou.

3.2.1.3. Umiestnenie vstupu pri všetkých typoch migračných priechodov s vodnou elektrárnou:

Umiestnenie vstupu do rybích rámp a obtokov na riečnych stupňoch s MVE je podrobnejšie riešené v prílohe [P3.2.](#)

Poznámka: Až po zistení optimálneho umiestnenia vstupu do rybovodu je možné navrhnuť trasu výstupu rýb cez migračnú bariéru podľa článku [3.2.3.](#)

3.2.2. Zvýšenie počtu rybovodov na širokých migračných bariérach

Od veľkosti rieky závisí šírka migračnej bariéry - tá je spravidla ešte väčšia ako šírka pôvodnej rieky.

► V prípade spriechodňovania migračnej bariéry širšej ako 100 m je nutné zvážiť okrem jedného rybovodu pre všetky cieľové druhy (spravidla so vstupom pri výtoku z MVE) aj vybudovanie druhého doplnkového rybovodu, napr. v strede rieky alebo pri druhom brehu. Jeho umiestnenie je potrebné optimalizovať v spolupráci s ekologickým dozorom a ichtyológom podľa identifikácie vábiacich prúdov a potenciálnych trás rýb (článok [3.2.1.](#)), napr. v strede koryta v pilieri hate ako bazénová rampa (v nevyhnutnom prípade pri opačnom brehu ako obtoková bystrina alebo vnútrokorytová bystrinná rampa).

3.2.3. Následný výber možných trás rybovodu

Trasa rybovodu musí byť umiestnená tak, aby neznemožnila čo najefektívnejšie navedenie rýb do vstupu pomocou vodného prúdu (podľa čl. [3.2.1.](#)) a pomocou doplnkových navádzacích impulzov (podľa článkov [3.2.4.](#) až [3.2.7.](#)).

Pri celokorytových typoch [1](#) (odstránenie bariéry), [2](#) (celokorytový sklz) a [5](#) (celokorytové bazény) je problém výberu trasy zanedbateľný, lebo trasa spriechodnenia stúpa spod pôvodnej bariéry nad ňu v celej zavodnenej šírke koryta toku.

Pri vnútrokorytových rampových spriechodneniach bez vodných elektrární (typy [3](#) a [6](#)) sa z bariéry odbúra len tá úzka časť, do ktorej umiestňujeme teleso rampy. V takom prípade kamenno-štrkové koryto migračnej rampy (ktoré sa musí zarezat' do existujúceho vzdutia aj do dna toku nad bariérou) musí plynulo stúpať spod pôvodnej bariéry nad ňu popri niektorom brehu. Mierne klesajúcu hladinu v migračnej rampe je nutné oddeliť od takmer vodorovnej hladiny v rieke jedným pozdĺžnym deliacim múrikom.

Pri problematickejšom umiestnení v strede rieky by klesajúca hladina v migračnej rampe musela byť oddelená od takmer vodorovnej hladiny v rieke dvoma pozdĺžnymi deliacimi múrikmi, čo by neúmerne komplikovalo nielen výstavbu, ale aj prevádzku (čistenie) migračnej rampy, tiež migráciu bentosu a drobných rýb – je prípustné len v odôvodnených prípadoch.

Pri mimokorytových obtokových rybovodoch bez vodných elektrární (typy [4](#) a [7](#)) sa teleso priečnej bariéry vôbec neodstráni.

► Trasa obtokového rybovodu musí vychádzať z miesta dolného vstupu, určeného podľa článku [3.2.1.](#) (spravidla z vývaru), a ďalej podľa možnosti zvlnenou trasou cez disponibilné pobrežné pozemky nad bariéru (podľa článku [3.4.2.](#)), a to so zaústením aspoň toľko metrov nad bariéru, aby ryby nestrhlo späť.

Obtokový rybovod musí byť vedený cez pobrežné pozemky okolo profilu bariéry, kde nastáva najväčšie zahĺbenie rybovodu pod terén, a teda problém s vtlesnaním nového obtokového koryta aj šikmých prírodných brehov (v sklone spravidla 1:2). Napr. pri prevýšení bariéry 2 m na rieke je potrebná šírka min. 12 m (4 m pre vodný biokoridor v mrenovom pásme + ďalšie 4 m + 4 m pre každý šikmý breh). Taká šírka sa často nevtesná do pozemku toku a cesty, ktorá spravidla bariéru veľmi tesne obchádza, za cestou ležia zvyčajne desiatky úzkych priečne členených pozemkov. V niektorých prípadoch sa tento problém dá zmierniť tým, že sa navrhne stúpanie koryta rybovodu najprv v brehovom pásme dolu tokom a po protismernom zalomení hore tokom – vtedy sa dá problémový profil bariéry obísť korytom rybovodu s menším zahĺbením a s oveľa menšou šírkou.

► V prípade bariéry s vodnou elektrárnou sa trasa rybovodu vyberá podľa prílohy [P3.2.3](#).

► Pre všetky typy spriechodnenia ([1](#) až [9](#)) platí, že v prípade polohy bariéry v zregulovanom úseku toku je vhodné pri spriechodnení (alebo v rámci neho) zachovať hĺbočinu vývaru ako dôležité útočisko rýb. Preto sa pri typoch [1](#), [2](#), [3](#) a [6](#) odporúča nie len odstrániť bariéru, ale upraviť spravidla aj koryto nad ňou, ale podľa možnosti zachovať i vývar pod bariérou. Osobitne v týchto prípadoch je potrebné dbať na plynulé previazanie hladín a dna rampy na hladinu, resp. dno toku pod i nad bariérou (bez skokov).

3.2.4. Určenie trvalého (obvyklého) prietoku vody v rybovode

► Prietok v rybovode sa stanovuje v prvom rade podľa Súhrnnej tabuľky č. [1](#) v čl. [3.2.8](#).

► Zároveň prietok v rybovode by mal pri dovolenej maximálnej rýchlosti prúdenia naplniť koryto rybovodu na hĺbku a šírku potrebnú pre tu žijúce cieľové druhy rýb (podľa Súhrnných tabuliek č. [2](#) a [3](#) z článku [3.3.6](#)). Za týmto účelom, naplnenia koryta rybovodu, bude zrejme nutné v niektorých lokalitách počítať aj s vyšším prietokom než je v Súhrnnej tabuľke č. [1](#) (v článku [3.2.8](#)).

► Prietok vytekajúci z rybovodu by mal vytvárať hlavný vábiaci signál pre navedenie rýb do rybovodu. Z rybovodu musí až do hlavného toku rieky vytekať čo najvýraznejší prúd vody, ktorý má pre ryby zhromaždené pod bariérou pripomínať prietochné rameno rieky alebo bočný prítok. Sila a dosah koncentrovaného prúdu vytekajúceho z rybo

vodu do rieky bude závisieť predovšetkým od prietoku v dolnom výtokovom „otvore“ rybovodu. Preto sa požaduje čo najväčší prietok vytekajúci z rybovodu, ktorý sa nestratí ani v hlavnom koryte rieky popri hlavnom prietoku z hate, a to ani počas nadpriemerných prietokov, kedy spravidla migruje najviac rýb. Prúd vytekajúci z rybovodu má byť podľa možnosti citeľný ešte 1-2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky (pri všetkých cieľových prietokoch), aby ho okolo plávajúce ryby zaregistrovali priamo na tele.

Aj z tohto dôvodu nasmerovania rýb je veľkosť prietoku v rybovode priamo úmerná veľkosti prietoku rieky, na ktorej leží migračná bariéra.

Poznámky: Podkladové prietoky sa získajú z technickej správy projektu migračnej bariéry, kde sú vo forme tabuliek M-denných prietokov a N-ročných prietokov, ktoré vypracováva SHMÚ.

V horských tokoch je v zimnom období najmenšia potreba zabezpečiť migráciu rýb medzi ichtyocenózou nad a ichtyocenózou pod bariérou, pričom vtedy hrozia objektívne najväčšie problémy so zamŕzaním rybovodu. Zimný zámrazový režim rybovodu môže navrhnúť ichtyológ alebo ekologický dozor v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru podľa prílohy [P3.2.7](#).

Okrem trvalého prietoku korytom rybovodu sa pre lepšie navedenie rýb navrhuje aj sezónny prídavný navádzací prietok (podľa článku [3.2.5](#)), malý prietok akustického signálu vodopádika na prilákanie rýb z väčšej diaľky, v kombinácii s pevným navádzacím prahom (podľa článku [3.2.6](#)), prípadne koncentrácia a predĺženie dosahu vytekajúceho prúdu (podľa článku [3.2.7](#)).

3.2.5. Určenie občasného zvýšenia navádzacieho prietoku v dolnom výtoku z rampového alebo obtokového spriechodnenia

Nie je potrebné pri celokorytových typoch spriechodnenia [1](#), [2](#) a [5](#).

Toto občasné zvýšenie navádzacieho prietoku, vytekajúce z ústia rampového alebo obtokového rybovodu do rieky, nazývame prídavný vábiaci prietok, a je potrebný len v problematických lokalitách a obdobiach:

- ▶ na širších tokoch s dĺžkou priečnej bariéry nad 50 m,
- ▶ na väčších tokoch s $Q_a > 40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- ▶ pri každom spriechodnení, ktoré má dolný výtok na opačnom brehu než je MVE,
- ▶ pri každej bariére s viacerými turbínami,

▶ v období kľúčových migračných situácií – keď prebiehajú najpočetnejšie migrácie, prípadne aj v obdobiach zhoršeného navádzania počas zvýšených prietokov v koryte toku. Na väčšine našich riek je z časového pohľadu najviac potrebné zosilniť vábenie predovšetkým počas súbehu najpočetnejších ťahov a nadpriemerných prietokov od cca Q_{180} do cca Q_{90} , pri početnej aprílovej migrácii až do Q_{60} , ktoré spravidla bývajú po kulminácii jarných vôd (niekedy aj počas novembrových veľkých vôd).

Prídavný vábiaci prietok pre tieto najdôležitejšie obdobia by mal navrhnuť ichtyológ vo svojej správe alebo ekologický dozor v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru v biologickom zadaní a to podľa nasledujúcich pravidiel:

▶ Dôležité je, aby prídavný vábiaci prietok ústil do rieky v mieste výtoku z rybovodu – teda nie je vhodné, aby pretekal celým korytom rybovodu. Z toku nad bariérou má navádzací prúd pritekať do ústia rybovodu potrubím, otvoreným žľabom alebo iným technickým riešením oddeleným od prietoku v rybovode.

▶ Prídavný vábiaci prietok na zväčšenie sily výtoku z rybovodu určí ichtyológ alebo ekologický dozor v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru. Určí sa ako dynamické navýšenie z jalového prepadu (podľa prílohy [P3.2.5.](#)) počas prirodzeného zvyšovania orientačných problémov rýb (počas veľkých prietokov rieky). Len v prípade konzultácie o reálnych možnostiach prevádzkovateľa sa môže určiť aj konštantné navýšenie počas doby najpočetnejších migrácií (podľa prílohy [P3.2.5.](#)). V týchto prípadoch veľkosť občasného prídavného vábiaceho prietoku má byť 50-100 % z bežného prietoku rybovodu.

▶ Iným technickým riešením môže byť **čerpadlo** alebo **tryska** vytvárajúca v ústí spriechodnenia prídavný vábiaci prúd citeľný ešte 1-2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky. V tomto prípade je možné použiť aj menší prietok alebo len vodu z toku pod bariérou.

3.2.6. Navádzací prah a lákajúci vodopádik v rieke pri výtoku z rybovodu

Výtokový prúd z rybovodu, ktorý má spravidla prietok len 0,5 až 1,5 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, teda na úrovni zlomku celkového prietoku, sa po niekoľkých metroch od výtoku relatívne stráca v silnom hlavnom prúde rieky, tečúcom od priečnej bariéry. Citeľnosť tohto prúdu sa odporúča predĺžiť za účelom výrazného zvýšenia atraktivity dolného vstupu spriechodnenia pre ryby – jednak mechanicky navádzacím prahom, jednak akusticky lákajúcim vodopádikom.

Tieto riešenia nie sú potrebné pri celokorytových typoch spriechodnenia [1](#), [2](#) a [5](#). Navádzací prah nie je potrebný ani pri optimálnom vyústení rampového alebo obtokového rybovodu do vývaru, resp. pod zónu búrlivej vody vytekajúcej spod bariéry.

Pri ostatných typoch [3](#), [4](#), [6](#), [7](#) a [8](#), sú navádzací prah a lákajúci vodopádik v rieke potrebné prinajmenšom v problematických lokalitách:

- ▶ na širších tokoch s dĺžkou priečnej bariéry nad 20 m
- ▶ pri každom spriechodnení, ktoré má dolný výtok na opačnom brehu než je MVE.

Potrebu navádzacieho prahu a vábiceho akustického vodopádika v rieke pri dolnom ústí spriechodnenia určí ichtyológ vo svojej správe alebo ekologický dozor (v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru) v biologickom zadaní.

▶ **Navádzací prah** (resp. stupeň, výhon) (Obr. [15](#) a, b) by mal byť z veľkých stabilných balvanov, alebo iných vhodných konštrukcií, či prefabrikátov, pôdorysne šikmý (v uhle 30° až 60°), aby plynulo odkláňal ryby plávajúce proti prúdu rieky z jej stredu (alebo aspoň z jej okraja) do ústia rybovodu. Na breh rieky by mal byť napojený na okraji výtoku z rybovodu.

Aby vytváral podľa možnosti čo najviac nepriechodnú bariéru pre navedenie cieľových druhov rýb do vstupu rybovodu pri protiprúdovej migrácii, mal by byť navádzací prah:

-dostatočne vyvýšený nad dno rieky spravidla po hladinu Q_{180} alebo Q_{90} (potrebné prevýšenie bariérového prepadu vody odporučí ichtyológ alebo ekologický dozor v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru podľa cieľových druhov rýb a s ohľadom na prevádzkové podmienky správcu toku) (Obr. [16](#)),

-zároveň by mala prepadajúca voda dopadať nie do hĺbočiny, ale na druhý nižší rad kameňov – tie majú vyčnievať po hladinu, aby obsadili miesta rozbehu rýb na skok, a tiež aby premenili súvislý prepadajúci prúd na vodnú triešť, ktorou ryby nedokážu vyplávať,

-súčasne by mala byť koruna prahu o niečo zvýšená v polovici rieky protiľahlej k rybovodu, aby koncentrovala prietok rieky viac do polovice rieky priľahlej k rybovodu (Obr. [16](#), Obr. [17](#)). To zároveň zabezpečí, aby prah nevytváral problémovú bariéru pri poprúdovej migrácii rýb dolu tokom. Prah odporučí ichtyológ v správe z ichtyoprieskumu alebo ekologický dozor v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru v biologickom zadaní.

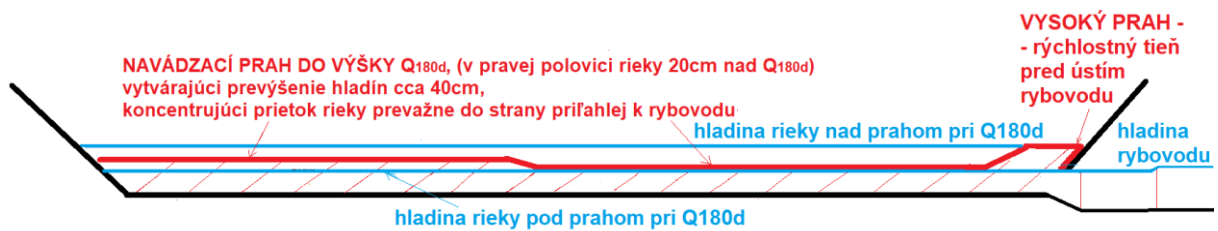


a



b

Obr.15 a, b, Príklad krátkeho navádzacieho prahu a vábiceho vodopádika v rieke Hron pri výtoku z obtokového biokoridoru hate Veľké Kozmálovce. Oveľa účinnejší je však prah cez celú šírku koryta.



Obr.16 Príklad rezu navádzacím prahom pod bariérou s MVE, ktorý skoncentruje prítok rieky z protiľahlej polovice rieky na polovicu priľahlú k rybovodu (pohľad proti toku).



Obr. 17 Príklad umiestnenia navádzacieho prahu pre navedenie rýb a koncentráciu prítoku z MVE a z rieky na polovicu priľahlú k rybovodu (zdroj ZBGIS).

► Na migračných bariérach s odberom vody do derivačnej VE alebo do rybníkov je nutné výhonom skoncentrovať prítok z málovodného úseku pôvodného hlavného toku na stranu výtoku z odpadového kanála VE alebo z rybníkov – podľa prílohy [P3.2.6](#).

► **Akustický vodopádik na prilákanie rýb z väčšej diaľky**

► Je nutný najmä na bariérach širších ako 20 m, na každom obtokovom biokoridore (typy [4](#) a [7](#)). Na širokých riekach je potrebný aj pri vnútrokorytovej rampe a v celokorytových bazénoch (typy [3](#), [5](#) a [6](#)), zväžiť ho je nutné aj v prípade technického zariadenia typu [9](#).

Je ďalšou možnosťou, ako pomôcť pritiahnúť ryby, rozptýlené popod celú šírku bariéry, bližšie k dolnému vstupu do rybovodu. Keďže prúd, vytekajúci z rybovodu, má relatívne krátky dosah do rieky, vodopádik by mal vytvoriť imitáciu akustického (vibračného) signálu pritočného ramena rieky alebo jej väčšieho prítoku pre tie ryby, ktoré budú oddychovať alebo blúdiť vo väčšej vzdialenosti od výtoku z rybovodu. Tento signál dokážu ryby vnímať pomocou bočnej

čiarly alebo plávacieho mechúra ako zmeny vibrácie a môže predstavovať dodatočný vábiaci signál ([P.3.2.c](#)).

► Za týmto účelom je potrebné doviest' potrubím vodu z toku sponad bariéry až do dolného ústia rybovodu (kvôli upchávaniu by vtok do potrubia mal byť opatrený ochranným vtokovým košom, pričom zalomenia trasy potrubia by mali byť vytvorené z kolien nie 90°, ale 45°, pokiaľ je to technicky možné). Výtok nasmerovať priamo do stredu prúdu vytekajúceho z rybovodu (Obr. 18), nie však do koryta rybovodu, ale až do koryta rieky cca 1 m od jej brehu – t. j. do miesta, kde sa budú môcť vibrácie čo najviac nerušene šíriť do vodného priestoru rieky pod migračnou bariérou. Z konca potrubia, z výšky 1 až 2 m nad tokom, by mal prúd s prietokom min. 10 l·s⁻¹ (ale pri širokej migračnej bariére alebo pri veľkej vzdialenosti ústia rybovodu od zhromažďovacieho miesta rýb až 50 l·s⁻¹) striekať zvislo priamo do rieky (nie kropiť hladinu oblúkom) (Obr. 19), aby vytvoril čo najväčší zvukový efekt s následnými vibráciami, a aby vytvoril vo vode aj spenený bublinkový útvar s výrazne viditeľným optickým efektom, lákajúcim ryby. Po priplávaní k nemu by ryby už mali na svojom tele zacítiť vytekajúci prúd vody z rybovodu.



Obr. 18 vľavo: Príklad lákajúceho vodopádku v rieke horný Váh pri výtoku z obtokového bazénového biokoridoru okolo hate Podtureň-Liptovský Ján - náčrt rozmiestnenia troch vábiacich prúdov.

Obr. 19 vpravo: Príklad lákajúceho vodopádku v rieke stredný Váh pri výtoku z vnútrokorytovej bazénovej rampe na hati MVE Trenčianske Biskupice II.

3.2.7. Zúženie prietočného profilu v ústí rybovodu kvôli predĺženiu dosahu koncentrovaného prúdu vytekajúceho z rybovodu do rieky

Je vhodné na každom obtokovom biokoridore (typy [4](#) a [7](#)), prípadne aj vo vnútrokorytovej rampe (typy [3](#) a [6](#), prípadne [8](#)).

Problémom je, ak je v dolnom ústí bazénového obtokového biokoridoru posledná prepážka ďaleko od hlavného koryta rieky (a teda ďaleko je aj posledné zúženie a zrýchlenie prúdenia v širokej štrbine) (Obr. 20). Vtedy sa aj pomerne veľký prietok bazénového obtokového biokoridoru po pretečení cez poslednú prepážku „roztečie“ a nežiaduco upokojí už niekoľko metrov až niekoľko desiatok metrov pred vtokom do rieky (Obr. 21). Do rieky tak priteká veľmi nevýrazný prúd, spätne zavzduť vodou z rieky, ktorý ryby len ťažko zacítia.

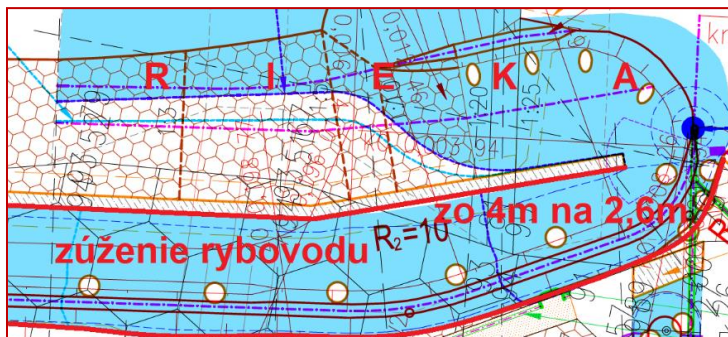


Obr. 20 vľavo (VD Rapperswill tok Aare) a Obr. 21 vpravo (VD Dogern tok Rýn) Negatívne príklady výtoku z rybovodu málo atraktívneho pre vstup rýb (dekonztrácia - rozptýlenie vábiaceho prúdu ešte pred hlavným tokom, ktorým migrujú ryby) (Slavík a kol. 2012).

► Preto sa odporúča priamo vo vtoku do rieky skoncentrovať prúd vytekajúci z prepážkového rybovodu – na samom konci vytvoriť prepážku prerušenú širokým štrbinovým otvorom od hladiny až po dno, dostatočne širokým a hlbokým pre tunajšie ryby. Štrbinový otvor zúžením prietochného profilu biokoridoru koncentruje a zrýchli prúdnicu vytekajúcu z rybovodu do hlavného prúdu rieky. Dôraz sa kladie na požiadavku, aby prúd vody z rybovodu bol rybami rozpoznateľný aj po vyústení do rieky. V snahe o predĺženie dosahu koncentrovaného prúdu vytekajúceho z rybovodu sa stanovila najmenšia rýchlosť vodného prúdu opúšťajúceho rybovod. Návrh medzinárodného štandardu ISO/DIS 26906 (o rybovodoch) ju pre sladkovodné ryby stanovil na minimálne $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

► Túto požiadavku na koncentráciu vytekajúceho prúdu je vhodné čo najlepšie vyriešiť aj na bezprepážkovom (bystrinnom) obtokovom biokoridore. Priamo vo vtoku do rieky je vhodné skoncentrovať/zúžiť prúd vytekajúci z bezprepážkového obtokového biokoridoru, napr. plynulo zúžiť koryto alebo vytvoriť na kontakte s riekou priečnu prepážku prerušenú širokým štrbinovým otvorom (Obr. 22, Obr. 23).

Medzi výtokom z obtokového biokoridoru a prúdom rieky sa odporúča taký uhol, aby prúd vytekajúci z biokoridoru siahal čo najďalej do prúdu rieky, kde ho ryby majú zacítiť ako priechodné „rameno rieky“.



Obr. 22 vľavo (schéma vyústenia rybovodu hať Martin tok Turiec) a Obr. 23 vpravo (VD Petershagen tok Weser) Príklady potrebnej koncentrácie vábiaceho prúdu priamo na výtoku z rybovodu do hlavného toku, ktorým migrujú ryby: vľavo zúženie výtoku z rybovodu zo 4 m na 2,6 m, vpravo obrázok z metodiky Slavík a kol. 2012, kde však potrebné zúženie odporúčame vyriešiť prírode bližším spôsobom – napr. prerušeným radom balvanov alebo zúžením brehov rybovodu v ústí do rieky.

3.2.8. Súhrnná tabuľka č.1: Navedenie rýb a prietoky rybovodu

Umiestnenie vstupu rýb (podľa čl. [3.2.1.](#) a [3.2.2.](#))

- Vstup pre ryby, čiže výtok vody z rybovodu, má byť umiestnený do okraja najvýraznejšieho, ryby vodiaceho prúdu, vždy tesne (najlepšie do 10 m) pod migračnú bariéru (len vo výnimočných prípadoch, určených ichtyológom, napr. pod MVE, do zhromažďovacieho miesta rýb oddychujúcich pod migračnou bariérou).
- Pri šírke migračnej bariéry viac ako 100 m je nutné zvážiť vybudovanie druhého doplnkového rybovodu.

Odporúčaný trvalý prietok spriechodnenia (podľa článku [3.2.4.](#))

Je hlavným vábiacim signálom pre vplávanie rýb do rybovodov typu [3](#) až [9](#).

- Trvalý prietok rybovodu musí vždy pri požadovanej rýchlosti naplniť koryto na potrebnú hĺbku a šírku. Ak to podľa výpočtu nedokáže naplniť, je potrebné prietok adekvátne zväčšiť.
- Na migračných bariérach s odberom vody (napr. pri derivačnej VE) je nutné, okrem spriechodnenia stupňa na odbere vody, vyriešiť podľa prílohy [P3.2.6.](#) odlákavie rýb od ústia odpadového kanála VE do plytkého úseku pôvodného hlavného toku, tiež vyriešiť podľa prílohy [P3.2.4.](#) aj prevedenie migrujúcich rýb cez plytký úsek pôvodného hlavného toku, teda v hlavnej prúdnicke tu dosiahnuť dostatočný vodný stĺpec aj pre najväčší cieľový druh.
- Pri malých tokoch s $Q_a < 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať minimálne 10 % z Q_a ,
- pri rieke s $Q_a > 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať viac ako $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- pri rieke s $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať viac ako $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- pri rieke s $Q_a > 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať viac ako $1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- pri rieke s $Q_a > 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať viac ako $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- pri rieke s $Q_a > 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať viac ako $2,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- pri rieke s $Q_a > 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (hlavný tok Dunaja) musí z rybovodu vytekať viac ako $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, v prípade určenia jesetera za cieľový druh viac ako $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ale trvalý prietok rybovodu tu určí ichtyológ zaoberajúci sa touto problematikou, v spolupráci s ekologickým dozorom, projektantom a prevádzkovateľom spriechodnenia.
- Prúd z rybovodu musí pri cieľovom migračnom období zreteľne zasahovať aspoň 1 – 2 m do vodného prúdu v koryte rieky pri jej cieľovom prietoku.
- Rýchlosť prúdu opúšťajúceho rybovod musí byť minimálne $0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pri cieľovom prietoku rieky. V ústí rybovodu do rieky sa kvôli predĺženiu dosahu koncentrovaného vytekajúceho prúdu odporúča aj zúženie prietochného profilu (podľa článku [3.2.7.](#)).

Kontrola trvalého prietoku a trvalého naplnenia rybovodu

- Trvalý prietok rybovodu musí byť meraný na vhodnom mieste v rybovode, kde nie je meranie prietoku rybovodu ovplyvnené hladinami rieky pod migračnou bariérou. V prípade komerčných odberov vody, napr. pre MVE, ktoré určí ichtyológ v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru ako biologicky rizikovejšie, musí byť prietok zaznamenaný prevádzkovateľom na vodomernom prístroji tak, aby orgán štátnej vodnej správy mohol skontrolovať históriu prietoku v rybovode v intervale minimálne jedného roka.
- Pre zabezpečenie kontroly rozdielu hladín na hradenom vtoku musí byť jeden hladinomer nad a jeden tesne pod hradeným vtokovým otvorom. Rozdiel hladín nameraných oboma meradlami musí zodpovedať určenému rybiemu pásmu v zmysle čl. [3.3.6.](#) tabuľky [3](#), to znamená, že rýchlosť vo vtoku nesmie byť prekročená.

Občasné zvýšenie prietoku v ústí rampového alebo obtokového rybovodu (podľa čl. [3.2.5.](#))

- Pri riekach s $Q_a > 40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, na širších tokoch s dĺžkou priečnej bariéry nad 50 m, a pri každom rybovode so vstupom na protíľahlej strane toku voči výtoku z MVE, má vytekať z ústia rybovodu sezónny prídavný vábiaci prietok veľkosti 50 – 100 % z bežného prietoku rybovodu, ktorý sa privedie krátkou deriváciou (bypassom - žľabom alebo potrubím, nie korytom rybovodu). Časovo sa rieši formou dynamického navýšenia z každého jalového prepadu a to v ktoromkoľvek období roka, prípadne v kombinácii s formou konštantného navýšenia prietoku počas doby najpočetnejších migrácií. Iným technickým riešením môže byť čerpadlo alebo tryska vytvarajúca prídavný vábiaci prúd citeľný podľa možností ešte 1 - 2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky. V tomto prípade je možné použiť aj menší prietok a vodu z toku pod bariérou.
- Podobne vo výnimočných prípadoch spriechodňovania starých hatí, ak nie je možné previesť stiesneným rybovodom celý požadovaný trvalý prietok, je potrebné potrubím doviest' chýbajúcu časť prietoku do ústia rybovodu, kde spolu s výtokom z rybovodu vytvorí požadovaný prúdový signál, navádzajúci migrujúce ryby do rybovodu.

Trvalý vábiaci umelý vodopád a navádzací prah pri výtoku z rybovodu (podľa čl. [3.2.6.](#))

- Do rieky pred výtokom z každého rybovodu má z výšky 1 – 2 m dopadať vábiaci umelý vodopád s prietokom $10 - 50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (podľa problémovosti vstupu) na prilákanie rýb z väčšej diaľky.
- Navádzací prah (stupeň, výhon) z veľkých stabilných balvanov alebo iných vhodných konštrukcií, musí byť pri tokoch s dĺžkou priečnej bariéry nad 20 m a rybovode, ktorý má dolný výtok na opačnom brehu než je MVE. Prah má byť umiestnený v rieke pri ústí rybovodu tak, aby plynulo odkláňal ryby plávajúce proti prúdu rieky z jej stredu a z jej protíľahlého okraja do ústia rybovodu (parametre podľa článku [3.2.6.](#)). Kvôli koncentrácii prietoku rieky na stranu rybovodu a kvôli poprúdovej migrácii má byť stupeň mierne zvýšený v protíľahlej polovici rieky a mierne znížený v polovici prilahlej k rybovodu.

Vysvetlivky: Q_a – uvádza sa v $[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$, je dlhodobý priemerný prietok v mieste umiestnenia vodnej stavby za referenčné obdobie najmenej dvadsiatich rokov

3.3. NÁVRH PRIRODZENÉHO VODNÉHO PROSTREDIA V KORYTE SPRIECHODNENIA

Prietok v spriechodnení sa určí podľa predchádzajúcej súhrnnej tabuľky č. 1 „Navedenie rýb a prietoky rybovodu“ v článku 3.2.8. a podľa požiadaviek z článku 3.2.4. Ďalej sa určí:

3.3.1. Nepripustnosť veľkých odskokov dna alebo hladiny a minimalizácia trieštenia vody a turbulencií

Určí sa podľa druhového zloženia rýb, lebo základný rozdiel v technike prekonávania prekážok je medzi pstruhmi a ostatnými druhmi rýb žijúcimi na Slovensku.

► Základnou podmienkou navrhovania spriechodnení je možnosť každého jedinca ryby preplávať od vstupu do spriechodnenia až po výstup z neho proti priestrannému vodnému prúdu bez potreby skákania.

► Preto v zrealizovanom spriechodnení a v jeho napojení na tok, nesmie vzniknúť v priechode výrazný zvislý odskok dna, ani výrazný odskok hladiny (nad limit súhrnnej tab. 3 pre prevýšenie hladín v susedných bazénoch), ani prírodná balvanitá kaskáda vodopádikov s vodnou triešťou nepriechodnou pre ryby. Na dolnom konci rampy alebo sklzu by mal preto byť celý prietokový profil pri Q_{90} až Q_{270} ponorený pod príslušnú hladinu vo vývare.

► V prípade nevyhnutného odskoku dna, napr. na prechode z hlbokého vývaru do plytkej vnútrokorytovej rampy, alebo medzi prehĺbenými bazénmi, môže ichtyológ navrhnúť pri stene hĺbočiny strmú zatopenú kamennú rampu pre cieľové malé dnové druhy rýb a bezstavovcov/bentos.

► Aj v prípadoch existujúcich drobných bariér, ktoré sa nespriechodňujú (napr. 10 cm) musí voda dopadať do hĺbočiny, z ktorej sa ryby vedia rozbehnúť na skok. Inými slovami, voda nesmie dopadať do plytkiny na kamene alebo na betón. Zároveň ryba musí doskočiť do hlbkej vody nad prekážkou.

Poznámka: Všetky druhy našich rýb (okrem pstruhov) normálne prekonávajú prekážku len oboplávaním. Niektoré druhy však vyložene nie sú schopné skoku. Súvislú prekážku vyššiu ako 20 cm už neprekonajú drobné druhy rýb, ani ryby v ranom vývojovom štádiu. Už výškový rozdiel hladín viac ako 30 cm zväčša tvorí neprekonateľnú prekážku pre väčšinu druhov rýb. Zriedkavo sa stane, že napr. silnejšie dospelé samce zdatných druhov pri neresovej migrácii preskočia rozdiel hladín až do výšky cca 30–40 cm, to však pre projekčnú prax nemôže byť smerodajné (ani schodisko pre ľudí sa nenavrhuje podľa atletických rekordov).

Pstruh ako jediný zástupca našej ichtyofauny normálne prekonáva prekážky nielen oboplávaním, ale aj preskočením. Pri navrhovaní prevýšenia hladín v rybovode pre pstruhy však nie je možné riadiť sa rekordermi. Vodný stupeň s prevýšením nad 0,5 m môže byť už neprekonateľný napr. pre samice a časť samcov pstruhov. Len zdatnejší jedinci pstruha prekonajú takéto prevýšenie, čo však pre projekčnú prax nemôže byť smerodajné.

► Z toho vyplýva nutnosť vytvorenia súvislého vodného prúdu neprerušeného triešťacou sa spenenou a turbulentnou vodou, v ktorom môže ryba efektívne plávať, na rozdiel od vodnej triešte alebo až po dno spenenej prevzdušnenej vody, v ktorej ryba pláva oveľa pomalšie napriek rovnakej vynaloženej energii.

3.3.2. Návrh prijateľnej rýchlosti prúdenia

► Návrh rýchlosti prúdenia vody v spriechodnení sa vo všeobecnosti určí podľa súhrnnej tabuľky č. 2 pre bystriny alebo súhrnnej tabuľky č. 3 pre bazény v článku 3.3.6., a to podľa príslušnosti k projektovému rybiemu pásnu (ichtyologické požiadavky k rýchlosti rýb podrobne v P3.3.2.).

V bystrinnom spriechodnení je limitom priemerná profilová rýchlosť (teda priemer rýchlostí v hlbokých aj plytkých prúdnicach v pričnom profile bystriny). Najvyššia priemerná profilová rýchlosť sa pohybuje od $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v pleskáčovom pásme, po $1,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v hornom pstruhovom pásme.

► Zároveň musí byť v celej dĺžke bystrinného spriechodnenia výstupová plytkovodná prúdica s veľmi malými rýchlosťami vody pre najslabšie druhy a jedince rýb pod $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

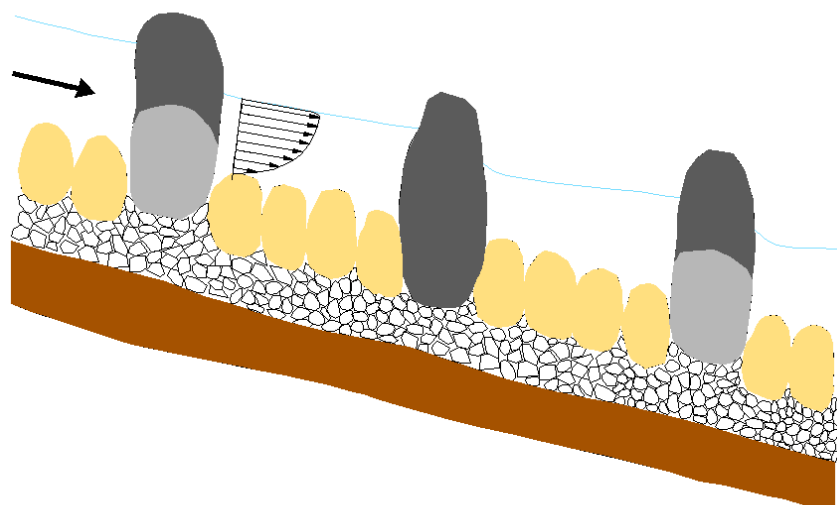
V bazénovom spriechodnení je limitom priemerná profilová rýchlosť v priechodovej štrbine. Tá sa pohybuje od $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v pleskáčovom pásme, po $2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v hornom pstruhovom pásme. Pri viacrozmernom priestorovom modelovaní sa musia aspoň v časti štrbiny vyskytovať prúdnice, ktoré sú pomalšie ako limit rýchlosti.

► Zároveň musí byť v bazéne pod každou prepážkou objemovo veľký rýchlostný tieň s pokojnou vodou, a tiež v samotnej priechodovej štrbine výrazne členité dno s hlbokými škárami, kde sa medzi kameňmi s prevýšením povrchu susedných kameňov 5 -10 cm vytvoria nízke rýchlostné tieňe pre drobné ryby a bentos (Obr. 24, Obr. 25 a, b).

V prípade celokorytových bazénov (typ 5) by mali byť priechodové štrbiny zoradené kvôli drobným rybám a bentosu len popri jednom brehu s plytkinou, pričom každá štrbina by mala vychýliť prúdnicu do stredu toku (Obr. 24).



Obr. 24 Príklad riešenia celokorytových bazénov, ústretového pre drobné ryby a bentos.



Obr. 25 a Schematické znázornenie výrazne znížených rýchlostí pri členitom dne rybovodu. Preto proti výraznému pomalšiemu prúdu popri členitom dne môžu preplávať aj menej zdatné malé ryby, hoci proti maximálnej „povolenej“ rýchlosti vody popri hladine by to nedokázali.



Obr. 25 b Ukážka pomeru veľkosti tiel malých rýb (dĺžky 4-5 cm, výšky do 1 cm – na fotke šedé pružky) a oveľa väčšej veľkosti migračných škár medzi skalami v prírode podobnom členitom dne (pohľad do štrbiny vypúšťaného bazénového rybovodu, normálna hĺbka vody v štrbine min. 70 cm).

► Projektant musí návrh rýchlosti prúdenia vody v spriechodnení dokladovať výpočtovou prílohou, najlepšie matematickým 2D (prípadne 3D) modelom – čím dôležitejší tok, tým dôslednejšia výpočtová príloha. Pri výpočtoch vtokových a priechodových otvorov je vhodné zohľadniť výpočty z prílohy [P3.3.6](#).

3.3.3. Návrh priestrannosti vodnej cesty v spriechodnení

► Priestrannosť migračného vodného prostredia v spriechodnení sa vo všeobecnosti určí podľa súhrnnej tabuľky č. 2 pre bystrinné typy, alebo súhrnnej tabuľky č. 3 pre bazény v článku 3.3.6., a to podľa príslušného rybieho pásma. Požadovaná minimálna šírka, hĺbka, objem aj rozptyl energie vodného prúdu stúpa po prúde rieky od horného pstruhového do pleskáčového pásma. Čím je väčší objem vody v bazéne, tým je väčší priestor s upokojenou vodou, a tým menšia je energetická náročnosť plávania pre ryby (ichtyologické požiadavky k priestrannosti rybovodu podrobne v [P3.3.3](#)).

► Zároveň výška a šírka vodného stĺpca musí byť väčšia ako násobok výšky a šírky tela najväčšieho cieľového druhu ryby. Preto je nutné limity priestrannosti upravovať aj podľa usmernení pod tabuľkami, kde sú násobky konkretizované.

Poznámka: Mimoriadne veľké požiadavky na priestrannosť majú jesetery. Preto pri jeseteroch ako cieľovom druhu určí priestrannosť spriechodnenia ichtyológ, zaoberajúci sa touto problematikou, na základe najnovších dostupných poznatkov, po dohode s komisiou pre spriechodnenie.

► V prípade hrozby malej hĺbky vody počas dolného cieľového prietoku rieky (napr. počas Q_{270}) je vhodné vložiť do širokého plytkého celokorytového sklzu hlbšiu a užšiu kynetu s kapacitou napr. Q_{270} (alebo Q_{180} , v horšom prípade Q_{90} – tu sa stráca šírka toku), pričom je vhodné jej meandrovité zvlnenie v telese sklzu.

Priestrannosť koryta musí zároveň zaručiť dostatočné svetelné podmienky migračného koridoru (migrácia rýb v tmavšom priestore sa spomaľuje, pri prechode do úplnej tmy počas dňa sa zvykne aj dočasne zastaviť).

► Preto v záujme migrácie bez zdržania treba navrhovať čo najsvetlejšie podchody spriechodnení popod cesty, hrádze a pod. Čím dlhší je takýto prekrytý podchod spriechodnenia, tým väčšiu výškovú aj šírkovú svetlosť by mala mať konštrukcia prekrytia (most, rámový priepust).

► Biologicky aj hydraulicky nevhodnou konštrukciou prekrytia sú tmavé úzke objekty (napr. dlhé potrubia). Z hydraulického hľadiska sú často nevhodné aj regulačné prvky ako napr. stavidlá, ktoré zužujú prietokový profil. Je potrebné uprednostniť rámové priepusty, ktoré nezúžia prietokový profil spriechodnenia.

► V prípade dlhšieho prekrytia úseku spriechodnenia je nutné zlepšiť svetelné podmienky prekrytého úseku, napr. prekrytie roštom či bočným prirodzeným presvetlením.

3.3.4. Návrh pokojného vodného prostredia v bazénoch – utlmenie energie vody v bazéne - $P_{bazéna}$

Priestrannosť koryta musí zároveň zaručiť dostatočné utlmenie energie vody v bazéne. Ak by bolo spriechodnenie navrhnuté nevhodne, len ako vyskladanie všetkých minimálnych rozmerov bazénov, s vyhovujúcim tabuľkovým prevýšením a prietokom, vzniklo by v malých bazénoch s veľkým prietokom turbulentné prostredie nevhodné na oddych alebo plynulé plávanie rýb. Preto je potrebné navrhnuť v každom pásme pre aktuálny prietok dostatočne veľký objem bazéna, aby sa v ňom dostatočne utlmila/rozplynula energia vody, vzniknutá pri pretečení cez štrbinu medzi bazénmi. Objem sa pritom odvodí od limitu súhrnnej tabuľky č. 3 (energia vody po utlmení v bazéne rybovodu – $P_{bazéna}$). Čím je väčšia vypočítaná energia vody v bazéne, tým väčšiu energiu musí migrujúca ryba v skutočnosti vynaložiť na jej prekonanie. Preto je v hornom pstruhovom pásme dovolená energia až $250 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}$, v pleskáčovom len $125 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}$, v oddychovom bazéne len $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}$.

$P_{bazéna}$ je preto dôležitou charakteristikou pri navrhovaní bazénových spriechodnení.

► Je potrebné vypočítať $P_{bazéna}$ (rovnica [1]) v dostatočne veľkom vodnom objeme bazéna ($V_{bazéna}$), po odpočítaní objemu balvanov vložených do bazéna ($V_{balvanov}$).

$$P_{bazéna} = \frac{Q \cdot g \cdot \rho \cdot \Delta h}{(V_{bazéna}) - (V_{balvanov})} \quad [1]$$

Q – prietok v rybovode [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

g – gravitačné zrýchlenie [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

ρ – hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

Δh – vzájomné prevýšenie hladín susedných bazénov [m]

$V_{bazéna}$ – objem vody v bazéne [m^3]

$V_{balvanov}$ – objem vložených balvanov [m^3]

► V prípade prekročenia limitu je potrebné zväčšiť objem bazéna, alebo zmenšiť prevýšenie (Δh), a tým aj $P_{\text{bazéna}}$. Zníženie prietoku je prípustné len vo výnimočných prípadoch rekonštrukcií existujúcich nefunkčných spriechodnení.

3.3.5. Návrh prírode blízkeho charakteru koryta spriechodnenia

Po stanovení prietoku, rýchlosti a kontinuálnosti prúdenia vody a priestorových parametrov spriechodnenia, je potrebné doriešiť prírode blízky charakter migračného prostredia v jeho koryte, a to najmä pre ryby, ale podľa možnosti aj pre bentos (drobné bentické organizmy riečného dna, ktoré tiež vyvíjajú dlhodobé protiprúdové aktivity).

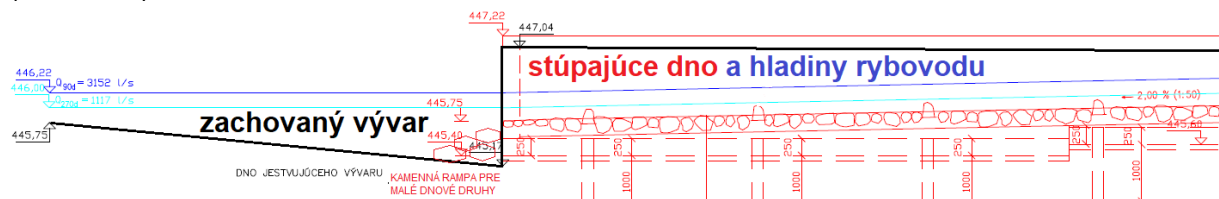
► Prírode blízky charakter koryta spriechodnenia je vhodné navrhovať podľa textových a obrázkových odporúčaní z prílohy [P3.1.6 A](#) pre bystrinné bezprepážkové spriechodnenia, a z prílohy [P3.1.6 B](#) pre bazénové prepážkové spriechodnenia.

► Prvoradým cieľom je dosiahnuť prírodný charakter zavodnenej časti koryta spriechodnenia a až následne je možné riešiť nezavodnenú časť koryta.

Je potrebné odstrániť alebo vytvoriť nasledujúce prvky:

► V rámci návrhu prírode blízkeho charakteru koryta spriechodnenia sa podľa miestnych podmienok v prvom rade preverí možnosť zrealizovať odstránenie telesa migračnej bariéry (typ [1](#)), prípadne aj odstránenie opevnenia priľahlých brehov okolo spriechodnenia.

► Pri všetkých typoch spriechodnenia je podľa možnosti potrebné zachovať existujúcu úkrytovú hĺbočinu vývaru, ktorá je v zregulovanom úseku toku okolo migračnej bariéry spravidla ojedinelým sezónnym útočiskom/refúgiom rýb; kvôli tomu je aj v prípade vnútrókorytových typov [1](#), [2](#) a [3](#) vhodné po odstránení bariéry hĺbiť plynulé prepojenie dolnej a hornej hladiny smerom proti prúdu toku, a samotný hlboký vývar ponechať nezmenšený (Obr. 26 a).



Obr. 26 a Príklad zachovania hĺbočiny vývaru pri vnútrókorytovom bystrinnom spriechodnení (čiernou je pôvodný stav, červenou spriechodnenie).

► Miskovité priečne preliačenie koryta, s rýchlejšou hlbokovodnou aj s pomalšou plytkovodnou prúdnicou (najvhodnejším tvarom je asymetrický trojuholník). Pri celokorytových sklzoch je vhodné vytvoriť aj sezónne obnažované biotopy kamenno-štrkových lavíc, na okrajoch presypaných hlinou pre prípadný bylinný porast (Obr. 26 b), a v prípade potreby vložiť do miskovitého sklzu hlbšiu a užšiu kynetu (zvlnenú v telese sklzu – (Obr. 26 c).



Obr. 26 b (vľavo) Miskovité priečne preliačenie koryta s centrálnou hĺbočinou, bočnými plytčinami, prechádzajúcimi do okrajových vnútrokorytových kamenno-štrkových lavíc.

Obr. 26 c (vpravo) Príklad vloženia hlbšej a užšej zvlnenej kynety do širokého koryta spriechodnenia (Baierbrunn s elektrárnou VLH, uvedené na: <https://forum-fischschutz.de/baierbrunn.html>).

► **Dno** (Obr. 27) musí byť na celej ploche spriechodnenia prírode blízke (čo najviac pripomínajúce pôvodné podmienky), výrazne členité (medzi kameňmi, kladenými na vzájomný dotyk, ponechať hlboké škáry, rozdiel medzi vrchom susedných kameňov 5 - 10 cm, musí byť aj v priechodových štrbinách), materiálovo čo najprírodzenejšie (spravidla kamenno-štrkové, na nížinách aj štrkové alebo hlinito-štrkové).



Obr. 27 Príklad silne členitého dna z riečnych kameňov kladených na vzájomný dotyk (do podkladového betónu), s veľkými oddychovými balvanmi vo vymodelovanej hĺbočine aj v širokej pomalej plytčine.

Aj pri prepážkových typoch 5 a 7 (celokorytové alebo obtokové bazény) sa ponechá medzi prepážkami prirodzené dno, v prípade obtokového typu 7 bagrovaním obnažený substrát, (napr. štrkovo-hlinitý). Len v rizikových alebo eróziou ohrozených úsekoch (napr. pri vtoku, výtoku, v nárazových brehoch, pod premosteniami) spevniť aj dno bazénov (najlepšie len kameňom). V prípade potreby utesniť úseky, kde hrozí veľká strata/vsak vody, vhodným tesniacim podkladom (najlepšie ílovým, prípadne aj fóliovým, v prípade nutnosti betónovým).

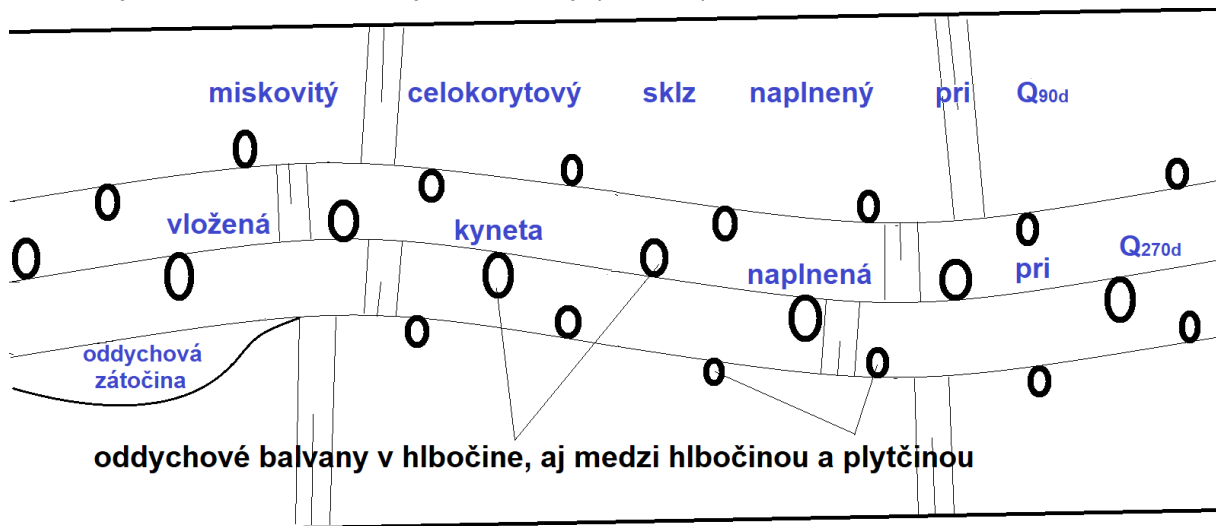
Pri type 6 (bazénová rampa) je nutné dno kamenné, z frakcie lomového kameňa, odolávajúcej aj povodňovým prietokom.

Aj pre bentos je najlepšie prirodzené dno bez betónového podkladu. V prípade nutnosti betónového podkladu musia byť naň dnové kamene ukladané na vzájomný dotyk, s ponechaním hlbokých škár s okrajovými „kamennými prevismi“ kvôli úkrytom bentických organizmov (bez rýchleho prúdenia).

► Okrúhly riečny kameň je vhodný najmä pre dno v obtokových spriechodneniach. V celokorytových a vnútrokorytových rampových spriechodneniach je vhodný len v miernejších sklonoch ako 1:150 – teda len v pleskáčovom pásme, v strmších sklonoch je vhodnejší lomový kameň. Kamenné opevnenie dna v celokorytových a vnútrokorytových rampových spriechodneniach musí byť navrhnuté z frakcií odolávajúcich aj povodňovým prietokom, a to do úrovne povodne stanovenej správcom spriechodnenia alebo toku (v prípade použitia betónového lepiaceho a tesniaceho podkladu pod dnovými kameňmi problém so stabilitou dna nevzniká, vtedy môžu byť použité riečne kamene aj v mieste spriechodnenia namáhanom vysokými vymieľacími rýchlostami).

► Dno s kamenným presypom musí mať málo priepustný podklad, aby voda neodtekala popod povrch spriechodnenia. Po vytvorení súvislej kamennej vrstvy dna, poprípade aj po prvom napustení spriechodnenia, sa ešte počas výstavby odporúča opakované presypanie prirodzeným materiálom, napr. zahlineným štrkopieskom (v prípade použitia betónového podkladu problém s podtekaním spriechodnenia nevzniká).

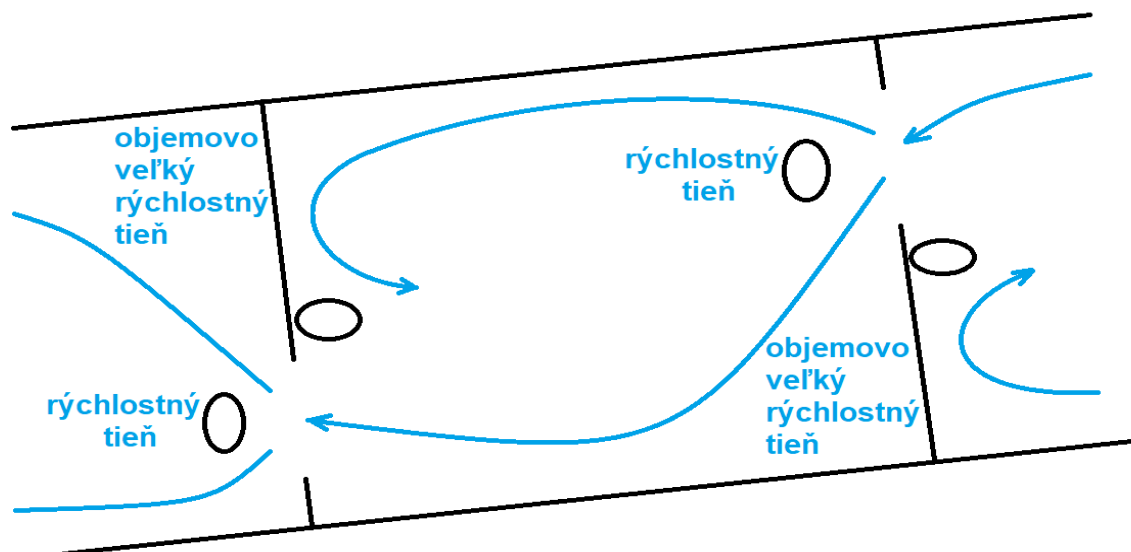
► **Veľké vyčnievajúce balvany:** aby slúžili ako úkryty a malé oddychové rýchlostné tiene v bystrine, musia vyčnievať nad okolité kamenné dno po hladinu Q_{90} , v šírke min. 30-50 cm (pri dne), v pozdĺžnom rozstupe 2 m až 5 m, pričom by mali byť usporiadané nie v zákryte, ale striedavo naľavo a napravo od osi radu balvanov. Jeden rad balvanov je vhodné umiestniť medzi plytčinu a hlbčinu, druhý do hlbčiny (Obr. 28).



Obr. 28 Príklad rozmiestnenia oddychových balvanov a malej oddychovej zátočiny v celokorytovom bystrinnom sklze, balvany ukladané kolmo na prúd, veľké okolo osi hlbčiny, menšie po okrajoch.

Aj v každom bazéne musia veľké balvany vyčnievať nad okolité kamenné dno min. 40 cm, prípadne po hladinu Q_{90} , v šírke pri dne min. 40 cm (prípadne v šírke polovice šírky štrbiny). Jeden umiestniť cca 0,5 m pod štrbinu ako rýchlostný tieň pred úsekou so skokovou

rýchlosťou, jeden nad štrbinu k okraju dlhšej prepážky, aby odkláňal od štrbiny bočný prúd, ktorý by z boku nevhodne vrážal do rýb (Obr. 29).



Obr. 29. Príklad účinnej polohy balvanov a prúdnic okolo priechodovej štrbiny v bazénovom rybovode.

► **Veľkoobjemové oddychové úseky a priestory** minimálne po každých 2 m prevýšenia spriechodnenia, napríklad oddychová bočná zátoka, lokálne zdvojnásobujúca šírku bystrinného spriechodnenia, alebo oddychový bazén (môže byť aj bočný), s cca dvoj až trojnásobným objemom – podľa limitu $P_{\text{bazéna}}$ zo súhrnnej tabuľky 3.

Pri prevýšení menšom ako 2 m nie sú povinné oddychové bazény, ale odporúčajú sa najmä pri dlhších spriechodneniach. Aj v celokorytovom miskovitom sklze s vloženou užšou a hlbšou kynetou je vždy po niekoľkých desiatkach metrov vhodná oddychová bočná zátoka, lokálne zväčšujúca šírku bystriny v kynete: napr. o ďalší 1 m, v dĺžke napr. 3 m ako je uvedené na Obr. 28.

► V rybovodoch so **zvislými betónovými stenami** je potrebné vytvoriť výraznú členitosť návodných stien okrajov rybovodu aj prepážok, najmä pod vodnou hladinou, pomocou **matrice, imitujúcej členitý kameň**, zabezpečujúcej aj zdrsnenie povrchu a spomalenie okrajových prúdnic (Obr. 30, Obr. 31). Matricu je nutné vložiť do debnenia ešte pred betónovaním zvislých brehov rybovodu! Núdzovým riešením je výrazné zdrsnenie aspoň podvodnej časti zvislých brehov rybovodu (napr. obloženie kameňmi alebo upevnením kameňov popri stene – tie však nesmú nadmieru zmenšiť objem bazénov pod hodnotu $P_{\text{bazéna}}$, ani opadávať zo stien).



Obr. 30 a Obr. 31 Príklady matrice imitujúcej členitý kameň – pre zvislé omočené steny v rybovode.

► V bazénových rybovodoch je potrebné dosiahnuť **predĺženie, zvlnenie a zbrzdzenie hlavnej prúdnice**, aby do priechodovej štrbiny voda len prepadala, nie pritekala veľkou

rýchlostou. Vhodné (nie nutné) je aj **mierne prelievanie vody ponad priečne prepážky** do výšky 3 - 5 cm, a to kvôli miernemu zvýšeniu okysličenia vody pre ryby, aj kvôli esteticky prírodnejšiemu vzhľadu koryta rybovodu. Nemalo by to speniť viac ako 1/4 objemu bazéna.

► **Zatienia časti koryta** spriechodnenia proti prehrievaniu: najlepšie je zachovať (neodstrániť) jestvujúce brehové porasty stromov, krovín alebo aspoň vysokých močiarnych rastlín (dôležité najmä v teplých oblastiach Slovenska).



Obr. 32 Príklad ponechania starých brehových porastov okolo celokorytového takmer 100 m dlhého bystrinného sklzu, s oddychovými balvanmi, v lipňovom pásme Muráňky.

V prípade chýbajúcich brehových porastov je potrebné navrhnuť ich výsadbu nasledovne:

► V prípade celokorytových spriechodnení alebo vnútrokorytových rámp, ktorými budú pretekať všetky (aj povodňové) prietoky rieky je potrebné:

- zasypať okrajové kamenné opevnenia plytčín a brehov tenkou štrkovou a humusovou vrstvou, aby sa dosiahlo ich zatrávenie (čo povodňovému prietoku neprekáža),
- je vhodné priamo na okraj vodnej hladiny na úroveň cca Q_{270} do zazemnených medzier medzi kameňmi vysadiť trsy vysokých močiarnych rastlín (ktoré pri povodni poľahnú).
- je vhodné vysadiť nad vodnú hladinu dreviny, najlepšie stromy (podľa ŠOP SR) - cca na úroveň Q_{100} , aby jednotlivé dolné časti kmeňov výrazne neprekážali ani veľkej povodni).

► V prípade pobrežných spriechodnení – obtokového bystrinného biokoridoru (typ 4) alebo obtokového bazénového rybovodu (typ 7) - ktorými nebudú pretekať časté povodňové prietoky rieky, je potrebné:

- podľa možnosti ponechať bagrovaním obnažené prírodné dno, ktoré sa nachádza v trase obtoku,
- spevniť dno (najlepšie len kameňom) len v rizikových alebo eróziou ohrozených úsekoch (napr. pri vtoku, výtoku, v nárazových brehoch, pod premosteniami...), v prípade potreby utesniť úseky, kde hrozí veľká strata/vsack vody, vhodným tesniacim podkladom (napr. ílovým, fóliovým, betónovým),
- šikmé brehy obtokového spriechodnenia majú byť podľa možnosti pokryté zatrávenou humusovou vrstvou,
- vysadiť nad vodnú hladinu obtokového biokoridoru dreviny – stromy aj kry prirodzeného druhového zloženia (podľa odporúčaní ŠOP SR),
- strmé brehy v hlbokom záreze v dolnej časti obtokového spriechodnenia spevniť kameňom alebo drôtokamennými konštrukciami. Prípadné vysadenie krovín do týchto konštrukcií je

potrebné dobre zvážiť, aby v úseku s veľmi úzkym a hlbokým korytom spriechodnenia nedošlo k celodennému silnému zatieneniu celého spriechodnenia. Alternatívou v takomto prípade je vysadiť tieniace stromy na hornej hrane strmého brehu,

- v hornej menej hlbkej časti obtokového spriechodnenia je vhodné vysadiť tesne (do pol metra) nad vodnú hladinu vlhkomilné miestne druhy stromov aj krovín (podľa ŠOP SR),
- v stiesnených úsekoch rybovodu v zastavanom území dosiahnuť vegetačné clonenie a ozelenenie bazénov rybovodu výsadbou krovitých vrb a vodných tráv v podmáčanom zemnom boxe, umiestnenom vždy v rohu bazéna pod prepážkou (Obr. 33 b). Box naplniť zeminou došikma cca 10 cm (pre vodné trávy) až 30-40 cm (pre kry) nad hladinu bazéna (Obr. 33 a),



Obr. 33 a vľavo Príklad vegetačných zemných boxov v projekte (rybovod Zvolen) a Obr. 33 b vpravo Realizované zazemnené boxy v bazénovom rybovode Šalková po 6 rokoch prevádzky.

- pri križovaní obtokového spriechodnenia s protipovodňovými hrádzami je potrebné v priestranom rámovom priepuste vytvoriť rovnako široké a hlboké koryto, aj rovnako tvarované a rovnako prírode blízke ako v ostatných častiach spriechodnenia.

3.3.6. Súhrnné tabuľky rýchlostí a rozmerov vodného prostredia v spriechodnení pre jednotlivé rybie pásma/zóny toku

Súhrnná tabuľka č. 2 Rýchlosti a rozmery v BYSTRINNOM spriechodnení pre jednotlivé projektové rybie pásma (ide o spriechodnenie s celoplošným bystrinným prúdením bez veľkých odskokov dna a hladiny a bez priečných prepážok)

Rybíe pásmo:	1 Horné pstruhové	2a Dolné pstruhové pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	2b Dolné pstruhové pre $Q_a \geq 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	3a Lipňové/ Mreny škvrnitej pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	3b Lipňové/ Mreny škvrnitej pre $Q_a = 5 - 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	3c Lipňové/ Mreny škvrnitej pre $Q_a \geq 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4a Mrenové pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4b Mrenové pre $Q_a = 5 - 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4c Mrenové pre $Q_a \geq 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4d Dunaj hlavný tok - rybovod nie pre jeseterov *2	5a Pleskáčové pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	5b Pleskáčové pre $Q_a = 5 - 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	5c Pleskáčové pre $Q_a \geq 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$
Priemerná profilová rýchlosť prúdenia v bystrinnom spriechodnení *1	$\leq 1,90 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,70 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,70 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,50 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,50 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,50 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,30 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,30 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,30 m \cdot s^{-1}$	*2	$\leq 1,10 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,10 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,10 m \cdot s^{-1}$
Hĺbka vody v bystrinnom spriechodnení (v celom úseku prúdnice) *3	≥ 30 cm	≥ 30 cm	≥ 30 cm	≥ 30 cm	≥ 30 cm	≥ 40 cm	≥ 40 cm	≥ 45 cm	≥ 50 cm	*2	≥ 40 cm	≥ 50 cm	≥ 60 cm
Šírka hladiny bystrinného spriechodnenia *4	≥ 2 m *5 min.1 m	≥ 2 m *5 min.1 m	≥ 3 m	≥ 2 m *5 min.1 m	≥ 3 m	≥ 4 m *5 min.5 m	≥ 2 m *5 min.1 m	≥ 3 m	min. 4 m *5 min.5 m	*2	≥ 2 m *5 min.1 m	≥ 3 m	≥ 4 m *5 min. 5 m
Odporúčaný pozdĺžny sklon bystrinného spriechodnenia bez prepážok *6	1 : 15 až 1 : 25	1 : 20 až 1 : 30	1 : 20 až 1 : 35	1 : 25 až 1 : 50	1 : 30 až 1 : 60	1 : 40 až 1 : 70	1 : 50 až 1 : 80	1 : 55 až 1 : 100	1 : 70 až 1 : 125	*7	1 : 70 až 1 : 150	1 : 95 až 1 : 200	1 : 120 až 1 : 250

Dôležité vysvetlenia a usmernenia:

*1 Tieto rýchlosti sú prípustné pod podmienkou, že zároveň bude v spriechodnení: výrazne členité kamenno-štrkové dno; početné solitérne oddychové balvany, aspoň jedna zavodnená plytčina miskovitého koryta spriechodnenia; rýchlosť prúdenia vody v plytčine $\leq 0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a to počas všetkých cieľových prietokov $Q_{270} - Q_{90}$ (lebo pre najslabších plavcov je dôležitejší pomalší okrajový prúd s oddychovými miestami v príbrežnej plytčine ako priemerná profilová rýchlosť).

*2 V prípade Dunaja určí rýchlosť, hĺbku aj šírku ichtyológ, zaoberajúci sa problematikou Dunaja, na základe najnovších dostupných poznatkov, po dohode s komisiou pre spriechodnenie. V prípade navrhovania bystrinného rybovodu v ramennej sústave sa postupuje podľa požiadaviek pleskáčového pásma podľa stĺpca 5c, 5b alebo 5a (podľa prietoku riešeného ramena).

*3 Pre bezprepážkové spriechodnenia s prietokom nedostatočným pre dosiahnutie požadovanej hĺbky, sa po hydraulickom výpočte pripúšťa menšia hĺbka, najmenej však 2-násobok výšky najväčšej cieľovej ryby predpokladanej ichtyológom. Pri výskyte hlavátky hĺbka minimálne 3 -násobok výšky tunajšej najväčšej cieľovej hlavátky. V prípade určenia veľmi nízkeho cieľového prietoku platí núdzové pravidlo: hĺbka vody v spriechodnení nesmie byť menšia ako hĺbka vody v prírodnom koryte toku pod alebo nad spriechodnením (pri rovnakom prietoku).

*4 Pri rekonštrukciách rybovodov alebo spriechodňovaní už vybudovaných priečných prekážok v prípadoch, pri ktorých nie je možné dodržať požadovanú šírku spriechodnenia v hladine pre priestorové problémy z dôvodu vybudovaných protipovodňových opatrení, je možné použiť menšiu šírku spriechodnenia, najmenej však 3/4 požadovaného limitu alebo 2-násobok dĺžky najväčšieho cieľového druhu. Pri hlavátke ako cieľovom druhu, šírka minimálne 2,5-násobok dĺžky tunajšej najväčšej cieľovej hlavátky. Uvedená možnosť použiť 3/4 požadovaného limitu alebo 2-násobok dĺžky najväčšieho cieľového druhu neplatí pri budovaní nových priečných prekážok v toku.

*5 Šírku spriechodnenia je možné vo veľmi malých alebo veľmi veľkých tokoch prispôsobiť veľkosti toku: čím je tok väčší, tým širší má byť aj priechod, pričom má zároveň mať prirodzene preliačený tvar a vyvážený pomer hĺbočiny a plytčiny (priebeh nemá byť neúmerne široký ani neúmerne hlboký vzhľadom na veľkosť trvalého prietoku):

pre $Q_a < 2 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	("potok")	min. 1 m,
pre $Q_a = 2 - 5 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	("riečka")	min. 2 m,
pre $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	("menšia rieka")	min. 3 m,
pre $Q_a = 20 - 50 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	("väčšia rieka")	min. 4 m,
pre $Q_a = 50 - 200 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	("veľká rieka")	min. 5 m,
pre $Q_a > 200 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	Dunaj	šírku určí ichtyológ zaoberajúci sa touto problematikou, v spolupráci s komisiou pre spriechodnenie

*6 Sklon uvedený v tejto metodike je iba odporúčanou hodnotou, za výsledné hydraulické parametre spriechodnenia zodpovedá projektant, ktorý musí sklon vypočítať podľa veľkosti prietoku, tvaru profilu, navrhutej drsnosti a maximálnej dovolenej priemernej profilovej rýchlosti prúdenia vody v spriechodnení. Pre celokorytové spriechodnenia s veľkým podielom plytkej vody v priečnom reze (napr. preliačené sklzy s vloženou stredovou kynetou) budú po prepočte (podľa príloh [P3.3.6.4](#), [P3.3.6.5](#)) platiť skôr strmšie pozdĺžne sklony. Strmšie - čo najkratšie - spriechodnenia sú aj v záujme minimalizovania zásahu do prirodzeného dna toku.

*7 Určí hydraulik podľa rýchlostí a priestorových parametrov určených komisiou pre spriechodnenie (uvedenou v článku [2.3](#)).

Súhrnná tabuľka č. 3 Rýchlosti a rozmery v BAZÉNOVOM rybovode pre jednotlivé rybie pásma (ide o spriechodnenie s priečnymi prepážkami, prerušenými širokou priechodovou štrbinou, vytvárajúcimi zavzduťté bazény s pokojnejším prúdením)

Rybie pásmo:	1 Horné pstruhové	2 Dolné pstruhové	3a Lipňové/ Mreny škvrnitej pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	3b Lipňové/ Mreny škvrnitej pre $Q_a = 5 - 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	3c Lipňové/ Mreny škvrnitej pre $Q_a \geq 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4a Mrenové pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4b Mrenové pre $Q_a = 5 - 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	4c Mrenové pre $a \geq 20 m^3 \cdot s^{-1}$	4d Dunaj hlavný tok – rybovod aj pre jeseterov *8	5a Pleskáčové pre $Q_a < 5$ $m^3 \cdot s^{-1}$	5b Pleskáčové pre $Q_a = 5 - 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$	5c Pleskáčové pre $Q_a \geq 20$ $m^3 \cdot s^{-1}$
Priemerná profilová rýchlosť vody v priechodovej štrbine medzi bazénmi	$\leq 2,30 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,90 m \cdot s^{-1}$ 1	$\leq 1,80 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,80 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,80 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,50 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,50 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,50 m \cdot s^{-1}$	*7	$\leq 1,25 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,25 m \cdot s^{-1}$	$\leq 1,25 m \cdot s^{-1}$
Prevýšenie hladín susedných bazénov	$\leq 26 cm$	$\leq 18 cm$	$\leq 17 cm$	$\leq 17 cm$	$\leq 17 cm$	$\leq 12 cm$	$\leq 12 cm$	$\leq 12 cm$	*7	$\leq 8 cm$	$\leq 8 cm$	$\leq 8 cm$
Šírka prietokovej štrbiny v každej prepážke *1	$\geq 20 cm$	$\geq 20 cm$	$\geq 20 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 20 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 200 cm$ *7	$\geq 20 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 70 cm$
Hĺbka vody v prietokovej štrbine prepážky *2	$\geq 30 cm$	$\geq 30 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 30 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 250 cm$ *7	$\geq 30 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 60 cm$
Hĺbka vody v bazéne *3	$\geq 40 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 40 cm$	$\geq 50 cm$	$\geq 60 cm$	$\geq 250 cm$ *7	$\geq 40 cm$	$\geq 60 cm$	$\geq 80 cm$
Šírka hladiny v bazéne rybovodu	$\geq 1,5 m$ *4 1 m	$\geq 2 m$	$\geq 1,5 m$ *4 1 m	$\geq 2 m$	$\geq 3 m$	$\geq 1,5 m$ *4 1 m	$\geq 2 m$	$\geq 3 m$ *4 4 m	$\geq 10 m$ *7	$\geq 1,5 m$ *4 1 m	$\geq 2 m$	$\geq 3 m$ *4 4 m
Dĺžka vodných bazénov *5 (minimálny rozostup prepážok)	2 – 2,5 m	2 – 2,5 m	2 – 3 m	2 – 4 m	2,5 – 5 m	2 – 3 m	2,5 – 5 m	2,5 – 5 m	12 m *7	2 – 3 m	3 – 5 m	3 – 5 m
Energia vody po utlmení v bazéne rybovodu ($W \cdot m^{-3}$) ($P_{bazéna} = (Q \cdot g \cdot p \cdot \Delta h) / V_b$) *6	≤ 250	≤ 225	≤ 200	≤ 200	≤ 200	≤ 150	≤ 150	≤ 150	≤ 150	≤ 125	≤ 125	≤ 125
Orientačné príklady potreby zväčšenia objemu vody v bazéne kvôli $P_{bazéna}$ pre návrhový prietok v rybovode Q_r	napr. pre $Q_r = 0,2 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 2,1 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,2 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 1,5 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,2 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 1,7 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,5 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 4,2 m^3$	napr. pre $Q_r = 1,0 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 8,4 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,2 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 1,6 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,5 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 4 m^3$	napr. pre $Q_r = 1,0 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 8 m^3$	napr. pre $Q_r = 8,4 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 300 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,2 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 1,3 m^3$	napr. pre $Q_r = 0,5 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 3,2 m^3$	napr. pre $Q_r = 1,0 m^3 \cdot s^{-1}$ $V_b \geq 6,3 m^3$

Dôležité vysvetlenia a usmernenia:

*1 Zároveň musí byť šírka štrbiny väčšia ako 3-násobok šírky najväčšej tunajšej ryby, určenej ichtyológom za cieľový migrujúci druh. Pri hlavátke a jesterovi, ako cieľovom druhu, šírka minimálne 4-násobok šírky najväčšej tunajšej hlavátky alebo jesetera. Zároveň šírka priechodovej štrbiny/štrbín smie tvoriť max. 35 % zo šírky hladiny rybovodu v profile prepážky (aby sa dosiahli upokojené „bazénové“ zátiašia prúdenia v rybovode, vďaka ktorým sa povoľuje krátky rýchlejší protiprúd v štrbine). Pokiaľ je v prepážke navrhnutých viacero štrbín, jedna z nich musí spĺňať predpísanú šírku.

*2 Zároveň musí byť hĺbka vody v štrbine väčšia ako 2-násobok výšky najväčšej tunajšej ryby, určenej ichtyológom za cieľový migrujúci druh. Pri výskyte hlavátky a jesetera hĺbka minimálne 3-násobok výšky tunajšej najväčšej cieľovej hlavátky alebo jesetera.

*3 Zároveň musí byť hĺbka vody v bazéne väčšia ako 2,5-násobok výšky najväčšej tunajšej ryby, určenej ichtyológom za cieľový migrujúci druh. Pri výskyte hlavátky a jesetera hĺbka minimálne 4-násobok výšky tunajšej najväčšej cieľovej hlavátky alebo jesetera.

*4 Šírku rybovodu je možné vo veľmi malých alebo veľmi veľkých tokoch prispôsobiť veľkosti toku: čím je tok väčší, tým širšia má byť aj hladina bazénového priechodu:

pre $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(„potok“)	min. 1 m
pre $Q_a = 2 - 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(„riečka“)	min. 1,5 m
pre $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(„menšia rieka“)	min. 2 m
pre $Q_a = 20 - 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(„väčšia rieka“)	min. 3 m
pre $Q_a = 50 - 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(„veľká rieka“)	min. 4 m
pre $Q_a > 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Dunaj	min. 9 m

*5 Zároveň musí byť dĺžka bazéna väčšia ako 3-násobok dĺžky najväčšej tunajšej ryby, určenej ichtyológom za cieľový migrujúci druh.

*6 kde hustota vody $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, gravitačná konštanta $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, rozdiel hladín susedných bazénov Δh [m], prietok Q [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] a objem bazéna V_b [m^3]. V oddychovom bazéne rybovodu, ktorý je potrebné vybudovať na každé 2 m prevýšenia, nesmie $P_{\text{bazéna}}$ prekročiť hodnotu $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ (v hornom a dolnom pstruhovom pásme postačí max. $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$). V prípade prekročenia limitu je potrebné zväčšiť objem bazéna, alebo zmenšiť prevýšenie, a tým aj veľkosť energie. Vo výnimočných prípadoch rekonštrukcií je možné znížiť prietok cez štrbiny. V prípade že v bazénoch rybovodu je veľkosť $P_{\text{bazéna}}$ menšia ako $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$, o potrebe vytvorenia oddychového bazénu rozhodne ichtyológ v spolupráci s komisiou pre spriechodnenie.

*7 V prípade hlavného toku Dunaja – hlavného rybovodu aj pre jesetery, určí rozmery aj rýchlosť prúdenia vody v rybovode pre jesetera ichtyológ, zaoberajúci sa problematikou Dunaja v spolupráci s komisiou pre spriechodnenie (zodpovedajúce prevýšenie sa vypočíta z určenej rýchlosti pomocou rovnice [49]).

*8 V prípade hlavného toku Dunaja – druhého rybovodu pre všetky ryby okrem jeseterov - určí rýchlosť prúdenia vody aj rozmery vodného prostredia v rybovode ichtyológ, zaoberajúci sa problematikou Dunaja, v spolupráci s komisiou pre spriechodnenie.

V prípade navrhovania bazénového rybovodu v ramennej sústave sa postupuje podľa požiadaviek pleskáčového pásma podľa stĺpca 5c, 5b alebo 5a (podľa prietoku riešeného ramena).

3.4. HORNÝ VTKOK - NÁVRH A OCHRANA TRVALÉHO PRIETOKU RYBOVODU, VÝSTUP RÝB Z RYBOVODU PRI PROTIPRÚDOVEJ MIGRÁCII A RIEŠENIE POPRÚDOVEJ MIGRÁCIE

Pri preferovaných **celokorytových** spriechodneniach bez odberu vody (typ [1](#) - odstránenie bariéry, typ [2](#) - celokorytový sklz bez prepážok) budú automaticky a prirodzene bez zúženia prúdu spriechodnením pretekať všetky prirodzené prietoky toku, preto v nich netreba riešiť požiadavky nasledujúcich článkov [3.4.1.](#) a [3.4.2.](#)

3.4.1. Zabezpečenie veľkosti prietoku v rybovode

► Veľkosť trvalého prietoku vody v rybovode sa stanoví podľa čl. [3.2.4.](#) a Súhrnnej tabuľky č. [1](#) z článku [3.2.8.](#)

► Dostatočné množstvo vody v koryte rampového alebo obtokového rybovodu treba zabezpečiť správne vypočítaným a správne zrealizovaným vtokovým otvorom (alebo sústavou vtokových otvorov). Ním má vtekať do rybovodu približne rovnaké množstvo vody počas všetkých cieľových prietokov.

Rovnica č. [\[17 \]](#) na výpočet rýchlosti pri stanovenom prietoku vo vtokovom otvore hradenom stavidlom pre mimokorytové typy (napr. typy [4](#), [7](#)) je v prílohe [P3.3.6.3. Výtok pod stavidlom. V nehradenom vtokovom otvore](#) pre vnútrkorytové typy (napr. [3](#), [5](#), [6](#)) sú v [P3.3.6.3.](#) rovnice č. [\[15 \]](#) a [\[16 \]](#)

► Pokiaľ trvalý prietok stanovený v Súhrnnej tabuľke č. [1](#) (v článku [3.2.8.](#)) nezabezpečí, aby sa pri podlimitnej rýchlosti rybovod naplnil (teda, aby sa v ňom dosiahli priestorové limity podľa súhrnných tabuliek č. [2](#) a [3](#), a to počas všetkých cieľových prietokov, aj počas poklesov hladiny nad rybovodom), je projektant povinný vypočítať a navrhnúť trvalý prietok dostatočne veľký pre naplnenie rybovodu.

► Pre zabezpečenie trvalého pretekania predpísaných prietokov rybovodom typu [4](#), [6](#), [7](#), [8](#) (s výnimkou celokorytového vodopádového typu [8](#)) je rozhodujúca **kontrola trvalého prietoku a trvalého naplnenia rybovodu** pomocou pevne osadenej kontrolnej vodomernej laty s vyznačenou min. a max. prevádzkovou hladinou. Pri tejto vodomernej late musí byť nainštalovaný hladinomer s min. frekvenciou 1-hodinového záznamu výšky hladiny.

Pre zabezpečenie kontroly rozdielu hladín na vtoku musí byť jeden hladinomer nad a jeden tesne pod vtokovým otvorom. Rozdiel hladín nameraných oboma meradlami musí zodpovedať určenému rybiemu pásmu v zmysle čl. [3.3.6.](#) tabuľky č. [3](#), to znamená, že rýchlosť vo vtoku nesmie byť prekročená.

Tieto hladinomery, ktoré sú zaradené v zmysle zákona č.157/2018 Z.z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších zmien §8 bod (1) d a (2) ako ostatné meradlá, musia archivovať záznamy z merania tak, aby orgán štátnej vodnej správy alebo metrologický inšpektorát mohol skontrolovať históriu hladiny v rybovode rok späťne.

► Prevádzkovateľ rybovodu je povinný raz štvrťročne vykonať zápisom do prevádzkovej knihy kontrolu meradiel porovnaním hladiny udávanej hladinomerom s hladinou na vodomernej late. Ak hladinomer nefunguje, je prevádzkovateľ povinný zabezpečiť jeho opravu alebo výmenu.

► V prípadoch typov [2](#), [3](#), [5](#) a [8](#) (v prípade celokorytového vodopádového typu [8](#)) stačí pevne inštalovať vodomernú latu s vyznačením minimálnej a maximálnej cieľovej hladiny (pre vizuálne kontroly ŠOP alebo užívateľa rybárskeho revíru počas najpočetnejších ťahov rýb).

► Vodomerný prístroj nemusí byť ani na pobrežných obtokových rybovodoch, ktoré sú chránené pred častými povodňami (bystriny alebo bazény typu [4](#) alebo [7](#)), pokiaľ sú na malých potokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ – aj v týchto prípadoch stačí len vodomerná lata s vyznačením hladín návrhových prietokov (pri hradených vtokoch lata nad aj pod stavidlom).

Pri spriechodneniach, ktoré nie sú celokorytové, by vtok a výtok rybovodu mal umožňovať osadenie provizórneho hradenia tak, aby v prípade potreby bolo možné vykonať údržbu a opravy na suchu.

► **Vtokový otvor:** Horným hradením vtokového otvoru treba rybovod trvalo ochrániť v prípadoch, ak hrozí, že počas veľkých vôd v priebehu cieľových prietokov jarnej migrácie rýb budú vznikať v umelom koryte rybovodu opakované prevádzkové problémy: nadmerne zvýšené prietoky, nepriechodné rýchlosti, turbulencie, spenie a j deštrukcia.

► Každý vtokový otvor do rybovodu (či zhora hradený alebo nehradený) má mať kvôli zabezpečeniu trvalého prietoku projektovanú hornú hranu pod dolnou cieľovou hladinou toku (napr. pod Q_{270}), resp. pod minimálnou prevádzkovou hladinou vody v zdrži nad migračnou bariérou.

► Vtokový otvor by optimálne mal byť súčasťou plynulého dna a hladiny rybovodu (nevytvárať výrazný odskok dna ani hladiny) a musí spĺňať limity pre šírku a hĺbku vody v priechodovom otvore vtokovej prepážky zo súhrnnej tabuľky č. [3](#) z článku [3.3.6](#).

► Pred nevyhnutnými poklesmi hladiny zdrže nad rybovodom (napr. pred vyhradením alebo opravou hate), keď bude hrozit' výrazné zmenšenie alebo úplná strata prietoku rybovodu, je nutné vopred informovať správcu rybárskeho revíru, aby v prípade potreby mohol uskutočniť premiestnenie rýb.

► **Upchatiu vtokových otvorov** plávajúcim predmetmi treba predísť inštaláciou predsunutého plávajúceho hradenia alebo nornej steny, prípadne v odôvodnených prípadoch inštaláciou hrablíc s dostatočnou svetlosťou. Hrablice musia byť predsadené min. 0,5 m pred vtokový otvor tak, aby sa ani pri čiastočnom zanesení hrablíc neupchal a neznižoval prietok v rybovode. V žiadnom prípade by hrablice nemali zavádzať pri migrácii rýb či už zhora alebo zdola, to znamená, že aj pri upchatí hrablíc konármi majú byť obtekané vodou z bokov, aj zospodu. Tadiaľ, cez dostatočne (min. 0,3 – 0,5 m) široký priestor, musia mať možnosť ryby voľne preplávať. Teda hrablice nesmú siahť až po dno (Obr. [38 a, b](#)). Ich projektový návrh musí byť schválený ichtyológom

Pri väčších rybovodoch na väčších riekach je potrebné odsadenie hrablíc aspoň 50 cm pred vtokový otvor alebo ešte pred prítokový kanál (teda do širokého vodného priestoru), aby sezónnu prekážku upchatých hrablíc mohla vtekajúca voda obtiecť alebo podtiecť a vystupujúce ryby oboplávať alebo podplávať (nie ako na Obr. [37](#)).

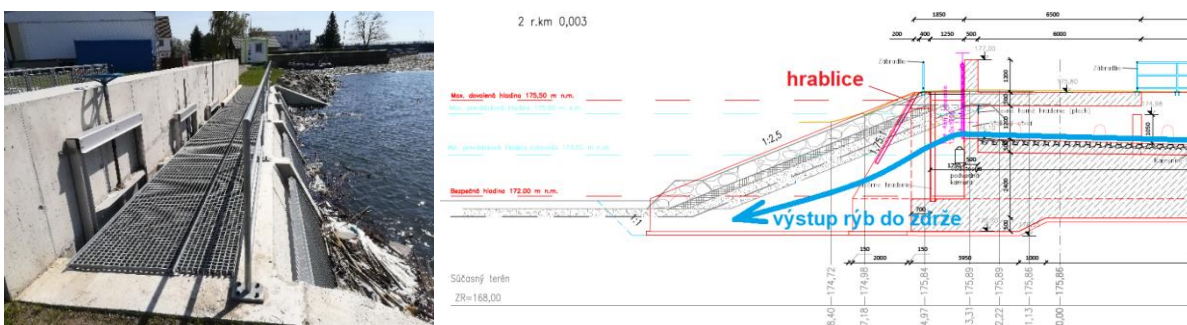


Obr. 34 vľavo (VD Langwedel tok Weser) a Obr. 35 vpravo (VD Kembs tok Rýn) Dva príklady prijateľného hradenia nornej steny dostatočne predsadenej pred vtokový otvor (Slavík a kol. 2012).



Obr. 36 vľavo: Pozitívny príklad: plávajúca norná stena predsadená šikmo pred vtok do obtokového biokoridoru (MVE Čoltovo na Slanej).

Obr. 37 vpravo: Negatívny príklad: zatarasenia hrablic na vtoku plávajúcimi nečistotami v dôsledku kompletného prehradenia vtokového otvoru riedkymi hrablicami – opakovaný prirodzený zátaras nemôžu ryby ani oboplávať ani podplávať (obtokový biokoridor VD Žilina na Váhu).



Obr. 38 a, b Pozitívny príklad: riedke hrablice, dimenzované na zachytenie rozmeru PET-flaše, sú predsadené pred vtok do obtokového biokoridoru (VD V. Kozmálovce na Hrone), pod nimi je vyše 2m nehradeného vodného stĺpca, takže ryby ich môžu pohodlne podplávať (pozdĺžny rez vpravo).

► Kvôli zmenšeniu rizika upchatia je potrebné uložiť do manipulačného poriadku povinnosť prevádzkovateľa kontrolovať a čistiť vtok do rybovodu pred každým cieľovým migračným obdobím rýb a po prejdení každého väčšieho (korytotvorného) prietoku.

► Sezónne navádzacie zosilnenie prietoku vytekajúceho zo spriechodnenia sa stanoví podľa článku [3.2.5.](#)

► **Sezónny navádzací prietok** musí mať celý osobitný vtokový otvor navádzacieho prietoku pod dolnou cieľovou hladinou rieky.

► Okrem horného hradenia vtokového otvoru je nutné v prípade vnútokorytových rampových rybovodov (bystrinný typ [3](#) a bazénový typ [6](#), občas aj na hornom a dolnom konci obtokového rybovodu typu [4](#) a [7](#)) chrániť pokojnú vodnú cestu vo vodnej rampe aj **pozdĺžnym múrikom proti bočnému preliatiu veľkých vôd**, podľa možnosti až do výšky stanoveného horného cieľového prietoku (napr. do Q_{90} , Q_{60} a pod.) resp. hornej cieľovej hladiny rieky/zdrže.

► Na priehradách alebo zdržiach s veľkým rozkolísaním hornej hladiny do 2 m metrov (teda aj s veľkým rozkolísaním vtoku do rybovodu) musí byť riešením vybudovanie zložitejšieho **vtokového objektu s viacerými vtokovými otvormi**, osadenými v rôznej výškovej úrovni v rôznych miestach klesajúceho rybovodu. Tieto môžu na pokyn hladinovej automatiky vpúšťať vodu optimálne vždy do prilahlého rovnako výškovo položeného úseku rybovodu. Celý vtokový objekt musí spĺňať limity rozmerov, rýchlostí, resp. prevýšení hladín podľa súhrnných tabuliek č. 1, 2 a 3.

V prípade, že rozkolísanie hornej hladiny v nádrži je väčšie ako 2 m, a požaduje sa fukčnosť rybovodu aj pre takto vysoké rozkolísanie hladiny, je potrebné rybovod zaústiť obtokovou bystrinou až do nezavzdutej časti prítoku vodného toku nad nádržou.

3.4.2. Zabezpečenie protiprúdovej aj poprúdovej migrácie rýb pri vtoku rybovodu

► Vtokový otvor do rybovodu je aj miestom, kde ryby vyplávajú do toku alebo zdrže nad migračnou bariérou. Aby ryby po vyplávaní z rybovodu **neboli strhávané späť pod migračnú bariéru**, vtokový otvor musí ležať minimálne 10 m od zrýchleného prepadu/výtoku vody cez/pod migračnú bariéru, aj od zrýchleného vtoku do turbín.

► Vtokový otvor je aj miestom, ktoré ryby môžu využívať pre poprúdobú migráciu. Je preto dôležité, aby sa počas návrhu rybovodu riešilo správne trasovanie rybovodu a umiestnenie vtokového otvoru.

► **Ochranu menej zdatných rýb pred strhávaním zo zdrže k turbínam** (úhyn rýb) je možné riešiť hustými (jemnými) hrablicami pred turbínami (odporúčaná svetlosť medzi prútmí cca 2,5 cm) a aj umiestnením elektrických, akustických alebo stroboskopických plašičov v zdrži, v zóne s bezpečnou rýchlosťou vody, ktorá je ešte pre ryby úniková (pod $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), podľa možnosti tak, aby pri poprúdobej migrácii odkláňali ryby zo zdrže ku hornému vtoku do rybovodu – napr. nainštalovaním na riedke (hrubé) hrablice, ktoré vždy bývajú pred vtokom do MVE.

► **Ochranu rýb pri prepadávaní cez hať** alebo cez čiastočne sklopenú hať (pri veľkých prietokoch) by bolo ideálne vyriešiť už pri projektovaní hate tak, aby ryby padali priamo do hlbokého vývaru, nie na betón. Hĺbka má tvoriť minimálne 1/4 výšky prepadu cez hať. Toto opatrenie zabezpečuje aj bezpečné prepádanie rýb pri poprúdobej migrácii rýb. Pri vakových hatiach je pravdepodobné, že ryby budú dopadať väčšinu roka len na betónový podklad vaku, preto pri čiastočnom spustení vaku nespĺňajú požiadavku na bezpečnú poprúdobú migráciu rýb.

► V takomto prípade zabezpečenia dopadu do hlbokéj vody a poprúdobej migrácii pomôže už **ponechanie prelievania stĺpca vody v hrúbke min. 3 – 5 cm ponad hať**. Takúto požiadavku môže dať len ichtyológ, ktorý vie kvalifikovane odhadnúť meniacu sa intenzitu protiprúdovej a poprúdobej migrácie rýb. Mal by totiž zväžiť otázku, či požiadavka na ponechanie prelievania vody cez hať v „poprúdobej“ sezóne neurobí väčšiu škodu protiprúdovej migrácii rýb (lebo v tom čase vytvorí pod haťou rozľahlý klamlivý akustický signál pre ryby migrujúce proti prúdu, ktorých časť môže privábiť ku hati a nie ku dolnému ústiu

rybovodu, kde bude výrazne slabší dopad akustického vodopádika). Pokiaľ sa intenzívna protiprúdová a poprúdová migrácia časovo nestretávajú, tento problém je zanedbateľný.

► **Rybovody na veľkých nádržiach** (teda vyše 100 metrov širokých, niekoľko metrov hlbokých a niekoľko kilometrov dlhých) by mali mať optimálny výstup rýb v mieste s relatívne citeľným prúdením (alebo v jeho blízkosti do cca 50 m), aby ryby vedeli čo najskôr nájsť jednoznačný smer ďalšej migrácie.

Ak by podľa ichtyológa hrozilo, že ryby budú blúdiť v širokej nádrži (a k neresu ani k preplávaniu do prúdiaceho úseku rieky nad bariérou nedôjde), je vhodné rybovod predĺžiť popri brehu nádrže proti toku až do zúženej časti nádrže, kde už slabá prúdica pod vodou existuje. Ak to nie je realizovateľné, je vhodné presmerovať rybovod do zatopenej nevýraznej prúdnice, ktorá pretrváva v zatopenom bývalom koryte rieky nad priehradným múrom.

► V prípade požiadavky ichtyológa je potrebné zabezpečiť adekvátnu ochranu rybovodu pred pytliactvom alebo rušením rýb (napr. oplotením, kamerami, a pod.).

► V prípade, že ichtyológ alebo užívateľ rybárskeho revíru vo svojom vyjadrení k spriechodneniu migračnej bariéry požiadava o umožnenie poprúdovej migrácie a odborne to zdôvodní, môže sa táto riešiť napr. aj **manipuláciou – vyhradením hate počas obdobia predpokladanej najpočetnejšej poprúdovej migrácie**. Ročné obdobie, dĺžku jednotlivých vyhradení a spôsob manipulácie musí navrhnúť ichtyológ v spolupráci s projektantom a prevádzkovateľom hate, ale len pokiaľ takáto manipulácia neohrozí bezpečnosť prevádzky vodnej stavby a územia pod ňou. Ichtológ vo svojom vyjadrení určí ročné obdobie (aj v závislosti od teploty vody), časovú dĺžku jednotlivých vyhradení (koľko hodín denne) určí v závislosti od spôsobu poprúdovej migrácie konkrétnych druhov rýb a od spôsobu potrebnej technickej manipulácie na konkrétnej hati. Opatrenia na zabezpečenie poprúdovej migrácie pomocou manipulácie na migračnej bariére musia byť uvedené v manipulačnom poriadku.

► Pre navedenie dospelých jedincov rýb inštalovať na vtoku do vodnej elektrárne vyššie spomínané mechanické zábrany, ako aj vhodné kombinácie akustických, elektrických, prípadne stroboskopických **plašičov rýb** podľa možnosti tak, aby **odkláňali ryby ku vtoku do rybovodu**.

Článok 4 - KONTROLA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA SPRIECHODNENIA, JEHO MONITOROVANIE A ÚDRŽBA

*Nadväzuje na článok [2.4.](#), podľa ktorého je navrhovateľ povinný kvôli zaisteniu správneho **naprojektovania** spriechodnenia zvolať za pomoci ekologického dozoru úvodnú komisiu pre spriechodnenie, aj počas následného projektovania zabezpečiť spoluprácu s ekologickým dozorom a konzultácie s užívateľom rybárskeho revíru a so ŠOP, aby boli odporúčané požiadavky na obnovu vodného priechodu splnené už v projektoch v čo najväčšej možnej miere. Nevyhnutnou súčasťou výstavby spriechodnenia toku je však **kontrola dodržania legislatívnych požiadaviek MŽP SR jednak počas výstavby (článok [4.1.](#)), a tiež počas prevádzky spriechodnenia (článok [4.2.](#))**.*

4.1. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS VÝSTAVBY

Za účelom správnej **stavebnej realizácie** každého typu spriechodnenia (typ [1](#) až [9](#)) je navrhovateľ povinný:

► Rybovod je možné stavať len podľa **biológmi schválenej realizačnej dokumentácie**, v ktorej boli zapracované všetky technické a biologické požiadavky pre výstavbu, odporúčané odborne spôsobilou osobou – ichtyológom alebo ekologickým dozorom (podľa súhrnných tabuliek č. [1](#), [2](#) a [3](#) a v zmysle článku [2.3](#). Úplné zapracovanie uvedených požiadaviek

dokladovať potvrdením (protokolom) „Posúdenie súladu realizačného projektu (DRS / VP) s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“, ktoré vydáva ekologický dozor (v nadväznosti na článok [2.4.](#)).

► Zabezpečiť **ekologický dozor počas celej výstavby** spriechodnenia odborne spôsobilou osobou. Ekologický dozor na stavbe osobne dohliada na dodržanie všetkých ekologických a biologických parametrov stavby dôležitých pre funkčnosť spriechodnenia podľa vyhlášky 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych pradžisov, a metodiky MŽP SR (podrobne v [P2.3.](#)).

► Pred ukončením výstavby zabezpečiť **hydrometrické merania a nastavenia** prúdenia vody spôsobilou osobou v oblasti hydrauliky vodných tokov a objektov, ktorá má náležité vzdelanie a skúsenosti v oblasti hydrotechnických meraní, vlastní potrebné zariadenia na meranie, ktoré sú metrologicky nadviazané, je spôsobilá navrhovať opatrenia na nápravu hydraulického stavu spriechodnenia, a má na takúto činnosť vypracovaný pracovný postup (napr. hydrometrické skupiny VÚVH, SHMÚ, SVP).

Táto osoba porovná namerané výsledky s protokolom „Posúdenie súladu realizačného projektu DRS / VP s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“. Pokiaľ zistí funkčne významné rozdiely, navrhne pomocou stavebných a technických úprav v objekte spriechodnenia optimálne **nastavenie hydraulických parametrov prúdenia vody** (podľa prílohy [P4.1.](#)). Hydrometrické merania nemusia byť vykonávané na tokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pokiaľ spriechodnenie spĺňa limity pozdĺžneho aj priečneho sklonu bystriny, alebo limity prevýšenia hladín susedných bazénov, alebo pokiaľ inak nerozhodne komisia pre spriechodnenie.

► Na záver výstavby spriechodnenia je navrhovateľ povinný dať vypracovať písomný protokol „**Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR**“, ktorý pre neho vypracuje ekologický stavebný dozor (v prílohe [P2.3.](#)).

4.2. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS PREVÁDZKY

Za účelom funkčnej **prevádzky** spriechodnenia je navrhovateľ/prevádzkovateľ spriechodnenia povinný:

► Vykonávať **operatívnu údržbu spriechodnenia** tak, aby trvale plnilo všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru. Preto musí v rámci bežnej údržby zabezpečiť opravu alebo obnovu biologicky nevyhnutných súčastí spriechodnenia a jeho príslušenstva.

► Zabezpečiť **ichtyologické monitorovanie priechodnosti rybovodu** odborne spôsobilou osobou – ichtyológom, s cieľom potvrdiť priechodnosť rybovodu - pre každý monitorovaný cieľový druh, a v dostatočnej početnosti každého vybraného druhu (podľa prílohy [P4.3.](#)).

► Pokiaľ sa tento cieľ ichtyologickým monitoringom nepodarí úplne potvrdiť v hlavnej migračnej sezóne v prvom roku monitorovania, musí ichtyológ po konzultácii s projektantom, hydraulikom a ekologickým dozorom v čo najkratšom termíne (napr. do 3 mesiacov) navrhnúť nápravné stavebné alebo prevádzkové opatrenia na zlepšenie priechodnosti najmä pre tie monitorované cieľové druhy rýb, u ktorých sa v 1.roku nepotvrdilo prekonanie rybovodu, alebo sa jeho prekonávanie ukázalo ako problematické (napr. znížená početnosť, veľkostná selektivita a pod.).

► Zabezpečiť **ichtyologické monitorovanie priechodnosti rybovodu** odborne spôsobilou osobou – ichtyológom, s cieľom overiť priechodnosť rybovodu - či ho prekoná každý monitorovaný cieľový druh, a či aj v dostatočnej početnosti (podľa prílohy [P4.3.](#)).

► Pokiaľ sa priechodnosť rybovodu ichtyologickým monitoringom nepodarí v požadovanej

miere potvrdiť počas stanovenej doby monitorovania, musí ichtyológ po konzultácii s projektantom, hydraulikom a ekologickým dozorom v čo najkratšom termíne (napr. do 3 mesiacov) navrhnuť nápravné stavebné alebo prevádzkové opatrenia na zlepšenie priechodnosti najmä pre tie monitorované cieľové druhy rýb, u ktorých sa nepotvrdilo prekonanie rybovodu, alebo sa jeho prekonávanie ukázalo ako problematické (napr. znížená početnosť, veľkostná selektivita a pod.).

► Navrhovateľ je povinný podľa výsledku a návrhov ichtyologického monitoringu **zabezpečiť realizáciu nápravných opatrení** na optimálne nastavenie morfológických a hydraulických parametrov spriechodnenia, a to v čo najkratšom termíne, podľa možnosti ešte pred najbližšou hlavnou migračnou sezónou.

Ak sa oprava nestihne do najbližšej migračnej sezóny, ichtyologický monitoring sa môže na rok prerušiť.

► Po takejto oprave rybovodu musí navrhovateľ počas nasledujúcej migračnej sezóny opätovne zabezpečiť ichtyologické monitorovanie priechodnosti stavby, s cieľom potvrdiť funkčnosť nápravných opatrení (priechodnosť rybovodu i pre doteraz nepotvrdené cieľové druhy, a to v dostatočnej početnosti).

► V prípade pretrvávajúcich nedostatočných výsledkov na základe druhého roku ichtyologického monitorovania musí navrhovateľ v čo najkratšom termíne opäť zabezpečiť realizáciu prípadných ďalších nápravných opatrení (na návrh ichtyológa, po konzultácii s projektantom a ekologickým dozorom), aby ichtyológ po treťom roku monitorovania priechodnosti rybovodu mohol potvrdiť priechodnosť rybovodu pre každý cieľový druh a v dostatočnej početnosti. Správy z ichtyomonitoringu odporúčame sprístupniť odbornej verejnosti.

Doba ichtyologického monitoringu migračnej priechodnosti rybovodu sa odporúča: spravidla 3 roky pri tokoch s $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; minimálne 2 roky pri tokoch s $Q_a < 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pokiaľ sa potvrdí priechodnosť pre všetky monitorované cieľové druhy rýb skôr, napr. už po prvom, alebo po druhom roku ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu, môže úrad životného prostredia monitoring ukončiť na návrh monitorujúceho ichtyológa.

Začiatok ichtyologického monitoringu sa odporúča až po dvoch rokoch prevádzky spriechodnenia, teda bude vykonávaný v 3. až 4. roku, resp. v 3. až 5. roku prevádzky, keď bude mať viac rýb za sebou skúsenosť s možnosťou pokračovania v migrácii proti prúdu.

► Každých 10 rokov od skončenia ichtyologického monitoringu je prevádzkovateľ povinný zabezpečiť hydrometrické merania prúdenia vody spôsobilou osobou v oblasti hydrauliky vodných tokov a objektov.

► Pokiaľ sa zistia funkčne významné rozdiely oproti pôvodnému vyhovujúcemu hydrometrickému meraniu, orgán ochrany prírody uloží prevádzkovateľovi povinnosť buď vykonať nápravné opatrenia potrebné na opravu evidentne rizikových miest prúdenia alebo znovu vykonať ichtyologický monitoring a vykonať aj nápravné opatrenia vyplývajúce z tohoto monitoringu.

Ichtyologický monitoring funkčnosti rybovodu sa vykonáva aj pri každej významnej zmene manipulačného poriadku vodnej stavby s rybovodom. Platí to len pre typy spriechodnení 3 až 8 a pri tokoch s $Q_a > 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Ak sa manipulačný poriadok zmení počas ichtyologického monitoringu, musí sa monitoring predĺžiť dovtedy, kým sa nepotvrdí funkčnosť rybovodu počas prevádzky s novým manipulačným poriadkom.

Ichtyologický monitoring nie je povinný pri celokorytových typoch spriechodnenia [1](#) a [2](#) (odstránenie bariéry alebo celokorytový sklz), ani pri tokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ak to nepožaduje komisia pre spriechodnenie alebo ichtyológ. Realizácia monitoringu sa však odporúča v záujme vyhodnotenia efektu spriechodnenia na potenciálne problematických typoch spriechodnenia.

► Po ukončení ichtyologického monitoringu odporúčame prevádzkovateľovi výsledky sprístupniť odbornej verejnosti.

4.3. ICHTYOLOGICKÝ MONITORING MIGRAČNEJ PRIECHODNOSTI STAVBY RYBOVODU

► Ichtyologický monitoring migračnej priechodnosti rybovodu (typu [3](#) až [9](#)) vykonáva ichtyológ s cieľom **vyhodnotiť funkčnosť rybovodu** pre tie cieľové druhy rýb, ktoré boli navrhnuté ichtyológom do osobitného zoznamu cieľových druhov, vhodných pre ichtyologický monitoring kvalitatívnej aj kvantitatívnej funkčnosti stavby (podľa článku [2.4.d](#)).

► Za funkčný rybovod/spriechodnenie sa považuje taký rybovod/spriechodnenie, ktorým dokázateľne prepláva každý monitorovaný cieľový druh ryby bez významnej veľkostnej selekcie, a to v dostatočnej početnosti, primeranej druhu ryby a rybiemu pásmu (dostatočnú početnosť zhodnotí ichtyológ podľa prílohy [P4.3.6](#)).

Určenie funkčnosti rybovodu je podrobne uvedené v prílohe [P4.3.](#), konkrétne odporúčania na vyhodnotenie rybovodu sú v prílohe [P4.3.6](#).

Prílohy

P1.2. Potreba riečného kontinua

P1.2.1. Riečne ekosystémy

Riečne ekosystémy je možné považovať za najviac diverzifikované a najproduktívnejšie ekosystémy na svete. Ich definujúcim charakterom je **voľne tečúca voda**, ktorá zabezpečuje neustálu dynamiku prostredia. Tečúca voda je teda hlavný faktor ktorý zabezpečuje základnú funkciu lotických (tečúcich) ekosystémov. Je to práve prirodzený prietok, ktorý v koryte vytvára vhodné podmienky pre ryby – rôznorodé habitáty ako sú hlbociny a plytčiny s rôznymi podmienkami prúdenia. Za bežných prietokov zmeny prostredia v tečúcich ekosystémoch nemusia byť pozorovateľné voľným okom po dlhé obdobia. Naopak, prirodzene sa vyskytujúce veľké prietoky spôsobujú väčšie markantnejšie zmeny, ktoré sú dôležité pre správne fungovanie ekosystému. Napríklad presuny väčšieho množstva sedimentov, zánik habitátov a vytvorenie nových habitátov na iných miestach.

Ryby sa v procese evolúcie adaptovali na široké spektrum variabilných podmienok v čase, ktoré prináša vysoká variabilita tečúcich ekosystémov. Adaptácie siahajú až do takej miery, že existujú celé škály druhov, ktoré dokážu profitovať z podmienok, ktoré sa človeku zdajú nevhodné pre život (napríklad migrácia do zaplavených inundačných území kvôli neresu alebo kŕmeniu). Ryby sú taktiež schopné unikať pred nepriaznivými podmienkami prostredia (napríklad migrácia do hlbocín v prípade extrémne nízkych prietokov).

Ryby sa dajú považovať za najmobilnejšiu zložku vodných ekosystémov. Hlavnou odpoveďou ichtyofauny na zmeny prostredia je teda disperzia, alebo pohyb. Je dôležité zdôrazniť, že každý druh ryby sa v toku pohybuje. Rozdiely vo vzdialenostiach alebo v miere pohybu v tečúcich ekosystémoch záležia od účelu pohybu rýb ako aj od ich životného štádia. **Pre zachovanie funkčných tečúcich (lotických) ekosystémov je nutné, aby biologické prvky mali možnosť reagovať na zmeny prostredia – teda aby mali možnosť pohybu po prúde, proti prúdu ako aj v priečnom profile koryta toku, vrátane jeho bočných ramien.** Pre lepšie pochopenie významu obnovy konektivity v toku a jeho dôležitosti pre ryby je v nasledujúcej kapitole popísaný Koncept riečného kontinua (River Continuum Concept – RCC; Vannote et al. 1980, Ward 1989) a Koncept záplavových pulzov (Flood Pulse Concept – FPC; Junk et. Al. 1989).

P1.2.2. Koncept riečného kontinua

Koncept riečného kontinua prvýkrát opisuje Vannote et al. (1980), kde opisuje celú rieku ako lineárny systém s prúdiacou energiou, v ktorom dochádza ku kontinuálnej zmene podmienok prostredia. Biologické komponenty ekosystému sa prispôbovali zmenám prostredia a ich druhové zloženie sa podľa toho menilo. Koncept podľa Vannota však uvažuje o riekach iba v pozdĺžnom smere. Ward (1989) postuloval teóriu riečného kontinua, do ktorej zakomponoval aj ostatné, často prehliadané neoddeliteľné zložky tečúcich ekosystémov. Podľa Warda (1989) sa vzťahy v tečúcich ekosystémoch dajú interpretovať nasledovne:

A) Pozdĺžne vzťahy v toku

Predstavujú prepojenie ekosystému od jeho prameňa až po ústie. Táto dimenzia zabezpečuje prirodzený tok nutričov, organických a anorganických látok, ako aj transport sedimentov. Neprerušená pozdĺžna spojitosť (longitudinálna konektivita) poskytuje možnosť komunikácie populácií rozmiestnených po dĺžke toku. Táto metodika rieši najmä pozdĺžnu spojitosť. Jej cieľom je umožniť prostredníctvom obnovenia spojitosti v pozdĺžnom smere opätovnú dostupnosť habitátov pre ryby. Obnovenie spojitosti zároveň umožní komunikáciu populácií rozmiestnených po toku, čo znižuje riziko genetickej degradácie a fragmentácie populácií vplyvom príbuzenskej plemenitby. Obnova pozdĺžnej spojitosti (konektivity) sa najčastejšie spája s rybami, ktoré majú

výrazné migračné správanie (napr. jeseter malý, mrena severná, hlavátka podunajská, podustva severná) najmä za účelom neresu, ale aj za účelom zimovania alebo kŕmenia sa. Dôležitá je však aj pre populácie druhov, ktoré presuny vykonávajú na kratšie vzdialenosti.

B) Prične vzťahy v toku

Predstavujú prepojenie medzi hlavným tokom tečúceho ekosystému, aktívnymi ramenami (trvalo prepojenými bočnými ramenami prietochými alebo neprietochými – eupotamálom, parapotamálom) a inundáciou (povodňové povrchové alebo podzemné prepojenie s mokraďami alebo odstavenými ramenami - plesiopotamálom, paleopotamálom). Rôzne druhy rýb môžu využívať záplavové územia kvôli neresu alebo na kŕmenie. V princípe platí: čím nižšie položený tok, tým je viac druhov rýb, ktoré sú prispôbené svojimi životnými prejavmi na využívanie záplavových pulzov.

C) Vertikálne vzťahy v toku

Predstavujú prepojenie medzi podzemnými vodami a povrchovými vodami.

D) Časové vzťahy v toku

Predstavujú zmenu riečnej morfológie, morfológie koryta a dostupnosti habitatov v čase a to vplyvom prirodzeného transportu sedimentov a prirodzeného kolísania hladín v koryte toku. Bariéry na tokoch dokážu negatívne ovplyvniť transport sedimentov (zachytávaním sedimentu v objekte vzdutia), čo môže viesť k zmenám v dostupnosti a k nedostatku habitatov, ktoré vznikajú napr. ukladaním sedimentov v toku pod bariérou. Niektoré z navrhovaných riešení spriechodnení dokážu prevádzať úplne alebo čiastočne aj sedimenty, riešia teda okrem problematiky prepojenia habitatov a populácií aj problematiku transportu sedimentov.

P1.2.3. Koncept záplavových pulzov

Koncept záplavových pulzov prvýkrát opisuje Junk et al. (1989). Tento koncept zdôrazňuje dôležitosť periodických záplavových pulzov v kombinácii s prepojením riečneho ekosystému s okolitými inundačnými územiaми. V menších tokoch sú záplavové pulzy zväčša nepredvídateľné a voda odtečie relatívne rýchlo. Z tohto dôvodu druhy rýb, ktoré obývajú vyššie položené menšie toky, často nie sú prispôbené na využívanie záplavových zón.

Tento koncept je dôležitejší pri riekach, ktoré v rámci svojho koryta vytvárajú bohatú sieť navzájom prepojených menších koryt (rieky s anastomóznym vetvením), resp. majú množstvo ramien v inundačnej oblasti, či pri tokoch, kde existuje široké spektrum druhov rýb, ktoré sú svojimi životnými prejavmi viazané na záplavové cykly a dokážu z nich profitovať.

P1.3. Migrácie rýb

P1.3.1. Potreba rybích migrácií

Ako bolo spomenuté v prílohe [P1.2.](#), ryby sú najmobilnejšou zložkou tečúcich ekosystémov a najčastejšou odpoveďou na neustále meniace sa prostredie je z pohľadu ichtyofauny disperzia alebo pohyb. Každý druh ryby sa v toku pohybuje, žiadna ryba teda nemôže byť označovaná ako stacionárna. Škála pohybu závisí napr. od druhu, životného štádia ryby, či podmienok prostredia. To znamená, že pohyb v toku vykonávajú všetky vekové štádiá rýb - juvenilné, subadultné a dospelé jedince. Niektoré jedince môžu ostať vo svojom pôvodnom habitáte, kým iné sú nútené z určitých dôvodov (napr. neres, potravné zdroje, zimoviská a pod.) migrovať. Niektoré druhy rýb sa pohybujú iba v rámci takzvaného „domovského prostredia“ alebo „home range“. Iné druhy vykazujú výrazné pohyby dlhé aj niekoľko stoviek kilometrov, najčastejšie spojené s reprodukciou. Menšie, avšak rovnako dôležité pohyby sa

často prehliadajú, najmä kvôli faktu, že výraznejšie migračné správanie rýb je ľahšie pozorovateľné, napríklad aj voľným okom.

Existuje viacero definícií migrácií u rýb. Napríklad Northcote (1978, 1984) definoval migrácie rýb ako „presuny rýb medzi dvomi alebo viacerými habitatmi, ktoré sa opakujú s určitou periodicitou v živote jedinca, poprípade pohyby, ktoré zahŕňajú presun veľkej časti populácie v určitom životnom štádiu“. Sezónne pohyby sa podľa Northcota dajú považovať za migrácie v prípade, že spĺňajú kritériá spomínané vyššie. Baker (1978) definoval migrácie ako pohyb z momentálne nepriaznivého prostredia do vhodnejšieho prostredia pre nadchádzajúce životné obdobie. Lucas a Baras (2001) definovali migráciu u rýb ako stratégiu, ktorá je spojená s reakciou na zmeny podmienok prostredia. Legett (1977, 1985) popísal migrácie u rýb ako snahu o zmiernenie alebo vyhýbanie sa vplyvu variability okolitého prostredia. Aktuálne najkomplexnejšiu definíciu migrácie rýb uvádza Lusk a kol. (2014), ktorí chápu migráciu ako účelové presuny jedincov, celých húfov, či časti populácií v rámci vodného prostredia bez ohľadu na vzdialenosť, smerovanie alebo časovosť.

Každá z biologických definícií je svojím spôsobom pravdivá a zachytáva časť z komplexnosti tohto životného prejavu rýb.

P1.3.2. Typy migrácií rýb v tokoch SR

1. Diadromné migrácie

Diadromné druhy rýb migrujú medzi „sladkou“ a „slanou“ vodou počas svojho života. V minulosti boli opísané tri typy diadromných migrácií, z ktorých na Slovensku sa vyskytujú len dva:

a) Anadromné

Anadromné ryby strávia väčšinu svojho života v „slaných“ vodách a vstupujú do sladkých vôd kvôli reprodukcii. Ikonickým príkladom sú mnohé druhy jeseterov, napríklad vyza veľká (*Huso huso*), či jeseter ruský (*Acipenser gueldenstaedtii*), pstruh morský (*Salmo trutta*).

b) Katadromné

Katadromne ryby trávia život do dosiahnutia pohlavnej dospelosti v sladkých vodách a následne podnikajú migračné ťahy do slaných vôd kvôli reprodukcii. Typickým príkladom je úhor európsky (*Anguilla anguilla*).

2. Potamodromné migrácie

Tento typ migrácií reprezentuje pohyb rýb medzi jednotlivými habitatmi v sladkých vodách. Môžu zahŕňať komplexné presuny po dĺžke toku (napríklad migrácie po prúde kvôli rozmnožovaniu, poprúdové migrácie) ako aj po šírke toku (napríklad migrácia do zaplavených území alebo z hlavného koryta do bočných ramien kvôli reprodukcii alebo kŕmeniu). Potamodromné ryby strávia celý svoj život v „sladkých“ vodách. Medzi potamodromné druhy rýb spadá väčšina ichtyofauny Slovenska, napr. mrena severná (*Barbus barbus*), nosál sťahovavý (*Vimba vimba*), hlavátka podunajská (*Hucho hucho*), podustva severná (*Chondrostoma nasus*), ale aj pleskáč vysoký (*Abramis brama*), jalec hlavatý (*Squalius cephalus*) a dokonca aj jeseter malý (*Acipenser ruthenus*).

Okrem typov migrácií je však možné rozdeliť pohyby rýb v toku aj podľa ich funkcie. Je veľmi dôležité zdôrazniť, že funkčné delenie potamodromných migrácií sa môže výrazne líšiť u jednotlivých životných foriem rýb. To znamená, že juvenil (mlaď), subadult (dospievajúci) alebo adult (dospelý jedinec) môžu vykazovať rovnaký typ migrácie v inom čase alebo v rozdielnej vzdialenosti. Funkčné delenie migrácií je nasledovné:

- 1) Reprodukčné migrácie
Z hľadiska zachovania populácie a druhu ide o najvýznamnejšie presuny na miesta, ktoré majú vhodné podmienky pre reprodukciu rýb a vývin rybej mlade. Sú spájané so zhromažďovaním zvyčajne väčšieho množstva jedincov oboch pohlaví. Reprodukčné migrácie sú zrejme jedným z ikonických životných prejavov rýb, nakoľko sú často pozorovateľné v tokoch aj voľným okom.
- 2) Potravové migrácie
Presuny, ktoré sa rádovo pohybujú od niekoľkých metrov, či desiatok metrov, ale môžu dosahovať aj niekoľko kilometrov po prúde alebo proti prúdu, ako aj presuny v celej šírke koryta, prípadne aj záplavového územia alebo ramennej sústavy, s cieľom získať potravu, alebo využiť lepšie dostupné zdroje potravy. Tieto migrácie sa môžu výrazne líšiť v čase, ale aj v závislosti od životného štádia ryby (juvenil, subadult, adult). Potravové migrácie často bývajú následkom zmeny prostredia. Môžu sa opakovať v rôznych cykloch, pre niektoré druhy aj v rámci 24 hodinového denného cyklu.
- 3) Únikové migrácie
Jedná sa o špecifické presuny, ktoré sú spojené s únikom pred nevyhovujúcimi podmienkami prostredia. V praxi môže ísť napríklad o presuny medzi jednotlivými habitatmi - napríklad v prípade poklesu prietoku sa ryby koncentrujú v hĺbočinách, ktoré im poskytujú vhodné podmienky pre prežívanie, ako aj migráciu do záplavových zón ako únikový mechanizmus pred nadmernými rýchlosťami vody v koryte. Pri poklese vody sa následne ryby zo záplavových oblastí sťahujú naspäť do koryta.
- 4) Okupačné migrácie
Presuny, ktoré sú spojené napríklad s návratom na známe miesta, alebo s prirodzeným rozširovaním populácie v toku. Objavovanie nového habitátu alebo rozširovanie populácie v toku môžu byť spojené hlavne s migráciami vyvolanými konkurenčnými priestorovými vzťahmi medzi organizmami. Môže ísť napríklad o obsadzovanie voľného habitátu z dôvodu zníženia vnútrodruhovej alebo aj mimodruhovej rivality (kompetície).
- 5) Každodenné migrácie
Tieto presuny sú spojené so zmenou aktivity jedincov v priebehu 24 hodinového cyklu. Rôzne druhy rýb môžu vykazovať zvýšenú aktivitu v inom čase dňa. Napríklad niektoré druhy rýb môžu byť aktívne cez deň (kapor), iné za súmraku (sumec, mieň). Každodenné migrácie môžu byť rozdielne aj pri životných štádiách ryby. Tieto presuny sú najjednoduchšie pozorovateľné najmä u juvenilov alebo u rýb, ktoré aj v dospelom veku dosahujú malých rozmerov. Každodenné pohyby sa dajú považovať za určitý podtyp migrácií, pretože sa často spájajú napríklad s hľadaním potravy a únikom pred predátormi. Typickým príkladom pre vertikálne pohyby môžu byť práve planktónožravé ryby, ktoré takýmito pohybmi v toku reagujú na pohyb svojho zdroja potravy.
- 6) Vývojové migrácie
Presuny, ktoré súvisia s rastom a vývojom jedinca. So zväčšujúcou sa veľkosťou jedinca sa menia jeho nároky na prostredie (hĺbka vody, rýchlosť prúdenia, veľkosť teritória a pod.). Najčastejšie sú tieto presuny u potomstva tých druhov rýb, ktoré sa rozmnožujú v horných úsekoch vodných tokov a postupne ako rastú, migrujú smerom po prúde, kde je tok vodnatejší a hlbší a poskytuje im vhodnejšie prostredie.
- 7) Kompenzačné migrácie
Presuny za účelom obnovenia pôvodného rozmiestnenia jedincov v dôsledku vysokých prietokov, alebo za účelom obnovy výskytu druhu po jeho vymiznutí z dôvodu znečistenia.
- 8) Sezónne migrácie
Presuny súvisiace s vyhľadávaním vhodných habitatov, napr. za účelom prezimovania (migrácia na zimoviská) a s tým súvisiace následné presuny po skončení zimného obdobia (typické pre ostriežovité a kaprovité druhy rýb).

P2.1. Biologická zonácia riek

P2.1.1. Rybie pásma

Znalosť interakcie medzi meniacimi sa abiotickými a biotickými faktormi v riekach umožňuje približné vymedzenie stanovišť typických ichtyocenóz - rozdelenie riek na zóny. Je však nutné poznamenať, že **hranice zón nemôžu byť chápané ako jednoznačná deliaca čiara**. Jednotlivé charakteristické spoločenstvá totiž plynulo prechádzajú z jedného do druhého a vytvárajú sa tak určité prechodné zóny, v ktorých môže byť druhové zastúpenie bohatšie. Rybie spoločenstvá sú v horných tokoch charakterizované hlavne hlaváčmi, pstruhom, mihulou a lipňom, v stredných tokoch prevažne mrenou a v dolných tokoch pleskáčmi.

Ichyocenózy riek sú charakterizované nielen indikátorovými druhmi rýb, ale aj ďalšími sprievodnými (eudominantnými) druhmi. Illies (1961) na základe tejto skutočnosti nahradil zavedenú všeobecne uznávanú nomenklatúru pre tečúce vody novou zonáciou, vychádzajúcou z asociovaných druhov vodných živočíchov. Rozdelil tečúce vody do dvoch hlavných kategórií na potoky (rhithron) a rieky (potamon), ktoré sú ďalej členené do troch skupín (Tab. č. 4).

Tabuľka. č. 4 Riečne zóny na Slovensku (podľa Illies, 1961, upravené)

horné pstruhové pásmo	epirhithral
dolné pstruhové pásmo	metarhithral
lipňové pásmo	hyporhithral
mrenové pásmo	epipotamal
pleskáčové pásmo	metapotamal

P2.1.2. Potenciálne prirodzená druhová skladba rýb podľa rybích pásiem

Pre stanovenie prirodzenej druhovej skladby ichtyofauny je potrebné komplexné posúdenie štruktúry z rôznych aspektov. Základným predpokladom správneho hodnotenia ichtyológmi je zohľadnenie nasledovných kritérií:

- zonácia rieky so stanovením potenciálneho druhového spektra,
- špecifickú druhovú skladbu ichtyocenóz v povodí predurčujú biogeografické aspekty,
- pri stanovovaní štruktúry prirodzenej ichtyofauny významne spolurozhodujú topografické podmienky toku,
- prítomnosť alebo absencia dostupného habitátu, ktorá môže výrazne ovplyvniť druhovú skladbu v toku.

HORSKÁ ZÓNA

Horné pstruhové pásmo > 600 m n. m., tvoria 3 druhy rýb – pstruh potočný (*Salmo trutta m. fario*), hlaváč pásoplutvý (*Cottus poecilopus*) a mihulka potočná (*Lampetra planeri*), endemická pre povodie rieky Poprad. Nad 800 m n.m. sú potoky prudkého bystrinného charakteru – Čutkovo, Kôprovský p., Tichý p., Mlynica, Malužiná, Bystrianka, Lomnistá, Studenec, Ždiarsky p., Stará voda. Od 600 – 800 m n. m. ide o vodnatejšie bystriny – Ipolčica, Boca, Gaderský p., Studený p., Poprad – Svit, Trnovec, Biely Váh, Smrečianka, Korytnica.

PODHORSKÁ ZÓNA

Dolné pstruhové pásmo 420 – 600 m n. m. pozostáva okrem vyššie uvedených druhov zo širšieho spektra prúdomilných (reofilných) rýb. Ichyofaunu rozširuje hlaváč bieloplutvý (*Cottus gobio*), čerebľa pestrá (*Phoxinus phoxinus*), slíž severný (*Barbatula barbatula*), lipieň tymianový (*Thymallus thymallus*), jalec maloústý (*Leuciscus leuciscus*) a ploska pásavá (*Alburnoides bipunctatus*). Rozlišujeme podľa charakteru toku „podhorský potok“ so šírkou 2 – 5 m, napr. Pružinka, Oščadnica, Čierňanka, Bystrica, Moštenica, Vajskovský p., Jaseniarsky p., Vlára, Súčianka, a priestrannejšiu „podhorskú rieku“, širokú 5 – 15 m, napr. horný Váh, Nitra, Hron, Rimava, Revúca, Belá – dolný tok, Turiec, Rajčanka, Bystrica – Riečnica.

Lipňové pásmo 300 – 600 m n. m. obývajú aj všetky druhy pstruhového pásma, ale lipeň tu prevláda nad pstruhom a hlaváč bieloplutvý nad hlaváčom pásoplutvým. Vo vrchnej časti podhorských riek žije hlavátka podunajská (*Hucho hucho*), jalec hlavatý (*Squalius cephalus*), podustva severná (*Chondrostoma nasus*), mrena severná (*Barbus barbus*) a nosál sťahovavý (*Vimba vimba*). Typická pre toto pásmo je podhorská rieka s výskytom lipňa a hlavátky – Orava (Kraľovany), Váh (Liptovský Hrádok), Hron (Brezno – Banská Bystrica), Poprad (Stará Ľubovňa), Hornád (Spišská Nová Ves) a Dunajec.

Mrenové pásmo 150 – 360 m n. m. tvoria v prevažnej miere stredné a dolné úseky slovenských veľkých riek a ich prítoky. Druhovú štruktúru lipňového pásma tu plynule prechádza do mrenového, kde ale prevládajú kaprovité reofilné druhy rýb – mrena, podustva, nosál, jalec hlavatý. V perejných úsekoch s dostatkom kyslíka sa vyskytuje aj hlavátka podunajská (*Hucho hucho*), hlboké tône a brehové výmole obýva sumec veľký (*Silurus glanis*). Ku sprievodným druhom sa zaraďuje hrúz škvrnitý (*Gobio gobio*) a belička európska (*Alburnus alburnus*). Ako typické sú v mrenovom pásme zaradené stredné toky Váhu, Hrona, Nitry, Slanej, Hornádu, Torysy s prítokmi, nepresahujúcimi dĺžku 8 – 15 km.

NÍŽINNÁ ZÓNA

Pleskáčové pásmo < 150 m n. m. tvoria dva typy tokov:

nížinný pleskáčový potok – je reprezentovaný menšími tokmi nížinného pásma a melioračnými kanálmi so šírkou do 10 m. Rybie spoločenstvá vykazujú pomerne vysokú diverzitu. Optimálne podmienky tu majú štika severná (*Esox lucius*), pleskáč malý (*Blicca bjoerkna*), čík európsky (*Misgurnus fossilis*), ovsienka striebriстая (*Leucaspis delineatus*), plž podunajský (*Cobitis elongatoides*) a lopatka dúhová (*Rhodeus sericeus*). Na Slovensku sa vyskytuje množstvo menších či väčších prítokov dolného Váhu, Hrona, Nitry, Moravy, Bodrogu, Ondavy, Laborca a Latorice nížinného charakteru, napr. Malina, Perc, dolné toky Krupinice, Štiavnice, melioračné kanály Podunajskej a Východoslovenskej nížiny.

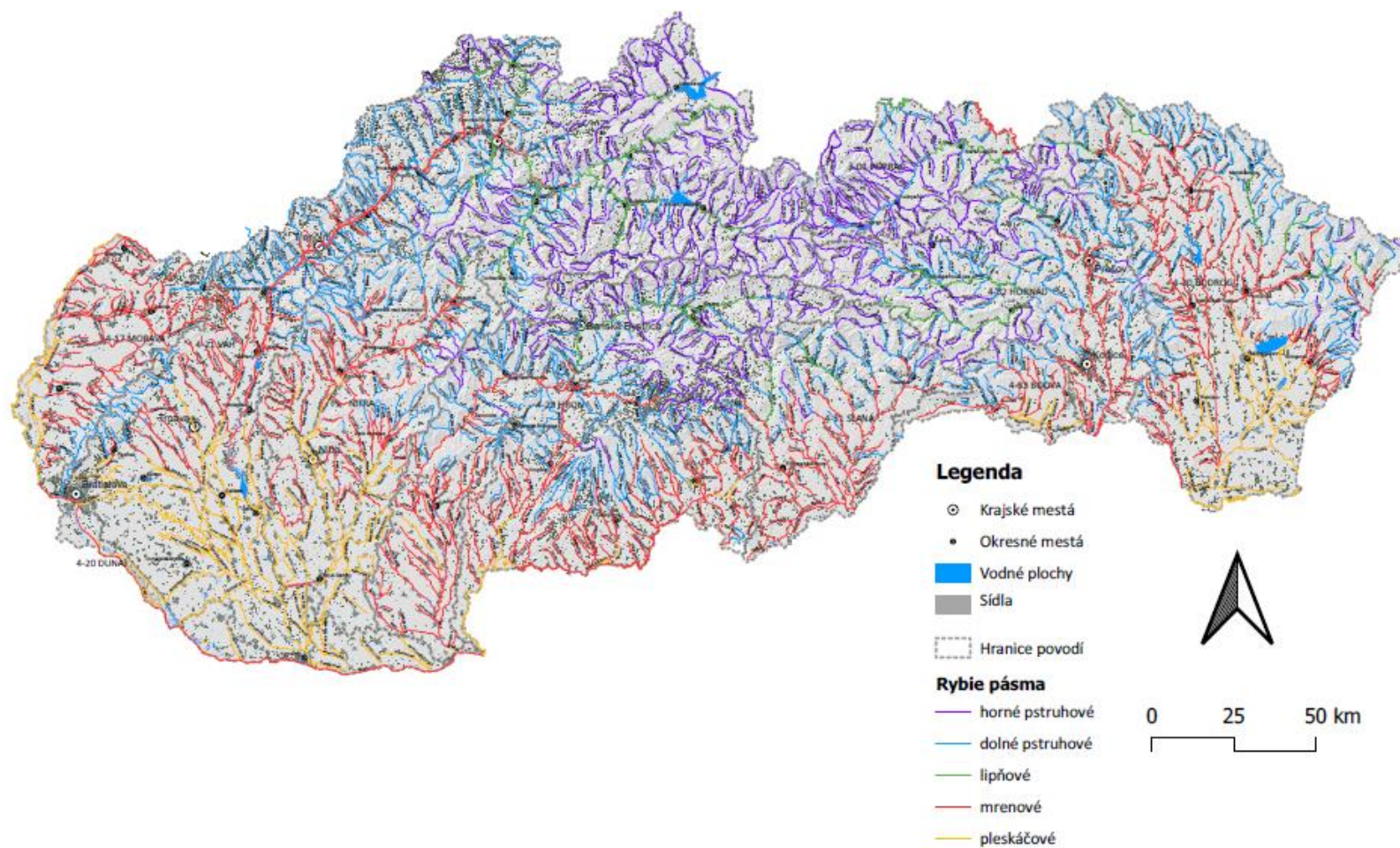
nížinná pleskáčová rieka – je tvorená dolnými tokmi veľkých slovenských riek so šírkou do 100 m. Ide o vysokoprodukčný reofilno-limnofilný biotop s vysokou diverzitou ichtyofauny. Okrem zástupcov mrenového pásma postupne nastupujú aj zástupcovia reofilov typu B, ktoré v rámci svojho životného cyklu využívajú aj bočné ramená – napr. pleskáč vysoký (*Abramis brama*), jalec tmavý (*Leuciscus aspius*) a boleň dravý (*Leuciscus aspius*). Spoločenstvo dopĺňujú aj limnofilné druhy kaprovitých rýb ako sú červenica ostrobruchá (*Scardinius erythrophthalmus*), lieň sliznatý (*Tinca tinca*) a sumec veľký (*Silurus glanis*). V spoločenstve nížinnej pleskáčovej rieky sa vyskytujú aj eurytopné druhy kaprovitých rýb, napr. kapor rybníčný (*Cyprinus carpio*). V určitých úsekoch toku môže byť silne zastúpený ostriež zelenkavý (*Perca fluviatilis*) alebo hrebenačka frkaná (*Gymnocephalus cernuus*). Typickými príkladmi sú dolné toky Váhu, Hrona, spodný úsek rieky Slaná na Slovensku, úsek rieky Tisa, a rieky Bodrog, Latorica, Laborec, Ipeľ po Lučenec a Uh.

RIEKA DUNAJ

Rieka Dunaj spolu s ústiami jej prítokov – rieky Moravy a rieky Váhu - predstavujú vysoko špecifické prostredie, ktoré nie je možné jednoznačne klasifikovať. Pre potreby metodiky je Dunaj zaradený do mrenového pásma. Dunaj však ponúka ichtyofaune široké spektrum habitatov. Unikátnou súčasťou Dunaja je aj sústava ramien, vďaka ktorej je možné v rieke pozorovať aj zástupcov limnofilných druhov v dostatočnej početnosti. Typické sú vo veľkom počte zastúpené kaprovité reofily typu A, ako sú mrena severná, podustva severná ako aj typu B, ako sú boleň dravý, pleskáč vysoký. Zároveň tu pristupujú aj zástupcovia pleskáčov – pleskáč siný (*Ballerus ballerus*) a pleskáč tuponosý (*Ballerus sapa*). Unikátnymi zástupcami sú napríklad hrebenačka pásavá (*Gymnocephalus schraetser*) a jeseter malý (*Acipenser ruthenus*). V minulosti boli v Dunaji a jeho väčších prítokoch prítomné aj ďalšie druhy anadrómnych jeseterov, napr. vyza veľká (*Huso huso*) a jeseter ruský (*Acipenser gueldenstaedtii*).

P2.1.3. Mapa rybích pasiem SR

Zaradenie vodných útvarov SR do rybích pasiem



Poznámka: Podrobná mapa a tabuľka rybích pasiem SR sa nachádza na <https://www.minzp.sk/voda/rybarstvo/zaradenie-vodnych-utvarov-podla-jednotlivych-povodi-do-rybich-pasiem.html>

P2.2. Spúšť'ache migrácie u rýb

1. Svetlo

Tento externý faktor možno vnímať na viacerých úrovniach. Napríklad v prípade dĺžky svetelného dňa súvisí najmä s reprodukčnými migráciami prostredníctvom fyziológie – teda hormonálnej aktivity u rýb. Hormonálna aktivita u rýb mierneho klimatického pásma je totiž riadená primárne svetelnou dĺžkou dňa (Lucas a Baras, 2001). Dĺžka svetelného dňa má samozrejme priamy vplyv aj na ostatné faktory, napríklad na teplotu vody, ktorá ma zase vplyv na množstvo rozpusteného kyslíka vo vode. Zároveň však je možné vplyv svetla na pohyby pozorovať aj v prípade už opísaných účelových migrácií. Napríklad v prípade vyhľadávania potravy môžu byť pohyby naviazané na určitú časť svetelného dňa.

2. Teplota vody

Ryby sú ektotermné organizmy, nedokážu si fyziologicky regulovať vlastnú telesnú teplotu. Ich telesná teplota teda závisí od okolitého prostredia. Jediný spôsob, akým si ryby môžu regulovať svoju telesnú teplotu, je v tomto prípade úniková reakcia – presun do habitátu s chladnejšou vodou. Teplota môže vystupovať aj ako sekundárny regulačný mechanizmus pre reprodukčné migrácie rýb. Napríklad v prípade, keď sú ryby pripravené na migráciu alebo reprodukciu, ale teplota vody ešte nedosahuje optimálne hodnoty. Optimálne hodnoty teploty pre začatie neresovej migrácie sú približne 6 – 10°C pre podustvu, 8 – 10°C pre lipňa, 8 – 12 °C pre hlavátku, 12 – 18°C pre mrenu, 10 – 12°C pre jesetera malého, 13 – 15°C pre pleskáča vysokého a 15°C pre jalca hlavatého.

3. Prietok

Meniace sa podmienky prietoku sú pre ryby jedným zo stimulov pre migráciu. Prietok je dôležitý z hľadiska migrácie rýb aj kvôli meniacim sa rýchlostiam prúdenia. Ako už bolo spomínané, ryby sa extrémnym prietokom zväčša vyhýbajú a neresové migrácie podnikajú spravidla až po prechode jarných povodňových prietokov. Zároveň však zmeny v prietoku môžu spôsobiť únikové migrácie s cieľom vyhľadať vhodný habitát pre prečkanie nepriaznivých suchých alebo povodňových podmienok. Vysoké jarné prietoky môžu očistiť alebo vytvoriť aj nové habitáty (napr. štrkové lavice s plytčinami) pre niektoré druhy rýb, ktoré ich môžu využiť pre reprodukciu. Tiež umožňujú niektorým druhom rýb dostať sa na neresiská v záplavovom území mimo koryta.

P2.3. Formuláre pre rôzne typy posúdenia súladu projektu s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR

P2.3A BIOLOGICKÉ ZADANIE A POSÚDENIE SÚLADU PROJEKTU* (DUR* DSP* DRS*/SZ* PS* VP*) alternatívne SÚLADU STAVBY*) S ICHTYOLOGICKÝMI POŽIADAVKAMI VYHLÁŠKY 383/2018 vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov A METODIKY MŽP SR pre projekt* (alternatívne pre stavbu*) celokorytového spriechodnenia - typy 1 a 2 v k.ú..... na toku v r.km

**nehodiace sa vymažte*

Formulár A podľa požiadaviek z vyhlášky a metodiky

Tučným písmom sú limity podľa vyhlášky alebo metodiky pre túto lokalitu.

Modrou je vyhodnotenie splnenia limitov vyhlášky alebo metodiky (splnené úplne, splnené čiastočne, ale prijateľne, nesplnené).

Červeným je odchýlka od limitu vyhlášky / metodiky (aj so zdôvodnením).

Článok 2 – ICHTYOLOGICKÉ PODKLADY PRE NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Čl.2.1. „Projektové“ RYBIE PÁSMO (pri typoch 1-odstránenie bariéry alebo 2-celokorytový sklz určí rybnie pásmo komisia pre spriechodnenie, zapíše ho ekologický dozor) : napr. „**splniť limity mrenového pásma** (podľa tab. č. 2 prílohy č. 1 vyhlášky, prípadne „...podľa súhrnnej tabuľky č. 2 metodiky 2023“)

Vyhodnotenie: napr.: „V projekte (alternatíva „na stavbe“) sú splnené všetky limity tohto pásma podľa tabuľky č. 2 prílohy č. 1 Vyhlášky“, prípadne „...podľa tabuľky č. 2 metodiky 2023“, prípadne s dovetkom : „...okrem mierneho prekročenia limitu ...napr. šírky, kvôli ... čomu..., čo však migráciu cieľových druhov neovplyvní.“

Čl.2.2. Cieľové DRUHY RÝB : (pri typoch 1 a 2 určí komisia pre spriechodnenie, podľa poznatkov správcu rybárskeho revíru, prípadne ŠOP)

Požadované individuálne limity najväčšieho cieľového druhu:

...druh... - jeho výška ...cm x 2 = limitná hĺbka vody min. ...cm pri minimálnom cieľovom prietoku, *vyhodnotenie:*

..... napr.: „V projekte splnené, aj počas Q_{270} je hĺbka ...cm,

jeho dĺžka ...cm x 2 = limitná šírka vodného priechodu min. ...cm pri minimálnom cieľovom prietoku *vyhodnotenie:*

..... napr.: „V projekte splnené, aj počas Q_{270} je šírka hladiny m.

Požadované individuálne limity najmenšieho a najmenej zdatného cieľového druhu:

Napr.: „Pre najmenšie najslabšie ryby vytvoriť príbrežnú plytkovodnú výstupovú trasu s rýchlosťou menšou ako $0,4 - 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ počas všetkých cieľových prietokov.“

Vyhodnotenie: napr.: „V projekte (alternatíva „na stavbe“) splnené, aj počas Q_{90} je pri brehu neprerušená plytčina s rýchlosťou menšou ako $0,4 - 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Čl.2.2. „Projektové“ PRIETOKY a HLADINY RIEKY (zistí projektant) počas CIEĽOVÝCH OBDOBÍ NAJPOČETNEJŠÍCH MIGRÁCIÍ (určí komisia pre spriechodnenie, podľa poznatkov správcu rybárskeho revíru, prípadne ŠOP):

-Napr. prednostne riešiť hladiny rieky počas jesenných neresových ťahov pstruhov, napr. október-november, čomu približne zodpovedajú prietoky napr. Q_{330} - Q_{180}

Alebo: prednostne riešiť hladiny rieky počas jarných neresových ťahov ostatných silných migrantov, napr. apríl-máj, čomu približne zodpovedajú prietoky napr. Q_{90} - Q_{180} .

-Všetky limity rýchlostí, hĺbky aj šírky treba splniť pri hladinách napr. od Q_{90} do Q_{270} . Ich splnenie dokladovať prislúchajúcimi výpočtami prietokov, hĺbok a prierezových rýchlostí, aj zakreslením hladín do priečných a pozdĺžnych rezov projektu spriechodnenia.

-Vyznačiť hladiny minimálneho a maximálneho cieľového prietoku napr. Q_{270} a Q_{90} v rezoch projektu (alternatíva na stavbe), najlepšie v profile horného stabilizačného prahu (nie je nutné pri type 1 Odstránenie bariéry)

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Článok 3 – NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Čl.3.1.7. NAJVHODNEJŠÍ TYP SPRIECHODNENIA - určenie poradia podľa §2, ods.3, 4 a 5 vyhlášky (podrobnejšie v čl.3.1.7 metodiky):

Napríklad: Prvoradé riešenie - odstránenie hornej časti migračnej bariéry až pod nové dno toku, prípadný rozdiel v dne pod a nad bariérou preklenúť celokorytovým sklzom s priečne preličeným profilom (miskovitým alebo trojuholníkovým). V prípade malej hĺbky pri Q_{270} je potrebné vložiť do širokého plytkého sklzu hlbšiu a užšiu kynetu s kapacitou napr. Q_{180} , pričom je vhodné jej meandrovité vlnenie v telese sklzu. Napr.: Vzhľadom na zregulovaný úsek toku je nutné zachovať pri spriechodnení (v rámci neho, alebo v doterajšom vývare) hĺbočinu ako dôležité útočisko rýb.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.4. a 3.2.6. Trvalý (obvyklý) prietok v rybovode : Pri celokorytových spriechodneniach nie je nutné riešiť, pokiaľ všetky prietoky rieky pretekajú spriechodnením.

Avšak na migračných bariérach s odberom vody (napr. pri derivačnej VE, pri rybníkoch...) je nutné okrem spriechodnenia stupňa na odbere vody **vyriešiť podľa Prílohy 3.2.6 odlákание rýb od ústia odpadového kanála do plytkého úseku pôvodného hlavného toku, tiež vyriešiť podľa Prílohy 3.2.4 aj prevedenie migrujúcich rýb cez plytký úsek pôvodného hlavného toku**, teda v hlavnej prúdnicu tu dosiahnuť dostatočný vodný stĺpec aj pre najväčší cieľový druh.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3. NÁVRH PRIRODZENÉHO VODNÉHO PROSTREDIA V KORYTE SPRIECHODNENIA

Čl.3.3.1. napr.: **Vytvoriť súvislý neprerušený vodný prúd. Na dolnom konci sklzu musí preto byť celý prietokový profil pri Q_{90} až Q_{270} ponorený pod príslušnú hladinu vo vývare.** Na prechode z hlbokého vývaru do celokorytového sklzu môže ichtyológ navrhnúť **strmú kamennú rampu** pre drobné dnové ryby a bentos. **Nepripustné sú: výrazný zvislý odskok dna, výrazný odskok hladiny (nad limit súhrnnej tab. 3 pre prevýšenie hladín v susedných bazénoch), balvanitá kaskáda vodopádikov s vodnou triešťou nepriechodnou pre ryby.**

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.2. NÁVRH RÝCHLOSTI prúdenia podľa súhrnnej tabuľky č. 2, a to podľa príslušnosti k projektovému rybiemu pásmu, napr.: Priemerná profilová rýchlosť max. $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ počas Q_{90} (dokladovať výpočtom alebo modelom)

Vyhodnotenie: vo výpočtovej prílohe projektu (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.2. Zároveň v celej dĺžke spriechodnenia musí byť výstupová plytkovodná prúdnicu s veľmi malými rýchlosťami vody pre najslabšie druhy a jedince rýb pod $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.3. NÁVRH PRIESTRANNOSTI vodnej cesty v spriechodnení (podľa Súhrnnej tabuľky č. 2 v článku 3.3.6, a to podľa príslušného rybieho pásma), napr. pre mrenové s $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$:

- **Hĺbka vody min. 45 cm.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- Zároveň výška vodného stĺpca musí byť aj počas Q_{270} väčšia ako 2-násobok výšky tela najväčšieho cieľového druhu ryby, napr. **min. 26 cm pre cieľovú mrenu vysokú 13 cm (dlhú 70 cm).** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- **Šírka hladiny min. 3 m.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- **V prípade hrozby malej hĺbky vody počas dolného cieľového prietoku rieky (napr. počas Q_{270}) je vhodné vložiť do širokého plytkého sklzu hlbšiu a užšiu kynetu s kapacitou napr. Q_{270} (alebo Q_{180} , v horšom prípade Q_{90} – tu sa stráca šírka toku), pričom je vhodné jej meandrovité zvlnenie v telese sklzu.**

Čl.3.3.5. NÁVRH PRÍRODNÉHO CHARAKTERU koryta spriechodnenia:

- **Preveriť možnosť odstránenia telesa migračnej bariéry, prípadne aj odstránenia opevnenia priľahlých brehov okolo spriechodnenia.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Podľa možnosti zachovať existujúcu úkrytovú hĺbočinu vývaru, ktorá je v zregulovanom úseku toku okolo migračnej bariéry ojedinelým sezónnym refúgiom rýb; kvôli tomu je vhodné po odstránení bariéry hĺbiť plynulé prepojenie dolnej a hornej hladiny smerom proti prúdu toku, a samotný hlboký vývar ponechať nezmenšený.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Nutné je miskovité priečne preliačenie koryta, vhodné sú aj sezónne obnažované biotopy kamenno-štrkových lavíc, na okrajoch zasypané hlinou pre prípadný bylinný porast. V prípade potreby vloženéj hlbšej a užšej kynety je vhodné jej zvlnenie v telese sklzu.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Dno na celej ploche spriechodnenia prírode blízke, výrazne členité (medzi kameňmi, kladenými na vzájomný dotyk, ponechať hlboké škáry, rozdiel medzi vrchom susedných kameňov 5 – 10 cm), napr. kamenno-štrkové, napr. z frakcie lomového kameňa, odolávajúcej aj povodňovým prietokom.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Dno dosypané kamenným presypom musí mať málo priepustný podklad, aby voda neodtekala popod povrch spriechodnenia. Ešte počas výstavby (po vytvorení súvislej kamennej vrstvy dna, poprípade aj po prvom napustení spriechodnenia), sa odporúča opakované presypanie prirodzeným a zároveň tesniacim materiálom, napr. zahlineným štrkopieskom.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Veľké vyčnievajúce balvany** (ako malé úkryty a oddychové rýchlostné tieny v bystrine), napríklad: musia vyčnievať nad okolité kamenné dno po hladinu Q_{90} , v šírke pri dne min. 40 cm, v pozdĺžnom rozstupe 4 m, striedavo na ľavej a pravej strane osi radu (nie v zákryte), jeden rad balvanov umiestniť medzi plytčinu a hĺbočinu, druhý do hĺbočiny.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- V prípade vloženej užšej a hlbšej kynety je po niekoľkých desiatkach metrov vhodná **oddychová bočná zátoka**, lokálne zdvojnásobujúca šírku bystriny v kynete: napr. o ďalšie 3 m, v dĺžke min. 3 m.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Zachovať** (nevypáliť) **jestvujúce brehové porasty stromov, krovin a vysokých močiarnych rastlín, čiastočne tieniacich tok.**

- **Zasypať** **okrajové kamenné opevnenia plytčín a brehov tenkou štrkovou a humusovou vrstvou, aby sa dosiahlo ich prirodzené zatrávnenie.**

- **Vysadiť** **trsy vysokých močiarnych rastlín priamo na okraj vodnej hladiny na úroveň cca Q_{270} do zazemnených medzier medzi kameňmi.**

- **Vysadiť** **nad vodnú hladinu dreviny, najlepšie stromy - cca na úroveň Q_{100} , aby jednotlivé dolné časti kmeňov výrazne neprekážali ani veľkej povodni.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.6. SÚHRNNÁ TABUĽKA Č. 2, dôležité usmernenie *2:

V prípade určenia veľmi nízkeho cieľového prietoku platí núdzové pravidlo: hĺbka vody v spriechodnení nesmie byť menšia ako hĺbka vody v prírodnom koryte toku pod alebo nad spriechodnením (pri rovnakom prietoku). *Vyhodnotenie: splnené / nesplnené*

Čl.3.4.1. Pevne inštalovať **vodomernú latu s vyznačením minimálnej a maximálnej cieľovej hladiny celokorytového bystrinného sklzu – typ 2 (pre vizuálne kontroly ŠOP alebo užívateľa rybárskeho revíru počas najpočetnejších ťahov rýb).** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

Článok 4 - KONTROLA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA SPRIECHODNENIA, JEHO MONITOROVANIE A ÚDRŽBA (aj podľa § 8 vyhlášky) – treba požadovať v konaniach:

Čl.4.1. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS VÝSTAVBY

- **Kontrola** **zapracovania technických a biologických požiadaviek pre výstavbu do všetkých stupňov projektovej dokumentácie spriechodnenia.** *Vyhodnotenie bolo vykonané v tomto posúdení: požadované nápravne opatrenia boli splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené.*

- **Zabezpečiť** **ekologický dozor počas celej výstavby spriechodnenia odborne spôsobilou osobou - treba dať ako požiadavku do stavebného povolenia. Na záver výstavby vydáva ekologický dozor „Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“.**

- **Pred ukončením výstavby zabezpečiť** **hydrometrické merania a nastavenia prúdenia vody (nemusia byť vykonávané na potokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pokiaľ inak nerozhodne komisia pre spriechodnenie) – má to byť súčasť/subdodávka ekologického dozoru výstavby**

Čl.4.2. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS PREVÁDZKY

- **Vykonávať** **operatívnu údržbu spriechodnenia tak, aby trvale plnilo všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru – treba dať ako požiadavku do manipulačného poriadku**

(Ichtologické monitorovanie spriechodnenia typu 1 a 2 nie je potrebné vykonať.)

Záverečné posúdenie súladu projektu (alternatíva stavby) s vyhláškou a metodikou MŽP SR

Napr.: Existujúca migračná bariéra zvislého cca 1-metrového stupňa v rkm ... toku ... bude (alternatíva: bola) podľa projektu odstránená až po nové dno toku. Zostatkový výškový rozdiel medzi dnom pod a nad stupňom bude (alternatíva: bol) spojený celokorytovým sklzom bez celoplošného betónového spevnenia kamenného dna.

Projekt (alternatíva: stavba) **splnil všeobecné prietokové, rýchlostné, šírkové, aj hĺbkové limity spriechodnenia pre miestne ... rybie pásmo podľa vyhlášky 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov a metodiky MŽP SR, ako aj individuálne limity pre všetky tunajšie druhy rýb.**

Projekt odstránenia migračnej bariéry rýb a jej nahradenia celokorytovým kamenným sklzom na toku ... v rkm ... odporúčam na realizáciu, s požiadavkou následného primeraného splnenia podmienok z článku 4.1 metodiky MŽP SR a §8 vyhlášky 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, teda:

- zapracovať biologické požiadavky vyhlášky 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov n a metodiky MŽP SR do prípadných ďalších realizačných stavebných projektov spriechodnenia,
- zabezpečiť špecializovaný ekologický dozor odborne spôsobilou osobou počas celej výstavby spriechodnenia, so zameraním na ... (napr. zachovanie existujúcich brehových drevín mimo záberu, na správne napojenie vrchnej a spodnej časti sklzu na cieľové hladiny a dno, na dôsledné vytvorenie súvislej hĺbočiny aj plytkovodných okrajov koryta, na správne osadenie oddychových/brzdiacich skál, ...),
- pred ukončením stavby zabezpečiť hydrometrické merania a nastavenia prúdenia vody spôsobilou osobou v oblasti hydrauliky,
- po ukončení stavby vypracovať písomný protokol „Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“.

Alternatíva pre posúdenie stavby:

Stavbu odstránenia migračnej bariéry rýb a jej nahradenia celokorytovým kamenným sklzom na toku ... v rkm ... odporúčam na skolaudovanie a uvedenie do prevádzky, s požiadavkou následného primeraného splnenia podmienky z článku 4.2 metodiky MŽP SR a vyhlášky 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, teda:

- uložiť prevádzkovateľovi spriechodnenia povinnosť vykonávať operatívnu údržbu spriechodnenia tak, aby trvale plnilo všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru.

Vypracoval: podpis..... miesto..... dátum.....

Prílohy: (alternatíva pre biologické zadanie)

Ortofotomapa bariéry projektovanej na spriechodnenie, s vyznačením približnej lokalizácie spriechodnenia:

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie – pohľad z brehu na bariéru, aj na dolnú a hornú hladinu, s vyznačením približnej lokalizácie spriechodnenia:

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie – pohľad z dolnej hladiny s vyznačením približnej lokalizácie spriechodnenia:

Prílohy: (alternatíva pre posúdenie projektu)

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie:

Biologicky dôležité výrezy z posudzovaného projektu (zmenšeniny):

Pozdĺžny rez spriechodnením (napr. s hladinami pri Q_{90} a Q_{270}):

Situácia spriechodnenia (napr. s dvoma radmi vyčnievajúcich kameňov):

Vzorový priečny rez plynulého celokorytového prepojenia medzi horným a dolným prírodným dnom toku, napr. s hladinami pri Q_{90} , Q_{270} a s vyčnievajúcimi kameňmi:

Prílohy: (alternatíva pre zrealizovanú stavbu):

Foto celokorytového bystrinného spriechodnenia – celkové pohľady proti prúdu, po úsekoch, od dolného vstupu po horný výstup rýb, detaily pokojného prúdenia v kľúčových/rizikovejších miestach spriechodnenia

**P2.3B BIOLOGICKÉ ZADANIE A POSÚDENIE SÚLADU PROJEKTU* (DUR* DSP* DRS*/SZ* PS* VP*)(alternatívne SÚLADU STAVBY*) S ICHTYOLOGICKÝMI POŽIADAVKAMI VYHLÁŠKY 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov A METODIKY MŽP SR pre projekt* (alternatívne pre stavbu*) vnútrokorytovej bystrinnej rampy - typ 3*, (alternatívne obtokového bystrinného obtokového biokoridoru - typ 4*)
v k.ú..... na toku v r.km**

*nehodiace sa vymažte

Formulár B podľa požiadaviek z vyhlášky a metodiky

Tučným písmom sú limity podľa vyhlášky alebo metodiky pre túto lokalitu.

Modrou je vyhodnotenie splnenia limitov vyhlášky alebo metodiky (splnené úplne, splnené čiastočne, ale prijateľne, nesplnené).

Červeným je odchýlka od limitu vyhlášky / metodiky (aj so zdôvodnením).

Článok 2 – ICHTYOLOGICKÉ PODKLADY PRE NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Čl.2.1. „Projektové“ RYBIE PÁSMO (pri typoch 3 alebo 4 určí ichtyológ podľa výsledkov ichtyologického prieskumu): napr. „**splniť limity mrenového pásma** (podľa tab. č. 2 prílohy č. 1 vyhlášky, prípadne „...podľa súhrnnej tabuľky č. 2 metodiky 2023“)

Vyhodnotenie: napr.: „V projekte (alternatíva „na stavbe“) sú splnené všetky limity tohto pásma podľa tabuľky č. 2 prílohy č. 1 Vyhlášky“, prípadne „...podľa tabuľky č. 2 metodiky 2023“, prípadne s dovetkom : „...okrem mierneho prekročenia limitu ...napr. šírky, kvôli ... čomu..., čo však migráciu cieľových druhov neovplyvní.“

Čl.2.2. Cieľové DRUHY RÝB: (pri typoch 3 alebo 4 určí ich zoznam ichtyológ v správe z ichtyologického prieskumu podľa vyhlášky a článku 2.4 metodiky)

Požadované individuálne limity najväčšieho cieľového druhu:

napr. „**vytvoriť vodné prostredie pre všetky cieľové druhy, vrátane tunajšieho najväčšieho**“ napr. pre mrenu **dĺhú 60 cm, vysokú 11 cm, širokú 7 cm**“ (rozмеры podľa tabuľky rozmerov rýb v prílohe metodiky, prípadne korigované podľa ichtyoprieskumu) **musí byť vodný prúd počas Q_{270} po celej trase hlboký min. 22 cm, široký min. 120 cm.**

Požadované individuálne limity najmenšieho a najmenej zdatného cieľového druhu:

napr.: „**Pre najmenšie a najslabšie ryby vytvoriť príbrežnú plytkovodnú výstupovú trasu s rýchlosťou menšou ako $0,4 - 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ počas všetkých cieľových prietokov**

Vyhodnotenie: napr.: „V projekte (alt. „na stavbe“) splnené, aj počas Q_{90} je pri brehu neprerušená plytčina s rýchlosťou menšou ako $0,4 - 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.“

Čl.2.2. „Projektové“ PRIETOKY a HLADINY RIEKY (zistí projektant) počas CIEĽOVÝCH OBDOBÍ NAJPOČETNEJŠÍCH MIGRÁCIÍ (určí ichtyológ):

-Např. **prednostne riešiť hladiny riek počas jesenných neresových ťahov pstruhov**, např. október - november, čomu približne zodpovedajú prietoky např. Q_{330} - Q_{180}

Alebo: **prednostne riešiť hladiny riek počas jarných neresových ťahov ostatných silných migrantov**, např. apríl - máj, čomu približne zodpovedajú prietoky např. Q_{90} - Q_{180}

-**Všetky limity rýchlosti, hĺbky aj šírky treba splniť pri hladinách** např. od Q_{90} do Q_{270} . Ich splnenie dokladovať prislúchajúcimi výpočtami prietokov, hĺbok a prierezových rýchlostí, aj zakreslením hladín do priečných a pozdĺžnych rezov projektu rybovodu.

-**Vyznačiť hladiny minimálneho a maximálneho cieľového prietoku** např. Q_{270} a Q_{90} v rezoch projektu (alternatíva na stavbe), najlepšie v profile horného vtokového stabilizačného prahu.

Vyhodnotenie: v projekte (alt. na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Článok 3 – NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Čl.3.1.7. NAJVHODNEJŠÍ TYP SPRIECHODNENIA - určenie poradia podľa §2, ods.3, 4 a 5 vyhlášky (podrobnejšie v čl. 3.1.7. metodiky):

Například: **Celokorytové spriechodnenie bolo komisiou neodporučené z dôvodov** Komisia odporučila druhé najlepšie riešenie: **Vnútrokorytová bezprepážková rampa, prírodného charakteru, s preliačeným prierezom.**

Vyhodnotenie: v projekte (alt. na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2. NAVEDENIE RÝB:

Čl.3.2.1.2. pre bariéry bez vodnej elektrárne: Dolný výtok z rybovodu umiestniť rybám „do cesty“ – teda v línii bariéry alebo tesne (do 10 m) pod migračnú bariéru resp. pod zónu nepriechodnej búrlivej a spenenej vody, a to buď do okraja hlavného prúdu rieky, vytekajúceho z bariéry, alebo do zhromažďovacieho miesta rýb oddychujúcich pod migračnou bariérou.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.1.3. pre bariéry s vodnou elektrárnou: Dolný výtok z rybovodu pri MVE/VE umiestniť podľa pravidiel z prílohy 3.2.1: do odtokového kanála VE hneď pod výtokom z turbín, najlepšie do 10 m, na okraji dominantného prúdu, ale už pod zónu spenenej vody, vodných valcov a búrlivého prúdenia (prípadne priamo v krídle hate, v tesnej blízkosti krídla hate...) – podľa správy ichtyológa, na širokej bariére aj podľa 2D hydraulického modelu.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.2. Napr.: Kvôli veľmi širokej bariére výrazne nad 100 m a viacerým vábiacim prúdom v rieke je nutné vybudovať druhý doplnkový rybovod, napr. na opačnom brehu, napr. v strede bariéry podľa Prílohy 3.2.2.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.3. Napr.: Trasa obtokového rybovodu musí vychádzať z miesta dolného vstupu (spravidla z vývaru), a ďalej podľa možnosti zvlnenou trasou cez disponibilné pobrežné pozemky ... nad bariéru (podľa článku 3.4.2), a to aspoň 10 m nad priepad/výtok vody cez/pod bariéru.

Alternatíva: V prípade bariéry s vodnou elektrárnou sa trasa rybovodu vyberá podľa Prílohy 3.2.3.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.3. Napr.: Vzhľadom na zregulovaný úsek toku je nutné zachovať hĺbočinu vývaru ako dôležité útočisko rýb.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.4. Trvalý (obvyklý) prietok v rybovode : ... $l \cdot s^{-1}$ (podľa tab. 1 prílohy 1 vyhlášky 383/2018, resp. Súhrnnej tabuľky č. 1 v čl. 3.2.8. metodiky), zároveň musí naplniť koryto rybovodu na hĺbku a šírku potrebnú pre tu žijúce cieľové druhy rýb (podľa Súhrnných tabuliek č. 2 a 3 z článku 3.3.6), zároveň prúd vytekajúci z rybovodu má byť podľa možností citeľný ešte 1 - 2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky.

Alternatíva: Na migračných bariérach s odberom vody (napr. pri derivačnej VE) je nutné okrem spriechodnenia stupňa na odbere vody vyriešiť podľa Prílohy 3.2.4 aj prevedenie migrujúcich rýb cez plytký úsek pôvodného hlavného toku, teda v hlavnej prúdnici tu dosiahnuť vodný stípec aspoň na úroveň požiadaviek Súhrnnej tabuľky 2, a s tým súvisiace opatrenia.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.5. (aj v tab. 1 prílohy 1 vyhlášky): Občasné zvýšenie navádzacieho prietoku v dolnom výtoku z rybovodu (len pri type 3, 4, 6, 7, 8, 9, len v problematických obdobiach a lokalitách, vždy pri rybovode na opačnom brehu ako je VE) - ichtyológ navrhne: dynamické navýšenie z jalového prepadu o 0 až ... $l \cdot s^{-1}$ (podľa prílohy 3.2.5.1).

Len v prípade reálnych možností prevádzkovateľa: kombinovať s formou konštantného navýšenia o ... $l \cdot s^{-1}$ počas doby najpočetnejších migrácií napr. v apríli (podľa prílohy 3.2.5.2).

Iným riešením môže byť čerpadlo alebo tryska vytvárajúca v ústí spriechodnenia prídavný vábiaci prúd citeľný ešte 1 - 2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky. V tomto prípade je možné použiť aj menší prietok a vodu z toku pod bariérou.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.6. (aj v tab. 1 prílohy 1 vyhlášky): Lákajúci vodopádik v rieke pri výtoku z rybovodu (najmä na bariérach širších ako 20 m):

napr.: Prietok cca $30 l \cdot s^{-1}$ nasmerovať zvislo priamo do stredu prúdu vytekajúceho z rybovodu, nie do koryta rybovodu, ale až do koryta rieky cca 1 m od jej brehu, t. j. do miesta, kde sa budú môcť vibrácie čo najviac nerušene šíriť do vodného priestoru rieky pod migračnou bariérou. Z konca potrubia, z výšky napr. 1 m nad tokom počas Q_{180} , by mal prúd striekať zvislo do rieky (nie kropiť hladinu oblúkom), aby vytvoril čo najväčší zvukový efekt s následnými vibráciami, a aby vytvoril vo vode aj spenený bublinkový útvar s výrazne viditeľným optickým efektom, lákajúcim ryby. Po priplávaní k nemu by ryby už mali na svojom tele zaciťiť vytekajúci prúd vody z rybovodu.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.6.: Navádzací prah v rieke pri výtoku z rybovodu:

napr. z veľkých stabilných balvanov, pôdorysne šikmý v uhle 45°, napojený na okraj výtoku z rybovodu, vyvýšený nad dno rieky po hladinu Q_{180} , prepádajúca voda má dopadať nie do hĺbočiny, ale na druhý nižší rad kameňov, vyčnievajúcich po hladinu, vytvárajúcich nepriechodnú vodnú triešť, koruna prahu zvýšená o ... cm v polovici rieky protiaľhle k rybovodu, aby koncentrovala prietok rieky viac do polovice rieky priľahlej k rybovodu.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.6.: Na migračných bariérach s odberom vody do derivačnej VE alebo do rybníkov je nutné **priečnym prahom podľa Prílohy 3.2.6 skoncentrovať prietok z málovodného úseku pôvodného hlavného toku na stranu výtoku** z odpadového kanála VE alebo z rybníkov, a tým odlákať časť rýb od ústia odpadového kanála VE do plytkého úseku pôvodného hlavného toku.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.7. Zúženie prietochného profilu v ústí rybovodu:

Skoncentrovať/zúžiť prúd vytekajúci z bezprepážkového obtokového biokoridoru, napr. plynulo zúžiť koryto, alebo napr. vytvoriť na samom konci na kontakte s riekou priečnu prepážku prerušenú širokým štrbinovým otvorom od hladiny až po dno, dostatočne širokým a hlbokým pre tunajšie ryby.

Rýchlosť vodného prúdu opúšťajúceho rybovod má byť väčšia ako $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3. NÁVRH PRIROZENÉHO VODNÉHO PROSTREDIA V KORYTE SPRIECHODNENIA

Čl.3.3.1. napr.: Vytvoriť súvislý neprerušený vodný prúd. Na dolnom konci rampy alebo obtoku musí preto byť celý prietokový profil pri Q_{90} až Q_{270} ponorený pod príslušnú hladinu vo vývare. Nepripustné sú: výrazný zvislý odskok dna, výrazný odskok hladiny (nad limit súhrnnej tab. 3 pre prevýšenie hladín v susedných bazénoch), balvanitá kaskáda vodopádikov s vodnou triešťou nepriechodnou pre ryby. V prípade nevyhnutného odskoku dna, napr. na prechode z hlbokého vývaru do vnútrókorytovej rampy, môže ichtyológ navrhnúť pre cieľové malé dnové druhy rýb a bentos strmú kamennú rampu.

Vyhodnotenie: v pozdĺžnych rezoch projektu (alt. na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.2. Návrh rýchlosti prúdenia podľa súhrnnej tabuľky č. 2, a to podľa príslušnosti k projektovému rybiemu pásnu, napr.: **Priemerná profilová rýchlosť max. $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ počas Q_{90} (dokladovať výpočtom, najlepšie 2D modelom).**

Vyhodnotenie: vo výpočtovej prílohe projektu (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.2. Zároveň v celej dĺžke spriechodnenia musí byť výstupová plytkovodná prúdnicca s veľmi malými rýchlosťami vody pre najslabšie druhy a jedince rýb menšími ako $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Vyhodnotenie: v projekte (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.3. NÁVRH PRIESTRANNOSTI vodnej cesty v spriechodnení (podľa Súhrnnej tabuľky č. 2 v článku 3.3.6, a to podľa príslušného rybieho pásma), napr. pre mrenové s $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$:

- **Hĺbka vody min. 45 cm.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- Zároveň výška vodného stĺpca musí byť aj počas Q_{270} väčšia ako 2-násobok výšky tela najväčšieho cieľového druhu ryby, napr. **min. 26 cm pre cieľovú mrenu vysokú 13 cm (dlhú 70 cm).** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- **Šírka hladiny min. 3 m.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- **Zaručiť dostatočné svetelné podmienky migračného koridoru** – vylúčiť úzke profily, potrubia, použitie premostenia, veľké rámové priepusty, bočné a vrchné presvetlenia.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.5. NÁVRH PRÍRODNÉHO CHARAKTERU koryta bystrinného rybovodu:

- **Podľa možnosti zachovať existujúcu úkrytovú hĺbočinu vývaru, ktorá je v zregulovanom úseku toku okolo migračnej bariéry ojedinelým sezónnym refúgiom rýb; kvôli tomu je v prípade vnútrókorytovej bystrinnej rampy vhodné po odstránení napr. štvrtiny bariéry, hĺbiť plynulé prepojenie dolnej a hornej hladiny smerom proti prúdu toku, a samotný hlboký vývar ponechať nezmenšený.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Nutné je miskovité priečne preliačenie koryta.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Dno na celej ploche spriechodnenia urobiť prírode blízke, výrazne členité, medzi kameňmi, kladenými na vzájomný dotyk ponechať hlboké špáry, rozdiel medzi vrchom susedných kameňov 5 – 10 cm. Pri type 3 napr. dno kameno-štrkové, z frakcie lomového kameňa, odolávajúcej aj povodňovým prietokom.

Alternatíva: Pri obtokovom type 4 v úsekoch mimo dosahu povodne ponechať len prirodzený, bagrovaním obnažený substrát, napr. štrkovo-hlinitý. Len v rizikových alebo eróziou ohrozených úsekoch (napr. pri vtoku, výtoku, v nárazových brehoch, pod premosteniami) spevniť dno (najlepšie len kameňom). V prípade potreby utesniť úseky, kde hrozí veľká strata/vsak vody, vhodným tesniacim podkladom (napr. ílovým, fóliovým, betónovým).

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Veľké vyčnievajúce balvany (ako malé úkryty a oddychové rýchlostné tienie v bystrine), napríklad: musia vyčnievať nad okolité kamenné dno po hladinu Q_{90} , v šírke pri dne min. 40 cm, v pozdĺžnom rozstupe 4 m, striedavo na ľavej a pravej strane osi radu (nie v zákryte), jeden rad balvanov umiestniť medzi plytčinu a hlbčinu, druhý do hlbčiny.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Oddychová bočná zátoka, lokálne zdvojnásobujúca šírku bystrinného spriechodnenia: napr. o ďalšie 3 m, v dĺžke min. 3 m.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Výraznú členitosť zvislých betónových návodných stien rybovodu (aj/najmä pod vodnou hladinou) vytvoriť pomocou matrice imitujúcej členitý kameň, zabezpečujúcej aj zdrsnenie povrchu a spomalenie okrajových prúdnic.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Zachovať (nevypíliť) brehovú porasty stromov, krovin a vysokých močiarnych rastlín, ktoré budú lemovať a čiastočne tieniť vnútrokorytovú alternatíva: obtokovú bystrinu.

Pri vnútrokorytovej bystrine:

-Nad vodnú hladinu rampy vysadiť dreviny, najlepšie stromy (podľa ŠOP SR) - cca na úroveň Q_{100} , aby jednotlivé dolné časti kmeňov výrazne neprekážali ani veľkej povodni.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

-Pri obtokovej bystrine:

- Brehy obtokovej bystriny (biokoridoru) neopevňovať betónom a podľa možnosti ani kameňom, ale ponechať na nich humusovú vrstvu na prirodzené zatrávenie/zarastenie.

-Vysadiť nad vodnú hladinu obtokovej bystriny (biokoridoru) dreviny – stromy aj kry prirodzeného druhového zloženia (podľa ŠOP SR).

- Strmé brehy v hlbokom záreze v dolnej časti obtokového biokoridoru spevniť kameňom alternatíva: drôtokamennými konštrukciami. Tieniace stromy vysadiť na hornej hrane strmého brehu.

- V hornej menej hlbokoj časti obtokového biokoridoru vysadiť tesne (do pol metra) nad vodnú hladinu vlhkomilné miestne druhy stromov aj krovin.

- Pri križovaní obtokového biokoridoru s protipovodňovými hrádzami je potrebné v priestranom rámovom priepuste vytvoriť rovnako široké a hlboké koryto, aj rovnako tvarované a rovnako prírode blízke ako v ostatných častiach biokoridoru.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.6. SÚHRNNÁ TABUĽKA Č. 2, dôležité usmernenie *2:

V prípade určenia veľmi nízkeho cieľového prietoku platí núdzové pravidlo: hĺbka vody v spriechodnení nesmie byť menšia ako hĺbka vody v prírodnom koryte toku pod alebo nad spriechodnením (pri rovnakom prietoku). *Vyhodnotenie: splnené / nesplnené*

Čl.3.4.1. ZABEZPEČENIE POŽADOVANÉHO PRIETOKU:

- Vypočítať a navrhnuť trvalý prietok dostatočne veľký pre naplnenie rybovodu.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Osadiť hladinomer na nepretržitú kontrolu trvalého prietoku a trvalého naplnenia obtokovej bystriny (pre typ 4).

Pevne inštalovať vodomernú latu s vyznačením minimálnej a maximálnej cieľovej hladiny vnútrokorytovej bystrinnej rampy (pri type 3 - pre vizuálne kontroly ŠOP alebo užívateľa rybárskeho revíru počas najpočetnejších ťahov rýb). Alternatíva: tiež pre bazénový obtok, chránený pred častými povodňami, pri malom potoku.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Horné hradenie vtokového otvoru (ak hrozí, že počas veľkých vôd v priebehu cieľových prietokov jarnej migrácie rýb budú vznikať v umelom koryte rybovodu opakované prevádzkové problémy)

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Vtokový otvor do rybovodu musí mať kvôli zabezpečeniu trvalého prietoku projektovanú hornú hranu pod dolnou cieľovou hladinou toku (napr. pod Q_{270}), alternatíva: pod minimálnou prevádzkovou hladinou vody v zdrži nad migračnou bariérou.

Otvor má byť súčasťou plynulého dna a hladiny rybovodu (nevytvárať výrazný odskok dna ani hladiny) a má splniť limity pre šírku a hĺbku vody v priechodovom otvore vtokovej prepážky zo súhrnnej tabuľky č. 3 z článku 3.3.6.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Upchatie vtokových otvorov predísť inštaláciou hrablic so svetlosťou cca 10 cm a v prípade potreby aj inštaláciou predsunutého plávajúceho hradenia alebo nornej steny. Hrablice musia byť predstavané min. 0,3 – 0,5 m pred vtokový otvor tak, aby sa ani pri čiastočnom zanesení hrablic neupchal a neznižoval prietok v rybovode. Aj pri upchatí hrablic konármi majú byť obtekané vodou z bokov, aj zospodu - teda nesmú siahať až po dno.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Do manipulačného poriadku uložiť povinnosť prevádzkovateľa kontrolovať a čistiť vtok do rybovodu pred každým cieľovým migračným obdobím rýb a po prejdení každého veľkého (korytotvorného) prietoku. *Treba dať ako podmienku do záverečného posúdenia súladu s MŽP SR.*

- Sezónny navádzací prietok musí mať celý osobitný vtokový otvor navádzacieho prietoku pod dolnou cieľovou hladinou rieky. *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- Pozdĺžny múrik proti bočnému preliatiu veľkých vôd do časti rybovodu, podľa možnosti až do výšky stanoveného horného cieľového prietoku (napr. do Q_{90} , do Q_{60} a pod., pre ochranu pokojnej vodnej cesty).

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Vtokový objekt s viacerými vtokovými otvormi, osadenými v rôznej výškovej úrovni v rôznych miestach klesajúceho rybovodu (pre rybovody na priehradách alebo zdržiach s veľkým rozkolísaním hornej hladiny až niekoľko metrov). Na pokyn hladinovej automatiky treba vpúšťať vodu optimálne vždy do príslušného rovnako výškovo položeného úseku rybovodu. Celý vtokový objekt musí spĺňať limity rozmerov, rýchlostí a prevýšení hladín podľa súhrnných tabuliek č. 1 a č.3.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.4.2. ZABEZPEČENIE PROTIPRÚDOVEJ AJ POPRÚDOVEJ MIGRÁCIE RÝB PRI VTOKU RYBOVODU

- Horný výstup rýb vzdialený min. 10 m nad priepadom vody / výtokom popod konštrukciu.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Husté hrablice na vtoku do turbín so svetlosťou medzi prútni cca 2,5 cm na ochranu rýb pred vplávaním do turbín, prípadne aj umiestnenie elektrických, akustických a stroboskopických plašičov v zdrži, ešte v zóne s bezpečnou rýchlosťou vody, ktorá je ešte pre ryby úniková (menej ako $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), podľa možnosti tak, aby pri poprúdovej migrácii odkláňali ryby zo zdrže ku hornému vtoku do rybovodu.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Zabezpečiť prepádanie rýb cez hať alebo cez čiastočne sklopenú hať (pri veľkých prietokoch) tak, aby ryby padali priamo do hlbokého vývaru, nie na betón. Hĺbka má tvoriť minimálne 1/4 výšky prepadu cez hať. V takomto prípade ponechať prelievanie stĺpca vody v hrúbke min. 3 – 5 cm ponad hať (kvôli poprúdovej migrácii - musí zväziť ichtyológ, aj vzhľadom na možný mýliaci signál prepádajúcej vody pre ryby plávajúce pod haťou). Vakové hate pri čiastočnom spustení vaku nespĺňajú požiadavku na bezpečnú poprúdoú migráciu rýb.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Na veľkej nádrži (teda vyše 100 metrov širokej, niekoľko metrov hlbokoj a niekoľko kilometrov dlhej) má byť optimálny výstup rýb v mieste s relatívne citelným prúdením (alebo v jeho blízkosti do cca 50 m), aby ryby vedeli čo najskôr nájsť jednoznačný smer ďalšej migrácie. Alternatíva: Rybovod predĺžiť popri brehu nádrže proti toku až do zúženej časti nádrže, kde už slabá prúdnica pod vodou existuje. Ak to nie je realizovateľné, presmerovať rybovod do zatopenej nevýraznej prúdnice, ktorá pretrváva v zatopenom bývalom koryte rieky nad priehradným múrom.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Vyhradiť hať počas obdobia predpokladanej najpočetnejšej poprúdovej migrácie rýb (v prípade odôvodnenej potreby to určí ichtyológ v spolupráci s projektantom a prevádzkovateľom hate - požiadavka do manipulačného poriadku). *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

Článok 4 - KONTROLA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA SPRIECHODNENIA, JEHO MONITOROVANIE A ÚDRŽBA

(aj podľa § 8 vyhlášky) – treba požadovať v konaniach:

Čl.4.1. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS VÝSTAVBY

- Kontrola zapracovania technických a biologických požiadaviek pre výstavbu do všetkých stupňov projektovej dokumentácie spriechodnenia. *Vyhodnotenie bolo vykonané v tomto posúdení: požadované nápravné opatrenia boli splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené.*

- Zabezpečiť ekologický dozor počas celej výstavby spriechodnenia odborne spôsobilou osobou

- treba dať ako požiadavku do stavebného povolenia. Na záver výstavby vydáva ekologický dozor „Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“.

- Pred ukončením výstavby zabezpečiť hydrometrické merania a nastavenia prúdenia vody (nemusia byť vykonávané na potokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pokiaľ inak nerozhodne komisia pre spriechodnenie) – má to byť súčasť/subdodávka ekologického dozoru výstavby

Čl.4.2. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS PREVÁDZKY

- Vykonávať operatívnu údržbu spriechodnenia tak, aby trvale plnilo všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru. – treba dať ako požiadavku do manipulačného poriadku

- Ichtologické monitorovanie priechodnosti rybovodu vykonať napr. v 3., 4. a 5. roku prevádzky rybovodu (odporúča sa začať až po 2 rokoch od výstavby, po dobu spravidla 3 roky pri tokoch s $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, minimálne 2 roky pri tokoch s $Q_a < 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), a to odborne spôsobilou osobou – ichtológom, s cieľom potvrdiť priechodnosť rybovodu pre každý cieľový druh, vhodný na monitorovanie, a v jeho dostatočnej početnosti (podľa čl.4.2. a prílohy č. 10), v prípade nedostatkov navrhnúť a zrealizovať nápravné stavebné alebo prevádzkové opatrenia na zlepšenie priechodnosti. – treba dať ako požiadavku kolaudácie stavby

- Ichtologický monitoring funkčnosti rybovodu vykonať tiež pri každej významnej zmene manipulačného poriadku vodnej stavby s rybovodom.

– treba dať ako požiadavku kolaudácie stavby

- Každých 10 rokov od skončenia ichtologického monitoringu zabezpečiť hydrometrické merania prúdenia vody, prípadne aj opatrenia na zlepšenie priechodnosti.

– treba dať ako požiadavku kolaudácie stavby

Záverečné posúdenie súladu projektu (alternatíva: stavby) s vyhláškou a metodikou MŽP SR

Napr.: Projekt (alternatíva: stavba) odstránenia štvrtiny šírky migračnej bariéry a vybudovania bystrinnej rampy splnil všetky všeobecné rýchlostné a priestorové limity podľa vyhlášky MŽP SR 383/2018 aj metodiky MŽP SR, síce **mierne podkročil všeobecný limit hĺbky**, ale len počas dolných okrajových migračných prietokov, pričom ale vytvára dostatočné hĺbky pre všetky vtedy migrujúce najväčšie ryby (napr. veľké pstruhy počas málovodného jesenného neresového ťahu).

Projekt bystrinného rybovodu v rkm ... na toku ... v meste odporúčam na realizáciu, s upozornením na potrebu následného primeraného splnenia podmienok z článku 4.1 metodiky MŽP SR a §8 vyhlášky 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, teda:

- zapracovať biologické požiadavky vyhlášky 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov a metodiky MŽP SR do prípadných ďalších realizačných stavebných projektov spriechodnenia,

- zabezpečiť špecializovaný ekologický stavebný dozor odborne spôsobilou osobou počas celej výstavby spriechodnenia, so zameraním na ... (napr. zachovanie existujúcich brehových drevín mimo záberu, na správne napojenie rybovodu na cieľové hladiny a dno toku pod a nad rybovodom, na dôsledné vytvorenie súvislej hĺbočiny aj plytkovodných okrajov koryta, členitého dna, na správne osadenie oddychových/brzdíacich skál, ...),

- pred ukončením stavby zabezpečiť hydrometrické merania a nastavenia prúdenia vody spôsobilou osobou v oblasti hydrauliky,

- po ukončení stavby vypracovať písomný protokol „Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“.

Alternatíva pre posúdenie stavby:

Stavbu bystrinného rybovodu v rkm ... na toku ... v meste odporúčam na skolaudovanie a uvedenie do prevádzky,

s požiadavkou následného primeraného splnenia podmienok z článku 4.2 metodiky MŽP SR a vyhlášky 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, teda uložiť prevádzkovateľovi spriechodnenia povinnosť:

- vykonávať operatívnu údržbu bystrinného rybovodu tak, aby trvale plnil pri stanovenom prietoku všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru,
- zabezpečiť ichtyologické monitorovanie priechodnosti rybovodu odborne spôsobilou osobou, v prípade nedostatkov zrealizovať nápravné stavebné alebo prevádzkové opatrenia na zlepšenie priechodnosti.

Vypracoval: podpis..... miesto..... dátum.....

Prílohy: (alternatíva pre biologické zadanie)

Ortofotomapa bariéry projektovanej na spriechodnenie, s vyznačením približnej lokalizácie rybovodu:

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie – pohľad z brehu na bariéru, aj na dolnú a hornú hladinu, s vyznačením približnej lokalizácie rybovodu:

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie – pohľad z dolnej hladiny s vyznačením približnej lokalizácie rybovodu:

Prílohy: (alternatíva pre posúdenie projektu)

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie:

Biologicky dôležité výrezy z posudzovaného projektu (zmenšeniny):

Pozdĺžny rez rybovodom s jeho napojením na cieľové hladiny pod a nad (s hladinami pri Q_{90} a Q_{270}):

Situácia rybovodu (vrátane rozmiestnenia vyčnievajúcich kameňov, vábiacich, ochranných a kontrolných prvkov...):

Vzorový priečny rez bystrinného rybovodu s cieľovými hladinami, s dnovými kameňmi aj vyčnievajúcimi balvanmi, prípadne deliacim múrikom...:

Prílohy: (alternatíva pre zrealizovanú stavbu):

Foto vnútrokorytového (alternatíva: obtokového) bystrinného rybovodu – celkové pohľady proti prúdu, po úsekoch, od dolného vstupu po horný výstup rýb, detaily pokojného prúdenia v kľúčových/rizikovejších miestach rybovodu

P2.3C BIOLOGICKÉ ZADANIE A POSÚDENIE SÚLADU PROJEKTU* (DUR* DSP* DRS/ SZ* PS* VP*) (alternatívne SÚLADU STAVBY*) S ICHTYOLOGICKÝMI POŽIADAVKAMI VYHLÁŠKY 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov A METODIKY MŽP SR pre projekt* (alternatívne pre stavbu*) bazénového rybovodu celokorytového* alebo vnútrokorytového* alebo obtokového* (typy 5* až 8*) (alternatívne pre projekt* alebo stavbu* iného technického zariadenia* - typ 9*)**
v k.ú..... na toku v r.km

*nehodiace sa vymažte

Formulár C podľa požiadaviek z metodiky a vyhlášky

Tučným písmom sú limity podľa vyhlášky alebo metodiky pre túto lokalitu.

Modrou je vyhodnotenie splnenia limitov vyhlášky alebo metodiky (splnené úplne, splnené čiastočne, ale prijateľne, nesplnené).

Červeným je odchýlka od limitu vyhlášky / metodiky (aj so zdôvodnením).

Článok 2 – ICHTYOLOGICKÉ PODKLADY PRE NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Čl.2.1. „Projektové“ **RYBIE PÁSMO** (pri typoch 5, 6, 7, 8, 9 určí rybie pásmo ichtyológ podľa výsledkov ichtyologického prieskumu) : napr. „**splniť limity mrenového pásma** (podľa tab. č. 2 prílohy č.1 vyhlášky“, prípadne „...podľa súhrnnej tabuľky č. 3 metodiky 2023“)

Vyhodnotenie: napr.: „V projekte (alternatíva „na stavbe“) sú splnené všetky limity tohto pásma podľa tabuľky č. 2 prílohy č. 1 Vyhlášky“, prípadne „...podľa tabuľky č. 3 metodiky 2023“, prípadne s dovetkom : „...okrem mierneho prekročenia limitu ...napr. šírky, kvôli ... čomu..., čo však migráciu cieľových druhov neovplyvní.“

Čl.2.2. „Cieľové DRUHY RÝB: (pri typoch 5, 6, 7, 8, 9 určí ich zoznam ichtyológ v správe z ichtyologického prieskumu podľa vyhlášky a článku 2.4 metodiky)

Požadované individuálne limity najväčšieho cieľového druhu:

napr. „**vytvoriť vodné prostredie pre všetky cieľové druhy, vrátane tunajšieho najväčšieho druhu“** (napr. **mrena dlhá 60 cm, vysoká 11 cm, široká 7 cm“** (rozmery podľa tabuľky rozmerov rýb v prílohe metodiky, prípadne korigované podľa ichtyoprieskumu) **musí byť aj počas dolného cieľového prietoku Q_{270} šírka najužšej prietokovej štrbiny min. $3 \times 7 = 21$ cm, hĺbka štrbiny min. $2 \times 11 = 22$ cm, šírka bazéna min. $2 \times 60 = 120$ cm.**

Požadované individuálne limity najmenšieho a najmenej zdatného cieľového druhu:

Napr.: „**Pre najmenšie a najslabšie ryby vytvoriť silne členité dno v bazénoch aj v štrbinách.**

*Vyhodnotenie: napr.: „V projekte sú splnené alebo prekročené minimálne rozmery štrbín a bazénov podľa požiadaviek * pod tabuľkou č. 2 prílohy č. 1 Vyhlášky, resp. pod tabuľkou č. 3 metodiky 2023“. Celé dno rybovodu vrátane priechodových štrbín je členité.*

Čl.2.2. „Projektové“ **PRIETOKY a HLADINY RIEKY** (zistí projektant) počas **CIEĽOVÝCH OBDOBÍ NAJPOČETNEJŠÍCH MIGRÁCIÍ** (určí ichtyológ):

-Napr. **prednostne riešiť hladiny rieky počas jesenných neresových ťahov pstruhov**, napr. **október - november**, čomu približne zodpovedajú prietoky napr. Q_{330} - Q_{180}

Alebo: **prednostne riešiť hladiny rieky počas jarných neresových ťahov ostatných silných migrantov**, napr. **apríl - máj**, čomu približne zodpovedajú prietoky napr. Q_{90} - Q_{180}

-**Všetky limity rýchlostí, hĺbky aj šírky treba splniť pri hladinách napr. od Q_{90} do Q_{270} . Ich splnenie dokladovať prislúchajúcimi výpočtami prietokov, hĺbok a rýchlostí, aj zakreslením hladín do priečnych a pozdĺžnych rezov projektu rybovodu.**

-**Vyznačiť hladiny minimálneho a maximálneho cieľového prietoku napr. Q_{270} a Q_{90} v rezoch projektu (alternatíva na stavbe), najlepšie v profile horného vtokového stabilizačného prahu.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Článok 3 – NAVRHOVANIE SPRIECHODNENIA

Čl.3.1.7. **NAJVHODNEJŠÍ TYP SPRIECHODNENIA** - určenie poradia podľa §2, ods.3, 4 a 5 vyhlášky (podrobnejšie v čl. 3.1.7 metodiky):

Napríklad: **Prvoradé vnútrokorytové riešenia celokorytovým sklzom alebo vnútrokorytovou rampou nie sú kvôli napr. pohyblivej hati s veľkými odbermi možné. Ani bystrinný obtok by sa do okolitého zastavaného priestoru nezmestil. Preto bol na komisii všeobecne odporučený typ – veľkobazénový obtokový rybovod**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2. **NAVEDENIE RÝB:**

Čl.3.2.1.2. pre bariéry bez vodnej elektrárne: **Dolný výtok z rybovodu umiestniť rybám „do cesty“ – teda v línii bariéry alebo tesne (do 10 m) pod migračnú bariéru, resp. pod zónu nepriechodnej búrlivej a spenenej vody, a to buď do okraja hlavného prúdu rieky, vytekajúceho z bariéry, alebo do zhromažďovacieho miesta rýb oddychujúcich pod migračnou bariérou.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.1.3. pre bariéry s vodnou elektrárnou: **Dolný výtok z rybovodu pri MVE/VE umiestniť podľa pravidiel z prílohy 3.2.1: do odtokového kanála VE hneď pod výtokom z turbín, najlepšie do 10 m, na okraji dominantného prúdu, ale už pod zónu spenenej vody, vodných valcov a búrlivého prúdenia (prípadne priamo v krídle hate, v tesnej blízkosti krídla hate...) – podľa správy ichtyológa, na širokej bariére aj podľa 2D hydraulického modelu.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.2. Napr.: **Kvôli veľmi širokej bariére výrazne nad 100 m a viacerým vábiacim prúdom v rieke je nutné vybudovať druhý doplnkový rybovod, napr. na opačnom brehu, napr. v strede bariéry podľa Prílohy 3.2.2.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.3. Napr.: **Trasa obtokového rybovodu musí vychádzať z miesta dolného vstupu (spravidla z vývaru), a ďalej podľa možnosti zvlnenou trasou cez disponibilné pobrežné pozemky ... nad bariéru (podľa článku 3.4.2), a to aspoň 10 m nad priepad vody cez bariéru /výtok pod bariéru.**

Alternatíva: V prípade bariéry s vodnou elektrárnou sa trasa rybovodu vyberá podľa Prílohy 3.2.3.

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.3. Napr.: **Vzhľadom na zregulovaný úsek toku je nutné zachovať hĺbočinu vývaru ako dôležité útočisko rýb.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.4. **Trvalý (obvyklý) prietok v rybovode : ... l·s⁻¹ (podľa tab. 1 prílohy 1 vyhlášky 383/2018, resp. Súhrnnej tabuľky č. 1 v čl. 3.2.8. metodiky), zároveň musí naplniť koryto rybovodu na hĺbku a šírku potrebnú pre tu žijúce cieľové druhy rýb (podľa Súhrnných tabuliek č. 2 a 3 z článku 3.3.6), zároveň prúd vytekajúci z rybovodu má byť podľa možnosti citeľný ešte 1 - 2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky.**

Alternatíva: Na migračných bariérach s odberom vody (napr. pri derivačnej VE) je nutné okrem rampového alebo obtokového spriechodnenia stupňa na odbere vody **vyriešiť podľa Prílohy 3.2.4 aj prevedenie migrujúcich rýb cez plytký úsek pôvodného hlavného toku**, teda v hlavnej prúdnici tu dosiahnuť vodný stĺpec aspoň na úroveň požiadaviek Súhrnnej tabuľky 2, a s tým súvisiace opatrenia.

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.5. (aj v tab. 1 prílohy 1 vyhlášky): **Občasné zvýšenie navádzacieho prietoku v dolnom výtoku z rybovodu (len pri type 3, 4, 6, 7, 8, 9, len v problematických obdobiach a lokalitách, vždy pri rybovode na opačnom brehu ako je VE) - ichtyológ navrhne: dynamické navýšenie z jalového prepadu o 0 až ... l·s⁻¹ (podľa prílohy 3.2.5.1.).**

Len v prípade reálnych možností prevádzkovateľa: **kombinovať s formou konštantného navýšenia o ... l·s⁻¹ počas doby najpočetnejších migrácií napr. v apríli (podľa prílohy 3.2.5.2).**

Iným riešením môže byť **čerpadlo alebo tryska vytvárajúca v ústí spriechodnenia prídavný vábiaci prúd citeľný ešte 1 - 2 m po vtečení do hlavného prúdu rieky. V tomto prípade je možné použiť aj menší prietok a vodu z toku pod bariérou.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.6. (aj v tab. 1 prílohy 1 vyhlášky): **Lákajúci vodopádik v rieke pri výtoku z rybovodu (najmä na bariérach širších ako 20 m):**

napr.: **Prietok cca 30 l·s⁻¹ nasmerovať zvislo priamo do stredu prúdu vytekajúceho z rybovodu, nie do koryta rybovodu, ale až do koryta rieky cca 1 m od jej brehu, t. j. do miesta, kde sa budú môcť vibrácie čo najviac nerušene šíriť do vodného priestoru rieky pod migračnou bariérou. Z konca potrubia, z výšky napr. 1 m nad tokom počas Q₁₈₀, by mal prúd striekať zvislo do rieky (nie kropiť hladinu oblúkom), aby vytvoril čo najväčší zvukový efekt s následnými vibráciami, a aby vytvoril vo vode aj spenený bublinkový útvar s výrazne viditeľným optickým efektom, lákajúcim ryby. Po priplávaní k nemu by ryby už mali na svojom tele zaciťť vytekajúci prúd vody z rybovodu.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.6.: **Navádzací prah v rieke pri výtoku z rybovodu:**

napr. z veľkých stabilných balvanov, pôdorysne šikmý v uhle 45°, napojený na okraj výtoku z rybovodu, **vyvýšený nad dno rieky po hladinu Q₁₈₀, prepadajúca voda má dopadať nie do hĺbočiny, ale na druhý nižší rad kameňov, vyčnievajúcich po hladinu, vytvárajúcich nepriechodnú vodnú triešť, koruna prahu zvýšená**

o ... cm v polovici rieky protíľahlej k rybovodu, aby koncentrovala prietok rieky viac do polovice rieky príľahlej k rybovodu.

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.6.: Na migračných bariérach s odberom vody do derivačnej VE alebo do rybníkov je nutné **priečným prahom podľa Prílohy 3.2.6 skoncentrovať prietok z málovodného úseku pôvodného hlavného toku na stranu výtoku** z odpadového kanála VE alebo z rybníkov, a tým odlákať časť rýb od ústia odpadového kanála VE do plytkého úseku pôvodného hlavného toku.

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.2.7. Zúženie prietochného profilu v ústí rybovodu:

Skoncentrovať/zúžiť prúd vytekajúci z rybovodu – dolnú vstupnú prepážku so štrbinou umiestniť až úplne na dolnom konci rybovodu, v priamom kontakte s prúdom rieky.

Rýchlosť vodného prúdu opúšťajúceho rybovod má byť väčšia ako 0,75 m·s⁻¹.

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3. NÁVRH PRIRODZENÉHO VODNÉHO PROSTREDIA V KORYTE SPRIECHODNENIA

Čl.3.3.1. napr.: **Vytvoriť súvislý neprerušovaný vodný prúd. Na dolnom konci rybovodu musí preto byť celý prietokový profil pri Q₉₀ až Q₂₇₀ bezproblémovo napojený na príslušnú hladinu vo vývare. Nepripustné sú: výrazný zvislý odskok dna, výrazný odskok hladiny (nad limit súhrnnej tab. 3 pre prevýšenie hladín v susedných bazénoch), balvanitá kaskáda vodopádikov s vodnou triešťou nepriechodnou pre ryby. V prípade nevyhnutného odskoku dna, napr. na prechode z hlbokého vývaru do vnútrókorytovej rampy, alebo medzi prehĺbenými bazénmi, môže ichtyológ navrhnúť pre cieľové malé dnové druhy rýb a bentos strmú kamennú rampu.**

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.2. Návrh rýchlosti prúdenia (podľa súhrnnej tabuľky č. 3, a to podľa príslušnosti k projektovému rybiemu pásmu), napr.: **Priemerná profilová rýchlosť v priechodovej štrbine max. 1,5 m·s⁻¹ počas Q₉₀ - na to je potrebné prevýšenie hladín susedných bazénov ≤ 12 cm (dokladovať výpočtom, najlepšie 2D modelom).**

Vyhodnotenie: vo výpočtovej prílohe projektu (alt.na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.2. Zároveň musí byť v bazéne pod každou prepážkou objemovo veľký rýchlostný tieň s pokojnou vodou, *vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené* a tiež v samotnej priechodovej štrbine výrazne členité dno s hlbokými škárami, s prevýšením povrchu susedných kameňov 5 - 10 cm. *Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

Čl.3.3.2. V prípade celokorytových bazénov (typ 5) zoradiť priechodové štrbiny len popri jednom brehu s plytkinou, pričom každá štrbina by mala vychýliť prúdnicu do stredu toku.

Vyhodnotenie: v projekte (na stavbe) splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.3. NÁVRH PRIESTRANNOSTI vodnej cesty v spriechodnení (podľa Súhrnnej tabuľky č. 3 v článku 3.3.6, a to podľa príslušného rybieho pásma), napr. pre mrenové pásmo s Q_a = 5 -20m³·s⁻¹:

- **Šírka prietokovej štrbiny v každej prepážke: ≥ 40 cm.** *Vyhodnotenie: splnené/čiastočne/nesplnené*

- **Hĺbka vody v prietokovej štrbine prepážky: ≥ 50 cm.** *Vyhodnotenie: splnené/čiastočne/nesplnené*

- **Hĺbka vody v bazéne: ≥ 50 cm.** *Vyhodnotenie: splnené / čiastočne ale prijateľne / nesplnené*

- **Šírka hladiny v bazéne: ≥ 2 m.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- **Dĺžka vodných bazénov: 2,5 až 5 m.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené prijateľne / nesplnené*

- **Zaručiť dostatočné svetelné podmienky migračného koridoru – vylúčiť úzke profily, potrubia, použiť premostenia, veľké rámové priepusty, bočné a vrchné presvetlenia.**

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.3.4. NÁVRH POKOJNÉHO VODNÉHO PROSTREDIA v bazénoch – veľkosť energie vody po utlmení v bazéne (podľa Súhrnnej tabuľky č. 3 v článku 3.3.6, a to podľa príslušného rybieho pásma), napr. pre mrenové s Q_a = 5 -20 m³·s⁻¹:

- **Energia vody po utlmení v bazéne rybovodu: ≤ 150 W·m⁻³, na čo je potrebný objem vody v bazéne nad 4 m³ pri prietoku 0,5 m³·s⁻¹.** *Vyhodnotenie: splnené / splnené prijateľne / nesplnené.*

Čl.3.3.5. NÁVRH PRÍRODNÉHO CHARAKTERU koryta bazénového rybovodu:

- **Podľa možnosti zachovať existujúcu úkrytovú hĺbočinu vývaru, ktorá je v zregulovanom úseku toku okolo migračnej bariéry ojedinelým sezónnym refúgiom rýb; kvôli tomu je aj v prípade vnútrókorytovej bazénovej**

rampy vhodné po odstránení napr. štvrtiny bariéry hľbit' plynulé prepojenie dolnej a hornej hladiny smerom proti prúdu toku, a samotný hlboký vývar ponechať nezmenšený.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Dno na celej ploche spriechodnenia urobiť prírode blízke, výrazne členité, medzi kameňmi, kladenými na vzájomný dotyk, ponechať hlboké škáry, rozdiel medzi vrchom susedných kameňov 5 – 10 cm. alternatíva: Pri type 5 sa medzi celokorytovými prepážkami ponechá súčasné dno. alternatíva: Pri type 6 (bazénová rampa) treba dno kamenné, z frakcie lomového kameňa, odolávajúcej aj povodňovým prietokom. alternatíva: Pri obtokovom type 7 v úsekoch mimo dosahu povodne ponechať medzi prepážkami len prirodzený, bagrovaním obnažený substrát, napr. štrkovo-hlinitý. Len v rizikových alebo eróziou ohrozených úsekoch (napr. pri vtoku, výtoku, v nárazových brehoch, pod premosteniami) spevniť aj dno bazénov (najlepšie len kameňom). V prípade potreby utesniť úseky, kde hrozí veľká strata/vsak vody, vhodným tesniacim podkladom (najlepšie ílovým, prípadne aj fóliovým, v prípade nutnosti betónovým).

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Veľké vyčnievajúce balvany (ako malé úkryty a oddychové rýchlostné tieny v každom bazéne), musia vyčnievať nad okolité kamenné dno po hladinu Q_{90} , alebo aspoň 40 cm nad dno, v šírke pri dne min. 40 cm, prípadne polovicu šírky štrbiny. Jeden umiestniť cca 0,5 m pod štrbinu, jeden nad štrbinu k okraju dlhšej prepážky, aby odkláňal od štrbiny bočný prúd, ktorý by z boku nevhodne vrážal do rýb.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Oddychový bazén (môže byť aj bočný), s cca trojnásobným objemom – podľa limitu veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu $P_{\text{bazéna}}$ zo súhrnnej tabuľky 3.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Výraznú členitosť zvislých betónových návodných stien rybovodu aj prepážok (aj/najmä pod vodnou hladinou) vytvoriť pomocou matrice imitujúcej členitý kameň, zabezpečujúcej aj zdrsnenie povrchu a spomalenie okrajových prúdnic.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Mierné prelievanie vody ponad priečne prepážky je vhodné (nie nutné) do výšky 3 – 5 cm (kvôli miernemu zvýšeniu okysličenia vody pre ryby, aj pre estetický a prírodnejší vzhľad koryta rybovodu) *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- V bazénoch bez vychyľovania prúdnice: **Predĺženie, zvlínenie a zbrzdzenie hlavnej prúdnice v bazénoch**, aby do priechodovej štrbiny voda len prepadala, nie pritekala veľkou rýchlosťou.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Zachovať (nevypíliť) brehové porasty stromov, krovín a vysokých močiarnych rastlín, ktoré budú lemovat' a čiastočne tieniť vnútrokorytové, alternatíva: rampové, alternatíva: obtokové bazény.

- Nad vodnú hladinu rybovodu vysadiť dreviny, najlepšie stromy (podľa ŠOP SR) - cca na úroveň Q_{100} , aby jednotlivé dolné časti kmeňov výrazne neprekážali ani veľkej povodni.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Pri obtokovom bazénovom rybovode (biokoridore):**

- Brehy obtokového bazénového biokoridoru neopevňovať betónom a podľa možnosti ani kameňom, ale ponechať na nich humusovú vrstvu na prirodzené zatrávenie/zarastenie.

- Vysadiť nad vodnú hladinu bazénového obtokového biokoridoru dreviny – stromy aj kry prirodzeného druhového zloženia (podľa ŠOP SR). V stiesnených úsekoch rybovodu, napr. v zastavanom území, dosiahnuť vegetačné clonenie a ozelenenie bazénov rybovodu výsadbou krovitých vrb a vodných tráv v podmáčanom zemnom boxe, umiestnenom vždy v rohu bazéna pod prepážkou. Box naplniť zeminou došikma cca 10 až 40 cm nad hladinu bazéna.

- Strmé brehy v hlbokom záreze v dolnej časti obtokového bazénového biokoridoru spevniť kameňom, alternatíva: drôtokamennými konštrukciami. Tieniace stromy vysadiť na hornej hrane strmého brehu.

- V hornej menej hlbokjej časti obtokového bazénového biokoridoru vysadiť tesne (do pol metra) nad vodnú hladinu vlhkomilné miestne druhy stromov aj krovín.

- Pri križovaní obtokového biokoridoru s protipovodňovými hrádzami je potrebné v priestranom rámovom priepuste vytvoriť rovnako široké a hlboké koryto, aj rovnako tvarované a rovnako prírode blízke ako v ostatných častiach bazénového biokoridoru.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.4.1. ZABEZPEČENIE POŽADOVANÉHO PRIETOKU:

- Vypočítať a navrhnuť trvalý prietok dostatočne veľký pre naplnenie rybovodu.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- Osadiť hladinomer na nepretržitú kontrolu trvalého prietoku a trvalého naplnenia rampového (alternatíva obtokového) bazénového rybovodu (pre typy 6, 7, 8 ako vodopádový obtok).

Pevne inštalovať vodomernú latu s vyznačením minimálnej a maximálnej cieľovej hladiny celokorytového bazénového rybovodu (pre typy 5 a 8 ako celokorytového vodopádového typu). Alternatíva: pre bazénový obtok, chránený pred častými povodňami, pri malom potoku.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Horné hradenie vtokového otvoru** (ak hrozí, že počas veľkých vôd v priebehu cieľových prietokov jarnej migrácie rýb budú vznikať v umelom koryte rybovodu opakované prevádzkové problémy).

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Vtokový otvor** do rybovodu musí mať kvôli zabezpečeniu trvalého prietoku projektovanú **hornú hranu pod dolnou cieľovou hladinou toku** (napr. pod Q_{270}), alternatíva: **pod minimálnou prevádzkovou hladinou vody v zdrži nad migračnou bariérou**.

Otvor má byť **súčasťou plynulého dna a hladiny** rybovodu (nevytvárať výrazný odskok dna ani hladiny) a má **spĺňať limity pre šírku a hĺbku vody v priechodovom otvore** vtokovej prepážky zo súhrnnej tabuľky č. 3 z článku 3.3.6.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Upchatie vtokových otvorov predísť inštaláciou hrablic so svetlosťou cca 10 cm a v prípade potreby aj inštaláciou predsunutého plávajúceho hradenia alebo nornej steny**. Hrablice musia byť predstavané min. 0,3 – 0,5 m pred vtokový otvor tak, aby sa ani pri čiastočnom zanesení hrablic neupchal a neznižoval prietok v rybovode. Aj pri upchatí hrablic konármi majú byť obtekané vodou z bokov, aj zospodu - teda nesmú siahať až po dno.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Do manipulačného poriadku uložiť povinnosť prevádzkovateľa kontrolovať a čistiť vtok do rybovodu pred každým cieľovým migračným obdobím rýb a po prejdení každého veľkého (korytotvorného) prietoku**. *Treba dať ako podmienku do záverečného posúdenia súladu s MŽP SR*

- **Sezónny návádzací prietok musí mať celý osobitný vtokový otvor návádzacieho prietoku pod dolnou cieľovou hladinou rieky**. *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

- **Pozdĺžny múrik proti bočnému preliatiu veľkých vôd do časti rybovodu, podľa možnosti až do výšky stanoveného horného cieľového prietoku** (napr. do Q_{90} , do Q_{60} a pod., pre ochranu pokojnej vodnej cesty)..

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Vtokový objekt s viacerými vtokovými otvormi, osadenými v rôznej výškovej úrovni v rôznych miestach klesajúceho rybovodu** (pre rybovody na priehradách alebo zdržiach s veľkým rozkolísaním hornej hladiny až niekoľko metrov). Na pokyn hladinovej automatiky treba vpúšťať vodu optimálne vždy do príľahlého rovnako výškovo položeného úseku rybovodu. Celý vtokový objekt musí spĺňať limity rozmerov, rýchlostí a prevýšení hladín podľa súhrnných tabuliek 1 a 3.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

Čl.3.4.2. ZABEZPEČENIE PROTIPRÚDOVEJ AJ POPRÚDOVEJ MIGRÁCIE RÝB PRI VTOKU RYBOVODU

- **Horný výstup rýb vzdialený min. 10 m nad prepadom vody cez bariéru**.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Husté hrablice na vtoku do turbín so svetlosťou medzi prútmí cca 2,5 cm na ochranu rýb pred vplávaním do turbín**, prípadne aj umiestnenie elektrických, akustických a stroboskopických **plašičov v zdrži, ešte v zóne s bezpečnou rýchlosťou vody, ktorá je ešte pre ryby úniková (pod $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)**, podľa možnosti tak, aby pri poprúdovej migrácii odkláňali ryby zo zdrže ku hornému vtoku do rybovodu.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Zabezpečiť prepadávanie rýb cez hať alebo cez čiastočne sklopenú hať (pri veľkých prietokoch) tak, aby ryby padali priamo do hlbokého vývaru, nie na betón**. Hĺbka má tvoriť minimálne 1/4 výšky prepadu cez hať. V takomto prípade **ponechať prelievanie stĺpca vody v hrúbke min. 3 – 5 cm ponad hať** (kvôli poprúdovej migrácii - musí zvážiť ichtyológ, aj vzhľadom na možný mýliaci signál prepádajúcej vody pre ryby plávajúce pod haťou). Vakové hate pri čiastočnom spustení vaku nespĺňajú požiadavku na bezpečnú poprúdoú migráciu rýb.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Na veľkej nádrži (teda vyše 100 metrov širokej, niekoľko metrov hlbokoj a niekoľko kilometrov dlhej) má byť optimálny výstup rýb v mieste s relatívne citelným prúdením (alebo v jeho blízkosti do cca 50 m), aby ryby vedeli čo najskôr nájsť jednoznačný smer ďalšej migrácie**. Alternatíva: Rybovod predĺžiť popri brehu nádrže proti toku až do zúženej časti nádrže, kde už slabá prúdnica pod vodou existuje. Ak to nie je realizovateľné, presmerovať rybovod do zatopenej nevýraznej prúdnice, ktorá pretrváva v zatopenom bývalom koryte rieky nad priehradným múrom.

Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené

- **Vyhradiť hať počas obdobia predpokladanej najpočetnejšej poprúdovej migrácie rýb** (v prípade odôvodnenej potreby to určí ichtyológ v spolupráci s projektantom a prevádzkovateľom hate - požiadavka do manipulačného poriadku). *Vyhodnotenie: splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené*

Článok 4 - KONTROLA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA SPRIECHODNENIA, JEHO MONITOROVANIE A ÚDRŽBA (aj podľa § 8 vyhlášky) – treba požadovať v konaniach:

Čl.4.1. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS VÝSTAVBY

- Kontrola zapracovania technických a biologických požiadaviek pre výstavbu do všetkých stupňov projektovej dokumentácie spriechodnenia. *Vyhodnotenie bolo vykonané v tomto posúdení: požadované nápravné opatrenia boli splnené / splnené čiastočne, ale prijateľne / nesplnené.*
- Zabezpečiť ekologický dozor počas celej výstavby spriechodnenia odborne spôsobilou osobou.
- treba dať ako požiadavku do stavebného povolenia. Na záver výstavby vydáva ekologický dozor „Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“.
- Pred ukončením výstavby zabezpečiť hydrometrické merania a nastavenia prúdenia vody (nemusia byť vykonávané na tokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pokiaľ inak nerozhodne komisia pre spriechodnenie) – *má to byť súčasť/subdodávka ekologického dozoru výstavby*

Čl.4.2. POŽIADAVKY NA NAVRHOVATEĽA SPRIECHODNENIA POČAS PREVÁDZKY

- Vykonávať operatívnu údržbu spriechodnenia tak, aby trvale plnilo všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru. – *treba dať ako požiadavku do manipulačného poriadku*
- Ichtologické monitorovanie priechodnosti rybovodu vykonať napr. v 3., 4. a 5. roku prevádzky rybovodu (odporúča sa začať až po 2 rokoch od výstavby, po dobu spravidla 3 roky pri tokoch s $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, minimálne 2 roky pri tokoch s $Q_a < 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), a to odborne spôsobilou osobou – ichtológom, s cieľom potvrdiť priechodnosť rybovodu pre každý cieľový druh, vhodný na monitorovanie, a v jeho dostatočnej početnosti (podľa čl.4.2. a prílohy č. 10), v prípade nedostatkov navrhnúť a zrealizovať nápravné stavebné alebo prevádzkové opatrenia na zlepšenie priechodnosti. – *treba dať ako požiadavku kolaudácie stavby*
- Ichtologický monitoring funkčnosti rybovodu vykonať tiež pri každej významnej zmene manipulačného poriadku vodnej stavby s rybovodom.
– treba dať ako požiadavku kolaudácie stavby
- Každých 10 rokov od skončenia ichtologického monitoringu zabezpečiť hydrometrické merania prúdenia vody, prípadne aj opatrenia na zlepšenie priechodnosti.
– treba dať ako požiadavku kolaudácie stavby

Záverečné posúdenie súladu projektu (alternatíva: stavby) s vyhláškou a metodikou MŽP SR

Napr.: Projekt (alternatíva: stavba) bazénového rybovodu splnil všeobecné rýchlostné a priestorové limity podľa vyhlášky MŽP SR 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, aj metodiky MŽP SR **s jedinou výnimkou: kvôli extrémne stiesnenému priestoru medzi MVE a cestou bolo možné dosiahnuť šírku len 4 m namiesto paušálneho limitu 5 m**, čo však bolo dostatočne nahradené zvýšenou hĺbkou 90 cm a zvýšenou dĺžkou bazéna 3 m až 5 m.

Napr.: Treba upozorniť, že viaceré ďalšie požiadavky na rybovod (dostatočný prietok a hĺbka vody počas všetkých cieľových období) budú reálne len v prípade požadovaného udržania hladiny v toku nad a pod rybovodom v projektovaných medziach.

Projekt bazénového rybovodu v meste v rkm ... toku ... odporúčam na realizáciu, s podmienkami podľa z článku 4.1 metodiky MŽP SR a §8 vyhlášky 383/2018 Z.z vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, teda:

- zapracovať biologické požiadavky vyhlášky 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov a metodiky MŽP SR do prípadných ďalších realizačných stavebných projektov spriechodnenia,
- zabezpečiť špecializovaný ekologický stavebný dozor odborne spôsobilou osobou počas celej výstavby spriechodnenia, so zameraním na ... (napr. zachovanie existujúcich brehových drevín, na správne napojenie rybovodu na cieľové hladiny a dno toku pod a nad rybovodom, na dôsledné vytvorenie požadovanej hĺbky a šírky priechodových štrbín aj požadovaných rozmerov bazénov a členitého dna, na neprekročenie projektovaného rozdielu susedných hladín, na správne osadenie vyčnievajúcich balvanov, vábiacich prúdov, ochrany pred upchatím, ...),

- pred ukončením stavby zabezpečiť hydrometrické merania a nastavenia prúdenia vody najmä v štrbinách osobou spôsobilou v oblasti hydrauliky,
- po ukončení stavby vypracovať písomný protokol „Posúdenie súladu stavby s ichtyologickými požiadavkami MŽP SR“.

Alternatíva pre posúdenie stavby:

Stavbu bazénového rybovodu v meste v rkm ... toku ... odporúčam na skolaudovanie a uvedenie do prevádzky,

s požiadavkou následného primeraného splnenia podmienok z článku 4.2 metodiky MŽP SR a vyhlášky 383/2018 Z.z. vrátane jej neskorších znení a legislatívnych predpisov, teda uložiť prevádzkovateľovi spriechodnenia povinnosť:

- vykonávať operatívnu údržbu bazénového rybovodu tak, aby trvale plnil pri stanovenom prietoku všetky funkcie privábenia a prevedenia všetkých cieľových skupín rýb cez migračnú bariéru,
- zabezpečiť ichtyologické monitorovanie priechodnosti rybovodu odborne spôsobilou osobou, v prípade nedostatkov zrealizovať nápravné stavebné alebo prevádzkové opatrenia na zlepšenie priechodnosti.

Vypracoval: podpis..... miesto..... dátum.....

Prilohy: (alternatíva pre biologické zadanie)

Ortofotomapa bariéry projektovanej na spriechodnenie, s vyznačením približnej lokalizácie rybovodu:

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie – pohľad z brehu na bariéru, aj na dolnú a hornú hladinu, s vyznačením približnej lokalizácie rybovodu:

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie – pohľad z dolnej hladiny s vyznačením približnej lokalizácie rybovodu:

Prilohy: (alternatíva pre posúdenie projektu)

Foto bariéry projektovanej na spriechodnenie:

Biologicky dôležité výrezy z posudzovaného projektu (zmenšeniny):

Pozdĺžny rez bazénovým rybovodom a jeho napojením na cieľové hladiny pod a nad (napr. s hladinami pri Q_{90} a Q_{270}):

Situácia spriechodnenia (vrátane rozmiestnenia priechodových štrbín a vyčnievajúcich kameňov, vábiacich, ochranných a kontrolných prvkov, vegetačných blokov a pod.):

Vzorový priečny rez prepážkou s priechodovou štrbinou, prípadne rez bazénom a vegetačným blokom, s cieľovými hladinami, s dnovými kameňmi aj vyčnievajúcimi balvanmi:

Detailný vzorový pozdĺžny rez tromi bazénmi s prepážkami, s cieľovými hladinami, s dnovými kameňmi aj vyčnievajúcimi balvanmi:

Prilohy: (alternatíva pre zrealizovanú stavbu):

Foto celokorytového (alternatívy: vnútrkorytového alebo obtokového) bazénového rybovodu – celkové pohľady proti prúdu, po úsekoch, od dolného vstupu po horný výstup rýb, detaily pokojného prúdenia v kľúčových/rizikovejších miestach rybovodu

P3.1.6. Príklady jednotlivých typov biologicky vhodného spriechodnenia tokov

A) BYSTRINNÉ SPRIECHODNENIA

(tok bez prepážok, bez bazénov)

Patria sem typy č. [1](#) až [4](#), priestranné, prírode blízke, spĺňajúce limity zo súhrnnej tabuľky č. [2](#), uvedenej v článku č. [3.3.6.](#) metodiky.

P3.1.6.1. TYP 1) ODSTRÁNENIE TELESA MIGRAČNEJ BARIÉRY

1. príklad:

Odstránenie betónového telesa bariéry v rkm 5,66 na toku Hučava v Očovej, priečne preliačené zospádovanie kamenného koryta nad ním, na pozdĺžny sklon 1:25.

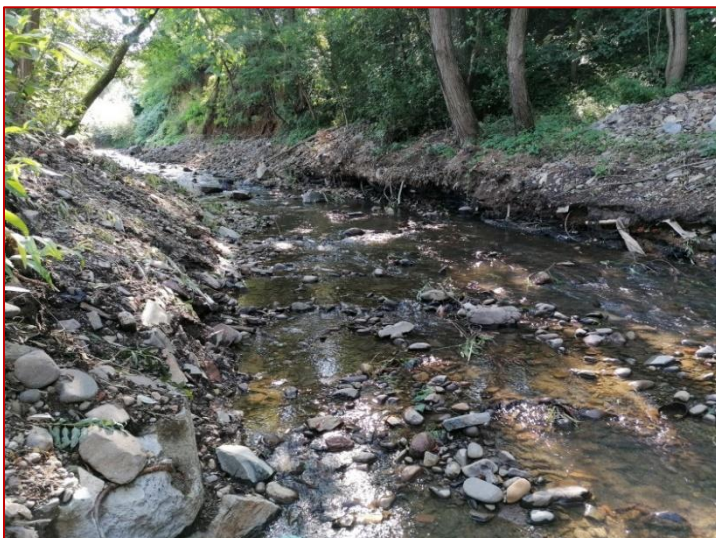
Rok realizácie: 2021

Pôvodný stupeň s prevýšením hladín 1 m, bol vybudovaný za účelom odvedenia prietokov toku Hučava do kanála privádzajúceho vodu do Zvolenskej Slatiny. Po strate funkcie kanála bolo možné bariéru odstrániť.



Obr. 39

Pôvodná nepriechodná migračná bariéra pred spriechodnením, odstránením – vodopádový riečny stupeň s prevýšením hladín 1m.



Obr. 40

Priečne preliačené zospádovanie kamenného dna po odstránení nízkeho kamenno-betónového stupňa (jeho okraj je vidieť na obrázku, vľavo dole) zabezpečuje pohodlne priechodný úsek toku pre ryby dolného pstruhového pásma. Koryto ako aj brehy toku v tomto úseku sú ďalej ponechané ich prirodzenému vývoju, bez stabilizácie.

P3.1.6.2. TYP 2) CELOKORYTOVÉ SKLZY (kamenno-štrkové)

1. príklad (spevnený len líniovo):

Kamenno-štrkový celokorytový bystrinný sklz Muránka I, na toku Muránka nad VN Miková v rkm cca 29,60, priečne preliačený, do betónu sú upevnené len priečne medzernaté línie vyčnievajúcich oddychových balvanov. Sklon 1:40, čiastočné odstránenie stupňa a priečne preliačenie stredy koryta o 0,4 m, šírka 8 – 10 m, dĺžka 50 m.

Rok realizácie: 2008



Obr. 41
Pôvodná nepriechodná migračná bariéra Muránka I pred spriechodnením – vodopádový riečny stupeň s prevýšením hladín 1 m.



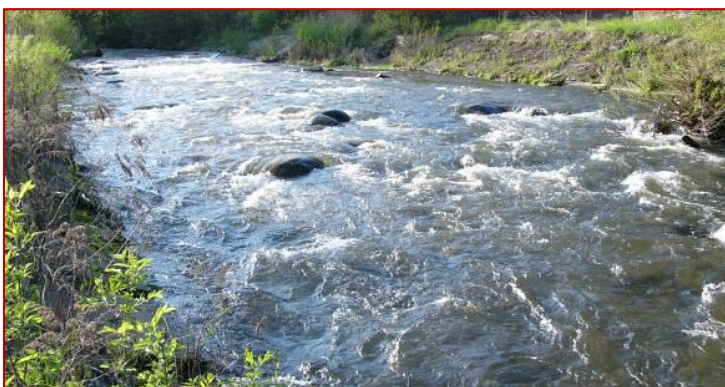
Obr. 42
Dôležité detaily vnútra koryta zrealizovaného bezprepážkového zdrsneného preliačeného sklzu.



Obr. 43
Stav tesne po realizácii sklzu. Podstatou priechodnosti širokých sklzov **pri extrémne malých prietokoch** je trojuholníkový priečný profil.



Obr. 44
Pri malom prietoku ostáva dostatočne hlboká prúdnicia v strede, po krajoch pokojné plytčiny s vyčnievajúcimi oddychovými balvanmi, za sucha aj štrkové lavice. V pozadí zvyšok pôvodného riečného stupňa.



Obr. 45
Pri veľkom prietoku majú ryby a mihule rýchlostné tiene za zatopenými balvanmi, na okrajoch dostatočne pokojné plytčiny.



Obr. 46
Aj **počas búrlivých prietokov** majú ryby a mihule na okrajoch preliačeného sklzu dostatočne pokojné plytčiny.

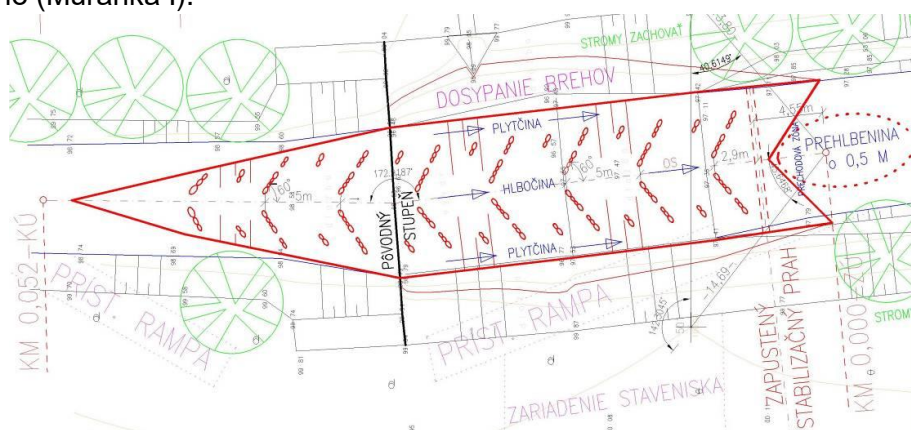


Obr. 47
Renaturalizovaný stav po vyše 15 rokoch bezobslužnej prevádzky.
Pohľad na celý sklz.

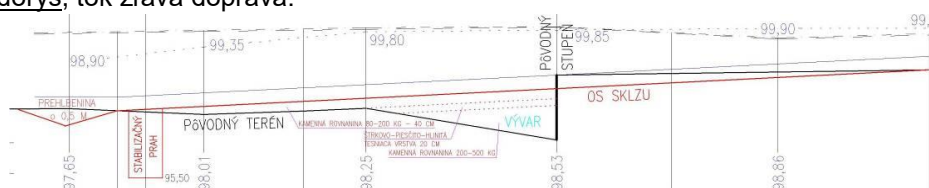


Obr. 48
 Renaturalizovaný stav po vyše 15 rokoch bezobslužnej prevádzky. Pohľad na prechod medzi čiastočne odstráneným horným betónovým prahom a nebetónovým kamenným dnom pod ním, z ktorého postupne povodňové prietoky odoberajú skaly, čím sa tu začal zákonite tvoriť vodný skok v priečnom smere. Existuje predpoklad, že je problémový pre niektoré slabšie ryby v stredovej prúdnicí (tam je nutné ukladať len veľké balvany, alebo kamene podbetónovať). Na okrajoch zatiaľ ostáva priechnodné prúdenie bez skokov.

Pôdorys (Obr. 49) a pozdĺžny rez (Obr. 50) celokorytového kamenno-štrkového bystrinného sklzu, zdrsneného medzernatými líniami vyčnievajúcich oddychových balvanov, priečne preliačeného (Muránka I).

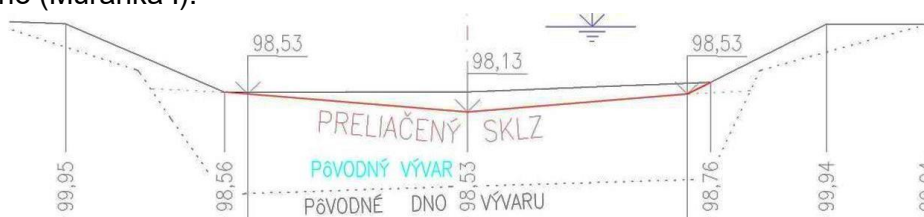


Obr. 49 Pôdorys, tok zľava doprava.

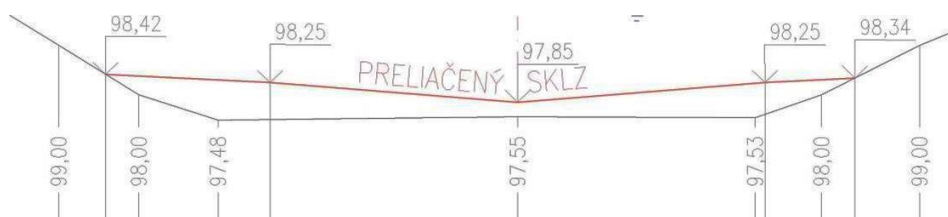


Obr. 50 Pozdĺžny rez, tok sprava doľava (čiernou pôvodný vodopád s vývarom, červenou spriechodnenie s náhradnou hĺbočinou).

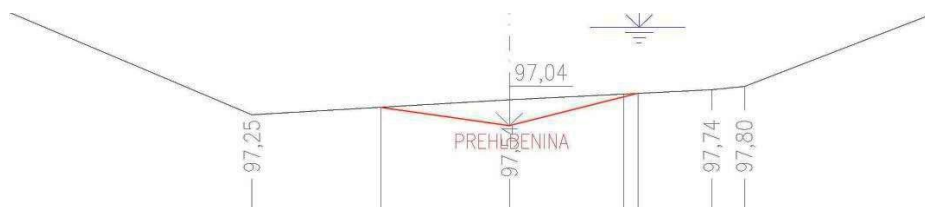
Priečne rezy (Obr. 51 – Obr. 53) celokorytového kamenno-štrkového bystrinného sklzu, zdrsneného medzernatými líniami vyčnievajúcich oddychových balvanov, priečne preliačeného (Muránka I).



Obr. 51 Priečný rez v mieste pôvodného 1-metrového stupňa bol tento plynule odbúraný až o niekoľko desiatok centimetrov v jeho strednej časti.

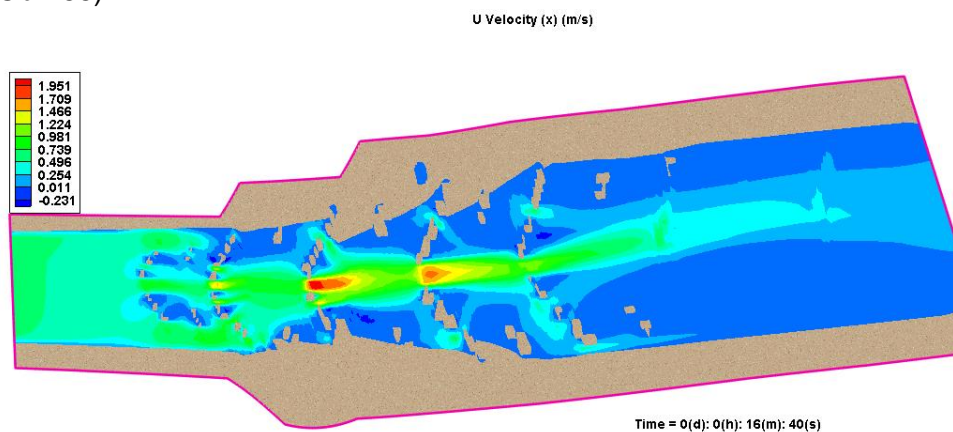


Obr. 52 Priečný rez v strede trasy, kde bolo nutné výrazne dosypať terén nad pôvodným dnom.

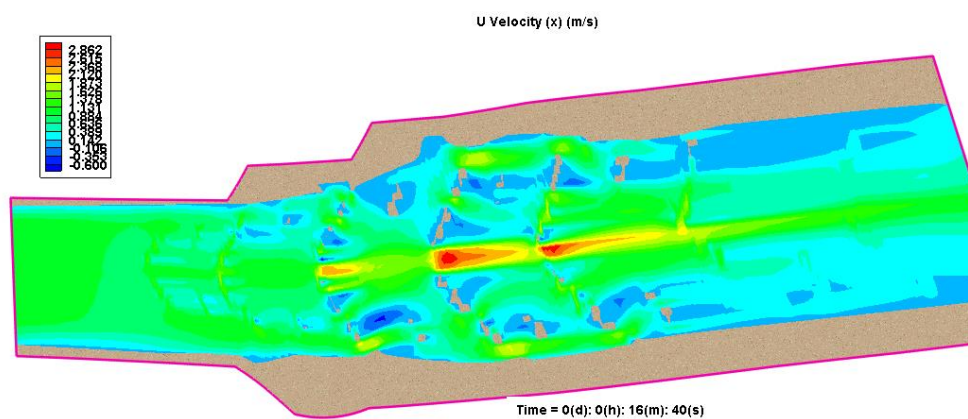


Obr. 53 Priečný rez prehĺbeniny (náhradnej hĺbočiny) pod sklzom.

Model Muránky I. vypracovaný podľa projektovej dokumentácie v **2D matematickom modeli** (Obr. 54, Obr. 55).



Obr. 54 Rýchlosti diferencovaného prúdenia vody pri nízkom prietoku $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tok zľava doprava.



Obr. 55 Aj pri veľmi veľkom prietoku $5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je prúdenie v sklze vďaka plytčinám a vyčnievajúcim balvanom prijateľnejšie ako v toku nad bariérou (kde pri tomto prietoku už nie sú plytčiny).

2. príklad (spevnený len líniovo):

Kameno-štrkový celokorytový bystrinný sklz Muránka II, na toku Muránka pod VN Miková v rkm cca 28,3, projekt analogický ako Muránka I, realizácia mierne odlišná. Bez priečného preliačenia koryta, len čiastočné trojuholníkové odbúranie stupňa o 0,4 m, dĺžka cca 90 m. Do betónu sú upevnené len priečne medzernaté línie vyčnievajúcich oddychových balvanov.

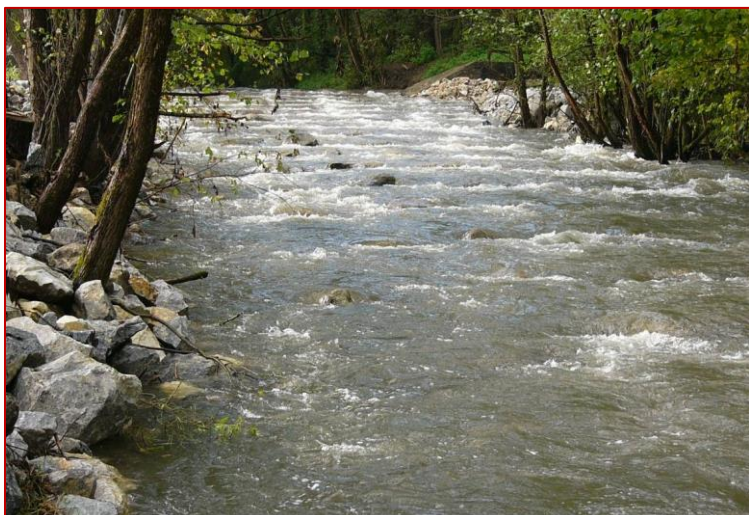
Rok realizácie: 2010



Obr. 56
Pôvodná nepriečhodná migračná bariéra pred spriechodnením – vodopádový priečny stupeň s prevýšením 1,7 m.



Obr. 57
Detail vodného prostredia, hneď po realizácii spriechodnenia.



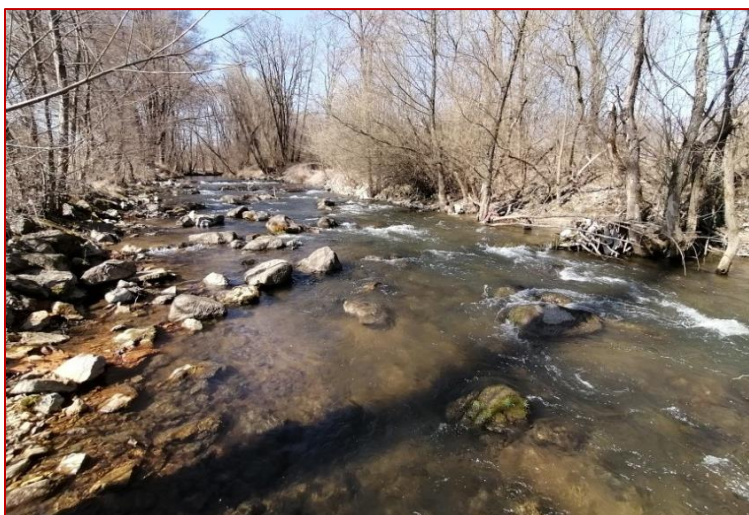
Obr. 58

Stav hneď po realizácii.

Ukázková realizácia účinných rýchlostných tieňov z mimoriadne veľkých balvanov, dovezených z horskej bystriny.

Pri sklone 1:40 a dĺžke až 90m účinnejšie brzdia vodu, dodávajú spriechodneniu charakter vysokohorskej bystriny. Pri veľkom prietoku majú ryby aj mihule množstvo výrazných rýchlostných tieňov za veľkorozmernými balvanmi, na okrajoch však po výstavbe nemali dostatočne pokojné plytčiny pre migráciu slabších

druhov jedincov počas vysokých prietokov. To isté platí pre centrálnu hĺbočinovú prúdnicu pri veľmi nízkych prietokoch, lebo napriek projektu tu **odávateľ nezrealizoval trojuholníkový priečný profil.** (Vzadu vidieť okraj pôvodného riečného stupňa).



Obr. 59

Renaturalizovaný stav po vyše 15 rokoch bezobslužnej prevádzky:

Počas povodňových prietokov boli aj veľké kamene uvoľnené a poposúvané, čo priechodnosti neprekáža. **Podstatné ale je, že sa aj tu vyvinuli okrajové plytčiny a centrálna hĺbočina, zásadné pre priechodnosť rýb – a to vďaka koncentrácii všetkých (aj korytotvorných) prietokov do trojuholníkového priečného rezu, vytvoreného pri odstránení časti pôvodného betónového stupňa.**

Zároveň sa aj tu, podobne ako na predošlom sklze Muránka I, vytvoril po 12 rokoch na hornom konci nevhodný priečný vodný skok (tam je nutné ukladať len veľké balvany, alebo kamene podbetónovať), priechodný pre slabé ryby len pri okrajoch.

3. príklad (celoplošne spevnený):

Kameno-štrkový celokorytový bystrinný sklz na toku Štiavnica, v rkm 10,9, v Dudinciach, priečne preliačený, s celoplošným podbetónovaním všetkých dnových kameňov, napriek tomu s vytvorením užitočného biotopu. Sklon v hornej časti 1:100, v dolnej 1:50, preliačenie stredú koryta 0,4 m, dĺžka 70 m.

Rok realizácie: 2019

Pôvodný betónový stupeň vysoký 1,5 m, nemohol byť celkom odstránený a fluviatilný biotop vzdutia nad ním vypustený, lebo by sa zlikvidovali odbery vody do významných kúpeľov Dudince, znemožnilo by sa zásobovanie príľahlého starého ramena Štiavnice, vyschli by mokradové vysokotravné spoločenstvá na okrajoch vzdutia a znížila by sa hladina príľahlých

podzemných vôd v nive, a to v pásme ochrany kúpeľov závislých na liečivých prameňoch. Zo stupňa sa preto odstránila len časť vo výške cca 40 cm v strede toku.



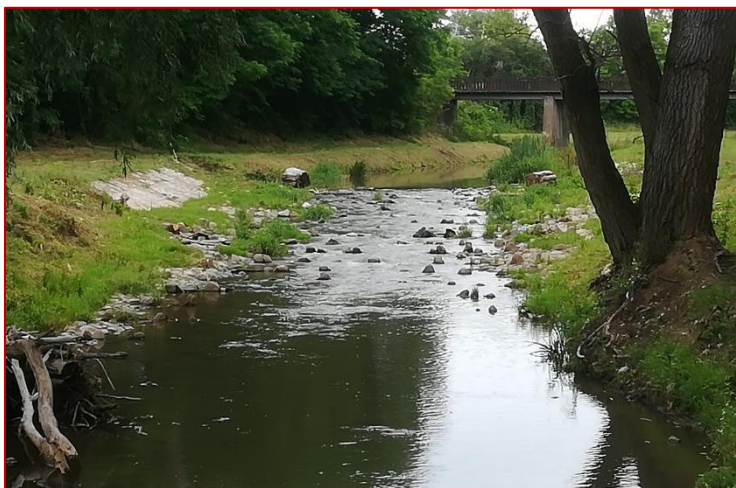
Obr. 60

Pôvodná nepriechodná migračná bariéra pred spriechodnením – betónový stupeň vysoký 1,5 m mal buď pre ryby nepriechodné hĺbky vody, alebo nepriechodné rýchlosti vody na strmom hladkom dne.



Obr. 61

Celokorytový bystrinný sklz s kamenným, priečne preliacným dnom na betónovom podklade po dokončení.



Obr. 62

Celkový pohľad počas prevádzky, od dolného stabilizačného prahu (pod prahom je vyhlbená nová hĺbočina - sezónne refúgium), cez čerivý (torrentilný) úsek, až po zrezaný pôvodný stupeň a vzdutie s bylinnými mokraďami.



Obr. 63
Detail samovoľne sprírodnených
plytčín sklzu. Vybudovaním sklzu
vznikol už po prvom roku prevádzky
nový čerivý (torentilný) biotop rýb v
pleskáčovom pásme.

Bezúdržbová prevádzka ukazuje, že počas nižších prietokov sa hlboké aj plytké prúdy koncentrujú v strednej časti koryta s kamenným dnom a štrkovo-piesčitými štrbinami. Veľkú okrajovú časť sklzu už po roku tvorili trávne plytčiny na dopravených sedimentoch - okolo týchto lavíc a trsov sa prirodzene tvoria zátišia vodných prúdov. Tieto sezónne zavodené okrajové plytčiny slúžia počas veľkých jarných prietokov aj pre migráciu menej zdatných rýb. Podkladový betón je už viditeľný len v ojedinelých škárach medzi riečnymi kameňmi. Pod čiastočne odstráneným betónovým stupňom nevznikne vďaka betónovému podkladu dna žiaden priečny skok dna ani hladiny.

4. príklad (celoplošne spevnený):

Kamennno-štrkový celokorytový bystrinný sklz na toku dolná Slaná pri Gemerskej Panici, v rkm 23,2, výrazne priečne preliačený s prírode blízkym prúdením a vzhľadom, s celoplošným upevnením všetkých dnových kameňov aj vyčnievajúcich oddychových balvanov do betónu, sklon 1:100, preliačenie stredu koryta 0,5 m, dĺžka 70 m.

Rok realizácie: 2021

Pôvodný betónový stupeň nemohol byť úplne odstránený a vzdutie nad ním úplne vypustené, lebo by sa zlikvidovali možnosti odberu vody, znížila by sa hladina priľahlých podzemných vôd v poľnohospodárskej a obývanej nive Slanej a otázne by bolo prežitie starých brehových porastov, ktoré sa popri vzdutí vyvinuli a za desaťročia prispôsobili zdvihnutej hladine povrchových aj podzemných vôd - tvoria základ neúplnej kostry územného systému ekologickej stability aluviálnej nivy. Zo stupňa sa preto odstránila len časť vo výške cca 40 cm v strede toku, okolité dno rieky sa vypsádovalo do sklonu 1:100 (nad stupňom sa plynulo odbagrovalo, pod stupňom doplnilo).

Vznikol pre ryby pohodlný a v mnohom prínosný prírodný biokoridor aj biotop, ktorý má kamenné dno, hlboký vodný prúd v strede rieky, spomalené prúdy v postranných plytčinách. Z kamenného dna vyčnievajú veľké kamene, preliate bežnými hladinami, tvoriace oddychové miesta pre ryby.



Obr. 64
Záber z výstavby ukazuje dno z riečnych kameňov aj rozmiestnenie oddychových balvanov. Vzadu pôvodná nepriechodná migračná bariéra pred spriechodnením – vodopádový riečny stupeň s prevýšením hladín cca 0,8 m.



Obr. 65
Pohľad na nový prúdivý biotop v mrenovom pásme, na okraje pôvodného stupňa, a nad ním na biotopy plytkého vzdutia, lemované starými brehovými porastmi Slanej.

5. Príklad (celoplošne spevnený):

Kamenný celokorytový bystrinný sklz na toku Rudava v rkm 28,5, pri Plaveckom Mikuláši, mierne priečne preliačený, s vloženou úzkou centrálnou kynetou s trojuholníkovým priečnym rezom pre priemerné prietoky, s celoplošným podbetónovaním všetkých dnových kameňov, s pozdlžnymi radmi oddychových balvanov, sklon 1:40, dĺžka 80 m.

Rok realizácie: 2020

Pôvodný betónový stupeň nemohol byť odstránený a vyvinutý fluviatilný biotop vzdutia nad ním nemohol byť odvodnený, lebo by sa výrazne znížila hladina príľahlých podzemných vôd v okolitej poľnohospodársky využíwanej nive a vyschli by dobre vyvinuté mokraďové spoločenstvá na okrajoch vzdutia, ktoré sa za desaťročia prispôbili zdvihutej hladine povrchových aj podzemných vôd. Zlikvidovali by sa tiež možnosti prevodu vody do zavodňovacieho kanála Starej Rudavy, aj možnosti odberu vody z toku v očakávaných obdobiach sucha. Z nepriechodného stupňa sa preto odstránila len časť vo výške cca 40 cm v strede toku, odkiaľ klesá celokorytový kamenný sklz v sklone 1:40 – je teda strmší a kratší než prináleží mrenovému pásme, ale vďaka navrhutej vysokej drsnosti balvanitého dna a priečnemu preliačeniu s trvalými plytčinami bude aj slabým migrantom poskytovať vždy dostatočne spomalené prúdy v postranných plytčinách. V hlbších prúdniciach vyčnievajú

z členitého kamenného dna veľké kamene striedavo tak, aby tvorili rýchlostné tiene pre protiprúdovú migráciu rýb.



Obr. 66
Pôvodná nepriechodná migračná bariéra pred spriechodnením, pozdĺž vzdutia vyvinuté vysokosteblové brehové porasty.



Obr. 67
Pohľad na nový celokorytový sklz s vloženou centrálnou kynetou pre nižšie prietoky (stav pri bežnom prietoku).

6. príklad (celoplošne spevnený):

Nadmerne strmý kamenný celokorytový bystrinný sklz na toku Myjava pod Senicou, v rkm 26,5, mierne priečne preliačený, s vloženou širokou centrálnou kynetou s trojuholníkovým priečnym rezom pre priemerné prietoky, s extrémnou členitosťou dnových kameňov, s celoplošným upevnením všetkých kameňov do betónu, s pozdĺžnymi radmi oddychových balvanov, sklon 1:25, dĺžka 30 m.

Rok realizácie: 2019

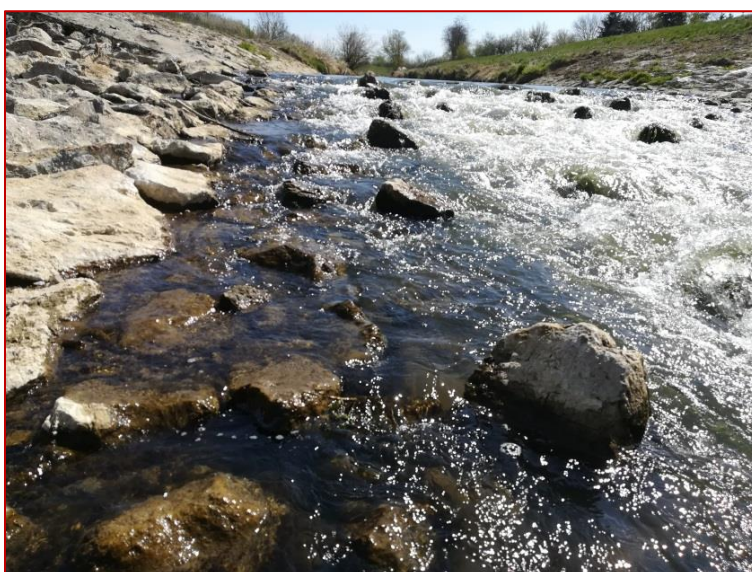
Nepriechodný riečny stupeň pod mestom Senica bol nahradený celokorytovým kamenným sklzom. Tento je výrazne **strmší** (1:25) a **kratší** než prináleží mrenovému pásnu, ale **vd'aka vysokej drsnosti balvanitého dna a priečnemu preličeniu poskytuje vždy dostatočne spomalené protiprúdy v postranných plytčinách, a tiež prijateľné prierezové rýchlosti** – čo potvrdilo aj meranie rýchlostí VÚVH.



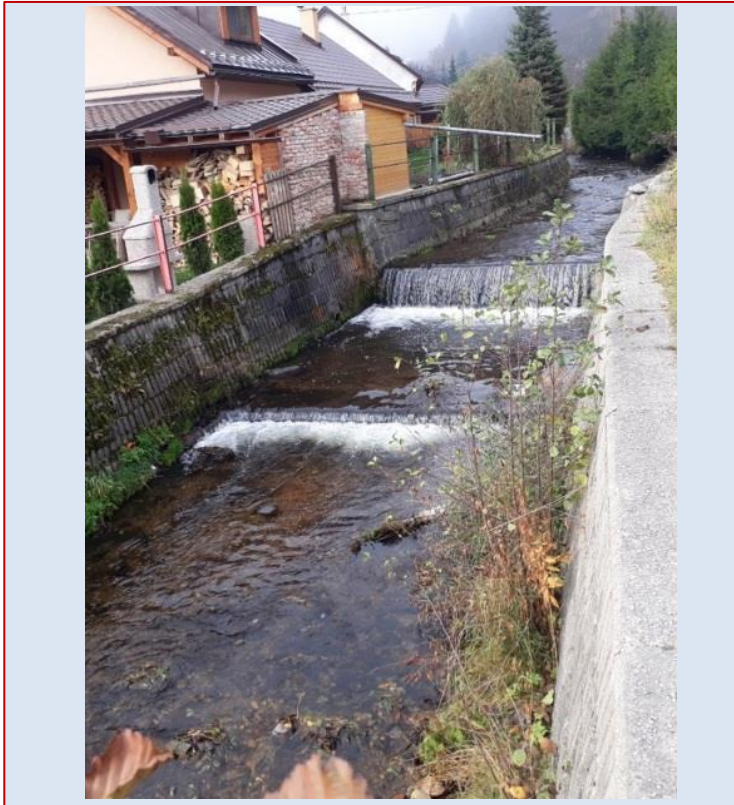
Obr. 68
Pôvodná nepriechodná migračná bariéra pred spriechodnením. Pohľad z pravého brehu.



Obr. 69
Pohľad na nový celokorytový sklz s mierne preliačeným trojuholníkovým priečnym rezom, do ktorého je vložená hlbšia centrálna kyneta s kapacitou pre podpriemerné prietoky pod Q_{180} (stav pri bežnom prietoku). Pohľad z ľavého brehu.



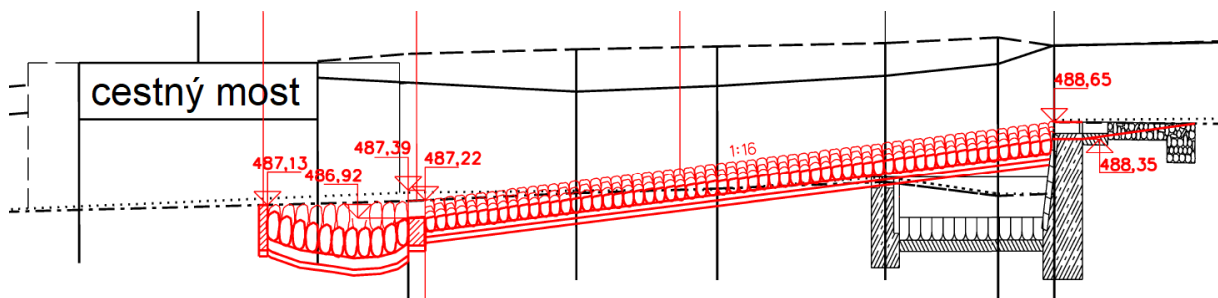
Obr. 70
Detail výrazne pomalej plytšej príbrežnej prúdnice pre slabšie menšie ryby (na okraji rýchlej hlbkej centrálnej prúdnice pre zdatné veľké ryby).



Obr. 72
Pôvodná nepriechodná migračná
bariéra pred spriechodnením -
vodopádové stupne v dne.



Obr. 73
Pohľad po spriechodnení. Vznikla
plynulá centrálna hĺbočina
aj spomalené okrajové plytčiny.



Obr. 74 Pozdĺžny rez pôvodným stupňom (mierne odstráneným do trojuholníkového profilu), celokorytovým sklízom a náhradnou hĺbočinou pod ním (už pod cestným mostom).

P3.1.6.3. TYP 3) VNÚTROKORYTOVÉ BYSTRINNÉ RAMPY (kamenno-štrkové)

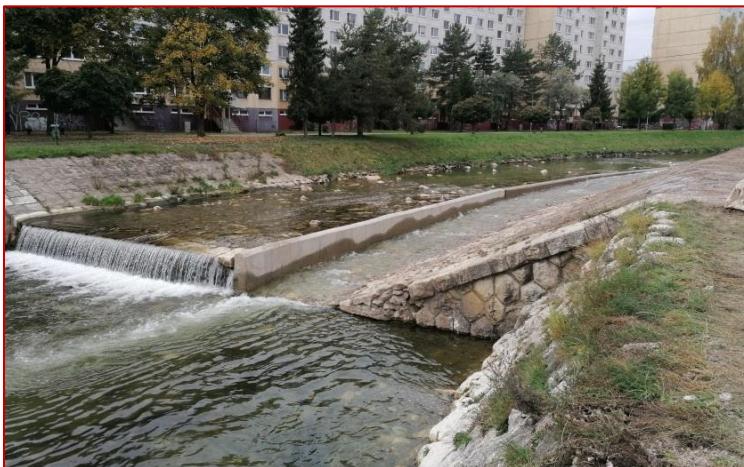
1. príklad (celoplošne spevnená):

Kamenná vnútrokorytová bystrinná rampa v rkm 131,3 Hornádu, v Spišskej Novej Vsi, asymetricky priečne preliačená o 40 cm, s celoplošným podbetónovaním dnových aj vyčnievajúcich oddychových kameňov, sklon 1:50 v lipňovom pásme, šírka 3 m, dĺžka 50 m.

Rok realizácie: 2021



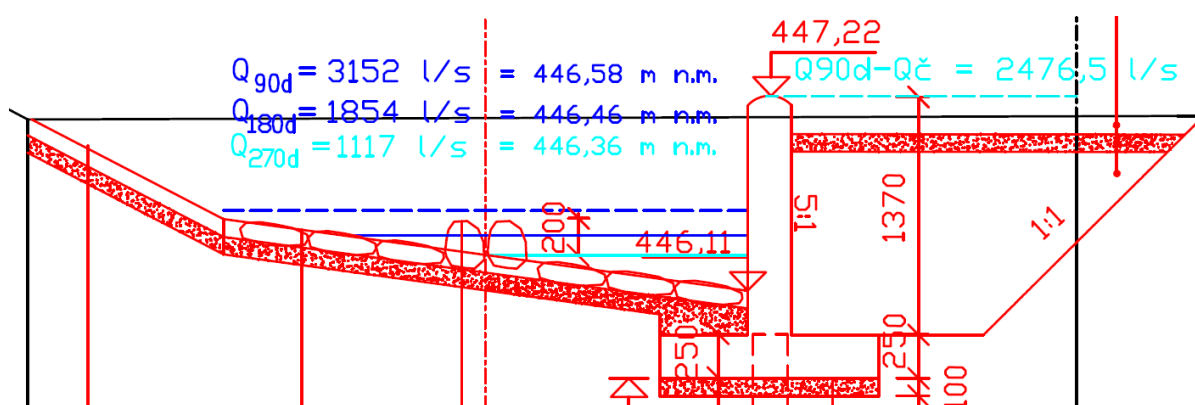
Obr. 75
Pôvodná nepriechodná migračná bariéra pred spriechodnením.



Obr. 76
Celkový pohľad na zachovanú hĺbočinu vývaru, na čiastočné odstránenie štvrtiny bariéry a jej nahradenie novovybudovanou vnútrokorytovou bystrinnou rampou.



Obr. 77
Detail. Ryby majú pokojn neturbulentné a nie rýchle prúdenie v rybovode, s rýchlejšou hĺbočinou pre pstruhy a lipne a spomalenou plytčinou pre čereble a hlaváče.



Obr. 78 Schematický priečný rez - riešenie plytkovodnej aj hlbokovodnej prúdnice novobudovanej rampy, a oddelenie zahĺbenej rampy od pôvodného koryta rieky múrikom.

2. príklad (celoplošne spevnená):

Protismerne zalomená kamenná vnútrokorytová bystrinná rampa v rkm 7,5 rieky Turiec v Martine, so širokou plytčinou klesajúcou do hĺbky 40 cm a s úzkou hĺbočinou 80 cm pre veľké ryby, s celoplošným podbetónovaním dnových aj oddychových riečnych kameňov, vyčnievajúcich do hĺbočiny aj plytčiny, vtresnaná do extrémne úzkeho pásu strmého brehu medzi zregulovaným tokom a cestou, relatívne malá členitosť/drsnosť dna, sklon 1:80 v lipňovom pásme, šírka 4 m, dĺžka cca 200 m.

Rok uvedenia do prevádzky: 2019



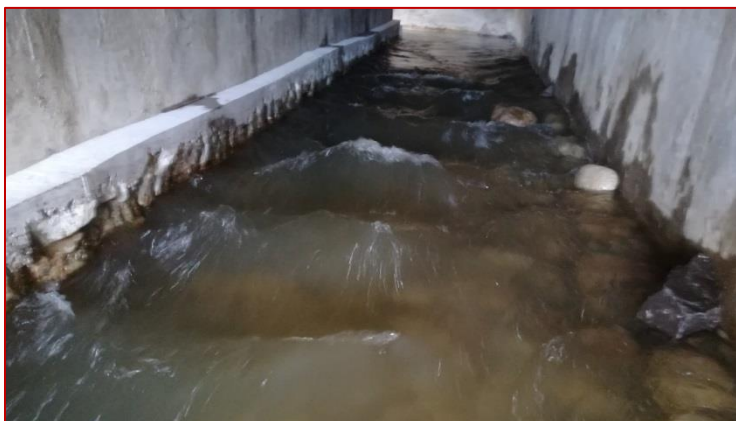
Obr. 79
Pohľad od
oddychovej hĺbočiny
na dolnú a hornú
rampu
s oddychovými
kameňmi medzi
hĺbočinou a plynčinou.



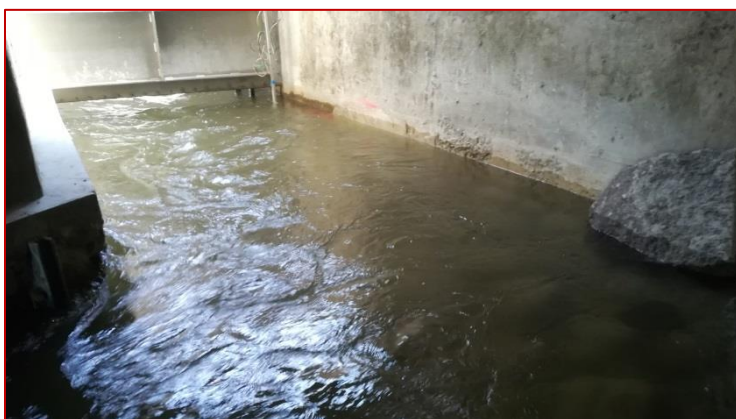
Obr. 80
Pohľad na nástupný sklz medzi
riekou a vývarom, aj na dolnú
a hornú rampu.



Obr. 81
Detail hĺbočiny a plynčiny v hornej
časti rybovodu, relatívne malá
členitosť/drsnosť dôsledne
vyšpárovaného dna z riečnych
kameňov.



Obr. 82
Zúžený tunelový úsek popod budovu –
šírka len 2 m,
aj tu je hĺbočina 90 cm
a zúžená plytčina 5 - 40 cm,
s oddychovými kameňmi.



Obr. 83
Pokojný vtok zo zdrže do
rybovodu.

P3.1.6.4. TYP 4) OBTOKOVÉ BYSTRINNÉ BIOKORIDORY (kamenno-štrkové)

1. príklad (nespevnený betónom) - NEFUNKČNÝ:

Na Slovensku najväčší, avšak nefunkčný rybovod – až 10 km dlhý obtokový bystrinný biokoridor okolo zdrže vodného diela Žilina na hornom Váhu. Mierne meandrujúce koryto, široké až 5 m, s extrémne nízkym takmer prirodzeným pozdĺžnym sklonom len 1:400, bolo len vyhlbené v štrkovo-kamennom podloží, nespevnené, a po štvrtstoročí prevádzky s prietokom až 2 m³·s⁻¹ sa zrevitalizovalo, takže má všetky znaky biotopu (hlbočiny, plytčiny, štrkové lavice vrátane neresísk, rôzne typy brehu, staré stromové aj krovinové brehové porasty, trvalé osídlenie všetkými druhmi rýb susednej rieky), na väčšine trasy aj znaky prirodzeného terestrického aj hydrického biokoridoru.

Rok uvedenia do prevádzky: 1998

Nefunkčným rybovodom pre cieľové druhy rýb mrenového pásma ho však podľa pozorovaní ichtyomonitoringu robia:

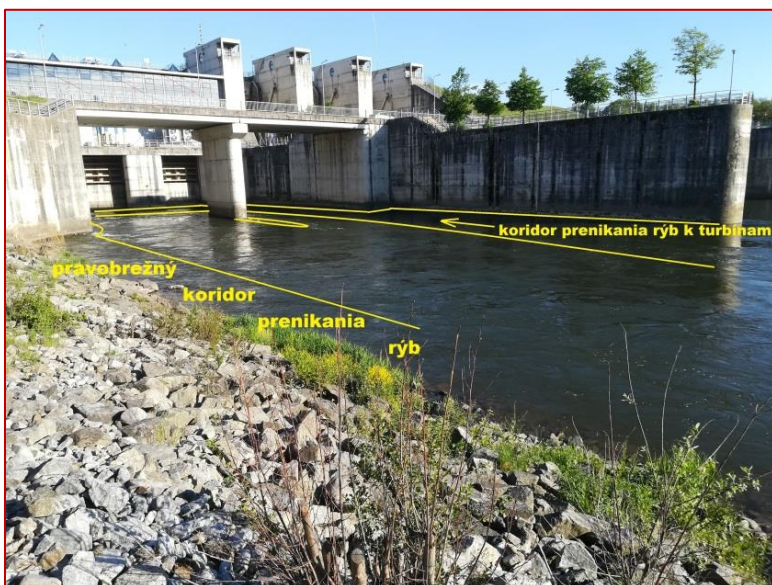
- balvanitá občasne nepriechodná spenená a turbulentná kaskáda v dolnom vstupe (výtoku do Váhu), spôsobujúca spätné strhávanie a krvavé zranenia najzdatnejším reofilom, ktorí v čase poklesu hladiny Váhu (odstávky turbín) do kaskády dokážu vplávať, menej zdatné druhy nemajú vtedy žiadnu šancu plávať hore kaskádou (riešením by bolo zamedzenie vstupu rýb do nebezpečného úseku podľa návrhov ichtyomonitoringu),
- mimo poklesu hladiny Váhu (mimo odstávky turbín) takmer všetky ryby, migrujúce na neres, minú nenápadný výtokový prúd z rybovodu (prietok 2 m³·s⁻¹ vteká do prietoku 80 - 120 m³·s⁻¹ v 60 m širokom a niekoľko metrov hlbokom koryte), až po 2 km narazia na migračnú bariéru priehrady, no nemajú žiaden dôvod vrátiť sa 2 km dolu prúdom, takže rybovod pre ne neexistuje (riešením by bolo vykopanie nového dolného úseku koryta od biokoridoru ku výtoku z turbín vodnej elektrárne do Váhu podľa návrhov hydrotechnickej štúdie z r.2019 a ichtyomonitoringu z r.2020),
- malá časť rýb, migrujúcich na neres tesne popri pravom brehu, sa počas prevádzky turbín a vysokej hladine Váhu môže dostať do rybovodu, kde ich však po niekoľkých stovkách metrov zastaví úplne nepriechodný vodácky areál s vodopádovými prepadmi a vodnými valcami - hneď v prvom dolnom kilometri 10-kilometrového biokoridoru (celý pokazený dolný úsek by sa obišiel spomínaným vykopáním nového dolného úseku koryta podľa návrhov štúdie 2019 a ichtyomonitoringu 2020, doriešiť by bolo nutné pravidelné dotovanie vodáckeho areálu),
- nad vodáckym areálom je biokoridor vedený cez veľkoplošné „jazero“ bagroviska so stojatou vodou, čo však pravdepodobne nebráni rybám pokračovať v protiprúdovej migrácii (vďaka prirodzene vytvorenej koncentrovanej prúdnici v sedimentoch jazera), nepriechodný je však betónový prah na dolnom výtoku z jazera,
- vrchných cca 8 km biokoridoru je menej problémových – problém môžu však predstavovať priečne prahy a pereje, ktoré môžu spôsobovať problémy pri priechodnosti objektu
- na hornom konci biokoridoru je vtokový objekt často upchatý a úplne nepriechodný, s prepacom vody neprekonateľným pre ryby, s nevhodne veľkým podielom vody z Varínky (riešením by bolo vybudovanie nového oveľa dlhšieho bystrinného vtokového úseku biokoridoru, s viacerými vtokovými otvormi vzdialenými od ústia Varínky, podľa návrhov štúdie 2019).



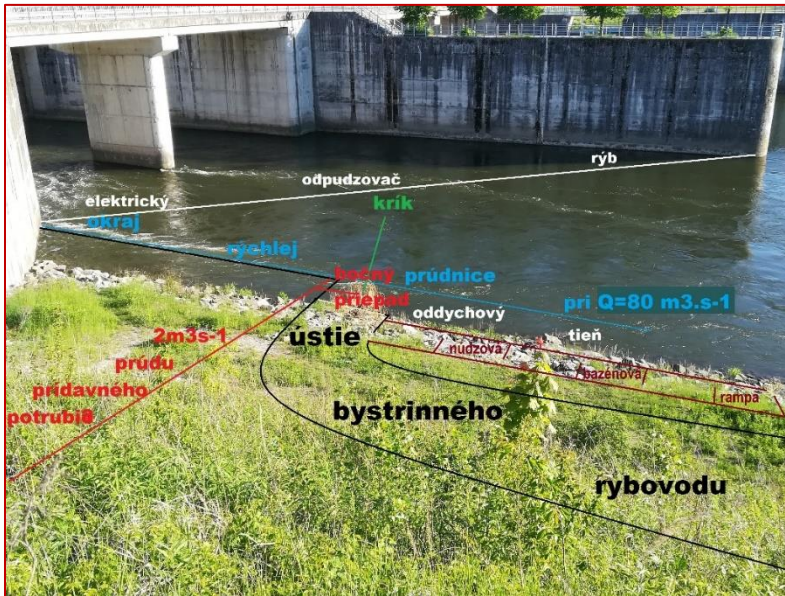
Obr. 84
Pohľad na vykovaný kanál biokoridoru vodného diela Žilina po cca 5 rokoch. Namiesto pôvodného pravobrežného terestrického biokoridoru starého Váhu bol popri novej zdrži vytvorený široký a zvlnený umelý potok biokoridoru.



Obr. 85
Rôznorodá hydromorfológia umožňuje neustále dotváranie nových vnútrokorytových, vysokotrávnnych, krovinných aj stromových habitatov, čím v krajine vzniká po 30 rokoch komplexný rôznorodý habitat pre všetky typy živočíchov a rastlín (teda pre akvatické, semiakvatické aj terestrické).



Obr. 86
Zistené koridory prenikania rýb zo širokého koryta Váhu ku výtoku z turbín VE Žilina (pohľad od dolnej vody).



Obr. 87
Návrh optimálneho ústia preložky rybovodu Žilina do vodiaceho prúdu Váhu pod turbínami, podľa výsledkov ichtyomonitoringu 2020.



Obr. 88
Koryto biokoridoru, nad úpravou pre potreby vodákov (foto M. Kubala).



Obr. 89
Prah v telese biokoridoru ktorý je viditeľne nepriechodný pre akékoľvek ryby (foto M. Kubala).



Obr. 90
Časť trasy biokoridoru upravenej pre vodákov, viditeľne nepriechodná pre ryby foto M. Kubala).

2. príklad (celoplošne spevnený):

Druhý najväčší rybovod na Slovensku - obtokový bystrinný biokoridor okolo 8 m vysokého vodného stupňa **Veľké Kozmálovce na dolnom Hrone v rkm 73,6. Dĺžka viac ako 500 m, šírka až 5 m, s veľmi širokou plytčinou klesajúcou do hĺbky 40 cm a s úzkou hĺbočinou klesajúcou do hĺbky 70 cm pre veľké ryby, s celoplošným podbetónovaním dnových aj oddychových riečnych kameňov, vyčnievajúcich do hĺbočiny aj do plytčiny, veľmi vysoká členitosť/drsnosť dna.**

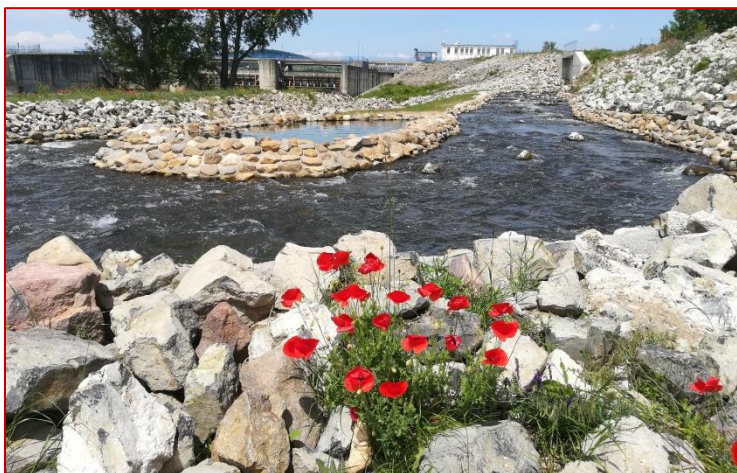
Rok uvedenia do prevádzky: 2019



Obr. 91
Celkový pohľad na biokoridor.



Obr. 92
Pohľad na dolný vstup rýb.



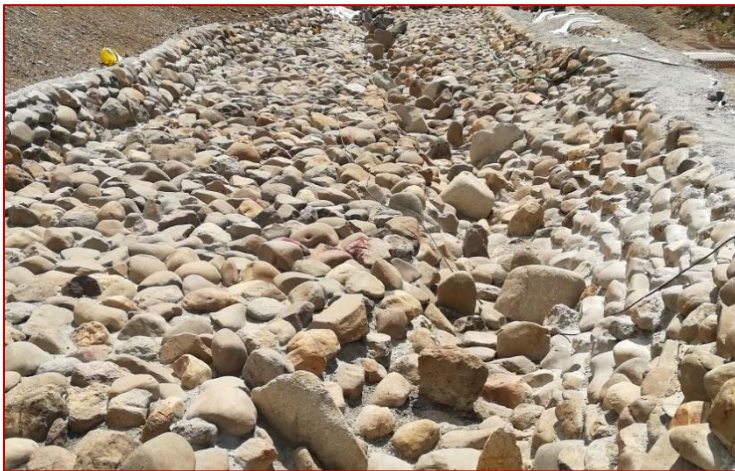
Obr. 93
Pohľad na dolný úsek bystriny medzi Hronom a protipovodňovou hrádzou, s 1. oddychovou zátokou. Tento úsek je skrátenejší kvôli vyústeniu kanalizácie, a teda strmší (1:50), má však po celej trase spomalené okrajové plytkiny. Je prelievaný povodňami, preto je podbetónovaný.



Obr. 94
Pohľad na dolný úsek bystriny pod zúženým a pôvodne aj zrýchleným kruhovým výtokom cez protipovodňovú hrádzu. Tento úsek musel byť kvôli spomaleniu zúženého prúdu mierne pozavzdúvaný prerušovanými kamennými prehrádzkami.



Obr. 95
Pohľad na veľmi pokojný prúd biokoridoru v celom mimohrádzovom úseku (veľmi mierny sklon len 1:200). Hĺbočina lemovaná oddychovými balvanmi prechádza striedavo od brehu k brehu.



Obr. 96
Veľmi vysoká členitosť/drsnosť dna bola dosiahnutá výberom väčších kameňov (nad 20 cm), ich kladením na betónový podklad na vzájomný dotyk, ich striedavým kladením naležato a nastojato, nešpárovaním vznikli hlboké škáry.

3. príklad (celoplošne spevnený):

Hlboká obtoková bystrina s výrazne členitým kamenným dnom v mrenovom pásme malej rieky Slaná v Čoltove, v rkm 28,3, veľký prietok nad $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, hĺbočina až 85 cm, okrajové plytčiny, s dodatočným rozdelením dolného vstupu rýb.

Rok uvedenia do prevádzky: 2016



Obr. 97
Celkový pohľad na bariéru hate s Archimedovou skrutkou (fish-friendly turbína) a s miernym zrýchleným prúdením na vstupe do rybovodu pri priemernom prietoku (pre malé ryby bola pri týchto prietokoch priechodná ľavostranná plytčina).



Obr. 98
Detail koridorov centrálnej hĺbočiny a okrajových plytčín, veľké úkrytové balvany medzi oboma koridormi – dno z lomového kameňa.



Obr. 99
Detail rýchlejšej ale neturbulentnej hĺbočiny, okrajových pomalých plytčín, oddychovej zátoky s výsadbami drevín, vzadu červená plávajúca norná stena a pevne hradený vtokový profil obmedzujúci príliš veľké prietoky – bezproblémový vtok aj koryto rybovodu.



Obr. 100
Pri podpriemerných prietokoch Slanej sa ústie rybovodu ocitalo vysoko a prepadalo do rieky prepadom priechodným len pre zdatné ryby. Pre menšie málo zdatné ryby sa dodatočne vytvorilo predĺžené oveľa pokojnejšie plytké rameno rybovodu (naznačené modrou čiarou).

B) BAZÉNOVÉ SPRIECHODNENIA

(rybovody s plnými kamennými, betónovými, drevenými, štetinovými alebo mnohomedzernatými prepážkami so širokou štrbinou)

Patria sem typy č. 5 až 8, priestranné, prírodne pôsobiace, spĺňajúce limity zo súhrnnej tabuľky č. 3, uvedenej v článku č. 3.3.6. časti metodiky.

P3.1.6.5. TYP 5) CELOKORYTOVÉ BAZÉNY (kamenno-štrkové dno)

Je to skrátaná alternatíva celokorytového bystrinného sklzu, ale rizikovejšia na upchatie – vďaka prepážkam sa dá vytvoriť pomalšie a pokojnejšie vodné prostredie pre výstup rýb na kratšom úseku koryta, avšak s rizikovými zúženými a zrýchlenými priechodmi.

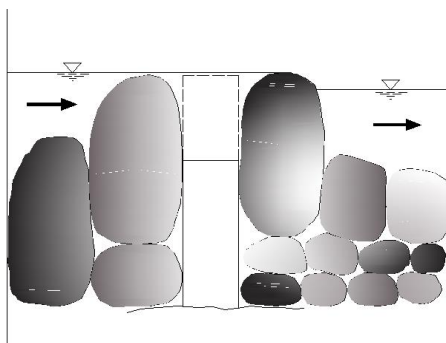
Celokorytový bazénový rybovod je jediným riešením spriechodnenia priečneho prahu s vodopádom v prípadoch, keď sa nepovolí ani čiastočné zníženie/odbúranie prahu (napr. pri limnigrafe SHMÚ, pri križovaní so zabudovanou infraštruktúrou alebo s dôležitým spevneným brodom). Vtedy je nutné spätné zatopenie (zavzdutie a spriechodnenie) stupňa pomocou niekoľkých celokorytových prepážok, až po dno prerušených širokou priechodovou štrbinou tak, aby sa dosiahli limity prevýšenia hladín pre príslušné rybie pásmo.

Celokorytové prepážky a bazény sú veľmi vhodné aj na zavzdutie ochudobneného pôvodného koryta toku pod rozdeľovacím/odberným objektom do kanála derivačnej MVE.



Obr. 101
Príklad spätného zatopenia (zavzdutia a spriechodnenia) stupňa pomocou niekoľkých celokorytových prepážok, prerušených priechodovou štrbinou (Musil, Marek a Barankiewicz 2020).

Dôležité je zabezpečiť dlhodobú stabilitu celokorytových prepážok. Aby vydržali aj deštruktívne povodňové prietoky toku, je vhodné spevniť kamenno-štrkové prehrádzky pevným jadrom (resp. pevné jadro obsypať dostatočne veľkými kameňmi).



Obr. 102
Pozdĺžny rez balvanitou prepážkou v celokorytovom rybovode s pevným jadrom. (podľa DWA 2009). Voda sa má cez ne mierne prelievať, rozdiel hladín aj rozmery priechodového otvoru by mali spĺňať limity podľa príslušného rybieho pásma.

P3.1.6.6. TYP 6) VNÚTROKORYTOVÉ BAZÉNOVÉ RAMPY (kamenno-štrkové dno)

Skrátená alternatíva bystrinnej rampy – vďaka prepážkam sa dá vytvoriť pomalšie, pokojnejšie a priestrannejšie (hlbšie) vodné prostredie pre výstup rýb, a to na kratšom úseku koryta, pričom stačí na ich naplnenie aj malý prietok. Avšak kvôli polohe v povodňovom koridore rieky je prepážková rampa mimoriadne riziková na upchatie a neustálu údržbu, a vo všeobecnosti sa **odporúča len ako rampa umelo odizolovaná od povodňových prietokov!** Možné je napr. jej trasovanie popri brehu zdrže nad bariérou, oddelené pozdĺžnym múrom od povodňových prietokov, tiež trasovanie popri budove MVE alebo v pilieri hate. Ak sa trasa nedá oddeliť od povodňových prietokov, je lepšie zvoliť iný typ spriechodnenia, napr. obtokový biokoridor mimo povodňových prietokov toku.

1. príklad (celoplošne spevnená):

Bazénová betónovo-kamenná rampa s priamym stúpaním na okraji koryta horného Hrona pri MVE Šalková v rkm 180,7 (Obr. 103), s kamenným dnom, veľkoobjemové bazény čiastočne prekryté drevinami (Obr. 33 a, b v článku 3.3.5), prietok cca $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, hĺbka 50 - 80 cm, šírka bazénov 6 m, v zúžených úsekoch 3 m, šírka štrbín 105 cm.

Rok uvedenia do prevádzky: 2013



Obr. 103

Príklad vhodného umiestnenia vstupu pri hlavnom vábiacom prúde vytekajúcom z MVE, ktorý je ale príliš ďaleko od migračnej bariéry (optimálne mal byť dolný vstup do rybovodu tesne pod migračnou bariérou, spolu s MVE). Takéto (časté) prípady sa dajú vyriešiť doplnením priečneho kamenného navádzacieho prahu ku výtoku z rybovodu – podľa článku [3.2.6.](#)

Rybovod je príkladný dostatočne veľkými a pokojnými vodnými bazénmi, a po doladení brzdiacich balvanov, aj pomalšími rýchlosťami vody než je limit lipňového pásma. Druhá a tretia štvrtina rybovodu (Obr. 104), široká až 6 m, má vlastnosti oddychových bazénov. Aj najužšie bazény (Obr. 105) v hornej a dolnej časti rybovodu, široké len 3 m, mali dostatočne upokojené vodné priestory, rýchlosti v prietokovom otvore boli $1,46 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pri hladine, $1,37 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ v strede a $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ nad dnom. Predtým však bolo nutné v zúžených úsekoch balvanmi rozdeliť a upokojiť (Obr. 107) prvotné nevhodné prúdy (na Obr. 106 - jedna rýchla prúdnica popri brehu pred opravou narážala na stenu prepážky a zboku vrážala do priechodového otvoru).



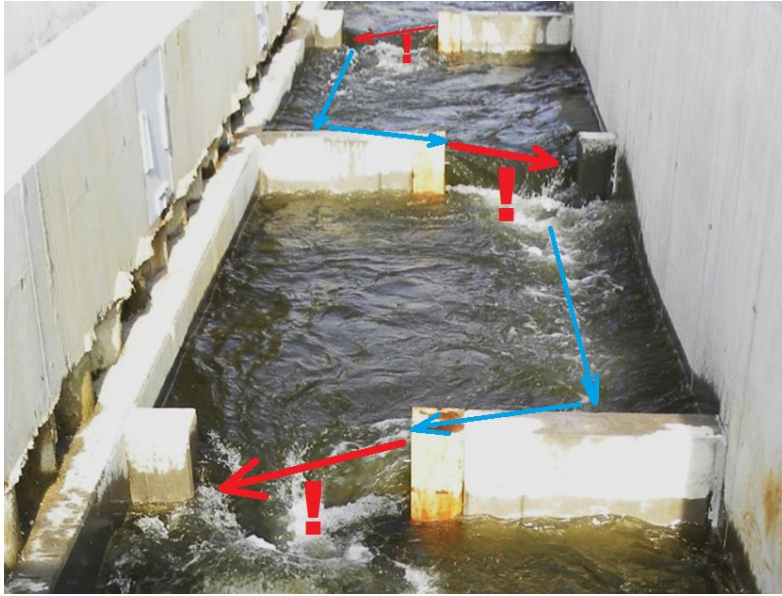
Obr.104
Pohľad na druhú a tretiu štvrtinu rybovodu, širokú až 6 m, už s vlastnosťami „oddychových“ bazénov.



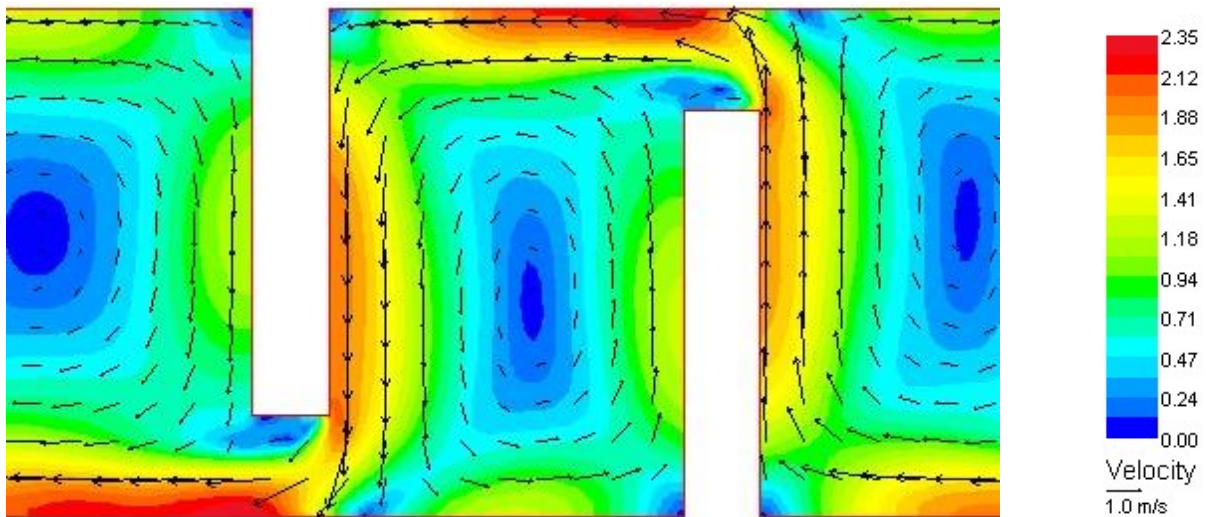
Obr.105
Pohľad na najužšie bazény v hornej a dolnej časti rybovodu, široké len 3 m, ale s dostatočne upokojenými vodnými priestormi pre oddych rýb s rýchlosťami menšími ako $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. (Rýchlosti v tomto prietokovom otvore boli $1,46 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pri hladine, $1,37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v strede a $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nad dnom, teda výrazne pod limit $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).



Obr. 106
Rozdelenie a upokojenie prvotných nevhodných prúdov vhodným osadením balvanov.



Obr. 107
 Pohľad na komory pred osadením balvanov – vždy jedna rýchla prúdica popri brehu narážala na stenu prepážky a zboku vrážala do prechodového otvoru (vážna hydraulická komplikácia pre ryby, namáhavo prekonávajúce prechod skokovou alebo maximálnou rýchlosťou).



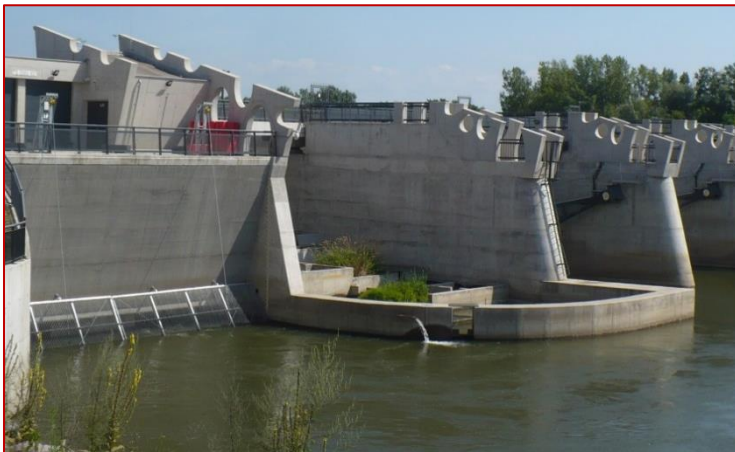
Obr. 108 2D matematický model (River2D) prúdenia vody v bazéne bez balvanov (namodelované sú vektory rýchlostí) - ako na Obr. 107

V bazéne bez osadenia balvanov je len jedna rýchla prúdica popri brehu, vrážajúca do protiahlej prepážky, čím nevhodne vráža do otvoru pri prechode rýb (Obr. 108). Čím je bazén kratší a užší, tým výraznejšie sa v ňom tvorí krúťivý prúd popri všetkých stenách, nevhodný pri orientácii rýb. Oba problémy je možné odstrániť viacnásobným odklonením alebo rozdelením hlavného prúdu pomocou správneho umiestnenia rozrážacích balvanov, najmä spätným odklonením najsilnejšieho prúdu vtekajúceho z boku do štrbiny.

2. príklad (celoplošne spevnená):

Rampa s meandrovitým stúpaním veľkoobjemových bazénov vnútri koryta dolného Hrona - medzi haťou a MVE Želiezovce (Obr. 109). Rampa v pilieri hate pri MVE je o niečo vhodnejšia pre väčšie reofily ako rampa pri brehu. Niektoré bazény budú tienené krovínami z ozelenených ostrovčekov (Obr. 110).

Rok uvedenia do prevádzky: 2016



Obr. 109

Výhodná poloha dolného vstupu rýb vnútri koryta Hrona, na okraji hlavného vábiaceho prúdu z turbín MVE (tam je potrebný odpudzovač rýb proti vplávaniu do turbín alebo iné technické zariadenie, napr. mreže). Vstupný (výtokový) otvor by mal mať štrbinu hlbokú až po dno rybovodu a širokú ako ostatné štrbiny rybovodu. Navádzací vodopád by mal dopadať pred výtokový otvor, priamo do prúdu vytekajúceho z rybovodu do Hrona (nie 2 m vedľa).



Obr. 110

Meandrovité klesanie vodného koridoru veľkoobjemových bazénov – priechodové otvory je ideálne umiestniť tak, aby sa v každom bazéne dosiahlo maximálne predĺženie a zalamovanie prúdnice. Deliace prepážky by mali byť výrazne nižšie ako na obrázku, ideálne by mali siahť len cca 10 cm nad projektovanú hladinu, škodlivé by nebolo ani občasné mierne prelievanie prepážok. Kríky vo vegetačných boxoch by sa mali rozrásť nad okolitú vodnú hladinu.

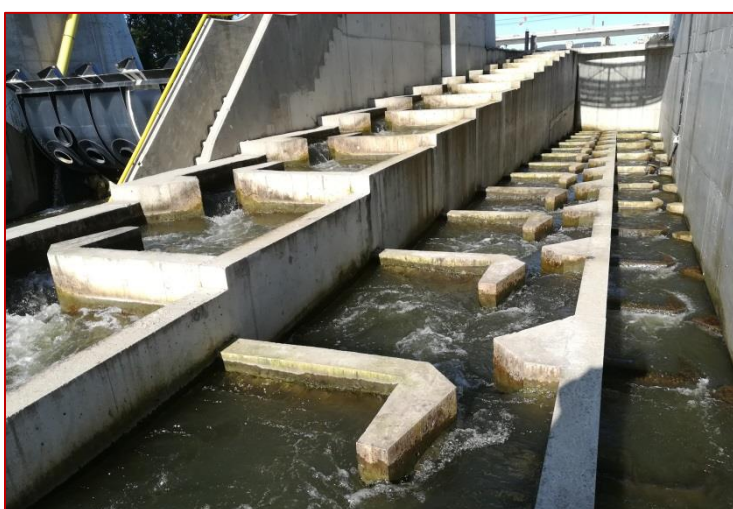
3. príklad (celoplošne spevnená):

Klasický „štrbinový“ rybovod s vychyľovaním prúdnice - trojramenná protismerne zalomená rampa stúpajúcich veľkoobjemových bazénov vnútri koryta stredného Váhu - medzi haťou a MVE Trenčianske Biskupice II. Vhodné projekčné riešenie dlhej bazénovej rampy s prevýšením až 7 m, vnútri veľkej 60 m širokej rieky – v rozšírenom pilieri hate, pri výtoku z vodnej elektrárne (Obr. 111). Rampa v pilieri hate pri MVE je o niečo vhodnejšia pre väčšie reofily, postupujúce hlbším prúdom, než rampa pri brehu.

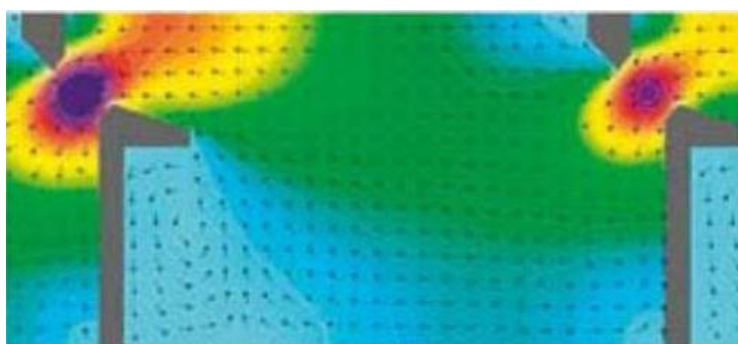
Rok uvedenia do prevádzky: 2017



Obr. 111
 Poloha vnútrokorytového rampového rybovodu Trenčianske Biskupice v rozšírenom pilieri hate. (zdroj ZBGIS)



Obr. 112
 Tri ramená stúpajúcich veľkoobjemových bazénov medzi MVE (vpravo) a haťou (vľavo). Hydraulicky optimálne riešenie prúdenia vo veľkokomorovom štrbinovom rybovode (pozri aj obrázok dole). Pod každou nepriepustnou prepážkou vznikajú dostatočne rozsiahle zóny s upokojenou vodou pre oddych rýb. Keďže prúd je tu umelo vychyľovaný, priechodové otvory je tu vhodnejšie radiť nie striedavo, ale priamo za sebou.



Obr. 113 Rozloženie rýchlostného poľa v štandardnom štrbinovom bazénovom rybovode - 2D matematický model prúdenia vody v bazéne. Hlavný prúd tečie sprava doľava, svetlomodré sú tíšiny, zelený je pokojný hlavný prúd, bodové maximum rýchlosti vody je červené až fialové (Slavík a kol. 2012).

4. príklad (celoplošne spevnená):

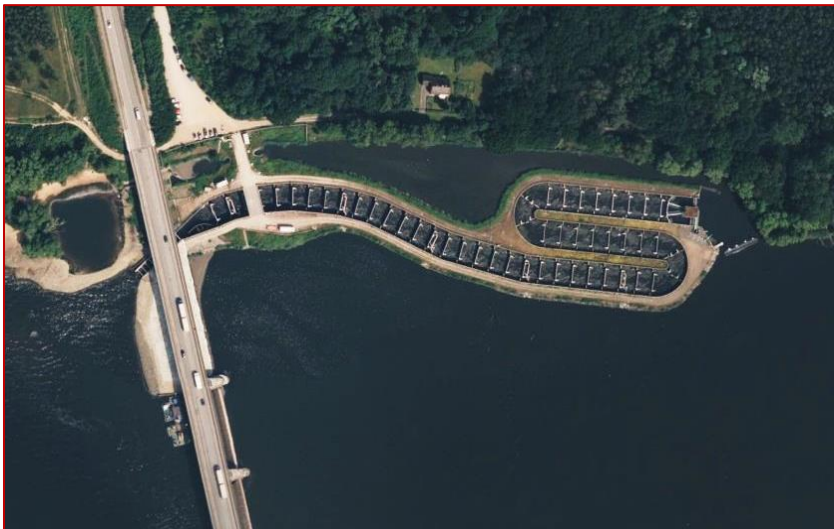
Veľkorozmerný bazénový protismerne zalomený rybovod vodnej stavby Geesthacht na Labe, pri Hamburgu (Nemecko) (Obr. 114), so zdvojenými štrbinami a veľkým prietokom pre veľkú rieku (vhodný napr. pre veľké ryby Dunaja, s dolným vstupom rýb z hlbkej výraznej prúdnice rieky).

Rok uvedenia do prevádzky: 2010

V prípade zväčšenia objemu bazénov a rozšírenia priechodových štrbín sa dá z klasického technického štrbinového rybovodu vytvoriť komfortná vodná cesta s úplne upokojeným až stojatým a veľmi priestraným vodným prostredím, vhodným pre akékoľvek ryby. Pre tak veľkú šírku vodného koridoru je vhodné vytvoriť priechodový otvor na oboch stranách každej prepážky tak, ako to má rybovod VD Geesthacht na Labe pri Hamburgu (Slavík a kol. 2012). Prírodné prostredie pre ryby je nutné dosiahnuť celoplošným prekrytím dna riečnym kameňom a presypaním vrstvou riečneho štrku.



Obr. 114
Pohľad na zdvojenú štrbinu v prepážke veľkej šírky - rybovod na VD Geesthacht na Labe pri Hamburgu. (Slavík a kol. 2012)

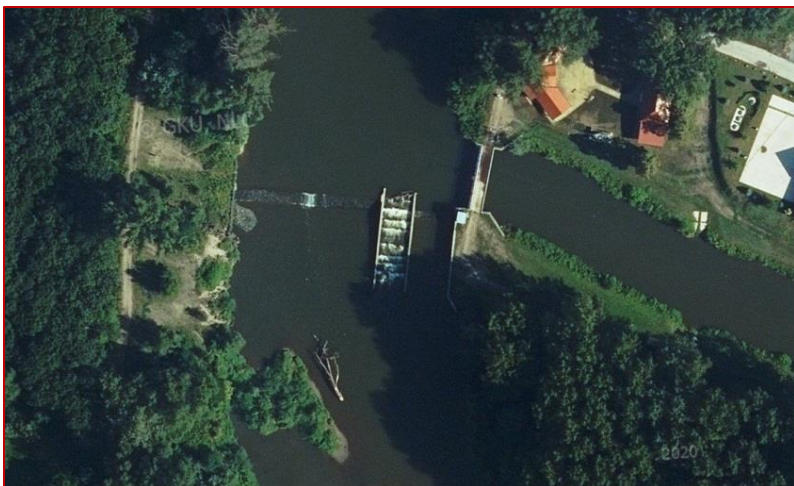


Obr. 115
Vnútrokorytové umiestnenie veľkobazénovej rampy pri ústí Labe. (Mapy Google)

5. príklad (celoplošne spevnená) - VAROVNÝ:

Vnútrokorytová bazénová rampa, s priamym stúpaním, vnútri koryta dolného Hrona, v rkm 63,5, na hati zabezpečujúcej odber vody do derivačnej MVE Kalná nad Hronom, s upchávacími sa balvanitými mnohomedzernatými prepážkami, prelievanými všetkými veľkými prietokmi veľkej rieky, bez ochrany proti upchatiu, nedostupná pre vyčistenie (Obr. 116, Obr. 117, Obr. 118).

Rok uvedenia do prevádzky: 2010



Obr. 116
Nevhodná poloha vnútrokorytovej
bazénovej rampy pri hati
zabezpečujúcej odber vody
do derivačnej MVE Kalná
nad Hronom. (zdroj ZBGIS)



Obr. 117
Nevhodné vnútrokorytové
nedostupné umiestnenie rampy,
bez ochrany proti plávajúcim
predmetom, s najrizikovejším typom
prepážky (balvanitá
mnohomedzerová).



Obr. 118
Nevypočítateľné balvanité prepážky
vytvárajú v hornej časti príliš veľké až
vodopádové rozdiely hladín,
nepriechodné pre ryby; niektoré úzke
štrbiny v povodňovom koridore rieky
sa zákonite musia upchať, pričom
kvôli nedostupnosti je ich čistenie
nemožné. **MNOHOMEDZERNATÉ
BALVANITÉ PREPÁŽKY** sú
v prípade nechráneného pretekania
veľkými vodami **NEVHODNÝM
TYPOM!**

P3.1.6.7. TYP 7) OBTOKOVÉ BAZÉNOVÉ RYBOVODY (kamenno-štrkové dno)

Vďaka prepážkam sa dá vytvoriť pomalšie, pokojnejšie a priestrannejšie (hlbšie) vodné prostredie pre výstup rýb, a to na kratšej trase, pričom na naplnenie výstupovej trasy stačí aj malý prietok.

Otvory v prepážkach sú však veľmi zraniteľné v prípade zlého navrhnutia, realizácie alebo upchatia počas prevádzky – najmä pri úzkych rybovodoch a úzkych štrbinách. Preto je pre ryby aj ostatné živočíchy a rastliny lepšie zvoliť bezprepážkový obtokový biokoridor, ktorý musí byť miernejší a dlhší.

Aj tu platí, že čisto betónové veľkokomorové obtoky sú nevhodné a treba ich obložiť kameňom a urobiť prírodné kamenno-štrkové dno. Čisto sypané prepážky sú nevypočítateľné a nestabilné – neodporúčame!

Prvé tri príklady sú uvedené rybovody s betónovými prepážkami, nasledujú príklady 4. až 8. s mnohomedzerovými balvanitými prepážkami a v závere je 9. príklad so štetinovými prepážkami.

Podrobnejší hydraulický návrh obtokového rybovodu s balvanitými mnohomedzerovými prepážkami, aj príklad výpočtu, je v prílohe [P3.3.6.6.5](#). Aj v tomto type sa nesmú prekročiť rýchlosti v prechodovom úseku medzi susednými bazénmi, tiež musí spĺňať všetky priestorové požiadavky (hĺbka, šírka, dĺžka bazéna) podľa Súhrnnej tabuľky č. 3 z článku [3.3.6](#).

1. príklad (nespevnený betónom):

Bazénový veľkoobjemový obtokový rybovod na mrenovom úseku **dolného Hrona v rkm 54,4, pri rozdeľovacej hati derivačnej MVE Turá** (Obr. 119, Obr. 120, Obr. 121), je po rokoch prevádzky a prirodzenej revitalizácie prírode veľmi blízky – s kamenno-štrkovým dnom bez betónu, s mierne prelievanými **kamenno-betónovými prepážkami** a s hladinou tienenu brehovými porastmi drevín.

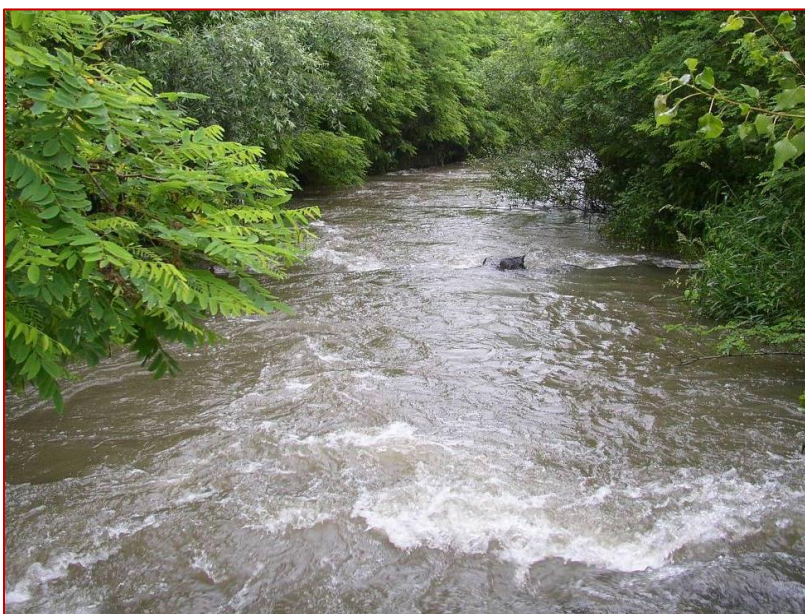
Rok uvedenia do prevádzky: 1999



Obr. 119
Kamenno-betónové prepážky
a oddelené okolie počas výstavby
rybovodu.



Obr. 120
Stav bez vody po rokoch. Je vidieť výrazné široké medzery v prepážkach a balvanité vybavenie bazénov. Okolo prirodzený les.



Obr. 121
Stav naplneného rybovodu počas trvalej prevádzky. Vhodné migračné prostredie vo veľkorozmernom koryte bazénového obtokového rybovodu s výrazne rozstúpenými prepážkami, vhodne tienené vzrastlými náletovými brehovými porastmi.

3. príklad (nespevnený betónom):

Obtokový bazénový rybovod pri zdrži MVE Podtureň-Liptovský Ján, v lipňovom úseku **horného Váhu**, v rkm 356,7, s **betónovými prepážkami**, kamenno štrkovým dnom, s geotextíliou a zhutneným podložím, má nadštandardné riešenie doplnkového zosilnenia navádzania rýb (v zmysle článkov [3.2.5.](#), [3.2.6.](#), [3.2.7.](#)), **nadštandardné riešenie rozmerov bazénov, prepážok aj splavnenia** (Obr. 122 – Obr. 125).

Napriek polohe v lipňovom pásme bolo zvolené prevýšenie hladín medzi širokými a hlbokými bazénmi len cca 11 cm namiesto povolených 17 cm, čo síce znamená viac prepážok ale aj pomalšie rýchlosti v štrbinách, ryby majú pod aj nad štrbinou široký rýchlostný tieň pod umelými kameňmi, hrany prepážok sú drevené a prispôbené pre splavovanie.

Rok uvedenia do prevádzky: 2018



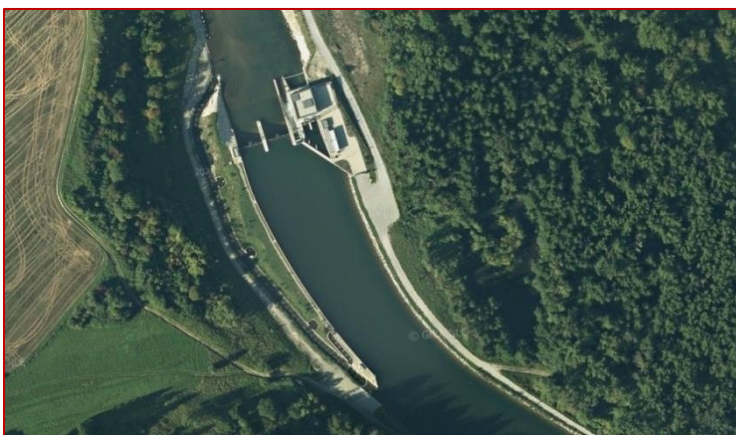
Obr. 122
Pohľad na bežnú hladinu rybovodu
(v čase bez preplavovania vodákov).



Obr. 123
Riešenie splavnenia rybovodu:
Normálne priteká zo zdrže
do rybovodu (zľava) bežný prítok.
V prípade priplávania rekreačného
člnku zo zdrže (vpravo vzadu) si
člnkár úderom vesla do zariadenia
pustí do strmého pripájacieho
vodáckeho úseku (vpravo
nad sútokom) výrazný prídavný
prítok, ktorý mu vydrží po dobu
splavu rybovodu.



Obr. 124
Pohľad na vtok do rybovodu
pre migráciu rýb (vpravo) a na vjazd
pre vodákov (vpredu).



Obr. 125
Poloha obtokového bazénového
rybovodu pri zdrži MVE Podtureň -
Liptovský Ján. (zdroj ZBGIS)

3. príklad (celoplošne spevnený):

Obtokový bazénový rybovod použitý pre výstup rýb z obtokového bystrinného biokoridoru (Obr. 128) **na vodnom stupni Veľké Kozmálovce na Hrone** ([P3.1.6.4. 2. príklad](#)), za účelom prepojenia až piatich vtokových otvorov (Obr. 126, Obr. 127) pre cieľové hladiny zdrže, rozkolísané v rozpätí až 1,5 m. Bazény sú meandrovito usporiadané s **betónovými prepážkami**, kamenno-štrkovým dnom a dodatočným zvýšením členitosti betónových brehov.

Rok uvedenia do prevádzky: 2019



Obr. 126
Vtokový objekt s piatimi úrovňami vtoku prepojených bazénmi, zabezpečuje približne rovnaký prietok a pokojné prúdenie v bazénoch, aj v štrbinách počas všetkých cieľových hladín zdrže, rozkolísaných až o 1,5 m.



Obr. 127
Výrazne členité kamenné dno, dodatočné riešenie drsnosti stien vysokými kameňmi pri múroch.

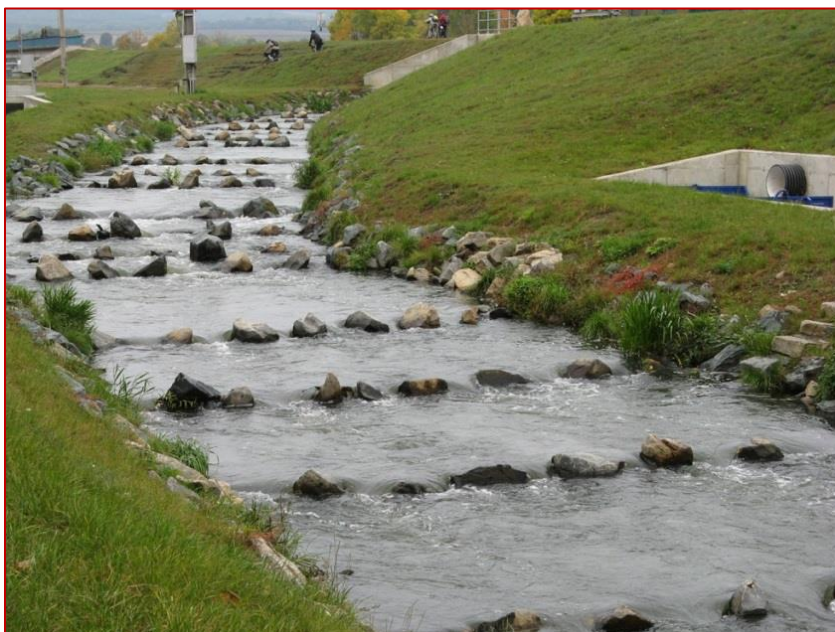


Obr. 128
Búrlivejší výtok pri prechode z 90 cm hlbokých bazénov vo vtokovom úseku rybovodu na 70 cm hlboký prúd v bystrinnom úseku biokoridoru. Pôvodne búrlivé prúdenie s veľkým skokom hladiny bolo potrebné dodatočne utlmiť (zavzduť balvanitými prepážkami). Pre menej zdatné ryby sa tak vytvorila upokojená plynulá plytčina popri brehu.

4. príklad (nespevný betónom):

Kamenno-štrkový obtokový rybovod s balvanitými mnohomedzernatými prepážkami pri vodnom stupni Bulhary na rieke Dyje (Česká republika) (Obr. 129, Obr. 130). Ichtyologickým monitorovaním overený funkčný priechod pre všetky typické migranty rieky Dyje. Plošne je priestrannejší, ale oproti jedno-medzerovému bazénovému rybovodu nevýhodne plytší a kvôli mnohým medzerám potrebuje na dostatočnú hĺbku väčší prietok. Oproti bezprepážkovej bystrine je hlbší, no s nevýhodou absencie preliaceneho koryta s centrálnou hĺbočinou, preto tu v prípade priškrtienia vtoku (napr. pri upchatí úzkych medzier) hrozí vznik celoplošne plytkého prostredia, nevýhodného pre veľké ryby. Funguje aj ako prúdivý, aj neresový habitat pri nížinnej rieke.

Rok uvedenia do prevádzky: 2007



Obr. 129
Pohľad na kamenno-štrkový obtok s balvanitými mnohomedzernatými prepážkami (foto S. Lusk).



Obr. 130
 Poloha obtokového bazénového rybovodu s balvanitými mnohomedzernatými prepážkami pri vodnom stupni Bulhary na rieke Dyje (Česká republika).
 (foto P. Brandejský)

5. príklad (nespevnený betónom):

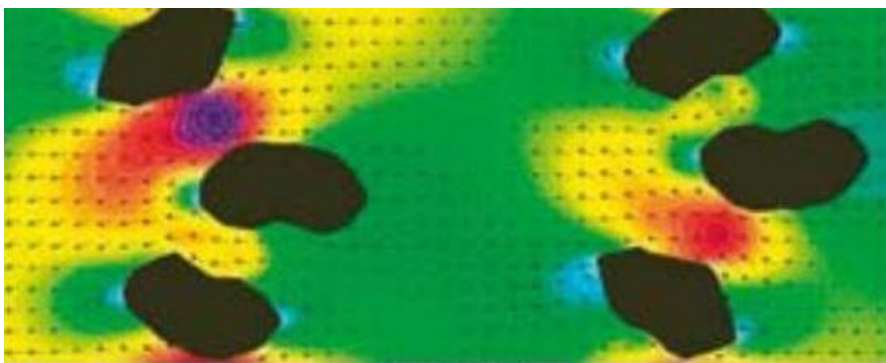
Ukážka konštrukčného prevedenia kamenno-štrkového koryta bazénového obtoku s balvanitými mnohomedzerovými prepážkami na toku Berounka, pri MVE Beroun (Česká republika).

Rok uvedenia do prevádzky: 2011

Hlavný priechod v kamennej prepážke – široká medzera, tvorená „zvaleným“ balvanom – je vytvorená striedavo na ľavej a pravej strane. **Nevýhody:** ostatné štrbiny sú úzke pre migráciu väčších rýb a rýchle pre migráciu malých rýb, pričom prepúšťajú pomerne veľa vody, v dôsledku čoho tu nie sú pod prepážkami rozsiahlejšie oddychové plochy s hlbokou stojatou vodou. Zároveň tým vzniká potreba väčšieho prietoku na dosiahnutie rovnako hlbokej vody než pri výhodnejšej súvislej prepážke s jedinou širokou priechodovou medzerou.



Obr. 131
 Pohľad na rybovod počas výstavby (foto J. Kašpar).

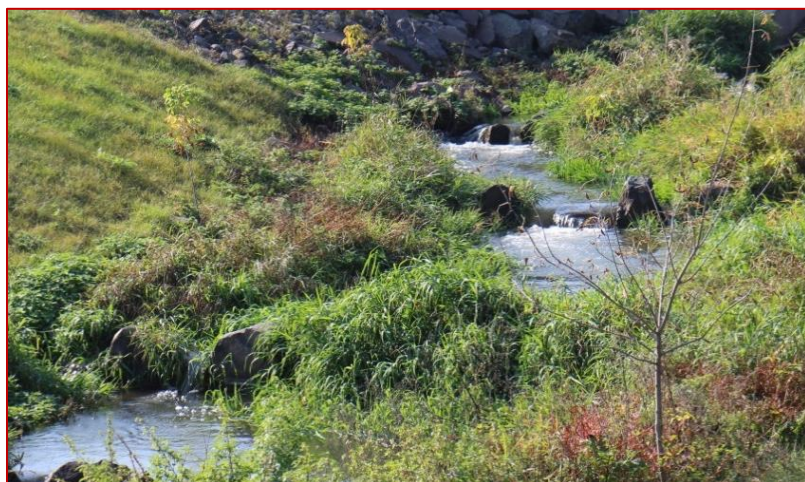


Obr. 132 Príklad rozloženia rýchlostí vody pri pretekaní mnohomedzerovou líniou balvanov - 2D matematický model prúdenia vody. Hlavný prúd tečie sprava doľava, svetlomodré sú tíšiny, bodové maximum rýchlosti vody je červené až fialové. Tieto mnohomedzerové priečne línie balvanov, ktoré len trochu zavzdúvajú a príbrzdňujú prúd vody v rybovode, pričom za každým balvanom vzniká len veľmi malý priestor rýchlostného tieňa, teda nevytvárajú rozsiahlejšie pokojnejšie miesta v rybovode. (Slavík a kol. 2012).

6. príklad (nespevnený betónom) - VAROVNÝ:

Prírodne vyzerajúci, ale ťažko priechodný, bazénový obtokový rybovod pri MVE Šárovce na dolnom Hrone, s balvanitými mnoho-medzernatými prepážkami, s predpokladaným slabým navedením rýb (Obr. 132 – Obr. 137).

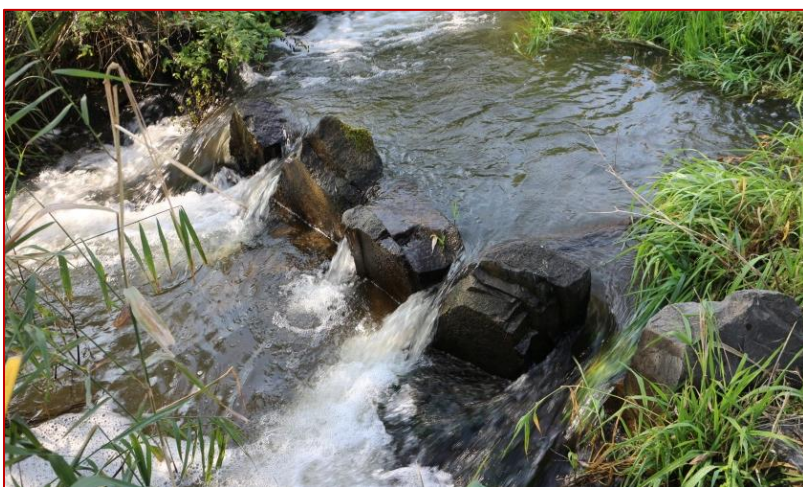
Rok uvedenia do prevádzky: 2010



Obr. 133
Prírodne vyzerajúci bazénový obtok má mnoho ťažko priechodných vodopádov v balvanitých mnohomedzerých prepážkach, mnohé priechodové štrbiny zarástli, a tým zvyšujú rozdiel hladín a odkláňajú prietok do zvyšných príliš zrýchlených prúdov, evidentne prekračujúcich limity vyhlášky.



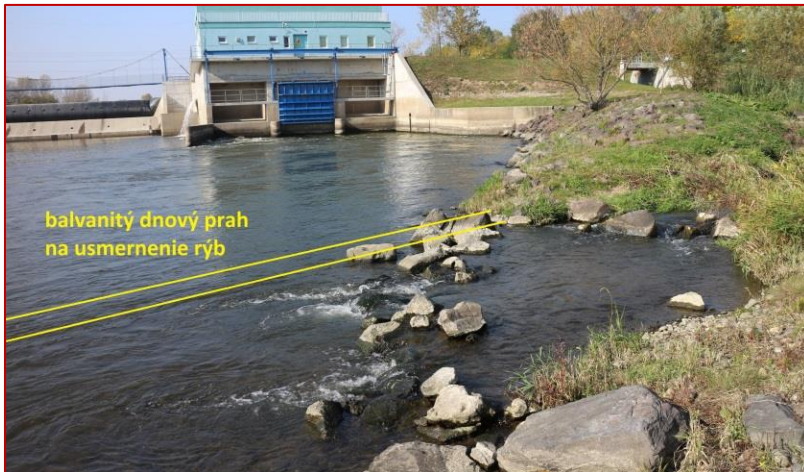
Obr. 134
Už prvá dolná prepážka tvorí bariéru. Je ťažko prekonateľná pre ryby – kvôli prevýšeniu, rýchlosti, stiesnenosti a speneniu vodných prúdov.



Obr. 135
Čez viacero prepážok prúd vody tryská veľkou rýchlosťou čoho dôkazom je nevhodné spenenie vody.



Obr. 136
Menej účinné vyústenie rybovodu, neodôvodnene ďaleko pod bariérou (zdroj ZBGIS).



Obr. 137
Dolný vstup do rybovodu pravdepodobne minie väčšina rýb plávajúcich na neres proti prúdu z turbín. Ich navedeniu by pomohol dnový prah z veľkých balvanov, šikmo križujúci tok Hrona.

7. príklad (nespevnený betónom) - VAROVNÝ:

Prírodne vyzerajúci, ale na niekoľkých miestach nepriechodný bazénový obtokový rybovod pri MVE Kálnica na dolnom Hrone, s balvanitými mnohomedzerovými prepážkami (Obr. 138 – Obr. 141).

Rok uvedenia do prevádzky: 2001



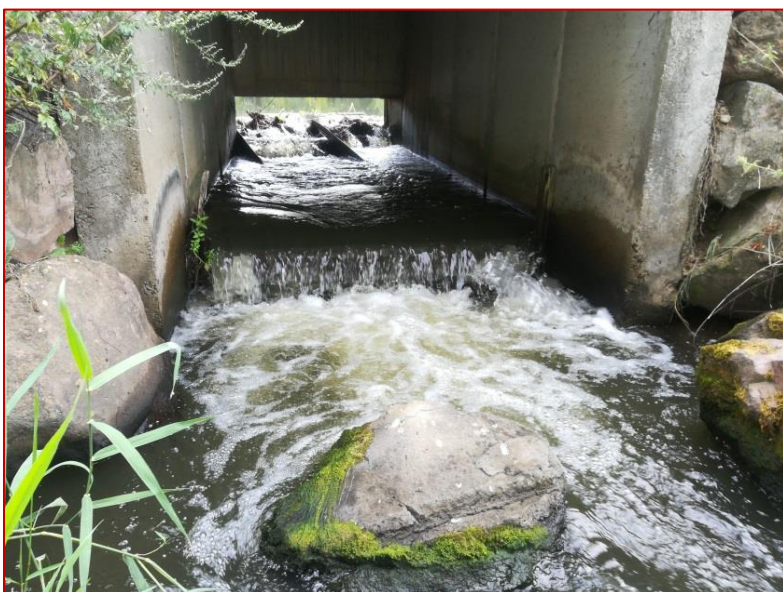
Obr. 138
Rýchly, plytký a spenený, skok o 30 cm – tu by pomohlo výrazne znížiť dno štrbiny a zavzduť dolnú hladinu najlepšie až dvoma novými prepážkami o 2 x 10 cm.



Obr. 139
Príliš rýchla, plytká a
spenená kaskáda
so skokom o $\Delta h = 50$ cm
– tu by výrazne pomohlo
znížiť dno štrbiny a
zavzduť dolnú hladinu
najlepšie až tromi novými
prepážkami o 3 x cca Δh
= 12 cm.



Obr. 140
Rovnako nesprávne
vybudovaná
najsudnejšia časť
rybovodu – riešením je
nepriechodnú kaskádu
s prevýšením $\Delta h = 50$ cm
zavzduť najlepšie až
tromi novými prepážkami
o 3 x cca $\Delta h = 12$ cm,
tiež znížiť dno v každej
štrbine.



Obr. 141
Upchatý vtok do
rybovodu
s vodopádovými
prepážkami. Riešením je
vyčistiť pripchatý vtok,
ochrániť ho
predsadenými hrubými
hrablicami a vyrezať
hlboké štrbiny vo
vodopádových
prepážkach pod mostom.

8. príklad (nespevnený betónom) - VAROVNÝ:

Dobre navrhnutý, ale neúplne a nesprávne zrealizovaný kamenno-štrkový veľkobazénový obtokový rybovod, s balvanitými mnohomedzernatými prepážkami na MVE pri obci Ždaňa, na dolnom Hornáde v rkm 17 (Obr. 142 – Obr. 146).

Rok uvedenia do prevádzky: 2013



Obr. 142

Príkladná je hĺbka vodného koridoru cca 50 cm, šírka do 5 m pri hladine, dĺžka bazéna cca 4 m, sklon 1:40. Počas etapy projektovania a výstavby bez ekologického stavebného dozoru sa však môžu chybné zrealizovať viaceré podstatné „detaily“ stavby. (foto S. Géci)



Obr. 143

Nevhodné umiestnenie vstupu pre ryby na opačnom brehu rieky bolo vynútené protipovodňovou hrádzou, cestou a cudzími pozemkami na strane MVE. O to dôležitejší vábiaci prúd vody však mal podľa biologického projektu striekať nie do rybovodu, ale do výtoku z rybovodu už v koryte rieky, odkiaľ sa mali vibrácie nerušene šíriť pod migračnú bariéru a najmä

pod výtok z MVE, kam budú ryby najviac plávať. Nielenže to zásadne vyradilo vábenie, ale aj vytvorilo búrlivé prostredie v rybovode. Vodopád mal padať z výšky 1 m nad jarnou hladinou, v skutočnosti je počas jarných prietokov zatopený vzduťm rieky. Tak chybné zmenené riešenie by nemalo byť skolaudované. (foto S. Géci)



Obr. 144

Poloha obtokového bazénového rybovodu, s balvanitými mnohomedzernatými prepážkami na MVE pri obci Ždaňa na dolnom Hornáde. (zdroj ZBGIS)



Obr. 145
Balvanité prepážky majú veľa nerovnakých, prevažne veľmi úzkych medzier, ktoré sa ťažko dajú presne naprojektovať a zrealizovať. Navyše sa ľahko upchajú, preto niektoré prepážky nerovnomerne zavzdúvajú vodu. Na prepážke vpredú je súčet prietokových plôch v medzerách príliš nízky, vplyvom čoho sa vytvára dvojtrojnásobne vyšší rozdiel hladín, než je projektovaný vyhláskový limit 12 cm. To zákonite musí lokálne vytvárať nepriechodné rýchlosti vody nad limit $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Zároveň sú takto vytvárané nepripustné vodopády. (foto S. Géci)



Obr. 146
Brehy koryta sú nestabilné – neopevnili ich skalami s priemerom minimálne 20 cm ako bolo v projekte. Keď sa nezrealizuje ani projektovaná ochrana vtoku proti vplávaniu plavenín inštaláciou riedkych hrabíc predsadených aspoň o 0,3 m pred vtokový otvor, ľahko sa niektorá prepážka upchá konármi a kmeňmi. V takých miestach voda prepážku obteká, v brehu vznikajú nátrže, čo ešte viac rozkolíše prevýšenia hladín. Takto nedokončené stavby rybovodu sú rýchlo nefunkčné, preto by nemali byť skolaudované. (foto S. Géci)

9. príklad (celoplošne spevnený):

Priestranný kamenno-štrkový obtokový bazénový rybovod **so štetinovými prepážkami so širokou štrbinou** (Obr. 147 – Obr. 152 b) .

Bystrinné prúdenie v koryte rybovodu je brzdené priečnymi prepážkami zo štetín. Na rozdiel od nepriepustných plných betónovo-kamenných alebo drevených prepážok sa väčšina vody od prepážky neodrazí, ale preteká cez 20 cm široký pás tvorený veľkým množstvom zvislých elastických stebiel (štetín), opakovaným narážaním do množstva stebiel stráca energiu, a teda aj rýchlosť. Štetiny sú pevne ukotvené v plastovej platni a tvoria spolu štetinový element, ktorého pôdorys môže byť variabilný. Štetinové elementy sa pevne kotvia do železobetónového dna koryta rybovodu tak, aby vytvárali pásy s naprojektovanými štrbinami (štetinové prepážky). Niekedy sú za sebou radené aj viaceré štetinové pásy vytvárajúce spolu jednu prepážku. Dno rybovodu sa následne zasype kamenno-štrkovým materiálom. Pri prevádzke rybovodu, je dôležité, aby štetinové elementy boli úplne zatopené

(niekoľko cm nad), pretože pri ich nezatopení voda v koryte prúdi iba pomedzi elementy a dosahuje priveľké rýchlosti.



Obr. 147
Šachovnicové rozmiestnenie štrbín, nutné zatopenie štetín, nutné kamenno-štrkové dno. Takéto husté umiestnenie štetinových prepážok mimoriadne účinne spomaľuje vodu, necháva však málo priestoru väčším migrujúcim rybám, pre ktoré ide o nevhodné riešenie. (foto R. Hassinger)



Obr. 148
Šikmé rozmiestnenie štrbín vo viacrádových prepážkach umožňuje dosiahnuť menšiu rýchlosť v štrbine, ale predlžuje dĺžku komplikovaného úseku. (foto M. Macková)



Obr. 149
Splavovanie napriamenej štetinovej rybej rampy vodnými turistami je bezproblémové. (foto R. Hassinger)



Obr. 150
Mimoriadne účinné spomaľovanie bystrinného prúdenia štetinami, ako aj opakované zalomenie trasy, umožňuje prekonanie veľkých prevýšení na malom priestore. Na tomto obrázku je rybovod pri nesprevádzkovej MVE Ružbašská Miľava na Poprade v rkm 73,7 (2013). (foto M. Macková)



Obr. 151
Zalomený rybovod v Liebenau, na toku Diemel (Nemecko, 2010).



Obr. 152 a vľavo a Obr. 152 b vpravo
Vodná elektrárň Au-Schönenberg na rieke Thur (Švajčiarsko), pilotný projekt s realizovaným štetinovým rybovodom (2003). Poučné je „poschodové“ technické vyriešenie rybovodu – jeho protismerné zalomenie kvôli tomu, aby výtok z neho (vstup pre ryby) nebol mnoho desiatok metrov ďaleko od bariéry, ale len niekoľko metrov pod migračnou bariérou, v hlavnom navádzacom prietoku pod výtokom z turbín. Výhodnejšie umiestnenie vstupu pre ryby a miernejší sklon rybovodu sú pre ryby dôležitejšie ako neprirodzené pôsobiace zvislé betónové brehy a technicky zložité riešenie, aj ako čiastočné lokálne prekrytie časti trasy. (Úsek s úplnou tmou by však bol nevhodný pre denné migrácie rýb).

Odporúčania pre štetinové rybovody

Nevýhody: V pomerne stiesnenom štetinovom rybovode je riziko, že v mnohopočetných husto umiestnených štetinových prepážkach (obzvlášť pri šírke priechodových štrbín len 20 cm alebo v čisto betónovom koryte) nebudú mať veľké alebo ostrážité ryby vôľu prechádzať cez úzke priechody. Pod štetinovými prepážkami ryby spravidla nenájdu rozsiahlejšie oddychové plochy s hlbokou stojatou vodou – takmer všade je citeľné prúdenie, aj keď podľa projektantov dostatočne pomalé pre oddych rýb. Rizikové je aj upchávanie splaveninami (je nevyhnutné zachytiť ich pred vtokom do štetinového rybovodu), ako aj pravidelná občasná starostlivosť čistenia štetín, preto by mali byť prístupné z brehu. Vzhľadom na stratu pružnosti a časovo obmedzenú trvanlivosť (pri rybovodoch splavňovaných vodákmi aj skracovanie štetín oderom) treba počítať s výmenou štetín, čo znamená zvýšené udržiavacie náklady, a tiež riziko, že bez nového legislatívneho impluzu prevádzkovateľ obnovu zanedbá.

Poznámka: riziká štetinových rybovodov sú podrobnejšie popísané napr. v práci Studie migrace ryb přes kartáčové rybí přechody na řece Sázavě (Horký P. a kol., Výzkumný ústav vodohospodářský TGM Praha).

Vhodnosť: V prípade doteraz aplikovaného stiesneného riešenia je vhodný najmä pre malé ryby a mihule. V prípade zväčšenia hĺbky, šírky a dĺžky vodných bazénov, zväčšenia priechodových otvorov a dotvorenia prirodzeného kamenno-štrkového dna, môže byť vhodný aj pre stredne veľké a veľké ryby.

Výhody oproti bystrinným aj oproti plným prepážkovým typom rybovodov:

- skrátenie trasy, teda technicky aj finančne úspornejšie riešenie,
- mimoriadne účinné spomalenie vody po priechode sústavou hustých štetinových prepážok, zvyšujúcich drsnosť (čo bolo zistené meraniami rýchlosti na postavených pilotných štetinových rybovodoch),
- nízka turbulencia vody,
- podobne ako pri plnoprepážkových bazénových rybovodoch stačí na naplnenie koryta aj pomerne malý prietok (na rozdiel od bezprepážkových rybovodov),
- v prípade vytvorenia napriamenej alebo mierne meandrujúcej trasy je bezproblémovo splavný aj pre člny (Obr. 149) (tak ako sú bezproblémovo splavné aj bezprepážkové bystrinné rybovody),
- možnosť kombinácie aj s inými typmi rybovodov v spoločnom alebo oddelenom koryte.

Možnosti optimalizácie priechodnosti štetinových rybovodov: Tradične malé rozstupy prepážok, tradičná celková šírka rybovodu len do 2 m a hĺbka do 40 cm vytvárajú hlavne pre väčšie ryby prevažne stiesnené vodné prostredie, v ktorom navyše prevažuje hlavná prúdnicia s relatívne rýchlymi priepadmi vody pre malé ryby. Etologickú (pocitovú, „skúsenostnú“) nedôveru by mohlo odstrániť zväčšenie pozdĺžnych rozstupov medzi líniami štetinových prepážok, zväčšenie šírky aj hĺbky každej sekcie vodného koridoru (k čomu sú potrebné na väčších tokoch aj štetiny výšky 50 cm a viac), tiež rozšírenie každého priechodového otvoru z 20 cm na 30 až 100 cm podľa rybieho pásma a podľa výskytu najväčších rýb – teda je potrebné dosiahnuť všetky rozmerové parametre bazénového rybovodu podľa Súhrnnej tabuľky č. 3.

Nevýhodou pri projektovaní takto optimalizovaných variantov štetinových prepážok je aj ťažká vypočítateľnosť rýchlostí vody (možnosťou je buď analogický hrubý odhad podľa postavených a zmeraných rybovodov, alebo postavenie fyzikálneho modelu alebo dodržať prevýšenia susedných hladín podľa Súhrnnej tabuľky č. 3).



Hĺbka vody: Je závislá od výšky vyrábaných štetín, čo je 40 cm (aj 50 cm podľa Schmutz 2013), čo je často menej ako vyžaduje Súhrnná tabuľka č. 3. Požadovaná hĺbka sa však dá dosiahnuť aj tak, že sa betónový základ každej štetinovej prepážky zvýši napr. o 10 - 20 cm nad úroveň dna (a prisype riečnymi kameňmi), ďalších 50 cm už vytvoria štetiny. Ďalší spôsob je vytvoriť v každom bazéne prehĺbeninu.

Materiál dna a brehov: V každom variante štetinového rybovodu je nutné vytvorenie kamenno-štrkového dna a kamenných brehov, čo je etologicky oveľa prijateľnejšie prostredie pre ryby a mihule než tradičný betónový žľab.

P3.1.6.8. TYP 8) VODOPÁDOVÉ RYBOVODY LEN PRE PSTRUHY

Vodopádový pstruhový rybovod je úplne biologicky vhodný pri spriechodnení migračných bariér **len v takom úseku pstruhového pásma, kde je jediným cieľovým druhom len pstruh**, ktorý ako jediný prirodzene prekonáva prekážky nielen oboplávaním, ale aj preskakovaním. **Inde sú vodopádové priechody nevhodné!**

1. príklad (celoplošne spevnený):

Príklad riešenia samotného vodopádového obtokového rybovodu, dostatočne hlbokého, murovaného z kameňa s betónovo-kamenným dnom, situovanom na hornom okraji pstruhového pásma pri **historickej bariére na Harmaneckom potoku, v rkm 0,9** – typ rybovodu podľa požiadavky ŠOP len na migráciu pstruhov.

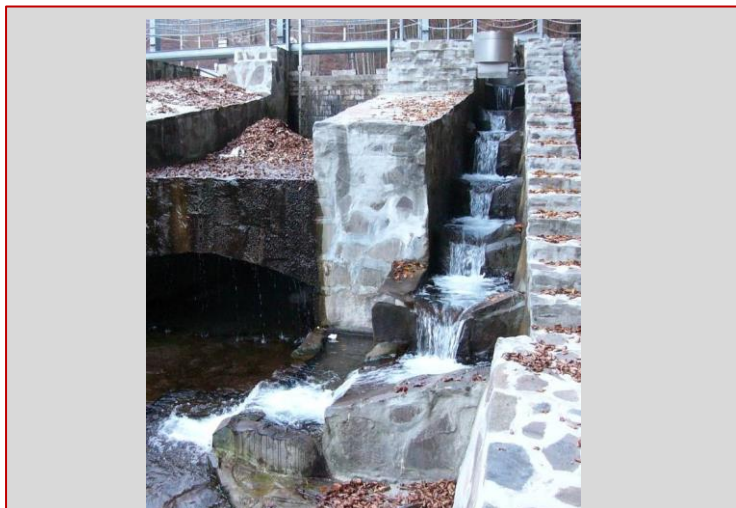
Rok uvedenia do prevádzky: 2010



Obr. 153
Stabilne veľký vtok vody do rybovodu automaticky reguluje veľký oválny plavák. Vpredu plávajúce hradenie proti vniknutiu plavenín.



Obr. 154
Podmienkou priechodnosti pre pstruhy je prevýšenie hladín susedných komôr neprekračujúce 0,5 m (tu 0,45 m) a koncentrovaný hrubý vodný lúč minimálne 10 cm (tu 15 cm), vznikajúci vďaka výraznému trojuholníkovému preliačeniu v strede prepážky. Hĺbka vody pod prepadom musí byť aspoň 0,5 m, aby sa pstruhy mali kde „rozbehnúť“ na skok.



Obr. 155
Vodopádový pstruhový rybovod dokáže prekonať veľký výškový rozdiel 4 m na trase len 13 m. Hĺbka vody v každej komore je až 75 – 80 cm. Aj keď šírka komory je len 80 cm, dĺžka len 130 cm, väčšina vodného bazénu je bez turbulencií a spenenia.

2. príklad (celoplošne spevnený):

Bazénový vodopádový rybovod s priepadovými otvormi tvaru V, vhodný len pre pstruhy, bol použitý úplne nevhodne pri MVE Hronská Dúbrava, v mrenovom pásme Hrona, v rkm 143,1. Tento typ je nevhodný pre ostatné druhy rýb a pre väčšinu našich tokov.

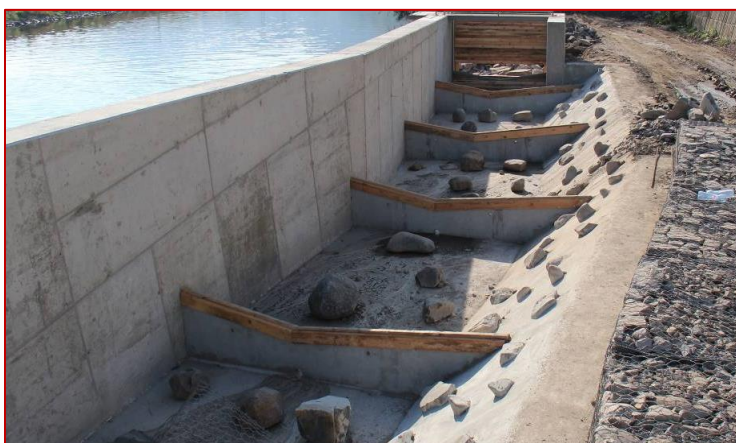
Rok uvedenia do prevádzky: 2011

Všetky prepážky vytvárajú po celej šírke vodopádové skoky – v strede je síce výška bariéry/prepážky najmenšia, avšak ryby tu čaká najrýchlejší protiprúd, tiež nevhodný pre slabšie druhy (dobrý len pre pstruhy). Aspoň rozmery bazénov sú príkladne veľké, čo vytvára priestor pre väčší počet oddychujúcich rýb. Typ by bol po doriešení vtoku vhodný aj pre splavovanie vodného koridoru člmi.



Obr. 156

Pohľad na rybovod v prevádzke, kde je vidieť, že všetky prepážky vytvárajú po celej šírke vodopádové skoky s najnižšou výškou prepážky v strede, ale zároveň najrýchlejším protiprúdom nevhodným pre slabšie druhy.



Obr. 157

Detail konštrukcie pred dokončením. Vysoké prepážky bez priechodovej štrbiny, čo je dovolené len v priechodoch pre pstruhy, pre všetky ostatné druhy je to neprípustné riešenie (aj podľa Schmutz a Mielach (2013), prietokové otvory, mimo čisto pstruhových tokov, nemajú mať tvar V).

Tu v mrenovom pásme by pomohlo dodatočné vyrezanie priechodových

štrbín podľa Súhrnnej tabuľky č. 3 z článku 3.3.6. Vtokový otvor je síce správne zhora hradený, aby obmedzil nežiadúce zväčšenia prietoku, avšak keď by sme tu ryby prinútili prekonať napr. 30 prepážok skokom, budú skokom prekonávať aj posledné zrýchlenie a môžu pri poslednom skoku naraziť do hradenia nad hladinou (aj tu by pomohlo dodatočné vyrezanie štrbín). Vtokový otvor pod hradením by mal siahať až po dno rybovodu, mal by mať hĺbku vody podľa rybieho pásma a Súhrnnej tabuľky č. 3. Dno aj omočené brehy rybovodu nemajú mať betónový povrch, ale by mali byť celoplošne vyložené vzájomne sa dotýkajúcimi kameňmi, čím by sa dosiahla vysoká biologická členitosť a hydraulická drsnosť.

Detaily problémov:



Obr. 158

Výstupová cesta popri pokojnejších plytkých okrajoch je prerušovaná, a to vysokými bariérami dvíhajúcich sa okrajov prepážok. Práve tu je prevýšenie vodopádu najväčšie, z plytkiny ryby ani nedokážu vyskočiť, musia sa presunúť ku vodnatejšiemu stredovému prepadu vody, kde sa snažia vyplávať hore dostatočne hrubým, ale neprijateľne rýchlym vodopádovým prepadom, pričom na vyššie umiestnených skokoch

v strednej, resp. hornej časti rybovodu, sú mnohé už vyčerpané a strhávané naspäť, o čom existujú videodokumentácie. Silnejšie jedince reofilov sú nútené ich prekonať skokom (Obr. 159). Na rozdiel od iných bazénových rybovodov tu ryby nemajú veľké oddychové tíšiny pod prepážkami (naopak, práve tu je turbulentná a spenená voda), ale len nad nimi a len pri šikmom brehu.



Obr. 159
 Pokus migrujúceho jedinca
 prekonať prepážku skokom.



Obr. 160
 Poloha bazénového
 vodopádového rybovodu
 vhodného len pre pstruhy,
 pri MVE Hronská Dúbrava,
 v mrenovom pásme Hrona.
 (zdroj ZBGIS). Optimálne
 umiestnenie vstupu
 do rybovodu má byť tesne
 pod výtokom z turbín, nie na
 opačnom brehu.



Obr. 161
Umiestnenie rybovodu na
 opačnom brehu ako je MVE,
 je nevhodné najmä
 na takomto toku širokom cca
 viac ako 40 m.
 Pre prilákanie rýb blúdiacich
 pod bariérou hate ku vstupu do
 rybovodu tu má slúžiť doplňujúci
 akusticko-vizuálny signál vodopádu
 vody, privádzanej potrubím.
 Koncentrovaný prúd vodopádu by
 však mal dopadať do styku prúdu
 Hrona a prúdu z rybovodu, aby ho
 ryby prilákané vodopádom zacítili na
 svojom tele

C) INÉ TECHNICKÉ ZARIADENIA PRE PRESUN RÝB

P3.1.6.9. TYP 9)

Pre migráciu sa môže využiť napr. **existujúca plavebná komora** s priamym plnením a s nie veľkým prevýšením hladín, pokiaľ to celkové prevádzkové možnosti existujúcej vodnej stavby, ako aj typ vrát, dovoľia. Plavebná komora uvedením do haťovej prevádzky (dolné vráta otvorené, horné vyhradené tak, že vznikne súvislý prúd vody), môže aspoň v určitých časových obdobiach (vo vhodnom ročnom období, napr. apríl-máj-jún a vo vhodnom dennom čase, napr. na poludnie a večer) periodicky prepúšťať ryby nazhromaždené pod ňou.

Opodstatnenosť takéhoto riešenia, ako aj obdobie a frekvenciu otvárania komory a potrebné rýchlosti vodného prúdu, musí určiť odborne spôsobilý ichtyológ počas ichtyologického prieskumu správania sa rýb pod celou migračnou bariérou počas najpočetnejších neresových migrácií. Prieskum je nutné robiť telemetriou (najlepšie akustickou alebo rádiovou), ktorá umožní kontinuálne zaznamenať pohyb rýb pod rôznymi vábiacimi prúdmi vytekajúcimi z bariéry, tiež pohyb pod aj nad samotnou plavebnou komorou počas manipulácie.

Zistenie možnosti zabezpečenia požadovanej rýchlosti prúdenia v hornom zhlaví, v priestore horných vrát plavebnej komory ako aj možnej dĺžky takejto haťovej prevádzky plavebnej komory (ak horná hladina spadne pod min. plavebnú hladinu, sú ohrozené lode) je potrebné najprv spočítať. Následne bude potrebné plavebnú komoru počas prieskumu skúšobne otvárať a zatvárať v spolupráci s jej prevádzkovateľom, aby sa overilo, či budú výpočtom určený postup a polohy otvárania vrát vhodné pre prekonanie miestnymi rybami (najmä kvôli vzniknutému silnému protiprúdu). Ichtológom odporučený režim manipulácie sa po dohode s prevádzkovateľom vodného diela zapíše pri aktualizácii do manipulačného poriadku (podobne ako je to dané pre prípady preplávania turistických alebo iných plavidiel).

Ďalšou prípustnou možnosťou je napr. **zdvojená Archimedova skrutka** (skrutkový transportér rýb), ktorá dostala v Rakúsku cenu za životné prostredie.

Jej výhodou oproti zariadeniam fungujúcim občasne, alebo len na pokyn obsluhy (výťahy, plavebné komory) je, že má nepretržitú celoročnú prevádzku, ktorá je aj ekonomicky výhodná a vyrába zelenú energiu. Princípom je vnútorné točiace sa veľké potrubie pre vytlačanie vody a rýb z dolnej vody nahor pomocou skrutky a vonkajšie oveľa väčšie točiace sa potrubie pre gravitačné pretekanie vody aj poprúdobú migráciu rýb cez vonkajšiu obvodovú skrutku, ktoré zároveň zabezpečuje točenie sa oboch potrubí aj výrobu elektriny.



Obr. 162

Schéma vonkajšieho väčšieho potrubia pre gravitačné pretekanie vody aj poprúdobú migráciu rýb cez vonkajšiu obvodovú skrutku - potrubie zároveň zabezpečuje točenie sa oboch potrubí aj výrobu elektriny. (Hydro-Connect GmbH)



Obr. 163
Schéma vnútorného potrubia pre vytlačanie vody a rýb z dolnej vody nahor. (Hydro-Connect GmbH)



Obr. 164
Model dlhšieho vnútorného potrubia, vytlačajúceho vodu s rybami z dolnej hladiny do hornej, počas farbacej skúšky (žltá voda), a kratšieho vonkajšieho potrubia, zabezpečujúceho pohon a poprúdovú migráciu. (Hydro-Connect GmbH)



Obr. 165
Zdvojená Archimedova skrutka umiestnená na okraji migračnej bariéry (Hydro-Connect GmbH)

(HYDROCONNECT Versuchsanlage, <https://www.youtube.com/watch?v=JZFzHwWkHlk>)
(Hydro-Connect GmbH)

Treba mať na zreteli, že pri takomto type riešenia, je úplne bezpredmetné uvažovať o funkčnosti z pohľadu ostatných živočíchov. Ich transport proti toku môže byť „zabezpečený“ iba náhodným nabratím spolu s vodou. Nejde však o prirodzenú migráciu.

P 3.2. NÁVRH DOLNÉHO VÝTOKU ZO SPRIECHODNENIA V PRÍPADE BARIÉRY S VODNOU ELEKTRÁRŇOU

Pri rampových a obtokových spriechodneniach bariér s vodnou elektrárňou (alebo iným koncentrovaným výtokom z bariéry) je privábenie rýb **najkomplikovanejším problémom celého spriechodňovania.**

Pri bariérach s VE platia všetky požiadavky z článkov 3.2.1. až 3.2.8., ale navyše je potrebné vyriešiť nasledujúce zložité problémy navedenia rýb do rampového alebo obtokového spriechodnenia.

P 3.2.a. Rybami preferované vodné prúdy pod rybovodom

Ryby na svoju orientáciu počas migrácií v prvom rade využívajú prúdenie vody, ktoré dokážu vnímať viacerými orgánmi. Silnejšie druhy či zdatnejšie jedince môžu migrovať priamo v prúdnici hlavného toku a naopak, slabšie a menej zdatnejšie jedince sa pohybujú po okrajoch prúdu, v plytčinách pri brehu, alebo menej prúdivých zónach.

Pri migrácii proti prúdu väčšina druhov rýb migruje rovnobežne s hlavným prúdom, pričom väčšie a zdatnejšie ryby migrujú hlbšou a rýchlejšou hlavnou prúdnicou, menšie a slabšie ryby migrujú skôr okrajovými plytšími a pomalšími prúdnicami.

Ak sa v toku križuje niekoľko prúdnic (ústia prítokov), ryby pre orientáciu väčšinou zvolia najvýraznejšie prúdy. Vysoká turbulencia prúdenia však môže prerušiť protiprúdovú orientáciu rýb (Pavlov et al. 2000).

Všeobecne platí, že ryby migrujú proti prúdu alebo rovnobežne s hlavným prúdom tak dlho, kým im to plávacie schopnosti dovoľia.

Ak nemôžu prekonať hlavný prúd, začnú hľadať cestu bočnými pomalšími prúdmi, avšak vždy majú tendenciu vráť sa ku hlavnému prúdu. Toto je rozhodujúci moment pri výbere umiestnenia dolného vstupu do rybovodu (Seifert 2012).

Z týchto dôvodov požadujeme v článku resp. v prílohe [3.2.1.](#) metodiky zaústiť čo najsilnejší výtokový prúd z rybovodu rybám „do cesty“, teda do okraja hlavnej prúdnice, tesne pod migračnou bariérou, ale až v spodnej upokojenej časti výtoku pod turbínami VE. Prípadne ho alternatívne zaústiť do najbližšieho oddychového miesta na okraji hlavnej prúdnice tesne pod migračnou bariérou.

Kvôli postupu rýb popri okrajoch hlavného prúdu **veľmi širokej rieky** požadujeme v článku [3.2.2.](#) vybudovanie druhého doplnkového rybovodu, napr. v strede rieky alebo pri druhom brehu (len na veľmi širokých migračných bariérach nad 100 m), tiež umiestnenie rybovodu pre veľké ryby do hlbokkej hlavnej prúdnice, rybovodu pre malé ryby do plytkej príbrežnej prúdnice. Z dôvodu postupu rýb proti hlavnému prúdu sa tiež požaduje čo najväčší prietok vytekajúci z rybovodu, ktorý sa nestratí ani v hlavnom koryte rieky a bude v ňom citeľný aspoň 1 – 2 m od brehu. Tiež kvôli tomu sa požaduje umiestniť horný vtok rybovodu do blízkosti zatopenej hlavnej prúdnice nádrže, resp. rybovod predĺžiť ako obtokový biokoridor popri brehu nádrže proti toku až do zúženej časti nádrže. Tiež preto je pri derivačných MVE nutné navrhnúť koryto spriechodnenia na prevedenie čo najväčšieho, teda celého stanoveného zostatkového ekologického prietoku do ochudobneného úseku koryta toku.

Rýchlosť prúdenia atraktívneho toku musí byť medzi reoaktívnou (podrobne v [P3.3.2](#)) rýchlosťou a kritickou rýchlosťou, pričom dobré podmienky sa dosahujú medzi 0,7 až 0,8-násobkom kritickej rýchlosti (Pavlov 1989, BMLFUW 2012).

Zároveň ale rýchlosť prúdu vytekajúceho z rybovodu musí byť čo najvýraznejšia, nemá byť menšia ako $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Armstrong a kol. 2010), podľa medzinárodného štandardu ISO/DIS 26906 (o rybovodoch) nemá byť menšia ako $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Kvôli tomuto sa v článku [3.2.7.](#) požaduje zúženie prietočného profilu v ústí rybovodu kvôli predĺženiu dosahu koncentrovaného prúdu vytekajúceho z rybovodu do rieky.

P 3.2.b. Príklady zvýšenia účinnosti navedenia rýb

Pri protiprúdových migráciách sa orientácia rýb riadi hydraulickými pomermi, najmä rýchlosťami vody, hĺbkami, a tiež líniami brehov. Pritom zo zmyslových orgánov tu hrajú rozhodujúcu úlohu bočná čiara, oko a blanitý labyrint vo vnútornom uchu. Kvôli tomuto vnímaniu rýb sa v článku [3.2.6.](#) a prílohe [P3.2.6.](#) požaduje vytvoriť vodopádik na akustické (aj vizuálne) prilákanie rýb z väčšej diaľky (najmä na bariérach širších ako 20 m). Je teda zrejmé, že zásadnú úlohu v návrhu umiestnenia vstupov do rybovodu hrá v každom projekte vyhodnotenie hydraulických pomerov v dolnej časti toku pod haťou, vrátane výskytu miest, kde ryby pred pokusom o výstup môžu odpočívať.

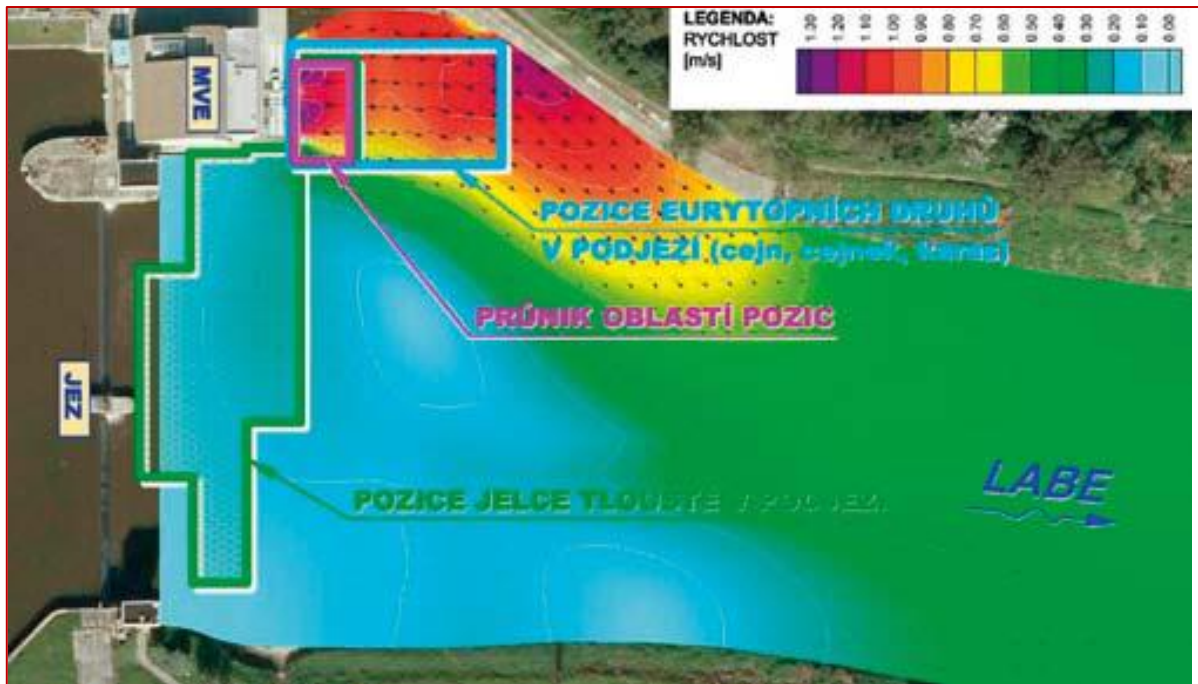
V ďalšom texte sú uvedené príklady výsledkov monitorovania pohybu rýb pod haťou:

Larinier (2005) zdokumentoval pre lososa atlantického jeho aktívne vyhľadávanie možného priechodu rovnobežne s haťou na dvoch dielach s energetickým využitím. Na priehrade Baigts (Obr. 166 a) ide o nevýhodnú koncepciu s rybím prechodom na brehu protíahlom k vodnej elektrárni, kde zachytil len nízkú účinnosť prechodu 30 – 40 % (pri relatívnom prietoku v rybovode približne 5 % ročného priemerného prietoku na vstupe). Avšak po navýšení prietoku na viac než dvojnásobok, dosiahol aj zvýšenie účinnosti na prijateľnú hodnotu 87 %. Preto je v prípade nevhodného umiestnenia dôležité sezónne zdvojnásobiť prúd vytekajúci z rybovodu umiestneného na opačnom brehu ako je MVE – podľa článku [3.2.5.](#) Na ďalšom diele Castetarbe (Obr. 166b) tiež preveroval efektívnosť výhodne umiestneného jediného vstupu prechodu pre lososa, situovaného optimálne v blízkosti výtok z turbín a zistil tu účinnosť až 94 %.



Obr. 166 a (vľavo) – príklad nevhodného umiestnenia rybovodu, Obr. 166 b (vpravo) – príklad vhodného umiestnenia rybovodu (Larinier 2005, upravené podľa Slávik et al. 2012).

U zástupcov kaprovitých druhov (jalec hlavatý, pleskáč vysoký, pleskáč malý, karas striebřistý a nosáľ sťahovavý) pri jarných migráciách v máji až júni zistil pomocou rádiovkej telemetrie Horký a kol. (2007) úplne odlišné správanie. V profile pod haťou Obříství určoval prúdnicu rieky turbínový prietok, zatiaľ čo iné prúdy pod haťou boli zanedbateľné. Z porovnania pozícií rýb vyplynuli zreteľné rozdiely v lokalizácii, aj v prevažujúcich smeroch a rozsahoch pohybu daných druhov (Obr. 167).



Obr. 167 Grafické zobrazenie jednotlivých druhov rýb pod prekážkou (Slavík, Vančura 2012).

Jalce po neúspešnom pokuse prekonať prúd spod turbín využívali k odpočinku takmer celé pásmo pod haťou v dĺžke 80 m. Naopak nosáľ, pleskáče a karas zotrvali pri brehu len v pásme prúdu pod výtokom z turbín a priestor pokojnej vody pod haťou vôbec nevyužívali.

U týchto druhov teda nemožno očakávať aktívne vyhľadávanie vstupov do rybných priechodov mimo najsilnejšieho prúdenia v koryte. Prienik oblastí pozícií jalca a ostatných sledovaných druhov sa tak obmedzil iba na úzky pás asi desiatich metrov v prúdnici, bezprostredne pod výtokom z turbín, čo je nevyhnutné rešpektovať v návrhoch lokalizácie dolných vstupov do rybných priechodov. **Najlepšia lokalizácia výtoku z rybovodu je teda medzi výtokom z MVE a haťou** (načrtnutý variant **A** v prílohe [P3.2.3.](#)), **druhá najlepšia medzi výtokom z MVE (na dne vývaru) a brehom** (načrtnutý variant **B** alebo **C** v prílohe [P3.2.3.](#)).

P 3.2.c.Vnímanie prúdenia a vábiacich signálov

Ryby dokážu prúdenie vnímať celou škálou zmyslových orgánov, ktorými zbierajú informácie o prostredí v ktorom sa nachádzajú. Počas migrácie ryby používajú všetky zmyslové orgány. Je dôležité poznamenať, že rôzne druhy rýb využívajú pre migráciu rôzne časti rieky. Silní plavci ako napríklad mreny, podustvy a nosáľ dokážu migrovať najrýchlejšou prúdniciou rieky alebo aj popri jej okraji. Slabší plavci, ako sú napríklad belička, či hrúzy, musia pre presuny využívať viac zóny pri brehu alebo pri členitom dne, kde je prúdenie pomalšie.

Bočná čiara: Orgán bočnej čiary je možné u mnohých druhov pozorovať aj voľným okom. Jedná sa o „kanálik“, ktorý sa tiahne od chvosta až po hlavovú časť, kde sa rozvetvuje. Tento „radar“ umožňuje rybám získať informácie o prostredí „aj na diaľku“. Bočná čiara je veľmi citlivý orgán, ktorý reaguje na zmeny tlaku alebo prúdenia v prostredí. Ryby sa ním dokážu orientovať aj v zakalenej vode, alebo za zhoršených svetelných podmienok. Na veľkú diaľku cítia nielen pohyb iných rýb, ale aj kde je breh alebo prítok, takže po narazení na nepriechodnú migračnú bariéru môžu zacítiť vibrácie zdanlivého prítoku alebo bočného ramena rieky, ktorý do rieky pod bariérou má za účelom prilákania šíriť umelý vábiaci vodopádik (umiestnený v rieke a súčasne vo výtokovom prúde z rybovodu).

Zrak: tvorí u mnohých druhov rýb jeden z najdôležitejších zmyslov. Ryby sú krátkozraké, kvôli svojej špecifickej stavbe oka vidia dobre zhruba do vzdialenosti 10 – 15 m, majú však široké

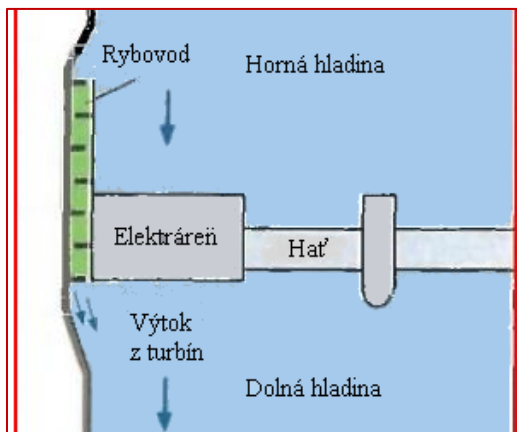
zorné pole ktoré dosahuje okolo 150° - 180°. Dôležité z pohľadu aplikácie metodiky je najmä to, že ryba dokáže zrakom identifikovať stiesnené miesta, ktoré ju môžu odrádzať od migrácie. Z toho dôvodu je nutné, aby boli pri projektovaní rybovodov dodržiavané dostatočné šírky priechodov štrbín v prepážkach, aj medzier medzi kameňmi. Dostatočné veľkosti totiž zabezpečia priechodnosť aj pre väčšie alebo ostrážitejšie jedince, ktoré sa môžu zdráhať prechádzať stiesneným priestorom.

Sluch: je u rýb zabezpečený pomocou vnútorného ucha, ktoré zabezpečuje vnímanie zvukov ako aj rovnováhy tela. Druhy rýb, ktoré majú plynový mechúr, ho môžu využívať ako rezonátor na zosilnenie alebo zvýšenie rozsahu prijímaných zvukov. Sluch rýb je možné využiť napríklad pre lepšie navedenie do rybovodu pomocou akustického navádzacieho vodopádika.

Čuch a chuť: sú zmysly, ktorými ryba dokáže vnímať okrem iného aj zmenu chemizmu vody. Teda ryba týmito zmyslami dokáže rozpoznávať látky rozpustené vo vode. Ryby dokážu vo vode rozpoznávať aj feromóny, a na základe nich identifikovať napríklad jedince rovnakého druhu alebo aj jedince iných druhov. Zároveň dokážu ryby zachytiť zmenu kvality vody. Z tohto dôvodu by zaústenie rybovodov nemalo byť situované do bočných prítokov rieky – voda v rybovode by mala ideálne pochádzať z toku, v ktorom ryby primárne migrujú.

P3.2.1. Umiestnenie dolného vstupu do rybích rámp a obtokov na riečnych stupňoch s vodnou elektrárnou (VE):

► Pri spriechodňovaní VE by mal výtok z rybovodu prednostne **ústiť do odtokového kanála VE hneď pod výtokom z turbín, najlepšie do 10 m, na okraji dominantného prúdu** (Obr. 168, Obr. 169 a nasledujúca [schéma č. 1](#)). Avšak vždy by to malo byť už **pod zónou spenenej vody, vodných valcov a búrlivého prúdenia**. V prípade betónových krídiel hate a pri väčších riekach môže byť výtok vzdialený, umiestnený **v tesnej blízkosti krídla hate**, v prípade nových stavieb prípadne priamo v krídle hate. Väčšinu roka totiž vyteká z migračnej bariéry VE len jediný dominantný prúd, a to z výtoku VE. Odtiaľto by vodná cesta rýb mala stúpať rybovodom popri jednej alebo druhej strane turbín VE na hornú hladinu.



Obr. 168 rampa medzi MVE a brehom (podľa Larinier 1992b)



Obr. 169 rybovod medzi MVE a haťovými poľami MVE Trenčianske Biskupice II na Váhu) (zdroj ZBGIS)

Poznámka: Vábiacimi prúdmi v hlavnom toku pod migračnou bariérou sú spravidla okraje najrýchlejších prúdníc. Ak z takto umiestneného výtoku z rybovodu bude voda prúdiť do okraja najrýchlejšej prúdnice v rieke, je veľká pravdepodobnosť, že ryby, migrujúce počas neresových ťahov zásadne proti hlavnému prúdu (po jeho pomalších okrajoch), pri plávaní „zacítia“ aj prúd vytekajúci z rybovodu a pri opakovaných pokusoch o prekonanie migračnej bariéry sa dá predpokladať, že si vyberú práve túto ľahšiu cestu hore prúdom rybovodu.

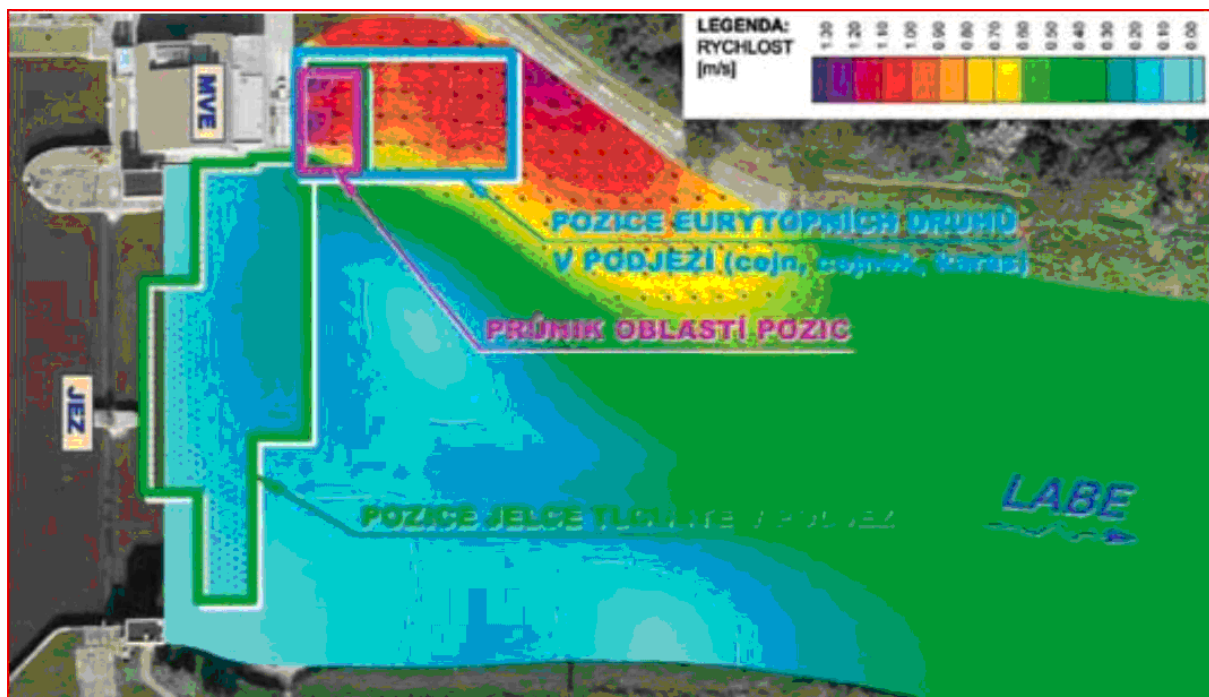
► Najväčší migračný tlak rýb bude v obdobiach neresových migrácií, preto sa odporúča **zohľadniť pri projektovaní hydraulické modely alebo výpočty a nákresy s vodnými stavmi typickými pre cieľové migračné obdobia cieľových druhov rýb a pre zodpovedajúce vodné stavy**. Je potrebné rozhodnúť, či uprednostniť typické „jarné“ hladiny a prúdenie pri $Q_{90} - Q_{180}$ alebo typické „jesenné“ hladiny a prúdenie pri $Q_{270} - Q_{330}$.

► O **cieľových druhoch a cieľových časových obdobiach** najpočetnejších migrácií rozhoduje ichtyológ vo svojej správe. Podľa toho **určí projektant zodpovedajúce cieľové prietoky a najmä hladiny rieky pod rybovodom**.

► Pri projektovaní dolného výtoku – vstupu rýb pod VE – je potrebné **odhadnúť aj miesta zhromažďovania rýb**, ktoré po neúspešnej snahe o prekonanie migračnej bariéry budú odychovať v najbližších výrazne spomalených zákutiach susediacich s hlavným prúdom. Spravidla pôjde o **rýchlostné tienie vedľa silného prúdu rieky poniže vývaru VE** alebo o **úzke zóny pri brehoch hlavného toku**. Ak z takto umiestneného výtoku z rybovodu bude voda prúdiť do okraja najrýchlejšej prúdnice, je veľká pravdepodobnosť, že odychujúce ryby budú nalákané do rybovodu.

► Pri projektovaní spriechodnenia širokej migračnej bariéry (nad 50 m), ktorá je diskutabilná z hľadiska navedenia rýb, je nutné dať **vypracovať 2D matematický model smerov a rýchlostí prúdenia vody pod migračnou bariérou**. Z modelu by sa dali presnejšie určiť vábiace prúdy v hlavnom toku pod migračnou bariérou.

Poznámka: Pri VE si treba uvedomiť, že len počas väčších prietokov rieky (spravidla nad Q_{90}) prepadá menší alebo aj väčší prúd vody aj cez hať VE. Vtedy sa môže časť rýb zhromažďovať aj v spodnej pokojnejšej časti vývaru pod haťou – pod zónou spenenej vody. Vtedy sa treba pokúsiť o ich prilákanie akustickým signálom vodopádika podľa článku [3.2.6](#).



Obr. 170 Ukážka 2D matematického modelu rýchlostného poľa pod migračnou bariérou s VE, odkiaľ vyteká rozhodujúci vábiaci prúd. Vstup do rybovodu by sa mal umiestniť do najväčšej predpokladanej koncentrácie migrujúcich rýb, prípadne do predpokladaných odychových zón v jej blízkosti (obrázok Slavík a kol. 2012 a Envisys s.r.o.).

P3.2.2. Zvýšenie počtu rybovodov na širokých migračných bariérach s VE

► V prípade spriechodňovania migračnej bariéry **širšej ako 100 m** s VE by bolo vhodné, okrem jedného rybovodu (so vstupom pri výtoku z VE), aj **vybudovanie druhého rybovodu** v strede rieky alebo pri druhom brehu.

V **stiesnenom priestore** (napr. medzi VE a haťou alebo medzi VE a pobrežnou cestou) je lepšie umiestniť trasu spriechodnenia **pre menšie cieľové druhy** migrujúce aj v príbrežných častiach riečného prúdu. **Pre veľké cieľové druhy**, migrujúce predovšetkým hlbokými spravidla stredovými prúdmi rieky, je v prípade druhého priechodu rýb cez bariéru vhodnejšie umiestniť dolný vstup **v línii najhlbšej prúdnice toku**, spravidla v strede bariéry – tam je vhodné vytvoriť pre rybovod umelý ostrov.

P3.2.3. Následný výber možných trás rybovodu v prípade bariéry s VE

1) Optimálne umiestnenie na strane VE

► Vstup pre tiahuce ryby, čiže výtok z obtokového aj z rampového rybovodu, musí pri širšej rieke (so šírkou migračnej bariéry nad cca 20 m) vždy ústiť do okrajového prúdu v spodnej upokojenej časti výtoku pod turbínami VE. Tam pud ženie najviac rýb migrujúcich proti hlavnému prúdu rieky (ktorý väčšinu roka vyteká len z VE). Dôležité je, aby vstup nebol schovaný v spenenej víriacej vode, ale aby bol pre ryby dobre viditeľný a citeľný – teda v mieste, kde býva v čase všetkých najpočetnejších (neresových) ťahov upokojená voda bez silného spenenia a turbulencií.

Vstup rýb je približne rovnako vhodný po oboch stranách vývaru, preto sú vhodné tri trasy rybovodu (pozri [schéma č. 1](#)):

- A) vnútrokorytová rampa medzi VE a haťou,
- B) vnútrokorytová rampa medzi VE a protipovodňovou hrádzou,
- C) obtok bariéry mimo koryta rieky.

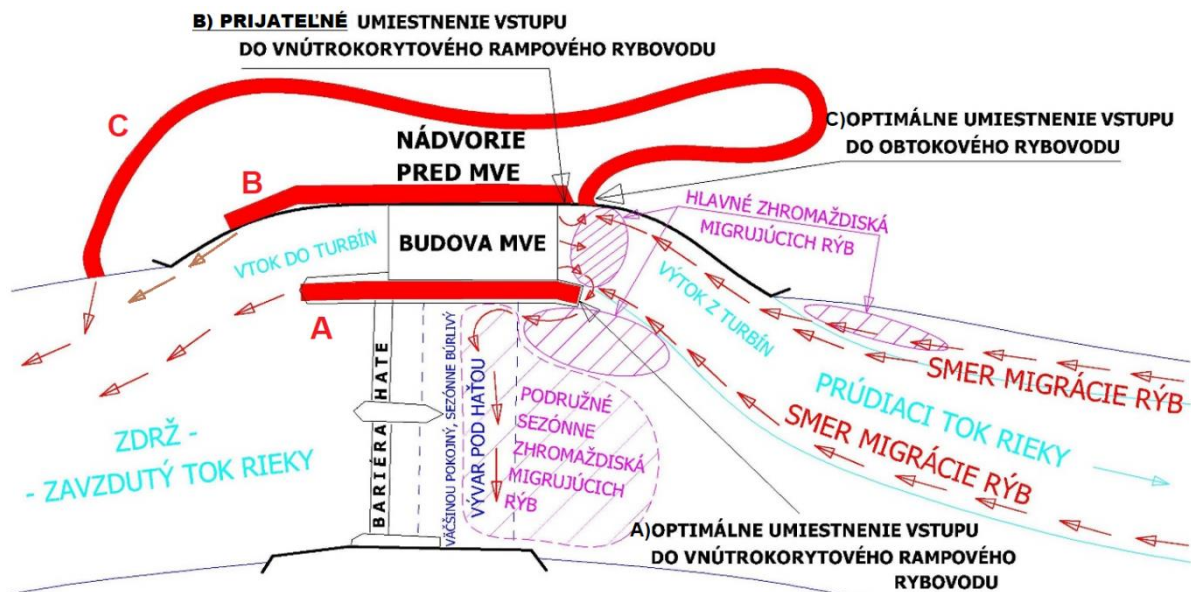


Schéma č. 1 Optimálne trasovanie spriechodnenia cez bariéru po stranách VE.

A) **Vnútrokorytová rampa medzi VE a haťou má oproti typom B) aj C) mierne vhodnejšie umiestnenie vstupu pre ryby**, lebo priamo „obsľúži“ nielen ryby hľadajúce priechod po vnútornom okraji hlavného prúdu pod VE, ale aj časť rýb hľadajúcich priechod popod hať (čo je pravdepodobné najmä v čase prietokov rieky nad Q_{90} , teda aj počas jarých neresových ťahov väčšiny rýb). V prípade vnútrokorytovej rampy medzi VE a haťou je nutná priama (alebo protismerne zalomená), pomerne úzka a krátka trasa spriechodnenia. Preto je tu spravidla **možná len strmšia bazénová rampa** s brzdiacimi a zavzdúvacími prepážkami.

B) Vnútrokorytová rampa medzi VE a protipovodňovou hrádzou má rovnaké vlastnosti ako typ A, len má **o niečo menej vhodné umiestnenie vstupu** pre ryby, lebo priamo „obsľúži“ len ryby hľadajúce priechod po vonkajšom okraji hlavného prúdu pod VE (rovnako ako typ C). V prípade mnohometrového prevýšenia hladiny rieky nad a pod bariérou sa dá táto príbrežná trasa dostatočne predĺžiť.

C) Obtokový biokoridor priamo „obsľúži“ **len ryby hľadajúce priechod po vonkajšom okraji** hlavného prúdu pod VE. Náhradný vodný koridor musí plynule stúpať z prehĺbenia rieky cez najviac navýšený breh pri migračnej bariére VE (často je to protipovodňová hrádza). Preto je výhodné predĺžiť dolný úsek rybovodu veľkou „obchádzkou“ smerom dolu prúdom a vysokopoloženú bariéru VE míňať v menšej hĺbke. Je to výhodné pre prírodný vzhľad a svetlosť koryta rybovodu, aj pre ekonomickosť výstavby. **Pre ryby najvhodnejší typ obtokového spriechodnenia je bezprepážková bystrina so zreteľným meandrovaním - obtokový biokoridor.** Pobrežným obtokovým biokoridorom je možné obísť akúkoľvek vysokú migračnú bariéru. Pri extrémnych prevýšeníach treba postupovať podľa nasledujúceho bodu 3.

2) Menej vhodné riešenie na opačnom brehu – prípustné len na užších tokoch!

► Ak optimálne umiestnenie rybovodu na strane elektrárne nie je možné, výstavbu novej migračnej bariéry (napr. novej hate VE) **sa neodporúča povoliť**.

Výnimkou môžu byť rybovody **spriechodňujúce už existujúce bariéry, kde aj menej účinný rybovod je oveľa lepším riešením ako žiaden rybovod (avšak jeho čiastočná účinnosť musí byť preukázaná).**

Výnimkou tiež môžu byť rybovody na tokoch so **šírkou migračnej bariéry do 20 m**, kde sa predpokladá pomerne väčšia úspešnosť nájdenia vstupu do rybovodu pri blúdení rýb pod bariérou.

Núdzovým riešením je v takýchto prípadoch umiestnenie vstupu spriechodnenia na opačný breh, ale čo najbližšie k migračnej bariére a k výtoku z VE (schéma č. 2), do podružného zhromažďovacieho miesta oddychujúcich rýb, ktoré býva obyčajne v najbližšom pokojnejšom mieste rieky vedľa hlavného prúdu, pritekajúceho do koryta rieky od VE, alebo pri brehoch.

► Podmienkou je však **zosilnenie akustického lákania a navádzania sezónne znásobeným výtokom zo spriechodnenia** (podľa článku [3.2.5.](#)) a **akusticky aj opticky výrazným vodopádikom** podľa pravidiel článku [3.2.6.](#)

► Toto „opačné“ riešenie je ale výrazne menej účinné a **nesmie sa používať na širších riekach s migračnou bariérou širšou ako 20 m**, kde väčšina rýb nemá veľkú šancu nájsť vstup do rybovodu alebo zachytiť jeho akustický signál.

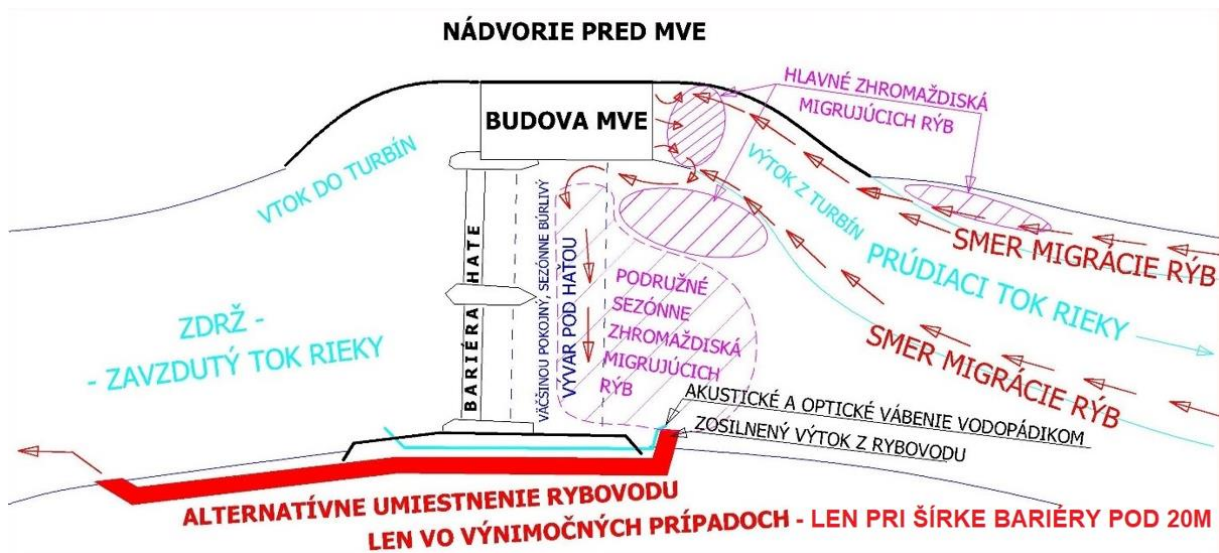


Schéma č. 2 Núdzové trasovanie spriechodnenia na opačnom brehu pri úzkej riečnej bariére.

3) Umiestnenie spriechodnenia na veľkých nádržiach s VE (schéma č. 3)

Výtok z rybovodu sa umiestňuje za rovnakých podmienok ako v prípadoch 1 a 2, ale umiestnenie vtoku do rybovodu je špecifické.

Pri rybovodoch na veľkých, teda stovky metrov širokých, niekoľko kilometrov dlhých a niekoľko metrov hlbokých nádržiach, by malo byť v mieste výstupu rýb do nádrže relatívne citeľné prúdenie, aby ryby našli smer ďalšej migrácie. Ak toto nie je zabezpečené, ryby budú zbytočne dlho blúdiť vo veľkej nádrži. Je to dôležité najmä pri menej výrazných migrantoch – výrazné migranty ako napr. mreny nájdu hlavnú prúdnicu vo veľkej nádrži, aj keď je táto vzdialená mnoho desiatok metrov od horného výstupu z rybovodu.

► Vtedy je vhodné spriechodnenie podľa možnosti predĺžiť popri brehu nádrže proti toku až do zúženej časti nádrže, kde už slabá prúdnica pod vodou existuje.

► Dobrým riešením je aj presmerovať spriechodnenie do zatopenej nevýraznej prúdnice, ktorá pretrváva v bývalom koryte rieky nad priehradným múrom.



Schéma č.3 Optimálne trasovanie rybovodu okolo veľkej vodnej nádrže.

P3.2.4. Určenie trvalého (obvyklého) prietoku vody v rybovode s VE

► Prietok v spriechodnení sa aj v prípade VE stanovuje **v prvom rade podľa Súhrnnej tabuľky č. 1 článku 3.2.8.** a podľa pravidiel článku 3.2.4.

► Na migračných bariérach s odberom vody (napr. v spriechodnení na hati odberu do derivačnej VE alebo do iného odberu vody) je potrebné prietok spriechodnenia stanoviť v závislosti na ekologickom prietoku, prepúšťanom do hlavného toku. V zásade sa odporúča **navrhnuť koryto spriechodnenia na prevedenie celého stanoveného ekologického prietoku.** Ekologický prietok na starom odbere sa získa z rozhodnutia pre odber.

► Na takýchto migračných bariérach s odberom vody je nutné **vyriešiť aj prevedenie migrujúcich rýb cez plytký úsek toku ochudobneného o odobraté prietoky.**

P3.2.5. Určenie občasného zvýšenia navádzacieho prietoku v dolnom výtoku z rampového alebo obtokového spriechodnenia

► Dovedenie prídavného vábiaceho prietoku potrubím do dolného ústia spriechodnenia je potrebné pri každom spriechodnení, ktoré má dolný výtok na opačnom brehu než je VE. Rieši sa podľa pravidiel článku 3.2.5. a nasledujúcich príloh P3.2.5.1. až P3.2.5.3.

P3.2.5.1 Určenie nepravidelného dynamického zvýšenia prietoku rybovodu s VE počas zvýšených prietokov hlavného toku

Problémovnejšie privábenie rýb býva najmä pri stúpnutí prietokov rieky nad $Q_{turbín} + Q_{rybovodu}$, kedy prietoky rieky prepadajú už aj cez hať, čo mylí ryby, inokedy smerujúce k výtoku z turbín. Aj samotný výtok z turbín je pri prietokoch rieky okolo Q_{90} najmohutnejší – a práve vtedy sa v ňom trvalý prítok z rybovodu najviac stráca. Preto je vhodné v týchto najvodnatejších obdobiach zlepšiť účinnosť navádzania rýb do rybovodu dynamickým zvyšovaním prietoku vytekajúceho z rybovodu v dobe prirodzeného zvyšovania orientačných problémov rýb, teda len počas zvýšených (aj jarných) prietokov rieky prevyšujúcich $Q_{turbín} + Q_{rybovodu}$ – čo je aj hydroenergeticky bezproblémové riešenie, ktoré sa dá sformulovať nasledovne:

► Trvalý výtokový signál zo spriechodnenia pri VE treba automaticky zosilňovať vždy počas zvýšených (energeticky nevyužitelných) prietokov rieky o všetky ďalšie prietoky rieky o 1 – 100 %, teda až do úrovne zdvojnásobenia výtoku z rybovodu.

Prídavný vábiaci prietok by mal zo zdrže do ústia spriechodnenia privádzať obtokový kanál alebo potrubie dostatočnej dimenzie. Automatické otváranie vrchného vtokového otvoru do kanála, resp. potrubia, by bolo treba navrhnuť tak, aby sa doň začala energeticky nevyužitelná časť prietokov rieky vlievať skôr, ako začne bezúčelne prepadať cez hať.

(Napríklad: Ak podľa Q_a rieky vychádza trvalý prietok rybovodu $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, dynamický prídavný prietok by mal byť ďalších $0,1$ až $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Vždy, počas celého roka, pri stúpnutí prietoku rieky nad [kapacitu turbín + kapacitu trvalého prietoku rybovodu], by sa prvý $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nemal prelievať cez hať, ale vytvoriť v ústí spriechodnenia prídavný prietok, ktorý spolu s trvalým prietokom zosilní signál pre odbočenie rýb z hlavnej migračnej trasy k rybovodu.)

V hydrologicky normálnych rokoch, keď v rieke tečú počas apríla, občas aj počas mája alebo júna prietoky väčšie ako prietok $Q_{turbín} + Q_{rybovodu}$, by sa mal týmto pravidlom dostatočne často dosiahnuť celkový zdvojnásobení prietok, a to aj bez zvýšených hydroenergetických strát. Zároveň sa dosiahne zosilňovanie výtokového signálu z rybovodu nielen počas neresovej sezóny, ale aj počas iných cezročných potravných a presídľovacích migrácií rýb.

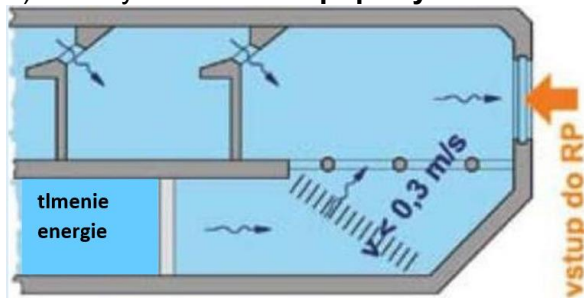
P3.2.5.2. Určenie pravidelného konštantného zvýšenia prietoku rybovodu pri VE počas najfrekvencovanejšej migračnej sezóny

V niektorých prípadoch, stanovených ichtyológom, najmä pri menej účinnom umiestnení rybovodu na opačnom brehu ako je výtok z VE, je nevyhnutné zosilniť vábenie ešte výraznejšie.

► Okrem automatického dynamického zvyšovania výtoku z rybovodu môže ichtyológ požadovať zosilniť vábenie a navedenie rýb sezónnym pevne stanoveným zväčšením obvyklého prúdu vody vytekajúceho z rybovodu v mesiacoch, resp. týždňoch, pravidelného najpočetnejšieho ťahu rýb (spravidla v apríli, v máji, začiatkom júna, resp. v októbri, začiatkom novembra), aby ho ryby plávajúce proti hlavnému prúdu od turbín ľahšie zacítili.

P3.2.5.3. Možnosti dovedenia prídavného prietoku k vstupu do rybovodu s VE

a) Vybudovať **žľab popri rybovode**.



Obr. 171 Prídavný prietok vo vstupe do rybovodu podľa Clay (1995); vstup do štrbinového rybovodu (vľavo v smere prúdenia) je dotovaný prídavným prúdom s tlmením energie a jeho nasmerovanie jemnými hrablicami s rýchlosťou nepresahujúcou $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Slavík a kol. 2012)

V prípade prepážkového bazénového rybovodu bude žľab privádzať prídavný prietok sponad hate do rozšírenej, výrazne zväčšenej dolnej komory rybovodu. Tá musí byť navrhnutá tak, aby bola trvalo zavzduťá dolnou hladinou z toku rieky pod haňou, aby vo výtokovom otvore nevznikali veľké prevýšenia hladín a nadlimitné rýchlosti (zosilnený vytekajúci prúd vody nesmie spôsobovať neprimerané zvýšenie rýchlosti na vstupe do rybovodu). Rýchlosť pridávanej vody treba pred sútokom utlmiť na požadovanú hodnotu pomocou tlmiaceho zariadenia (pričnej prepážky, tlmiacich balvanov a pod.). Neželanému vniknutiu rýb do žľabu treba zabrániť hustými hrablicami.

b) Namiesto žľabu je možné vybudovať **potrubie popri rybovode**. Zvyšok riešenia bude analogický. Výtokový otvor potrubia treba „ponoriť“ pod hladinu vody buď pod výtokom z rybovodu (Obr. 18) alebo v dolnej komore (aby silný prúd vody nestriekal, ale vyvierať spod hladiny, a aby sa veľká rýchlosť vody utlmila pred vtečením do širokej štrbiny výtokového otvoru). Na energetické zhodnotenie prídavného prietoku je možné osadiť do potrubia turbínku.

c) Aj v prípade bezprepážkového bystrinného rybovodu bude prídavný prietok sponad hate privádzaný **žľabom alebo rúrou priamo do vyústenia rybovodu do rieky**. Aj v tomto prípade treba celý rýchly a silný prúd vody „ponoriť“ pod hladinu vody. Pritom treba výtok nasmerovať nie celkom paralelne s prúdom vytekajúcim z rybovodu, ale mierne šikmo do prúdu z rybovodu, aby ho zosilnil, a tak ho zacítilo čo najviac rýb, plávajúcich popri brehu proti hlavnému prúdu z turbín.

P3.2.6. Navádzací prah a lákajúci vodopádik v rieke pri výtoku zo spriechodnenia s VE

► V prípade bariéry s VE zvýraznenie trvalého výtokového prúdu z rybovodu v silnom hlavnom prúde rieky je potrebné riešiť doplnením navádzacieho prahu a lákajúceho vodopádika podľa pravidiel článku 3.2.6., a to pri každom spriechodnení.



Obr. 172 Príklad riešenia koncentrácie vábiacich signálov: vstup do rybovodu tesne pod VE, vábiac výtokový prúd koncentrovaný priamo do hlavného toku, akustický signál vodopádika, zaústenie a upokojenie sezónneho prídavného prietoku do dolnej rozšírenej komory, ochrana pred deštručnými povodňami.

P3.2.7. Zimný (zámrazový) režim rybovodu

V zimnom období je najmenšia potreba zabezpečiť migráciu rýb, pričom vtedy hrozia objektívne najväčšie problémy so zamrzaním rybovodu. V najchladnejších lokalitách slovenských tokov, ktoré sú známe svojím silným zamrzaním, nemusí mať zmysel ponechať prietok v rybovode. V silnom mraze môžu vzniknúť bariéry nepriechodné pre ryby, a dokonca aj neprietočné pre vodu, čo by mohlo následne spôsobiť neželané problémy v koryte rybovodu alebo na manipulovanej hati VE. V takom prípade majú odborné organizácie a orgány zväžiť nutnosť zabezpečenia migrácie v zimných mesiacoch a pripustiť zimné odstavenie aspoň počas trvalejšieho (viacdenného) zamrznutia hladiny toku.

► Zimný zámrazový režim rybovodu môže navrhnúť ichtyológ alebo ekologický dozor v spolupráci s užívateľom rybárskeho revíru. V takom prípade je ho potrebné zapracovať do manipulačného poriadku spriechodnenia, napríklad:

– Pri prognóze mrazivých dní s teplotami pod -5 °C ichtyológ na požiadanie prevádzkovateľa zväží odstavenie akustického vábiaceho prietoku 10 – 50 l·s⁻¹.

– Pri prognóze mrazivých dní pod -10 °C, najmä na najviac zamrzajúcich horských tokoch, kde hrozí nepriechodné zamrznutie rybovodu, ichtyológ na požiadanie prevádzkovateľa zväží odstavenie všetkých prietokov rybovodu (vtedy je spravidla aj najväčší nedostatok vody v toku a zároveň najmenšia potreba migrácie rýb v ľadovej vode).

- Odstavenie prietoku sa vopred písomne nahlási územne príslušnej organizácii ŠOP SR alebo užívateľovi rybárskeho revíru.

Prevádzkový poriadok biologických prietokov na väčšine tokov Slovenska by mohol vyzeráť nasledovne (s ichtyológovým spresnením na týždne, resp. dátumy):

bežný prietok rybovodu: január, február, začiatok marca, koniec júna, júl, august, september, október, november, december
zvýšený neresový prietok v ústí rybovodu: koniec marca, apríl, máj, začiatok júna
zámrazový režim rybovodu: počas prognózy teplôt vzduchu pod -5 °C až -10 °C

P3.3.2. Rýchlosti prúdenia a plávanie rýb

Najmenšie rýchlosti: Keďže ryby žijú vo veľmi dynamickom prostredí, ktoré je formované tečúcou vodou, v procese evolúcie sa u nich vyvinuli rôzne morfológické adaptácie a reakcie na pohyb vody. Za najviditeľnejšie prispôsobenie možno označiť tvar tela ryby. Ryby, ktoré sú prúdomilné (reofilné), majú valcovitý až torpédovitý tvar tela. Ryby, ktoré obývajú pomalšie tečúce až stojaté vody (limnofilné), majú zvyčajne vysoký, zo strán stlačený tvar tela. Ryby, ktoré sa zdržujú pri dne, majú telo dorzo-ventrálne (zhora-nadol) stlačené. Vo všeobecnosti je možné tvrdiť, že všetky ryby dokážu zachytiť prúdenie, orientovať sa podľa neho a plávať k nemu (Lucas a Baras, 2001). Tento jav sa označuje ako pozitívna reotaxia. Reakcia ryby na prúdenie (reoreakcia) nastáva pri tzv. prahovej rýchlosti prúdu, ktorá by mala byť nad $15 - 20 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Prahové rýchlosti sú dôležité z pohľadu metodiky, najmä pre správne umiestnenie horného vyústenia rybovodu, napr. na hladinu vzdutia. Ryby, ktoré sa dostanú do prostredia úplne stojatej vody sa však nemusia vrátiť do rybovodu. Môžu mať tendenciu blúdiť a pri zachytení akéhokolvek podnetu ho nasledovať. Konkrétne hodnoty pre reoreakciu sa nachádzajú v Tab. 5.

Tabuľka č. 5. Prahové (reoaktívne) rýchlosti rýb, ktoré dokážu ryby v zdrži nad rybovodom registrovať.

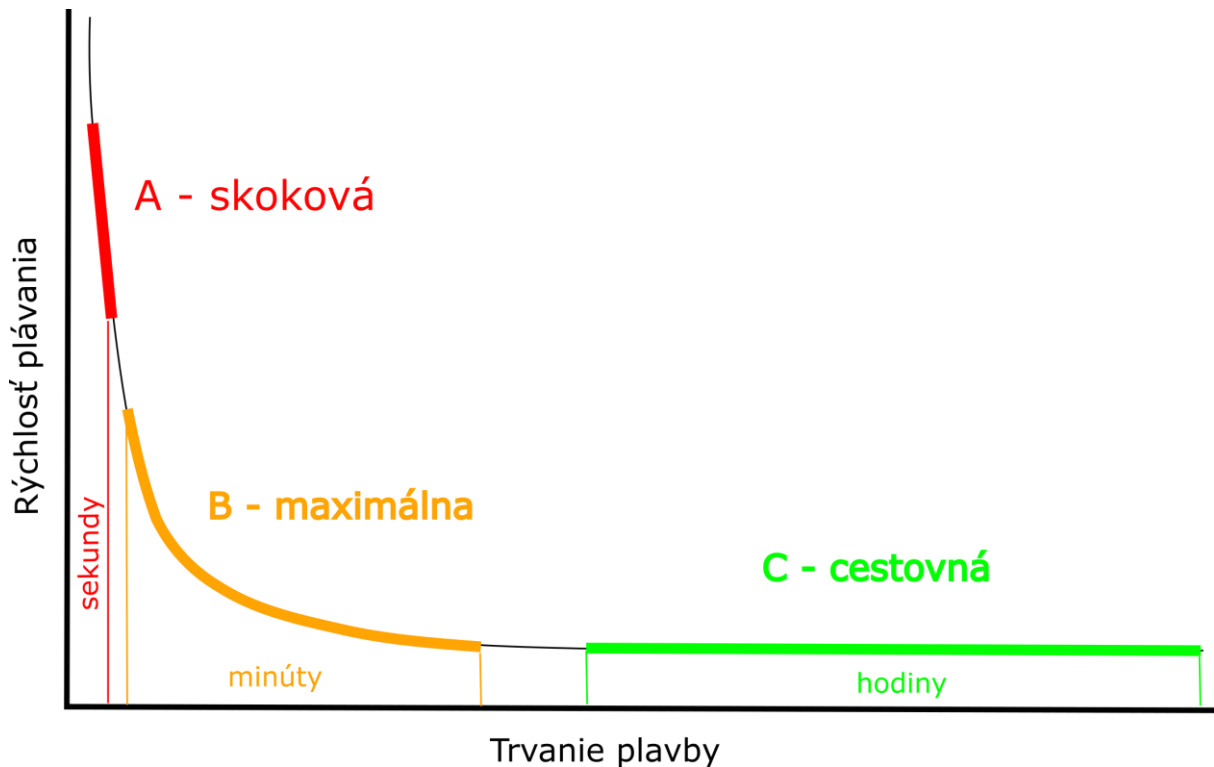
Druh	Živ. perióda / veľkosť	Rýchlosť ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Zdroj
hlaváč, slíž, čerebľa	juvenil	0,15	Adam a Schwevers (1997)
pstruh, lipeň, jalec maloústý	$\leq 12 \text{ cm}$	0,15	Adam a Schwevers (1997)
kaprovité, lososovité, dospelce malých druhov (čerebľa, slíž)	Juvenil, adult	0,15	Seifert (2012)
mrena, podustva, jalec hlavatý, pstruh, lipeň, jalec maloústý a iné čelade	adult	0,2	Seifert (2012) Adam et al. (1999)
hlavátka podunajská	adult	0,3	Seifert (2012)
váščina druhov	adult	0,2	Pavlov (1989)

Oddychové miesta: Pri zohľadňovaní návrhov spriechodnenia je potrebné brať do úvahy, že ani tí najsilnejší plavci medzi rybami, neplávajú bez prestávky. Kyselina mliečna, ktorá vzniká pri práci svalov sa u rýb hromadí 3 – 8x rýchlejšie ako u teplokrvných živočíchov. Z toho dôvodu ryby dokážu napr. nadmerné rýchlosti prekonať len po dobu niekoľkých sekúnd a následne sa unavia (Holčík, 1998). Preto je dôležité, aby pri dizajne najmä bazénového rybovodu (so zvýšenými rýchlosťami vody v priechodových štrbinách) boli zabezpečené oddychové miesta – podmienky s minimálnym prúdením – pod každým zrýchleným priechodom, kde ryba môže načerpať energiu pre ďalší pohyb.

Najväčšie rýchlosti: Rôzne druhy, ale aj rôzne životné štádiá, majú rôzne plavecké schopnosti. To znamená, že hraničné hodnoty rýchlosti v rámci výkonnosti plávania môžu byť odlišné pre rôzne druhy, ako aj rôzne vekové kategórie. Napríklad rýchlosť, ktorú prekoná dospelý jedinec bez problémov, môže byť pre mladšieho jedinca prekonateľná s vyvinutím väčšieho alebo maximálneho úsilia. Pri plávaní rýb vo všeobecnosti možno rozoznávať tri typy výkonnosti plávania (Obr. 173):

- Skoková rýchlosť** je rýchlosť, ktorú môže ryba dosiahnuť len v zlomku sekundy, alebo maximálne niekoľko sekúnd (napr. pri love koristi, pri úniku pred predátormi alebo pri prekonávaní lokálneho zrýchlenia vodného prúdu).
- Maximálna rýchlosť** je rýchlosť, ktorou môžu ryby plávať niekoľko desiatok sekúnd alebo niekoľko desiatok minút.

- c) **Cestovná rýchlosť** (migračná rýchlosť) je rýchlosť, pri ktorej môžu ryby plávať niekoľko desiatok minút alebo aj celé hodiny.



Obr. 173 Výkonnosť plávania rýb (Holčík 1989, upravené)

Z tohto dôvodu rýchlosť vody v štrbinách bazénového rybovodu musí byť výrazne nižšia ako skoková rýchlosť cieľových druhov. V dlhom bystrinnom rybovode musí byť rýchlosť vody výrazne nižšia ako maximálna rýchlosť cieľových druhov a ryby v ňom musia mať oddychové miesta – rýchlostné tieňe za vyčnievajúcimi balvanmi. Okrem toho rýchlosť vody musí byť vždy nižšia ako rýchlosť plávania, aby ryby v protiprúde nestagnovali, ale ním aj postupovali napred.

P3.3.3. Priestrannosť migračného prostredia v rybovode

Schopnosť prekonávať priestorovo stiesnené miesta v koryte rybovodu zodpovedá veľkosti druhu ryby (pri starých jedincoch prichádza do úvahy aj ich zvýšená ostražitosť). Preto návrh parametrov rybovodov musí vychádzať aj z týchto rozmerov. Podľa najväčších druhov sa určuje hĺbka vody, šírka priechodových otvorov, aj vhodné rozmery bazénov. Najmä najväčšie jedince hlavátok, sumcov, šťúk, zubáčov, resp. jeseterov nevyužívajú rybovody s malou hĺbkou vody.

Pre dostatočnú priestrannosť rybovodu je potrebné dodržať rozmery podľa Súhrnej tabuľky č. 2 a 3 v článku 3.3.6., v ktorých boli potrebné rozmery vodného migračného prostredia v rybovode prispôbené rozmerom predpokladaných najväčších rýb príslušného rybieho pásma. Výška rýb pri danej dĺžke ryby je uvedená v Tab. 6.

Priestrannosť migračného prostredia pre okrajové prípady, teda pre výnimočne veľké druhy rýb alebo pre veľmi veľké, veľmi malé alebo málo vodnaté toky, sa rieši podľa násobku výšky alebo dĺžky alebo šírky najväčšej cieľovej ryby určenej ichtológom.

Takto zadefinovaná požadovaná hĺbka, šírka alebo dĺžka vodného migračného prostredia je uvedená pod súhrnnými tabuľkami ako „Dôležité vysvetlenia a usmernenia“ (v tabuľke pre bystrinné spriechodnenia je to [*2](#), [*4](#), [*5](#), pre bazénové spriechodnenia je to [*2](#), [*3](#), [*4](#), [*5](#)).

Pre bazénové spriechodnenia, ktoré sa navrhujú spravidla až v prípade nerealizovateľnosti prirodzenejších bystrinných spriechodnení, sa z dôvodov realizovateľnosti vyžadujú menšie šírky, ale väčšie hĺbky ako pre preferované a prednostne vyberané bystrinné spriechodnenie.

V prípade určenia veľmi nízkeho cieľového prietoku rieky (napr. aby bol rybovod plne vyhovujúci aj pri napr. Q_{355} rieky), je nutné pripustiť núdzové pravidlo: Hĺbka vody v spriechodnení nesmie byť menšia ako hĺbka vody v prírodnom koryte toku pod alebo nad spriechodnením (pri rovnakom prietoku).

Tabuľka č. 6: Veľkosti rýb (údaje pochádzajú z terénnych meraní na slovensku – Andreji 2022; údaje označené * - Jäger et al. 2010; údaje označené ** - DWA 2010)

Slovenský názov	Latinský názov	Dĺžka	Výška	Šírka
Boleň dravý	<i>Aspius aspius</i>	30		
Boleň dravý		40		
Boleň dravý		50	9	
Boleň dravý		60	13	
Boleň dravý		70	15**	7**
Boleň dravý		80	18*	8*
Hlavátka podunajská	<i>Hucho hucho</i>	60		
Hlavátka podunajská		70	14	
Hlavátka podunajská		80	16	10*
Hlavátka podunajská		90	18	12*
Hlavátka podunajská		100	20	12*
Hlavátka podunajská		110	22	
Hlavátka podunajská		120	24	14*
Jalec hlavatý	<i>Squalius cephalus</i>	20	5	
Jalec hlavatý		30	7	
Jalec hlavatý		40	10	5*
Jalec hlavatý		50	14	6*
Jalec hlavatý		60	12**	10**
Jalec hlavatý		70		
Jalec tmavý	<i>Leuciscus idus</i>	60	18**	9**
Jalec tmavý		70		
Jeseter malý	<i>Acipenser ruthenus</i>	40	5	
Jeseter malý		50		
Jeseter malý		60		
Jeseter malý		70		
Jeseter malý		80	10	
Jeseter malý		90	11	
Jeseter malý		100	15**	11**
Kapor rybničný	<i>Cyprinus carpio</i>	40	12	
Kapor rybničný		50	14	
Kapor rybničný		60	16	
Kapor rybničný		70	20	

Slovenský názov	Latinský názov	Dĺžka	Výška	Šírka
Kapor rybníčný		80	24**	13**
Kapor rybníčný		90		
Kolok veľký	<i>Zingel zingel</i>	20		
Kolok veľký		30		
Kolok veľký		40		
Lieň sliznatý	<i>Tinca tinca</i>	60	16**	9**
Lipeň tymiánový	<i>Thymallus thymallus</i>	20	3	
Lipeň tymiánový		30	6	
Lipeň tymiánový		40	9	5*
Lipeň tymiánový		50	12	6*
Lipeň tymiánový		60		
Mieň sladkovodný	<i>Lota lota</i>	50	7*	7*
Mieň sladkovodný		60	8*	8*
Mieň sladkovodný		70		
Mrena severná	<i>Barbus barbus</i>	20	4	
Mrena severná		30	6	
Mrena severná		40	7	
Mrena severná		50	9	
Mrena severná		60	11	7*
Mrena severná		70	13	8**
Nosál sťahovavý	<i>Vimba vimba</i>	20	5	
Nosál sťahovavý		30	7	
Nosál sťahovavý		40	10	
Nosál sťahovavý		50	13**	6**
Nosál sťahovavý		60		
Ostriež zelenkavý	<i>Perca fluviatilis</i>	15	3	
Ostriež zelenkavý		20	5	
Ostriež zelenkavý		25		
Ostriež zelenkavý		30		
Ostriež zelenkavý		35		
Ostriež zelenkavý		40	12**	7**
Pleskáč siný	<i>Ballerus ballerus</i>	20		
Pleskáč siný		30		
Pleskáč tuonosý	<i>Ballerus sapa</i>	20		
Pleskáč tuonosý		30		
Pleskáč vysoký	<i>Abramis brama</i>	20	6	
Pleskáč vysoký		30	13	
Pleskáč vysoký		40	17	
Pleskáč vysoký		50	18	5*
Pleskáč vysoký		60	21**	6**
Pleskáč vysoký		70		
Pleskáč vysoký		80		
Pleskáč zelenkavý	<i>Blicca bjoerkna</i>	15	5	
Pleskáč zelenkavý		20	6	
Pleskáč zelenkavý		25	8	

Slovenský názov	Latinský názov	Dĺžka	Výška	Šírka
Pleskáč zelenkavý		30	11	
Plotica červenooká	<i>Rutilus rutilus</i>	15	3	
Plotica červenooká		20	5	
Plotica červenooká		25	7	
Plotica červenooká		30	9	
Plotica červenooká		40	13**	6**
Podustva severná	<i>Chondrostoma nasus</i>	20		
Podustva severná		30	7	
Podustva severná		40	10	
Podustva severná		50	12	
Podustva severná		60	15**	9**
Pstruh potočný	<i>Salmo trutta m. fario</i>	20	4	
Pstruh potočný		30	6*	3*
Pstruh potočný		40	8*	4*
Pstruh potočný		50	10*	5*
Štuka severná	<i>Esox lucius</i>	40	6	
Štuka severná		50		
Štuka severná		60	8*	6*
Štuka severná		70		
Štuka severná		80		
Štuka severná		90	12*	8*
Štuka severná		100	14**	10**
Sumec veľký	<i>Silurus glanis</i>	90	14*	13*
Sumec veľký		120	23*	22*
Sumec veľký		150	31*	30*
Sumec veľký		160	26**	24**
Zubáč veľkoústý	<i>Sander lucioperca</i>	50	10	
Zubáč veľkoústý		60	12	
Zubáč veľkoústý		70	14	
Zubáč veľkoústý		80	15	10**
Zubáč veľkoústý		90		
Zubáč veľkoústý		100	16**	

P3.3.6. Všeobecné základné hydraulické definície a vzťahy prúdenia kvapalín potrebné k návrhu spriechodnenia

P3.3.6.1. Fyzikálne princípy - sily pôsobiace na rybu pri plávaní

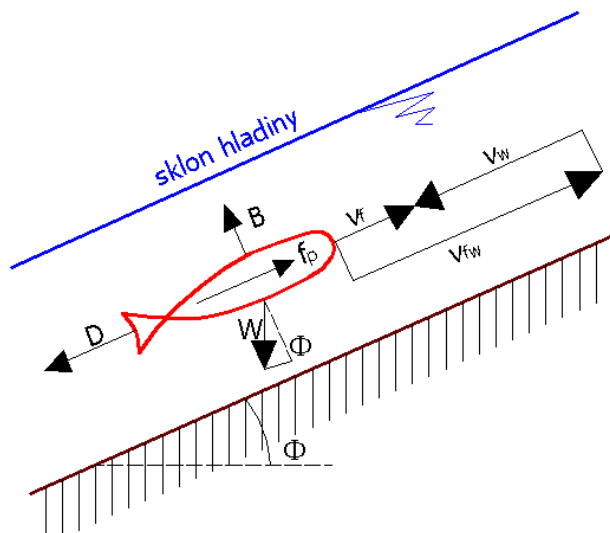
Z pohľadu navrhovania spriechodnenia je potrebné brať zo síl pôsobiacich na plávanie ryby (sú uvedené v legende Obr. 174) do úvahy tieto hlavné sily:

- **vztlaková sila**: závisí od hustoty vody, pokiaľ je voda výrazne prevzdušená z dôvodu prílišnej kaskádovitosti spriechodnenia, hustota vody klesá a ryby sa takejto oblasti pri plávaní vyhnú,

- **rýchlosť prúdenia vody a pohyb ryby voči dnu**: ryby dokážu plávať podľa druhu max. rýchlosťami len určitý čas (Obr. 173), je rozdiel v pohybe proti prúdu a v pohybe voči dnu. Ryba, ktorá pláva rýchlosťou $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ proti prúdu, ktorý má rýchlosť $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sa voči dnu pohybuje rýchlosťou len $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Bhelke vo svojej práci konštatuje: "Situácia ryby plávajúcej cez rybovod je podobná človeku, ktorý beží hore eskalátorom pohybujúcim sa rýchlo smerom nadol".

Z pohľadu projektovania hydraulických parametrov spriechodnenia je potrebné zabezpečiť také prúdenie vody, ktoré bude pre cieľové druhy rýb vyhovujúce po celej trase spriechodnenia, a bez zmeny hustoty vody neprimeraným prevzdušením.



Legenda ku schéme:

B – vztlaková sila

D – profilová odporová sila

f_p – hnacia sila

v_f – rýchlosť ryby proti prúdu s ohľadom na dno

v_w – rýchlosť prúdenia vody

v_{fw} – rýchlosť, ktorú by ryba dosiahla bez pôsobenia protiprúdu

W – gravitačná sila

Φ – uhol odklonu koryta od horizontálnej polohy (sklon)

Obr. 174 Schéma síl pôsobiacich na rybu pri plávaní (Bhelke,1991)

P3.3.6.2. Stručné základné definície hydrauliky prúdenia kvapalín potrebné k návrhu spriechodnenia.

Prietok Q (objemový) je objem kvapaliny, ktorý pretečie prietokovým prierezom za jednotku času.

$$Q = v_{pr} \cdot S \quad [2]$$

Kde:

Q – prietok v profile [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$],

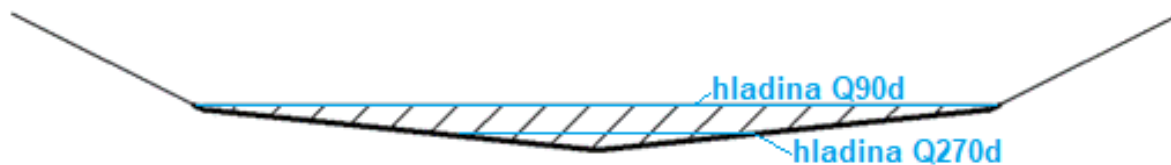
v_{pr} – priemerná rýchlosť prúdenia vody v profile [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],

S – prietoková plocha profilu [m^2].

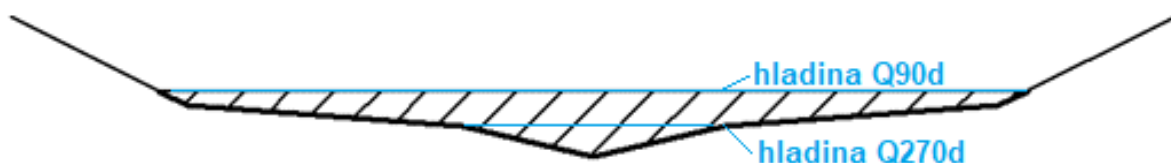
Prietokový profil (Obr. 175 a, b, c) je rovinný rez pevným vedením prúdu, kolmý na jeho pozdĺžnu os a charakterizujúci jeho tvar. Prúdiaca voda vyplňa, resp. môže vyplňať, celý prietokový profil alebo jeho časť.

Prietoková plocha S je plošný obsah rezu prúdu plochou kolmou v každom bode na vektor rýchlosti. V praktických príkladoch sa zjednodušuje na plošný obsah rovinného rezu, vedeného kolmo na strednú prúdnicu, ktorá charakterizuje celkový smer prúdenia. Na Obr. 175 a, b, c je to šrafovaná plocha.

Omočený obvod O [m] je dĺžka časti obvodového prietokového profilu, na ktorej je voda v styku s pevným vedením, na Obr. 175 a, b, c je označená hrubou čiarou.



a - preferovaný návrh úpravy tvaru dna sklzu s kapacitou cca Q_{90}



b - alternat. návrh - zložený profil dna sklzu s vloženou plytkou kynetou s kapacitou cca Q_{270}



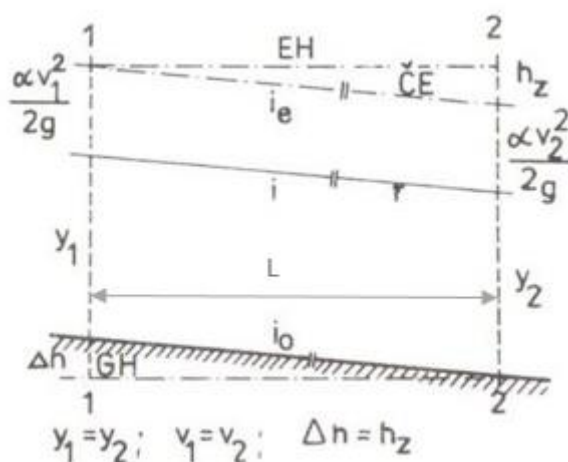
c - schematizovaný profil obtokového biokoridoru

Obr. 175 a, b, c, schémy možného návrhu profilu sklzu a obtokového biokoridoru v súlade s článkom [3.3.5.](#)

Hydraulický polomer R [m] je definovaný ako podiel prietokovej plochy k omočenému obvodu:

$$R = \frac{S}{O} \quad [3]$$

Sklon dna koryta i_0 je pomer prevýšenia dna Δh (Obr. 176) k dĺžke úseku L , na ktorom toto prevýšenie vzniklo. Keďže ide o hodnoty veľmi malé, vyjadruje sa v % ako 100-násobok, alebo v ‰ ako 1000-násobok pôvodnej hodnoty.



Obr. 176 Schéma pre rovnomerné ustálené prúdenie

Pre rovnomerné ustálené prúdenie v pozdĺžnom smere (Obr. 176) platí: $Q = \text{konšt.}$, $v = \text{konšt.}$
 $\Rightarrow S = \text{konšt.} \Rightarrow y = \text{konšt.}$ Tieto podmienky platné pre prizmatické korytá budú splnené
 vtedy, keď sklon hladiny i , bude rovnako veľký ako sklon dna i_0 a sklon čiary energie i_e :

$$i_e = i = i_0 = \frac{\Delta h}{L} \quad [4]$$

Z tejto rovnosti vyplýva, že hĺbka po dĺžke sa nemení, a rovnica pre prietok má tvar:

$$Q = C \cdot S \cdot \sqrt{R \cdot i_0} \quad [5]$$

Kde:

Q – prietok v koryte vodného toku [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],

S – prietoková plocha profilu [m^2],

C – rýchlostný Chézyho súčiniteľ [$\text{m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$],

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} \quad [6]$$

n – stupeň (súčiniteľ) drsnosti [-],

R – hydraulický polomer [m],

i_0 – sklon dna koryta vodného toku [-].

Stupeň drsnosti n podľa Manninga, je veličina zohľadňujúca materiál, z ktorého je koryto, resp. sa v koryte a na brehoch nachádza, a tým charakterizuje odpor koryta voči prúdeniu. Používa sa na určenie rýchlostného súčiniteľa, ktorý sa vyskytuje takmer vo všetkých hydraulických vzťahoch. Správne určenie tejto veličiny je jedným z dôležitých parametrov výpočtu. Je možné ho určiť z veľkého množstva tabuliek uvedených v rozličných publikáciách alebo podľa schémy uvedenej v tabuľke č. 11.

Stricklerov rýchlostný súčiniteľ k_{st} , vychádza z predpokladu, že stupeň drsnosti závisí od zrnitosti materiálu koryta podľa závislosti:

$$k_{st} = \frac{\text{konštanta}}{d_x^{1/6}} \quad [7]$$

Kde:

k_{st} – Stricklerov rýchlostný súčiniteľ [$\text{m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$],

konštanta – experimentálne určená (tabuľka č. 7),

d_x – hodnota zo zrnitostnej krivky udávajúca priemer zrna (tabuľka č. 7).

Tabuľka č. 7: Relevantné priemery kameňov a konštanty pre Strickler-Beiwertov rýchlostný súčiniteľ (Mooney, Holmquist -Johnson, Broderick, 2007; DWA-M 509)

Autor	konštanta do rovnice [7]	d_x	príklad: kameň na vodné stavby trieda III (TLW 1997)	
			d_x [m]	k_{st} [$\text{m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$]
LUBW (2006)	21,0	d_{65}	0,30	25,67
Henderson (1966)	26,3	d_{75}	0,34	31,47
Lane a Calson (1955)	21,1	d_{75}	0,34	25,26
Strickler (1623)	24,4	d_{50}	0,26	30,54
U.S.Army Corps (1991)	21,7	d_{90}	0,40	25,28

pre lomové kamene, odporúča U.S. Department of the INTERIOR (2007) rovnicu:

$$k_{st} = \frac{21,7}{d_{90}^{1/6}} \quad [8]$$

pre okrúhly riečny kameň sa odporúča rovnica podľa MANNING-STRICKLERA:

$$k_{st} = \frac{24,4}{d_{50}^{1/6}} \quad [9]$$

Kde:

d_{90} – 90% percent v zmesi je menších ako zrno d_{90} ,

d_{50} – 50% percent v zmesi je menších ako zrno d_{50} .

Rýchlostný súčiniteľ, odporúčaný na použitie pri hydraulických výpočtoch bezprepážkových sklzov môže byť podľa Stricklera podľa rovníc [8] a [9] alebo Manninga pri použití prúžkovej metódy v kombinácii s určením veľkosti stupňa drsnosti podľa schémy a tabuľky Ven Te Chow podľa Cowana (tabuľka č. 11). Pri veľmi malých tokoch s malými hĺbkami je možné použiť stupne drsnosti odporúčané v tabuľke č. 20 podľa Douglesa Laidaho (2011).

Poznámka: Vo všeobecnosti treba konštatovať že vzhľadom na veľkú rôznorodosť navrhovaných spriechodnení, v ktorých sa koeficienty drsnosti menia pre jeden a ten istý úsek v závislosti od hĺbky vody v koryte, rýchlosti prúdenia vody v koryte a iných faktorov, by najvhodnejšou metódou boli na určenie rýchlostného súčiniteľa navrhovaného úseku, hodnoty zistené ako výsledok poľných hydrologických výskumov pre podobný úsek toku pri hĺbkach, ktoré sa zhodujú s tými, s ktorými sa uvažuje v projekte. V praxi je však zväčša projektant nútený opierať sa pri voľbe rýchlostného súčiniteľa len o svoje praktické skúsenosti.

Tabuľka č. 8 DWA-M 509 uvádza nasledovnú prevodovú tabuľku k zrnitostiam materiálu, ktorá vychádza z klasifikácie kameňa pre vodné stavby TLW (1997) a TLW (2003) (STN EN 13383-1)

Trieda kameňa pre vodné stavby		veľkosť alebo hmotnosť kameňa	d_{50} (d_m) (cm)	d_{65} (cm)	d_{90} (cm)
TLW 1997	0	5 cm až 15 cm	9	10	13
	I	10 cm až 20 cm	14	16	18
	II	10 cm až 30 cm	17	20	27
	III	15 cm až 45 cm	26	30	40
	IV	20 cm až 60 cm	35	40	54
	V	35 cm až 100 cm	60	68	90
TLW 2003	CP45/125	4,5 cm až 12,5 cm	9	-	12,5
	CP63/180	6,3 cm až 18 cm	13	-	18
	CP90/250	9 cm až 25 cm	18	-	25
	LMB5/40	5 kg až 40 kg	22	-	30
	LMB10/60	10 kg až 60 kg	27	-	35
	LMB40/200	40 kg až 200 kg	40	-	50
	LMB60/300	60 kg až 300 kg	50	-	60
	HWA300/1000	300 kg až 1000 kg	75	-	90

Poznámka: d_{50} – 50% percent v zmesi je menších ako zrno d_{50} (d_m – priemerný priemer kameňov))

d_{65} – 65% percent v zmesi je menších ako zrno d_{65}

d_{90} – 90% percent v zmesi je menších ako zrno d_{90}

Na výpočet priemernej profilovej rýchlosti prúdenia (v_{pr}) v rybovode bez štruktúrovane uložených balvanov je možné použiť rovnicu MANNING-STRICKLERA:

$$v_{pr} = k_{st} \cdot R^{2/3} \cdot i_0^{1/2} \quad [10]$$

Kde:

k_{st} – Stricklerov rýchlostný súčiniteľ [$m^{1/3} \cdot s^{-1}$] vypočítaný podľa rovníc [8] alebo [9]
 v závislosti od zrnitosti a tvaru materiálu,
 R – hydraulický polomer [m] rovnica [3],
 i_0 – sklon dna toku [-] rovnica [4].

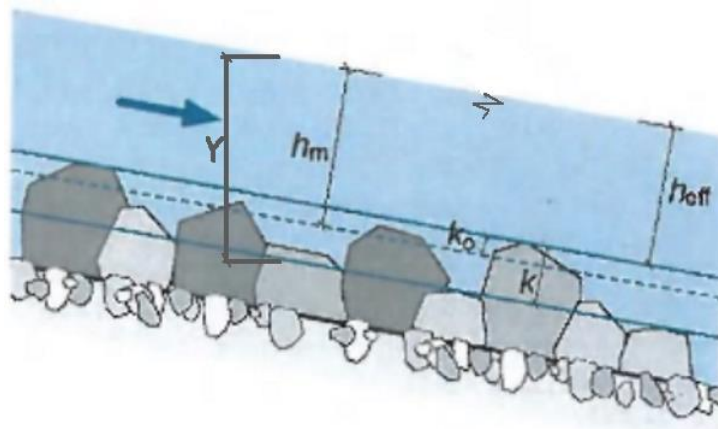
Poznámka k určeniu hĺbky do výpočtu a k Obr. 177:

Hĺbka y je definovaná ako vertikálna vzdialenosť medzi najnižším bodom koryta kanála a voľnou hladinou.

Hĺbka označená ako h_{eff} je definovaná ako vzdialenosť medzi vrcholmi prvkov drsnosti dna a voľnou hladinou kolmá na smer prúdenia toku vody.

Stredná hĺbka označená ako h_m berie do úvahy, že v hornej oblasti prvkov drsnosti je ešte malý odtok. Je definovaná ako vzdialenosť dolnej hranice nulového horizontu k_o a voľnou hladinou kolmá na smer prúdenia toku vody.

Výška nulového horizontu k_o je stanovená cca 1/3 výšky veľkosti výstupkov dnovej drsnosti k . Je možné ju určiť aj ako 1/6 veľkosti priemeru kameňa d_s .



Obr. 177 Schéma určenia hĺbky toku h_m (DWA M-905).

Kde:

h_{eff} – efektívna hĺbka [m]: $h_{eff} \approx h_m - k_o$,

h_m – stredná hĺbka [m],

k_o – nulový horizont [m]: $k_o = \frac{1}{3} \cdot k$ alebo $k_o = \frac{1}{6} \cdot d_s$

k – výška výstupku nad dnom [m],

d_s – priemer kameňa [m].

Z priemernej rýchlosti prúdenia v_{pr} , ako aj prierezovej plochy profilu S , za použitia základnej rovnice [5] dostaneme prietok Q .

Pri výpočte prietoku, za použitia drsnosti n podľa **Manninga**, je použitý rýchlostný súčiniteľ C , ktorý je hodnotou vystupujúcou v Chézyho vzťahu na výpočet priemernej profilovej rýchlosti v_{pr} alebo prietoku Q . Dá sa určiť pomocou mnohých empirických vzorcov:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} \quad [11]$$

Priemernú profilovú rýchlosť v_{pr} prúdenia v tokoch určíme zo Chézyho rovnice:

$$v_{pr} = C \cdot \sqrt{R \cdot i_0} \quad [12]$$

Prietok Q vypočítame z Chézyho rovnice, pričom pri rovnomernom ustálenom prúdení použijeme sklon dna i_0 :

$$Q = C \cdot S \cdot \sqrt{R \cdot i_0} \quad [13]$$

a pri všeobecnejšom prípade nerovnomerného ustáleného prúdenia za sklon dosadíme sklon čiary energie i_e :

$$Q = C \cdot S \cdot \sqrt{R \cdot i_e} \quad [14]$$

Kde:

C – Chézyho (rýchlostný) súčiniteľ [$m^{0.5} \cdot s^{-1}$],

n – stupeň drsnosti podľa Manninga [-],

R – hydraulický polomer [m],

Q – prietok v profile [$m^3 \cdot s^{-1}$],

v_{pr} – priemerná profilová rýchlosť [$m \cdot s^{-1}$],

i_0 – sklon dna [-],

S – plocha prietokového prierezu (profilu) [m^2],

i_e – sklon čiary energie [-].

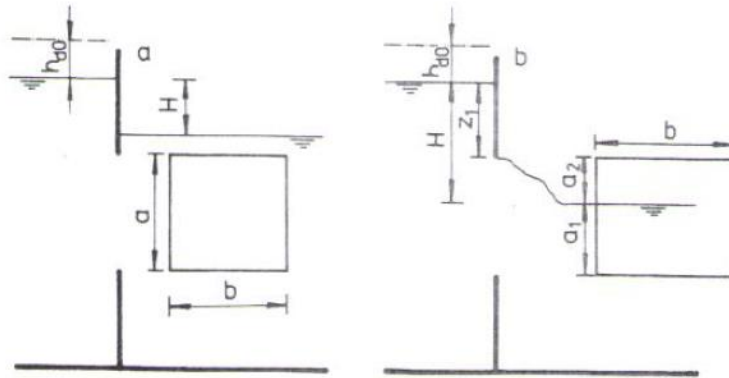
Pri zložených profiloch je najvhodnejšie použiť k hľadaniu nami požadovaných veličín 2D matematické modely (napr. HEC-RAS, MIKE, River2D), ktoré ale vyžadujú erudovaného a skúseného užívateľa/modelára.

Poznámka k hydraulickým charakteristikám prúdenia: Pri navrhovaní bystrinných spriechodnení je dôležité si uvedomiť, že všetky hydraulické parametre prúdenia vody vo vodnom toku spolu navzájom súvisia. To znamená, že pokiaľ chceme vybudovať krátke bystrinné spriechodnenie so strmým pozdĺžnym sklonom, musíme vedieť navrhnúť primerane vysokú drsnosť a počítať s potrebou vyšších prietokov na naplnenie koryta. Pokiaľ chceme mať v bystrinnom rybovode menší prietok pri požadovanej hĺbke, musíme navrhnúť miernejší pozdĺžny sklon, s primeranou drsnosťou.

P3.3.6.3. Zatopený a čiastočne zatopený výtok otvorom a pod stavidlom.

Zatopený a čiastočne zatopený výtok otvorom

Pri požiadavke zabránenia vstupu predmetov plávajúcich na hladine do rybovodu je najvhodnejším riešením použiť otvor umiestnený pod hladinou v zvislej stene. Pri takomto konštrukčnom riešení môžu nastať dva stavy, výtok otvorom zatopeným, a čiastočne zatopeným.



Obr. 178 a (vľavo) Zatopený výtok otvorom a Obr. 178 b (vpravo) čiastočne zatopený výtok otvorom (vtok do rybovodu) (Mäsiar, Kamenský 1985).

Zatopený výtok otvorom (Obr. 178 a) ľubovoľného tvaru a veľkosti závisí len od veľkosti plochy výtokového otvoru a rozdielu hladín pred ním a za ním – spádu H . Rovnica po zanedbaní prítokovej rýchlosti (ide o vynásobenie maximálnej rýchlosti v otvore prietokovou plochou otvoru S a výtokovým súčiniteľom μ_v) má tvar:

$$Q = \mu_v \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad [15]$$

Kde:

μ_v – výtokový súčiniteľ [-];

pre ostrohraný otvor stredných rozmerov zvyčajne $\mu_v = 0,65$,

pre veľký otvor s čiastočným zúžením bez bočnej kontrakcie zvyčajne $\mu_v = 0,80 \div 0,85$,

S – veľkosť plochy otvoru [m^2],

g – tiažové zrýchlenie [$9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$],

H – spád (výškový rozdiel hladín) [m].

Čiastočne zatopený výtok otvorom (Obr. 178 b), bez uváženia vplyvu prítokovej rýchlosti riešime kombináciou vzťahov pre voľný a zatopený výtok:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_{v1} \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot \left(H^{3/2} - z_1^{3/2} \right) + \mu_{v2} \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad [16]$$

Kde:

μ_{v1} – výtokový súčiniteľ pre čiastočne zatopenú časť otvoru [-],

b – šírka otvoru [m],

g – tiažové zrýchlenie [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$],

z_1 – vzdialenosť hornej hrany otvoru od hladiny [m],

μ_{v2} – výtokový súčiniteľ pre zatopenú časť otvoru [-],

S – veľkosť plochy výtokového otvoru ($S = a_1 \cdot b$) [m],

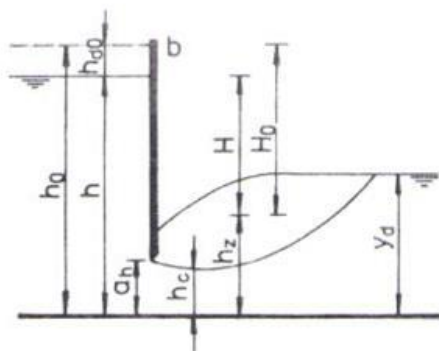
a_1 – výška zatopenej časti otvoru [m],

H – spád (výškový rozdiel hladín) [m].

Zatopený a čiastočne zatopený výtok pod stavidlom.

Výpočet je potrebný pre zaistenie požadovaného prietoku pokiaľ je vtok do spriechodnenia riešený pomocou regulačných stavidiel. Ide o veľký otvor s čiastočným zúžením na dne a veľkým bočným zúžením, so stavidlom na dne (Obr. 179). Voda do rybovodu na vtok by mala prúdiť prednostne bez regulácie stavidlom, stavidlo by malo slúžiť len na uzatváranie vtoku do rybovodu. V prípade, že na vtok je nevyhnutná regulácia veľkosti prietoku stavidlom, je

potrebné uvažovať len s čiastočne zatopeným, alebo zatopeným výtokom pod stavidlom pri dodržaní maximálnych priemerených rýchlostí v otvore v zmysle požiadaviek tabuliek č. 2 a 3.



Obr. 179 Zatopený a čiastočne zatopený výtok pod stavidlom (Mäsiar, Kamenský 1985).

Kde:

h_0 – výška hladiny, vrátane vplyvu prítokovej rýchlosti [m],

h – výška hladiny [m],

h_{d0} – rýchlostná výška [m],

a_h – výška potvorenia stavidla [m],

h_z – stratová výška [m],

H – spád (výškový rozdiel hladín) [m],

H_0 – spád (výškový rozdiel hladín, vrátane vplyvu prítokovej rýchlosti) [m],

y_d – hĺbka dolnej hladiny [m],

h_c – najmenšia hĺbka [m],

hĺbku h_c v najužšom priereze vypočítame podľa rovnice:

$$h_c = a_h \cdot \varepsilon \quad [17]$$

kde: ε – súčiniteľ zvislej kontrakcie [-] je pre pomer $\frac{a_h}{h}$ určený z tabuľky č. 9.

Tabuľka č. 9 Súčiniteľ zvislej kontrakcie ε pre výtok pod zvislým stavidlom v závislosti od pomeru $\frac{a_h}{h}$.

$\frac{a_h}{h}$	ε	$\frac{a_h}{h}$	ε	$\frac{a_h}{h}$	ε	$\frac{a_h}{h}$	ε
0,00 ¹	0,611	0,30	0,625	0,55	0,650	0,80	0,720
0,10	0,615	0,35	0,628	0,60	0,660	0,85	0,745
0,15	0,618	0,40	0,630	0,65	0,675	0,90	0,780
0,20	0,620	0,45	0,638	0,70	0,690	0,95	0,833
0,25	0,622	0,50	0,645	0,75	0,705	1,00 ²	1,000

Poznámky: 1 teoretická hodnota

2 stavidlo úplne otvorené

Ak dolná voda vystúpi nad spodnú hranu otvoru ako na Obr. 179, môže nastať výtok pod stavidlom čiastočne zatopený, ktorý je určený kritériom:

$$y_d < h_{2c} = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot q^2}{g \cdot h_c^2}} - 1 \right] \quad [18]$$

Kde:

y_d – hĺbka dolnej hladiny [m],

h_c – hĺbka v najužšom mieste [m],

g – tiažové zrýchlenie [$m \cdot s^{-2}$],

q – špecifický prietok [$m^2 \cdot s^{-1}$],

$$q = \frac{Q}{b} \quad [19]$$

kde:

Q – prietok pod stavidlom [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],

b – šírka otvoru [m].

Pre čiastočne zatopený výtok potom platí:

$$Q = \mu_v \cdot a_h \cdot b \sqrt{2g \cdot (h_0 - h_c)} \quad [20]$$

Kde:

μ_v – výtokový súčiniteľ [-]:

$$\mu_v = \varphi \cdot \varepsilon \quad [21]$$

kde:

φ – rýchlostný súčiniteľ [-] závisí od tvaru spodnej stavby, pre stavbu bez prahu ako na Obr.

[179](#) je $\varphi = 0,95 \div 1,0$ (zvyčajne $\varphi = 0,97$),

ε – súčiniteľ zvislej kontrakcie [-], odčítame z tabuľky č. [9](#),

a_h – výška pootvorenia stavidla [m],

b – šírka otvoru [m],

g – tiažové zrýchlenie [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$],

h_0 – výška hladiny, vrátane vplyvu prítokovej rýchlosti [m]:

$$h_0 = h + \frac{a \cdot v_0^2}{2g} = h + h_{d0} \quad [22]$$

kde:

α – Coriolisovo číslo [-] (zvyčajne $1 \div 1,1$),

v_0 – prítoková rýchlosť [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] $v_0 = \frac{q'}{h}$,

q – špecifický prietok vypočítame podľa [\[19\]](#) [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$],

alebo bez uváženia prítokovej rýchlosti ako:

$$q' = \mu_v \cdot a_h \cdot \sqrt{2g \cdot (h - h_c)} \quad [23]$$

kde.

q' – špecifický prietok bez uváženia prítokovej rýchlosti [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$],

h – výška hladiny [m],

h_c – hĺbka v najužšom priereze [m] (vypočítame podľa [\[17\]](#)).

Výtok zatopený pod stavidlom je určený kritériom

$$y_d > h_{2c} = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot q^2}{g \cdot h_c^2}} - 1 \right] \quad [24]$$

Pre zatopený výtok pod stavidlom platí:

$$Q = \mu_v \cdot a_h \cdot b \sqrt{2g \cdot (h_0 - h_z)} \quad [25]$$

Kde:

μ_v – výtokový súčiniteľ [-] (počítaný podľa rovnice [\[21\]](#))

φ – rýchlostný súčiniteľ [-] závisí od tvaru spodnej stavby, pre stavbu bez prahu ako na Obr.

[179](#) je $\varphi = 0,95 \div 1,0$ (zvyčajne $\varphi = 0,97$),

ε – súčiniteľ zvislej kontrakcie [-], odčítame z tabuľky č. [9](#)

a_h – výška pootvorenia stavidla [m],

b – šírka otvoru [m],

g – tiažové zrýchlenie [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$],

h_0 – výška hladiny, vrátane vplyvu prítokovej rýchlosti [m] (vypočítame podľa [\[22\]](#)),

h_z – stratová výška [m]:

$$h_z = \sqrt{y_d^2 - M \cdot \left(h_0 - \frac{M}{4}\right)} + \frac{M}{2} \quad [26]$$

kde:

y_d – hĺbka dolnej hladiny [m],

h_0 – výška hladiny, vrátane vplyvu prítokovej rýchlosti [m] (vypočítame podľa [21]),

M – konštanta [-]:

$$M = 4\mu_v^2 \cdot a_h^2 \cdot \frac{y_d - h_c}{y_d \cdot h_c} \quad [27]$$

kde:

μ_v – výtokový súčiniteľ [-]

a_h – výška pootvorenia stavidla [m],

y_d – hĺbka dolnej hladiny [m],

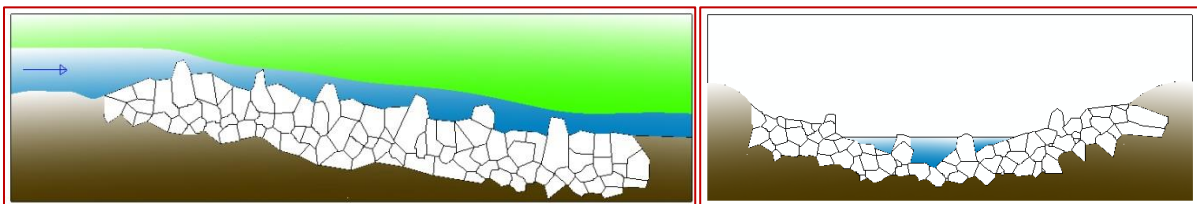
P3.3.6.4. Sklzy

Staršie objekty ako sú stabilizačné stupne na vodných tokoch, ktoré spôsobujú neprekonateľné prekážky pre ichtyofaunu, vznikli úpravami tokov za účelom jeho stabilizácie, napriamania, prípadne vybudovania odberu. V prípadoch napriamovania vodných tokov dochádzalo ku skracovaniu vodného toku, a tým aj zväčšeniu jeho pozdĺžneho sklonu. Tento bol v minulosti vyrovnávaný spádovými objektami (prahy, stupne, hate).

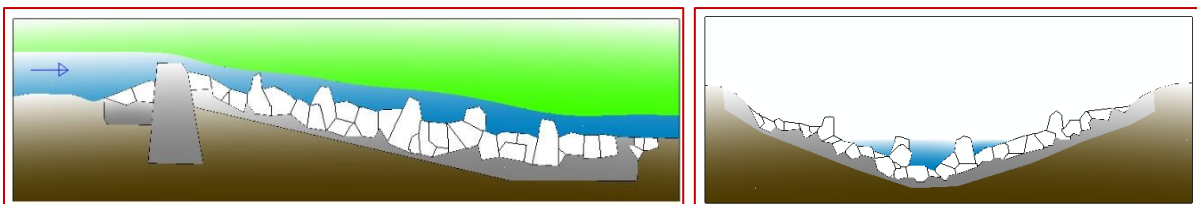
Priechodnosť takejto prekážky je možné zabezpečiť odstránením prekážky a vedením toku v pôvodných meandroch. V prípade že takúto úpravu nie je možné vykonať navrhne sa úprava vhodným sklzom. Je ale potrebné si uvedomiť, že v minulosti vykonané skrátenie toku nahrádzame opatrením, ktoré nie vždy dokonale nahradí pôvodný dlhší úsek toku.

Princíp sklzu:

Sklz (Obr. 180, Obr. 181) je spádovité opatrenie zhotovené na vodnom toku, ktorým sa prekonáva rozdiel v nivelete dolného a horného dna toku. Sklzovalá plocha by mala byť mierne miskovitého tvaru, alebo priestorovo meandrujúcou hlbšou prúdnicou, a je zhotovená z kamenných prvkov (štrk, balvany) uložených na podsypových (filtračných) vrstvách kameniva, kombinovaných s prípadnými filtračnými textíliami. Drsnosť sklzovej plochy je využívaná k tlmeniu kinetickej energie vodného prúdu. V našich podmienkach sú doteraz historicky typické sklony sklzových plôch v rozmedzí 1:6 až 1:12, čo ale vytvára pre ryby nepriechodné úseky.



Obr. 180 Sklzy s odstráneným prahom celoplošne nespevný.



Obr. 181 Sklzy so zníženým pôvodným prahom a celoplošne spevným podkladom.

Maximálny sklon sklzovej plochy je daný požiadavkami na maximálnu dovolenú prierezovú rýchlosť a podmienkami stability materiálu opevnenia. Sklzy s miernym sklonom sklzovej plochy majú vzhľadom ku svojej dĺžke lepšiu účinnosť, pokiaľ ide o tlmenie kinetickej energie.

Spriechodnenia pomocou sklzov musia byť vždy prispôsobené podmienkam prúdenia vody. To znamená že pre strmšie sklony sú potrebné väčšie kamene na zvýšenie drsnosti, alebo v nich musia byť vybudované priečne prepážky, aby sa zabezpečila požadovaná hĺbka vody. Z hydraulického pohľadu pri projektovaní rozlišujeme dve základné požiadavky posudzovania a návrhu spriechodnenia pomocou sklzu:

- A) Návrh a posúdenie pre **prietoky medzi Q_{90} a Q_{270}** : Pre tieto prietoky sa hodnoty vypočítajú podľa geometrických a hydraulických parametrov požadovaných tabuľkami v článku [3.2.8.](#) a [3.3.6.](#)
- B) Návrh a posúdenie pri **povodňovom odtoku s konkrétnou N ročnosťou (určenou správcom toku)**. Stabilita spriechodnenia musí byť pre tento Q_N -ročný prietok zabezpečená pre všetky súčasti sklzu, ako sú priepadová hrana, sklzová plocha, vývár, brehy. Migračné rýchlosti pri týchto veľkých prietokoch nie je potrebné riešiť.

P3.3.6.4.1. Sklz bez balvanov

Pre bystrinné rybovody a sklzy bez vložených balvanov navrhujeme k výpočtu rýchlosti použiť rovnicu podľa Stricklera [[10](#)], a [[8](#)] alebo [[9](#)] podľa zrnitosti a ostrohranosti použitého materiálu dna.

Pre výpočty v tabuľke č. [10](#) bol navrhnutý plytký trojuholníkový tvar koryta prúdnice sklzu. Predpokladáme, že vyššie prietoky budú prechádzať zloženým tvarom koryta, kde je dno sklzu v priečnom smere v miernom sklone smerom ku prúdnici. Základnou okrajovou podmienkou je maximálna dovolená priemerná rýchlosť v profile podľa tabuľky č. [2](#) uvedenej v článku [3.3.6.](#) Všetky ostatné parametre, ako sú hĺbka a šírka hladiny, sú dodržané taktiež podľa vyššie uvedenej tabuľky. Dno a brehy sú navrhnuté s drsnosťou - lomový kameň $d_{90} = 0,30$ m.

Tabuľka č. 10 Výpočet podľa Stricklera pre lomový ostrohranný kameň $d_{90} = 0,30$ m, hodnoty sú vypočítané podľa rovnice [[10](#)] a [[8](#)] a prietok podľa rovnice [[2](#)].

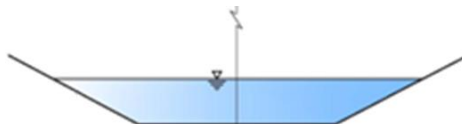
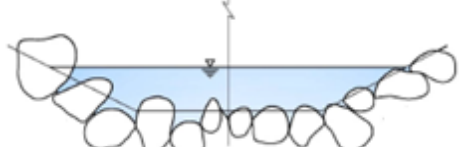
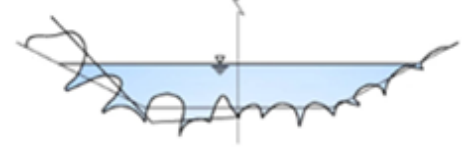
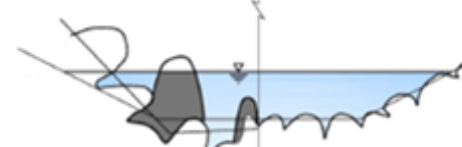
Rybie pásmo podľa tab. 2	Rýchlosť V_{pr} [m·s ⁻¹]	Hĺbka h [m]	Hĺbka h_m [m]	Šírka hladiny B [m]	Pozdĺžny sklon 1:X	Q - potrebný prietok na naplnenie [m ³ ·s ⁻¹]
1 Horné pstruhové	1,88	0,30	0,35	2	1:18	0,66
2a Dolné pstruhové	1,70	0,30	0,35	2	1:22	0,60
2b Dolné pstruhové	1,70	0,30	0,35	3	1:23	0,89
3a Lipňa/Mreny škvrnitej	1,51	0,30	0,35	2	1:28	0,53
3b Lipňa/Mreny škvrnitej	1,49	0,30	0,35	3	1:30	0,78
3c Lipňa/Mreny škvrnitej	1,51	0,40	0,45	4	1:41	1,36
4a Mreny	1,30	0,40	0,45	2	1:50	0,59
4b Mreny	1,29	0,45	0,45	3	1:55	0,87
4c Mreny	1,30	0,50	0,55	4	1:71	1,43
4d Mreny	1,30	určí ichtyológ zaoberajúci sa jesetermi v zmysle článku 3.3.6. a tab. 2				
5a Pleskáča	1,10	0,40	0,45	2	1:70	0,50
5b Pleskáča	1,10	0,50	0,45	3	1:100	0,76
5c Pleskáča	1,10	0,60	0,65	4	1:121	1,43

Postup výpočtu pomocou drsnostného koeficientu n a rovníc Chézy - Manninga je vhodný hlavne pri použití prúžkovej metódy, alebo 2D matematických modelov. K výpočtu môžeme použiť výpočet celkovej drsnosti n podľa Cowana, kde: $n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5$, a tabuľku č. 11, alebo iné vhodné zdroje. Podľa veľkosti materiálu, je možné použiť prepočet k určeniu n_0 podľa Stricklera:

$$n_0 = \frac{d_x^{1/6}}{\text{konštanta}}$$

[28]

Tabuľka č. 11 Hodnoty pre výpočet koeficientu drsnosti podľa Cowana (Laiho 2011)

Vlastnosti koryta		označenie	príspevok drsnosti
Materiál Základná hodnota pre rovný pravidelný úsek 	zemina tesaná skala jemný štrk hrubý štrk	n_0	0,020 0,025 0,024 0,028
Stupeň nepravidelnosti brehov a dna 	pravidelné koryto malá nepravidelnosť mierna nepravidelnosť veľká nepravidelnosť	n_1	0,000 0,005 0,010 0,020
Premenlivosť priečného profilu a veľkosti priečných profilov 	postupná príležitostne striedavá často sa striedajúca	n_2	0,000 0,005 0,010 - 0,015
Relatívny účinok prekážok v toku 	zanedbateľný malý značný veľký	n_3	0,000 0,010 - 0,015 0,020 - 0,030 0,040 - 0,060
Vplyv vegetácie	nízky stredný vysoký veľmi vysoký	n_4	0,005 - 0,010 0,010 - 0,025 0,025 - 0,030 0,050 - 0,100
Stupeň meandrovania	malý značný veľký	m_5	1,000 1,150 1,300

•Je potrebné si uvedomiť, že čím je sklon sklzu strmší, tým je potrebný väčší prietok na naplnenie profilu sklzu na požadovanú hĺbku, a zároveň pri vyššom prietoku sú aj vyššie nároky na stabilitu celej úpravy toku. To isté platí aj pre obtokovú bystrinu.

•Pri vložených prvkoch môže dochádzať k lokálnym prechodom bystrinného pohybu na riečny (vznik vodných skokov). Pretože hodnoty Froudovho čísla (Fr) nebudú vysoké, pôjde väčšinou o zvlnený vodný skok s hodnotou $Fr < 1,7$. Impulzom pre vznik takejto lokálnej zmeny režimu prúdenia býva každý makrodrsný prvok, umelo vložený alebo vytvorený prirodzeným spôsobom. Prvky sa väčšinou navrhujú zoradené v určitom systéme, kombinované z rôznych

druhov prvkov. Ak sú dostatočne ďaleko od seba, každý sa chová ako izolovaná drsnosť. Keď sa ich vzájomná vzdialenosť znižuje, zvyšuje sa koncentrácia prvkov a odpory stúpajú až do stavu, kedy vrstva vody nad hornými prvkami začína znižovať čelné plochy spodných prvkov, odpory sa znižujú a nastáva stav, keď je koryto „kvázi hladké“.

• Pozdĺžny sklon dna, šírka koryta, hĺbka koryta, tvar profilu, veľkosť prietoku a stabilita opevnenia musia byť riešené vo vzájomnej súvislosti.

P3.3.6.4.2. Horný vtok do sklzu

Sklzové plochy nie je nutné vytvárať v jednotnom pozdĺžnom sklone. Výhodnejšie je horných niekoľko metrov takéhoto sklzu vybudovať v miernejšom sklone (napr. polovičnom), čo pomôže znížiť vodný skok/vlnu na vtoku do sklzu. Posúdenie stability je ale nutné vykonať pre všetky sklony.

Pri úpravách za účelom spriechodnenia stupňov sa často uplatňuje úprava prahu odstránením celej časti priepadovej hrany priepadu tak, že v strede je vybúrané trojuholníkové prehĺbenie s plytkými brehmi. Zostavajúca hrana priepadu je taktiež znížená (v priečnom smere) vo veľmi miernom sklone smerom k prehĺbenej kynete (Obr. 175 a, b). Pod týmto prehĺbením je potom dosypaný sklz a vytvarované trojuholníkové prehĺbenie v telese sklzu, ktoré je plynulo napojené na túto úpravu priepadovej hrany.

P3.3.6.4.3. Posúdenie stability upravenej časti sklzu, nespevnenej betónom

Opevnenie dna a brehov betónom nespevneneho sklzu musí pozostávať z materiálu navrhnutého tak, aby odolal pohybu počas prúdenia až po návrhový N-ročný prietok. Kritický stav pre stabilitu a stálosť navrhutej konštrukcie sklzu nastáva pri prietokoch s vysokými rýchlosťami. STN 75 2102: 2003 Úprava riek a potokov v bode 7.2 požaduje preukázať odolnosť jednotlivých častí koryta výpočtom. Pre nesúdržné zeminy s veľkosťou smerodajného zrna nad 3 mm je normou odporúčaný Meyer-Peterov vzorec.

Metóda nevymieľacích rýchlostí vody

Posúdenie stability upraveného koryta pomocou metódy nevymieľacích rýchlostí prúdenia je založené na vzájomnom porovnaní troch rýchlostí:

$$v_n < v < v_v \quad [29]$$

Kde:

v – rýchlosť prúdenia vody pri Q_N (návrhový prietok požadovaný správcom toku),

v_v – nevymieľacia rýchlosť,

v_n – nezanášacia rýchlosť.

v – rýchlosť prúdenia pre N-ročný prietok Q_N je možné vypočítať pri poznaní geometrického tvaru profilu, efektívneho zrna a sklonu toku pomocou rovnice odvodenej zo vzorcov STRICKLERA a CHÉZYHO:

$$v = \frac{21,1}{d_e^{1/6}} \cdot R^{2/3} \cdot i_0^{1/2} \quad [30]$$

kde: d_e – efektívne zrno (do rovnice [30] zadávame v [m])

$$d_e = \frac{\sum_{i=0}^n (p_i \cdot d_i)}{100} \quad [31]$$

kde:

p_i – percentuálne zastúpenie jednotlivých veľkostných frakcií vzorky [% hmotnosti],

d_i – priemerná veľkosť zrna frakcie [mm],

R – omočený obvod [m],

i_0 – sklon dna (do rovnice zadávame bezrozmerný tvar vypočítaného sklonu [-]).

Doplňujúca informácia k odhadu určení efektívneho zrna d_e podľa STN EN 13383-1, pokiaľ nie je pri projektovaní k dispozícii zrnitostná krivka materiálu (kameňa na vodné stavby), ktorý bude na stavbe sklzu použitý:

Výrobcovia a dodávatelia kameniva sa musia riadiť ustanoveniami STN EN 13383 - 1 Kameň na vodné stavby, Časť 1: Požiadavky, ktorá obsahuje tabuľky s triedami zrnitosti (LMA, LMB a HMA) uvádzaných v priemerných hmotnostiach zrna. Aby bolo možné k výpočtom použiť rovnicu [30] potrebujeme previesť hmotnosť zrna na priemer zrna. V The Rock Manual; The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition) (CIRIA, CIR, CETMEF 2012), je uvedená efektívna hmotnosť M_{em} pre ťažké a ľahké triedy zrnitosti (tabuľka č. 12). M_{em} je tu definované ako efektívna stredná hmotnosť, t.j. priemerná hmotnosť vzorky kameňov bez úlomkov. Pomocou rovnice [32] vieme previesť hmotnosť M_{em} na rozmer, resp. priemer zrna. Odporúča sa použiť minimálny limit M_{em} , pri ktorom projektant počíta s dodaním kameniva s hodnotami na minimálnej hranici rozptylu (CIRIA, CIR, CETMEF 2012).

$$D_n = (M/\rho_{app})^{1/3} \quad [32]$$

Kde:

D_n – priemer zrna [m],

M – hmotnosť zrna [kg],

ρ_{app} – zdanlivá hustota kameňa, nasýteného vodou [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] (je to hmotnostná hustota, ktorá je pomerom hmotnosti k jej objemu vo vzorke horniny, ktorá môže mať v póroch vodu. Je to hlavne ovplyvnené skutočnou hustotou a dutinami v horninovej látke, ale tiež sa mení so stupňom nasýtenia horniny vodou. Keď je hornina v úplne suchom stave (suchá v peci), saturácia je nulová. V tomto prípade je hustota kameňa označená ako ρ_{rock}).

POZNÁMKA: Zdanlivá hustota kameňa sa odporúča použiť na návrh hydrotechnických opatrení.

$$\rho_{app} = \rho_{rock} + \rho_w \cdot p \cdot S_r \quad [33]$$

Kde:

ρ_{app} – zdanlivá hustota kameňa nasýteného vodou [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],

ρ_{rock} – hustota kameňa nenasýteného vodou [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],

ρ_w – hustota vody [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]

p – pórovitosť horniny [-], je to pomer objemu pórov k celkovému objemu, a nemal by sa zamieňať s pórovitosťou sypkého zrnitého materiálu,

S_r – stupeň nasýtenia [-], je pomer objemu vody v materiáli k objemu pórov (Obr. 182).

Tabuľka č. 12 M_{em} pre ťažkú, ľahkú a hrubú triedu zrnitosti podľa STN EN 13383-1 Kameň na vodné stavby, Časť 1: Požiadavky (CIRIA, CIR, CETMEF 2012)

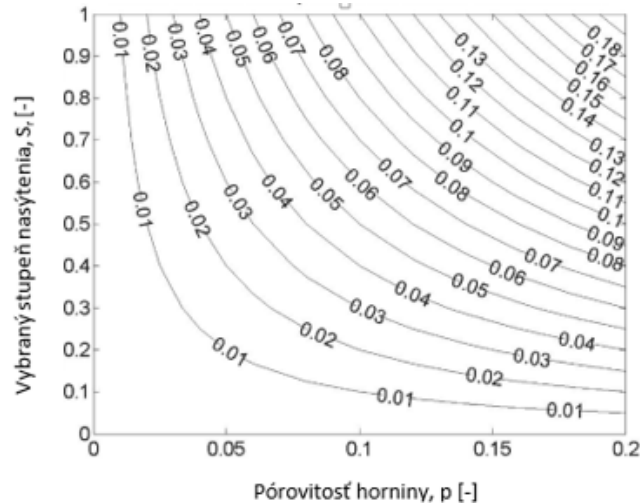
Ťažká trieda zrnitosti	Trieda zrnitosti	ELL	NLL	NUL	EUL	M_{em}	
	požiadavky	< 5 %	< 10 %	> 70 %	> 97 %	minimálny limit	maximálny limit
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
	10000 – 15000	6500	10000	15000	22000	12500	13000
	6000 – 10000	4000	6000	10000	15000	7500	8500
	3000 – 6000	2000	3000	6000	9000	4200	4800
	1000 – 3000	700	1000	3000	4500	1700	2100
	300 – 1000	200	300	1000	1500	540	690

Ľahká trieda	Trieda zrnitosti	ELL	NLL	NUL	EUL	M_{em}	
	požiadavky	< 5 %	< 10 %	> 70 %	> 97 %	minimálny limit	maximálny limit
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
	60 – 300	30	60	300	450	120	190
	10 – 60	2	10	60	120	20	35

	40 – 200	15	40	200	300	80	120
	5 – 40	1,5	5	40	80	10	20
	15 – 300	3	15	300	450	45	135

Hrubá trieda zrnitosti	Trieda zrnitosti	ELL	NLL	NUL	EUL	
	požiadavky	< 5 %	< 10 %	> 70 %	> 97 %	< 50 %
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
	45/125	22,4	45	125	180	63
	63/180	31,5	63	180	250	90
	90/250	45	90	250	360	125
	45/180	22,4	45	180	250	63
90/180*	45	90*	180*	250	-	

*- zodpovedá úzkej zrnitosti určenej na zvláštne použitie ako sú gabióny



Obr. 182 Vplyv stupňa nasýtenia S_r [-] na zdanlivú hustotu poréznej horniny ρ_{app} , krivky označujú korekčnú hodnotu [$t \cdot m^{-3}$], ktorá sa má pripočítať k hustote suchej hmoty ρ_{rock} .

Príklad: hornina s hustotou suchej hmoty $\rho_{rock} = 2,4 t \cdot m^{-3}$ a pórovitosťou 10 percent ($p = 0,1$) má korekčnú hodnotu $0,05 t \cdot m^{-3}$ pre stupeň nasýtenia $S_r = 50 \%$ a $0,10 t \cdot m^{-3}$ pre $S_r = 100 \%$. Inými slovami, zdanlivá hustota ρ_{app} je $2,45 t \cdot m^{-3}$ pre 50 percentnú saturáciu alebo $2,50 t \cdot m^{-3}$ pre 100 percentnú saturáciu (CIRIA, CIR, CETMEF 2012).

v_v – pre **nevymieľacu** rýchlosť pre nesúdržné zeminy odporúča použiť STN 75 2102 vzorec odvodený z MEYER-PETEROVHO vzorca:

$$v_v = 5,77 \cdot h^{\frac{1}{6}} \cdot d_e^{\frac{1}{3}} \quad [34]$$

Kde:

v_v – nevymieľacia rýchlosť [$m \cdot s^{-1}$],

h – hĺbka vody v koryte [m],

d_e – efektívne zrno (do rovnice zadávame v [m]).

v_n – **nezanášacia rýchlosť** [$m \cdot s^{-1}$] (hodnota 0,7 [-] je empiricky stanovený koeficient):

$$v_v \cong 0,7 \cdot v_n \quad [35]$$

Výpočet nad rôznym miestom v profile (päta brehu, svah brehu), pre ľubovoľný bod A priečného profilu, určíme hodnotu nevymieľacej rýchlosti vody zo vzorca:

$$v_{vA} = v_v \cdot \left(\frac{h}{h_A}\right)^{0,5} \cdot \xi \quad [36]$$

Kde :

v_{vA} – nevymieľacia rýchlosť vody v ľubovoľnom bode A priečného profilu (päta, svahy) [$m \cdot s^{-1}$],

v_v – nevymieľacia rýchlosť vody koryta (pri h) [$m \cdot s^{-1}$],
 h – hĺbka vody v koryte [m],
 h_A – hĺbka vyšetřovaného bodu [m],

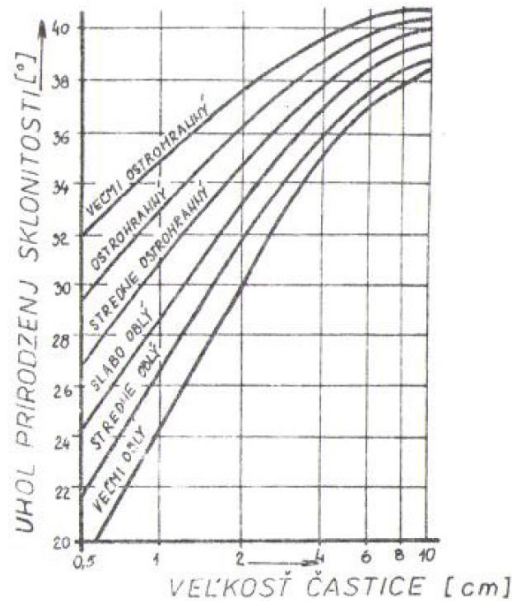
ξ – určíme zo vzorca:
$$\xi = \sqrt[4]{\cos^2 \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{\text{tg}^2 \varphi}}$$
 [37]

kde:

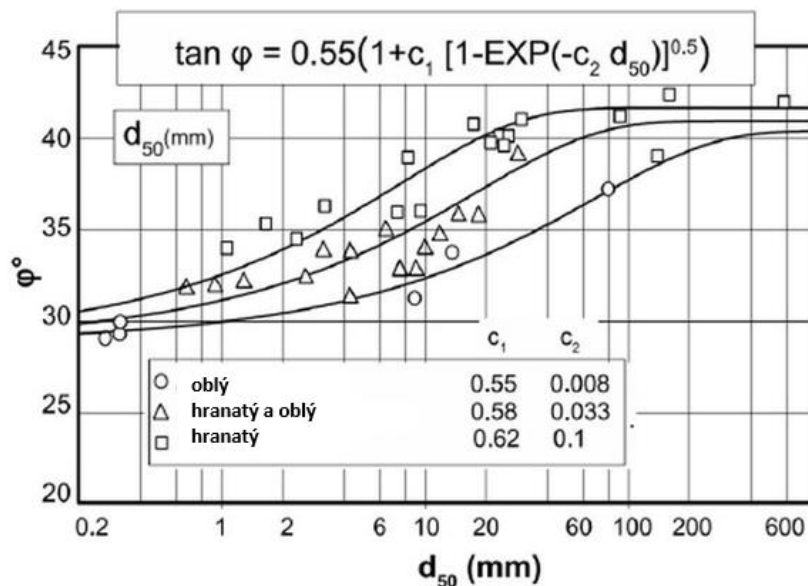
α – uhol sklonu svahu,

φ – uhol prirodzenej sklonitosti materiálu, ktorý sa môže približne určiť z grafu na Obr. 183 a Obr. 184.

Poznámka: funkcie $\cos^2 \alpha$, $\sin^2 \alpha$ a $\text{tg}^2 \varphi$, je potrebné riešiť v radiánoch.



Obr. 183 Určenie uhla prirodzenej sklonitosti φ nesúdržného materiálu do 100 mm (Macura, Szolgay, Kohnová, 1995).



Obr. 184 Pre určenie uhla prirodzenej sklonitosti φ nesúdržného materiálu väčšieho ako 100 mm, je možné použiť tieto krivky (Simons 1957, Ulrich, Roland 2020).

Metóda unášacej sily

Druhá metóda posúdenia stability koryta je založená na posúdení tangenciálneho napätia τ :

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot i_0 \quad [38]$$

Kde:

τ – tangenciálne napätie [Pa],
 ρ – merná hmotnosť vody [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
 g – tiažové zrýchlenie [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$],
 R – ompčený obvod [m],
 i_0 – sklon dna toku [-].

Pre relatívne veľmi široké korytá ($B/h \geq 10$; B – šírka hladiny [m], h – hĺbka vody [m]), môžeme použiť rovnicu [39]:

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot i_0 \quad [39]$$

Kde:

ρ – merná hmotnosť vody [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
 g – tiažové zrýchlenie [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$],
 h – hĺbka vody [m],
 i_0 – sklon dna toku [-].

τ_v - hraničné (nevymieľacie) tangenciálne napätie pre pohyb splavenín na dne koryta vodného toku, ktoré možno určiť empirickými rovnicami, v ktorých je koeficient odvodený na základe meraní na tokoch, alebo v laboratóriách.

Koryto je stabilné pokiaľ platí:

$$\tau < \tau_v \quad [40]$$

τ_v – možno určiť pomocou súčiniteľa L (Macura, 1972):

$$\tau_v = \frac{A}{a} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot d_e = L \cdot d_e \quad [41]$$

Kde:

A – experimentálne zistená konštanta podľa:

Meyer-Petera $A = 0,047$,
 meraní na Slovenských riekach – VÚVH Bratislava $A = 0,041$,

a – opravný koeficient, udáva sa:

pre veľmi rovné dno koryt $a = 1,0$,
 pre korytá so štrkovými lavicami na dne $a = 0,8$,
 pre zdivočelé korytá $a = 0,5$,

ρ_s – merná hmotnosť splaveninového materiálu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],

ρ – merná hmotnosť vody [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],

g – tiažové zrýchlenie [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$],

d_e – efektívny priemer splaveninového zrna [m].

Hodnoty τ_v za použitia súčiniteľa L sú uvedené v tabuľke č. 13.

Tabuľka č. 13 Macurove súčinitele L vypočítané pre rôzne hodnoty a , A , ρ_s .

a	A	τ_v [Pa]	
		$\rho_s = 2600$ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	$\rho_s = 2650$ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]
1	0,047	737,71	760,76
	0,041	643,54	663,65
	0,030	470,90	485,60
0,8	0,047	922,14	845,23
	0,041	804,42	737,42
	0,030	588,60	539,55
0,5	0,041	1287,07	1327,30

Udáva sa, že pri úvahách o stabilite dnového materiálu treba pre absolútny začiatok pohybu dnového materiálu dosadzovať $A = 0,03$.

Obidva princípy umožňujú posúdiť stabilitu vybraných častí koryta (dno koryta, svahy brehov), v priamom úseku. Posúdenie v oblúku a spôsob výpočtu naklonenia hladiny sú podrobne vysvetlené v (Macura, Halaj 2013). Takisto je tam uvedený postup pre nevymieľaciu rýchlosť a tangenciálne napätie pre súdržné zeminy a iné opevňovacie materiály k výpočtu stability brehu a bermy, ktoré môžu byť zatravnené alebo z iných štruktúr ako kamených. Metódy a výpočty sú v tejto prílohe metodického usmernenia uvedené len výberovo a informatívne.

Tabuľka č. 14. Hodnoty nevymieľacích rýchlostí vody v päte svahu vybraných opevňovacích materiálov (Raplík, Výbora, Mareš, 1989).

Druh opevnenia			v_v [m·s ⁻¹] pri hĺbke [m]			
			0,4	1,0	2,0	3,0
Vfbové opevnenia – pokryv, plôtik, valce			-	2,60	3,00	3,30
Haťoštrkové valce, oživené zrubý			-	3,20	3,50	3,80
Kamenné dlažby	na sucho	hr. 20 cm	2,50	3,00	3,25	3,50
	z lomového kameňa do štrkop. lôžka 10 cm	hr. 25 cm	3,00	3,50	4,00	4,25
		hr. 30 cm	3,25	4,00	4,25	5,00
		hr. 40 cm	3,50	4,50	5,00	5,50
		na sucho	hr. 20 cm	3,00	3,50	4,00
	z vybraných kameňov hrubo oprac. do štrkop. lôžka 10 cm	hr. 25 cm	3,25	4,00	4,50	5,00
		hr. 30 cm	4,00	5,00	5,50	6,00
		hr. 40 cm	4,50	5,50	6,00	6,50
		s vyliatím špár cementovou maltou do štrkop. lôžka 10 cm	hr. 20 cm	3,25	4,00	4,50
		hr. 25 cm	3,50	4,50	5,00	5,50
		hr. 30 cm	4,50	5,50	6,00	6,50
		hr. 40 cm	5,00	6,00	6,50	7,00
na cementovú maltu, špárované	hr. 20 cm	3,50	4,50	5,00	5,50	
	hr. 25 cm	4,00	5,00	5,50	6,00	
	hr. 30 cm	5,00	6,00	6,50	7,00	
	hr. 40 cm	5,50	6,50	7,50	8,00	
	do betónového lôžka s vyšpárovaním špár cementovou maltou	hr. 20 cm	4,50	5,50	6,00	6,50
		hr. 25 cm	5,00	6,00	6,50	7,00
	hr. 30 cm	5,50	6,50	7,50	8,00	
	hr. 40 cm	6,00	7,00	8,00	8,50	
Betónové dlažby	z dlaždíc na sucho do štrkop. lôžka 10 cm/príp. s vyliatím špár cem. maltou	hr. 10 cm	2,50	3,00	3,25	3,50
		hr. 15 cm	3,25	4,00	4,50	5,00
		hr. 20 cm	3,50	4,50	5,00	5,50
	betónované na svahu s dilat. špárami špárovanými cem. maltou alebo asfaltom	hr. 10 cm	3,50	4,00	4,50	5,00
		hr. 15 cm	4,00	5,00	5,50	6,00
		hr. 20 cm	4,50	5,50	6,00	6,50
Drôtokamenné matrace	hr. 30 cm	4,00	5,00	5,50	6,00	
	hr. 50 cm	5,00	6,00	6,50	7,00	
Kamenné murivo a rovnanina	S min. pevnosťou v tlaku 100 kg·cm ⁻²	3,00	3,50	4,00	4,50	
	300 kg·cm ⁻²	6,50	8,00	10,0	12,0	
Betónové murivo s min. pevnosťou 100 kg·cm ⁻²		10,00	12,00	13,00	14,00	
Trávobetónové tvárnice		Neživá výplň $d_e = 4$ cm		Výplň zakorenenou trávou		
	TBM 30-60	2,60		3,20		
	IZT 131/10 IZT 170/10	3,50		4,00		

Tabuľka č. 15 Vybrané hodnoty kritického šmykového napätia pri dne v závislosti od granulometrického zloženia dnových sedimentov (Julien, 2018)

Trieda sedimentov	efektívny priemer zrna častíc d_e [mm]	kritické šmykové napätie pri dne τ_v [N·m ⁻²]	uhol prirodzenej sklonitosti φ [°]
Hrubé balvany	1024 – 2048	895 – 1790	42
Stredné balvany	512 – 1024	447 – 895	42
Jemné balvany	256 – 512	223 – 447	42
Hrubé valúny	128 – 256	111 – 223	42
Jemné valúny	64 – 128	53 – 111	41
Veľmi hrubý štrk	32 – 64	26 – 53	40
Hrubý štrk	16 – 32	12 – 26	38
Stredný štrk	8 – 16	5,7 – 12	36
Jemný štrk	4 – 8	2,71 – 5,7	35
Veľmi jemný štrk	2 – 4	1,26 – 2,71	33
Veľmi hrubý piesok	1 – 2	0,47 – 1,26	32

Nevymieľacia rýchlosť a tangenciálne napätie pre súdržné zeminy a iné opevňovacie materiály: určuje sa zložitejšie, v našom prípade ide hlavne o výpočet stability brehu a bermy, ktoré môžu byť zatrávnené, alebo z iných ako kamenných štruktúr. Podrobné spracovanie tejto problematiky aj s príkladmi je uvedený v (Macura, Halaj 2013).

Tabuľka č. 16 Hodnoty nevymieľacích rýchlosti vody v päte svahu vybraných vegetačných opevňovacích materiálov pre hĺbku vody 1 m (Macura, Halaj, 2013)

Druh opevnenia	v_v [m·s ⁻¹]
Osiatie	1,00
Výbový porast hustý	1,90
Výbová krytina	2,60
Latový, resp. pletený plôtik	2,60
Fašinový valec	2,60
Prútoštrkový valec, oživený zrub	3,20

P3.3.6.4.4. Filtračná stabilita podkladu balvanitého sklzu

Pri balvanitých sklzoch, založených na nesúdržných alebo málo súdržných zeminách, je potrebné posúdiť aj filtračnú stabilitu podzákladia sklzu a príľahlých opevnených brehov. V prípade nebezpečenstva vymieľania, alebo vyplavovania podložia, je potrebné pod opevnením navrhnuť filter z vhodnej zeminy, alebo netkanej textilie.

P3.3.6.4.5. Jednoduchý príklad návrhu a výpočtu sklzu

Je potrebné navrhnuť koryto sklzu pre spriechodnenie prahu na toku v mrenovom pásme s $Q_a = 2,11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Návrhový prietok by mal vyhovovať podmienke uvedenej v článku 3.2.8. tabuľky č. 1 pri $Q_a < 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí vytekať z rybovodu minimálne 10 % z Q_a . Keďže úpravu vykonávame priamo na vodnom toku bez odberu, potom v tomto prípade má prednosť návrh zabezpečenia priechodnosti v rozsahu prietokov určených SHMÚ pre $Q_{270} = 0,895 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ až $Q_{90} = 2,429 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, vyššie uvedená podmienka v tabuľke č. 1 nám do výpočtu nevstupuje. N-ročné prietoky v mieste úpravy sú $Q_{20} = 74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{100} = 138 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Správca toku požaduje zabezpečenosť pre Q_{20} .

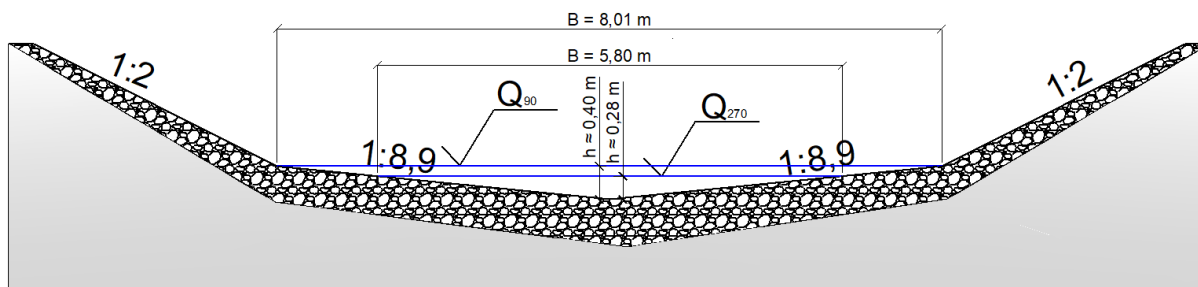
Podmienky podľa tab. 2 v článku 3.3.6.:

parametre sklzu dimenzujeme na prietoky $Q_{270} = 0,895 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ až $Q_{90} = 2,429 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
dovolená priemerná profilová rýchlosť pre mrenové pásma: $v_{pr} = 1,30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

minimálna zavodnená šírka v hladine pri Q_{270} : $B = 2 \text{ m}$
 minimálna šírka dna: *nie je tabuľkou určená*
 minimálna hĺbka najhlbšej prúdnice pri Q_{270} : $h = 0,40 \text{ m}$
 navrhujeme použiť lomový kameň pre vodné stavby podľa STNE N 13383-1 LBM_{5/40} pre ktorý v zmysle tabuľky č. 7 vieme previesť z hmotnosti na rozmer zrna $d_{90} = 0,30 \text{ m}$.
 Z krivky zrnitosti dodaného lomového kameňa je sitovým rozborom vypočítané pomocou rovnice [31] smerodajné efektívne zrno $d_e = 0,24 \text{ m}$. Podľa tabuľky č. 10 maximálny odporúčaný sklon pre $d_{90} = 0,30 \text{ m}$ by nemal presiahnuť: $i_0 = 1 : 50$

Pre výpočet sme použili rovnicu [10]: $v_{pr} = k_{st} \cdot R^{2/3} \cdot i_0^{1/2}$
 a rovnicu [8]: $k_{st} = \frac{21,7}{d_{90}^{1/6}}$

Najskôr analyzujeme možnosť vybudovania jednotného trojuholníkového profilu pre celý prierez dna, Obr. 185, s veľmi miernym sklonom. Požadujeme, aby pri hĺbke min. 0,40 m pretekal prietok $Q_{270} = 0,895 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pri jednoduchom prepočte nám vychádza, že pri tomto tvare by bolo pre dosiahnutie požadovanej hĺbky potrebné pri Q_{270} vybudovať sklz so sklonom cca 1:400, čo nevyhovuje požiadavke na krátku dĺžku úpravy. Pri sklone 1:70 nám síce pre Q_{90} hĺbka vyhovuje, ale pre Q_{270} nie.



Obr. 185 Schéma návrhu úpravy profilu priepadu kamenného sklzu návrh I.

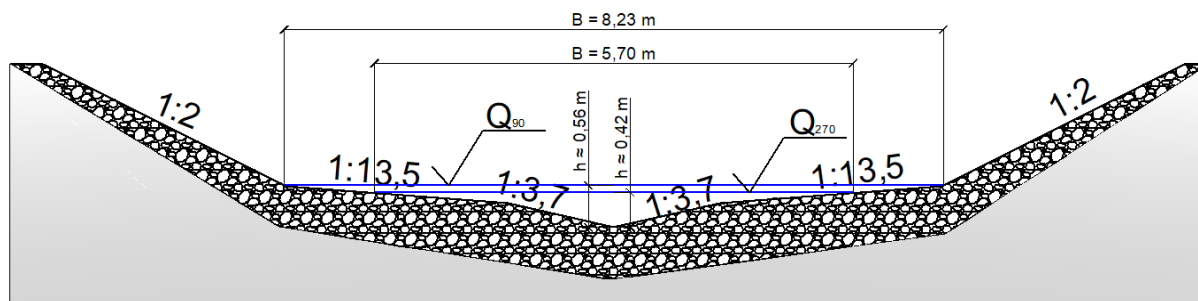
Tabuľka č. 17 Konzumčná krivka pre priepad a sklz (rovnice [10] a [8]), tvar Obr.185

Konzumčná krivka navrhovaného sklzu pri sklone 1:70							
h	h _m	S	O	R	B	v _{pr}	Q
[m]	[m]	[m ²]	[m]	[-]	[m]	[m·s ⁻¹]	[m ³ ·s ⁻¹]
0,200	0,250	0,556	4,478	0,124	4,450	0,789	0,439
0,250	0,300	0,801	5,374	0,149	5,340	0,891	0,714
0,276	0,326	0,946	5,839	0,162	5,803	0,942	0,891
0,350	0,400	1,424	7,165	0,199	7,120	1,080	1,537
0,400	0,450	1,802	8,060	0,224	8,010	1,168	2,105

$\approx Q_{270}$
 $< Q_{90}$

Z tohto dôvodu je pre tento prípad spriechodnenia prekážky na toku najvhodnejšie použiť zložený profil s kynetou so sklonom výrezu 1:3,7. Dnom skloneným smerom ku prehíbenej kynete (v priečnom smere) vo veľmi miernom sklone 1:13,5, s naviazaním na pôvodný sklon brehov 1:2. Pôvodný profil prahu má šírku v dne 8 m a brehy majú sklon 1:2. Podľa článku 3.3.6. navrhujeme teda vybudovať zložený trojuholníkový tvar podľa Obr. 186 v strede jeho pôvodnej hrany priepadu. Hĺbku trojuholníkového vybudovania v stredovej kynete navrhujeme 0,30 m, so šírkou 2,6 m. Ideálny stav, ktorý chceme dosiahnuť, je vložená trojuholníková a širšia kyneta so sklonom brehov 1:3,7, zatopená pri Q_{270} , na ktorú je pripojené mierne znížené dno (o 0,20 m) v sklone 1:13,5, v ktorom sa plytko rozleje prietok pri Q_{90} . Pokiaľ použijeme materiál zrnitosti do sklzu $d_{90} = 0,30 \text{ m}$ (podľa tabuľky č. 7, LBM5/40 (STN EN

13383-1)), tak ku výpočtu pomocou rovnice Stricklera [8] budeme uvažovať pri vybúraní hrany sklzu s vytvorenými nerovnosťami o výške cca 5 cm (napodobnenie 1/6 vrchnej balvanitej štruktúry $d_{90} = 0,30$ m). Takýto nepravidelný profil nám dostatočne nasimuluje drsnosť vzniknutú materiálom d_{90} , ktorý potrebujeme na priepadovej hrane napodobniť. Najvhodnejší vypočítaný sklon pre takto navrhnutý zložený tvar sklzu je 1:66 (namiesto neprijateľných 1:400 v prípade jednoduchého tvaru – návrh I.).



Obr. 186 Schéma návrhu úpravy profilu priepadu kamenného sklzu návrh II.

Tabuľka č. 18 Konzumčná krivka pre priepad a sklz (rovnice [10] a [8] počítané podľa h_m)

* Q_M / ** Q_N [$m^3 \cdot s^{-1}$]	Konzumčná krivka navrhovaného sklzu pri sklone 1 : 66							
	h [m]	h_m [m]	S [m^2]	O [m]	R [-]	B [m]	v_{pr} [$m \cdot s^{-1}$]	Q [$m^3 \cdot s^{-1}$]
	0,050	0,100	0,037	0,767	0,048	0,740	0,433	0,016
	0,100	0,150	0,083	1,150	0,072	1,110	0,567	0,047
	0,200	0,250	0,231	1,916	0,121	1,850	0,797	0,184
	0,300	0,350	0,453	2,683	0,169	2,590	0,998	0,452
	0,350	0,400	0,617	4,037	0,153	3,944	0,933	0,575
* $Q_{270} = 0,895$	0,415	0,465	0,930	5,796	0,160	5,704	0,964	0,896
	0,450	0,500	1,146	6,744	0,170	6,651	1,001	1,147
	0,500	0,550	1,511	8,098	0,187	8,005	1,066	1,611
* $Q_{90} = 2,429$	0,555	0,605	1,958	8,344	0,235	8,225	1,242	2,431
	0,700	0,750	3,192	8,992	0,355	8,805	1,637	5,225
	0,800	0,850	4,093	9,439	0,434	9,205	1,870	7,654
	0,900	0,950	5,033	9,887	0,509	9,605	2,081	10,476
	1,000	1,050	6,014	10,334	0,582	10,005	2,276	13,684
	1,100	1,150	7,034	10,781	0,652	10,405	2,456	17,275
	1,200	1,250	8,095	11,228	0,721	10,805	2,625	21,246
	1,300	1,350	9,195	11,675	0,788	11,205	2,784	25,600
	1,400	1,450	10,336	12,123	0,853	11,605	2,935	30,338
	1,500	1,550	11,516	12,570	0,916	12,005	3,080	35,464
	1,600	1,650	12,737	13,017	0,978	12,405	3,218	40,980
** $Q_{20} = 74$	2,100	2,150	19,439	15,253	1,274	14,405	3,837	74,596
** $Q_{100} = 138$	2,790	2,840	30,330	18,339	1,654	17,165	4,566	138,479

* Q_M - M-denné prietoky (priemerné denné prietoky dosiahnuté počas M dní v roku)

** Q_N - N-ročné prietoky (maximálne prietoky dosiahnuté alebo prekročené priemerne raz za N rokov)

Pri navrhovanom pozdĺžnom sklone 1:66 a prietoku Q_{270} nám podľa rovníc [8] a [10] v takto prehĺbenej kynete vychádza maximálna hĺbka $h \approx 0,42$ m, pri priemernej vypočítanej hodnote rýchlosti $v_{pr} = 0,96$ m·s⁻¹ a šírke v hladine $B = 5,70$ m. Pre prietok Q_{90} vychádza hĺbka $h \approx 0,56$ m, pri priemernej rýchlosti 1,24 m·s⁻¹ a šírke v hladine $B = 8,23$ m. Hĺbky, šírky aj priemerná rýchlosť pre celý profil nám v obidvoch prípadoch vyhovujú.

Ďalej potrebujeme posúdiť stabilitu v ploche sklze pre $Q_{20} = 74$ m³·s⁻¹. Posúdenie vykonáme podľa metódy porovnaním nevymieľacích rýchlostí vody s priemernou profilovou rýchlosťou.

Geometrické charakteristiky sú vykreslené na Obr. 186, sklon $i_0 = 1:66 = 0,01515$. Zrinitosť materiálu pre $d_{90} = 0,30$ m. Efektívne zrno bolo vypočítané z dodaného lomového kameňa na $d_e = 0,24$ m. Pre sklon svahov brehu 1:2 a nesúdržný materiál je uhol sklonu svahov $\alpha = 26,6^\circ$, pre sklon svahu plynkej kynety 1:3,7 je uhol $\alpha = 13,0^\circ$, pre sklon svahu dna ku kynete 1:13,5 je uhol $\alpha = 4,2^\circ$. Uhol φ odčítame z Obr. 184 a tabuľky č. 15, $\varphi = 42^\circ$.

Výpočet súčiniteľa ξ vypočítame podľa rovnice [37]: $\xi = \sqrt[4]{\cos^2 \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{\tan^2 \varphi}}$

Pre:

svah plynkej kynety $\alpha = 13,0^\circ$, $\xi = 0,97$

sklon svahu dna ku kynete $\alpha = 4,2^\circ$, $\xi = 1$

sklon brehu $\alpha = 26,6^\circ$, $\xi = 0,83$

uhol prirodzenej sklontosti $\varphi = 42^\circ$, odčítame (Obr. 184 a tabuľky č. 15).

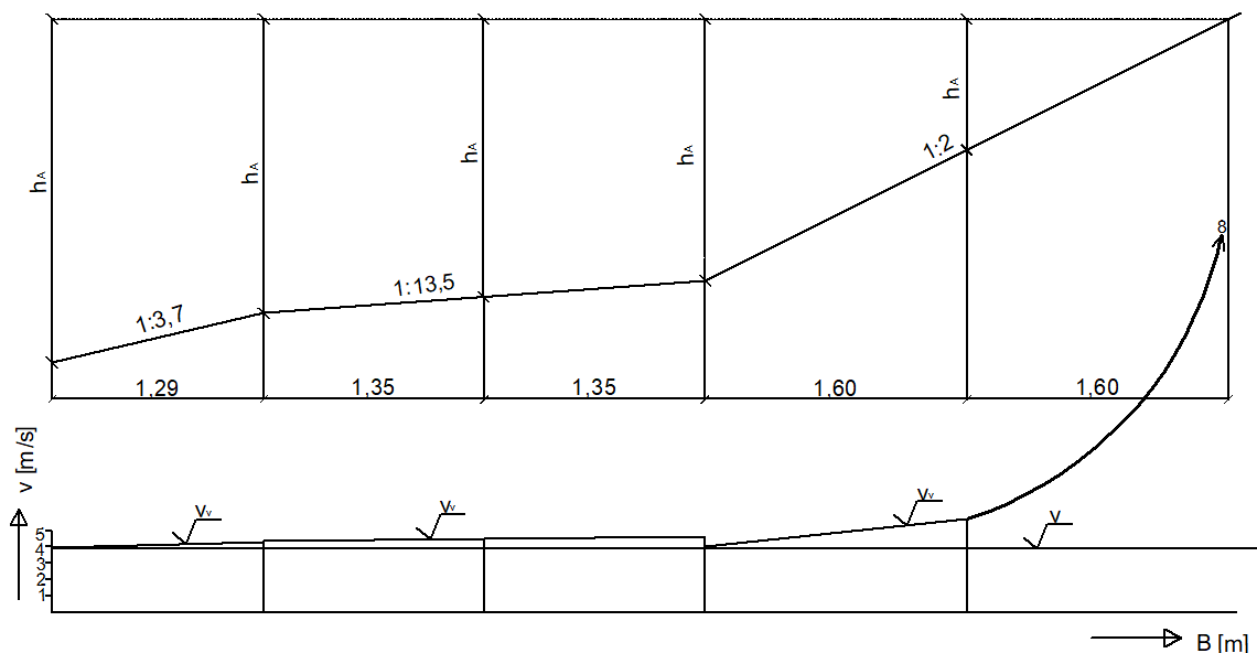
Poznámka: Stabilitu budeme posudzovať pre celé dno a brehy, takto navrhnutý tvar sklzu s veľmi plytkou kynetou nepovažujeme za zložený profil. Funkcie $\cos^2 \alpha$, $\sin^2 \alpha$ a $\tan^2 \varphi$, riešime v radiánoch.

Výpočet profilovej rýchlosti celého profilu: $v = \frac{21,1}{d_e^{1/6}} \cdot R^{2/3} \cdot i_0^{1/2}$

$d_e = 0,24$ m, $h_m = 2,10$ m, $S = 19,42$ m², $O = 15,25$ m, $R = 1,27$ m, $v = 3,86$ m·s⁻¹.

Nevymieľaciu rýchlosť v_v vypočítame podľa rovnice [34] $v_v = 5,77 \cdot h^{1/6} \cdot d_e^{1/3}$

Výpočty pre hĺbky h_A vypočítame podľa rovnice [36]: $v_{vA} = v_v \cdot \left(\frac{h}{h_A}\right)^{0,5} \cdot \xi$



Obr. 187 Posúdenie stability priečného profilu sklzu porovnaním nevymieľacích rýchlostí s priemernou profilovou rýchlosťou (podľa Macura, Halaj, 2013).

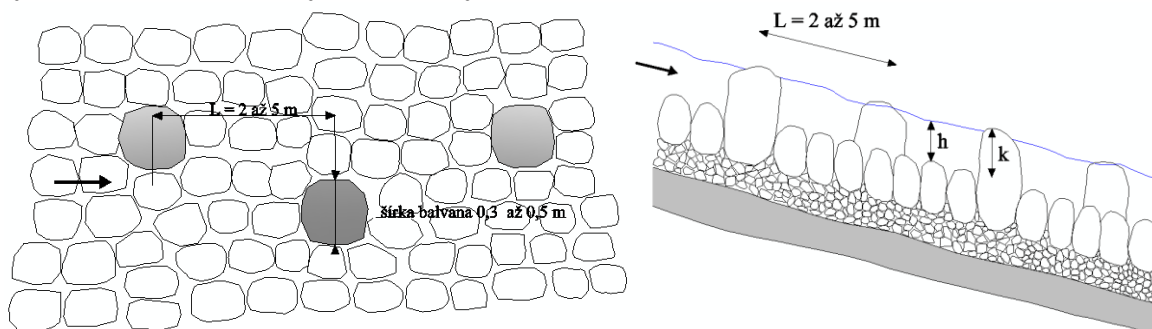
Tabuľka č.19 Body v hĺbke vody h_A

	kyneta zo sklonom 1:3,7		dno zo sklonom 1:3,5			breh zo sklonom 1:2	
Hĺbka h_A [m]	2,1	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	0,8
$v_{v,A}$ [$m \cdot s^{-1}$]	3,938	4,253	4,370	4,496	4,635	4,007	5,667
v [$m \cdot s^{-1}$]	3,864	3,864	3,864	3,864	3,864	3,864	3,864
$v < v_{v,A}$ [$m \cdot s^{-1}$]	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje

Z výsledku posúdenia stability (grafického, aj tabuľkového) vyplýva že materiál s $d_e = 0,24$ m je vhodný na úpravu sklu pre zabezpečenie $Q_{20} = 74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pri navrhovanom tvare a sklone 1:66.

P3.3.6.4.6. Rozmiestnenie oddychových balvanov v spriechodnení

Hlavné princípy rozloženia balvanov popísané v článku 3.3.5. odporúčajú umiestnenie veľkých výčnievajúcich balvanov tak, aby slúžili ako malé oddychové rýchlostné tieňe v bystrine. Musia výčnievať nad okolité kamenné dno po hladinu Q_{90} , o šírke kameňa pri dne min. 30 - 50 cm, v pozdĺžnom rozstupe 2 m až 5 m, pričom by mali byť usporiadané nie v zákryte, ale striedavo naľavo a napravo od osi radu balvanov (vplyv ich vzájomného prekrytia je vhodné overiť na 2D matematickom modeli) (Obr. 188, Obr. 189). Jeden rad balvanov je vhodné umiestniť medzi plytčinu a hĺbočinu, druhý do hĺbočiny.



Obr. 188 Schéma rozloženia oddychových balvanov v pôdoryse, okolo osi spriechodnenia (vľavo).

Obr. 189 Schéma vloženia oddychových balvanov do kamenného dna v pozdĺžnom reze (vpravo).

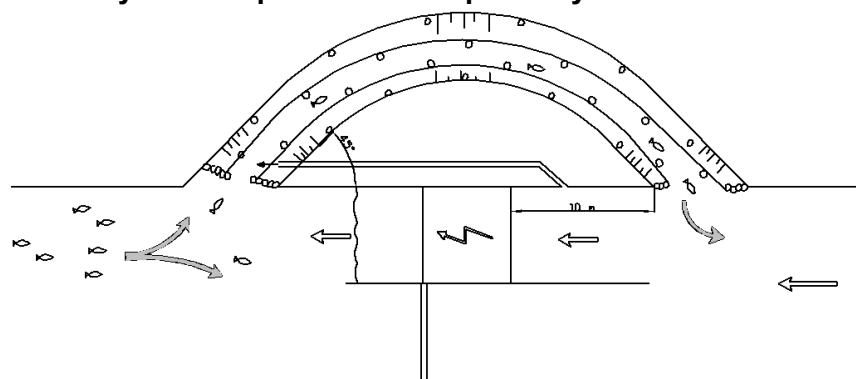
Kde:

L - vzdialenosť stredných osí balvanov [m],

k - výška výčnelku balvana nad dnom [m],

h - hĺbka vody [m].

P3.3.6.5. Obtokové bystrinné spriechodnenie pre ichtyofaunu



Obr. 190 Schéma obtokového bystrinného spriechodnenia.

Pri obtokových bystrinných spriechodneniach (Obr. 190), alebo krátkych sklzoch na veľmi malých potokoch, pre ustálené malé hĺbky, je podľa Douglas Laiho (2011) možné použitie vyšších drsností, a tým aj strmších sklonov, pokiaľ maximálna projektovaná hĺbka vody pri Q_{90} neprekročí 0,60 m (tabuľka č. 20). Pokiaľ ide o navrhovanie bystrinných sklzov na tokoch s predpokladanými väčšími hĺbkami ako 0,60 m, je potrebné prihliadať na vypočítané hĺbky pri návrhových prietokoch od Q_{270} do Q_{90} v zmysle článku 2.2. Túto vyššiu drsnosť treba ale vedieť prakticky aj dosiahnuť pri stavbe, tak aby nevznikli negatívne vplyvy na priechodnosť spriechodnenia (napr. malé vzdialenosti medzi balvanmi, vysoké spenenie vody, upchávanie medzier medzi balvanmi, nízka stabilita a tým aj trvácnosť a iné).

Tabuľka č. 20 Navrhovaná drsnosť plytkých tokov (Douglas Laidaho 2011)

druh opevnenia	typ opevnenia dna	hodnota - n		
		rozsah hĺbky		
		0 - 0,15 m	0,15 – 0,60 m	> 0,60 m
štrkový podklad	25 mm (d_{50})	0,044	0,033	0,030
	50 mm (d_{50})	0,066	0,041	0,034
balvanitý podklad	150 mm (d_{50})	0,104	0,069	0,035
	300 mm (d_{50})		0,078	0,040

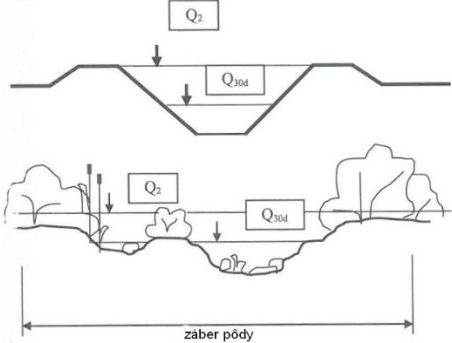
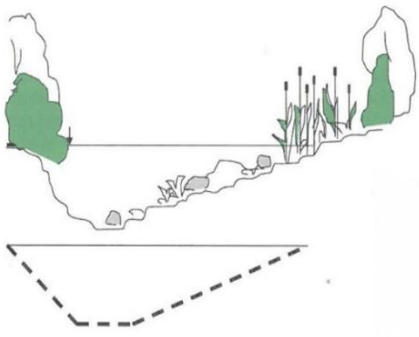
Poznámky k tabuľke:

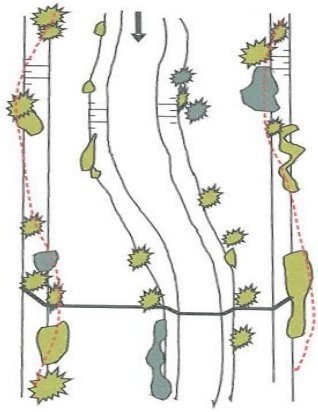
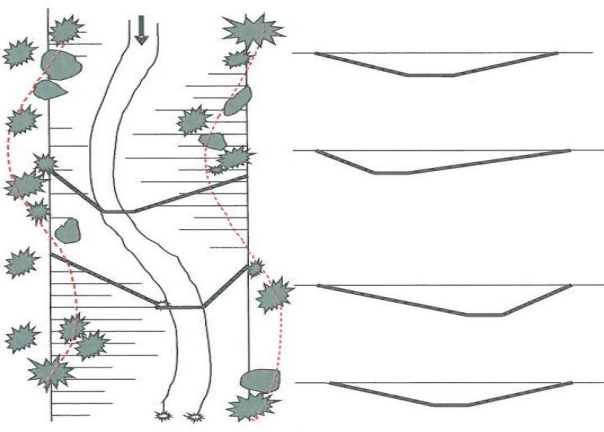
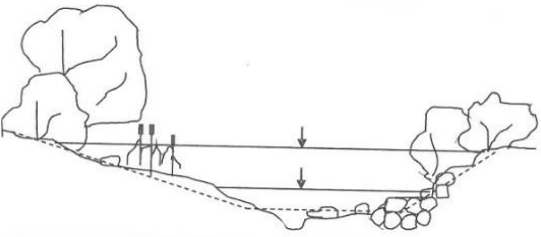
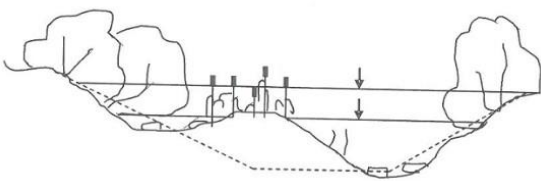
Uvedené hodnoty sú reprezentatívne hodnoty len pre príslušné rozsahy hĺbok.

Manningove koeficienty drsnosti n sa menia s hĺbkou toku.

P3.3.6.5.1. Návrh novej úpravy dlhého obtokového spriechodnenia a priečneho profilu koryta, prírode podobného biokoridoru (Šlezinger, 2010)

Pri návrhoch dlhých spriechodnení nemá byť návrh priečneho profilu geometricky pravidelný, má byť nepravidelného tvaru. Koryto má byť v pôdoryse oblúkovité, v priereze členité, so zónou hlbšej vody a plytčinami.

	<p>Obr. 191 Technický – kanálový tvar koryta v hornej časti obrázku a <u>možný návrh v spodnej časti, vrátane návrhu sprievodnej vegetácie</u>. Pôdorysne nedochádza k výraznej zmene, mierne znížená býva kapacita toku, upravený je pomer hĺbky k šírke toku.</p>
	<p>Obr. 192 Riečne koryto – horná časť obrázku zobrazuje skutočný stav. Skutočný omocnený obvod tvorí všetko na dne, brehoch, teda kameňoch, vodných rastlinách, nerovnostiach na dne, potopených vetvách, časti koreňov a pod. Čiarkovane je v spodnej časti veľkosť omocneného obvodu braná do výpočtu prietoku.</p>

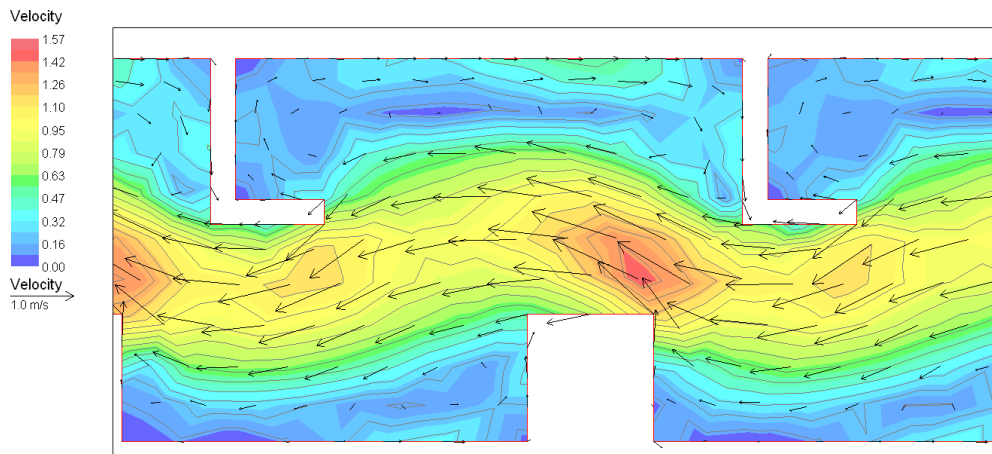
	<p>Obr. 193 Navrhnuté čiastočne prírodné vedenie koryta, s pozvoľnou zmenou sklonov brehov, vrátane uskutočnenia výsadby nových porastov tak, aby navodili dojem pravidelného striedania protismerných oblúkov.</p>
	<p>Obr. 194 <u>Postupná zmena sklonu svahov</u> tvoriacich breh vodného toku. Vhodné je pohybovať sa v rozmedzí sklonov 1 : 1,5 až 1 : 3.</p>
	<p>Obr. 195 Ukážka možnej úpravy priečného profilu (schéma) – zmena presného geometrického tvaru koryta (čiarkovane) čiastkovým revitalizačným zásahom, bez možnosti výraznejšieho rozčlenenia riečného koryta – keď je nutné dodržať naprojektovanú kapacitu.</p>
	<p>Obr. 196 Možné výraznejšie rozčlenenie priečného rezu a zníženie prietocnej kapacity koryta.</p>

P3.3.6.6. Prepážkové bazénové (veľkokomorové) rybovody

P3.3.6.6.1. Prúdenie cez štrbinu a v bazéne pri rôznych subtypoch bazénových rybovodov

V bazénových rybovodoch je vodný koridor zavzdúvaný a brzdený priečnymi líniami – prepážkami - s prietokovými otvormi siahajúcimi od hladiny až po dno, ktoré umožňujú plynulé nadviazanie dna navzájom medzi susednými bazénmi. Tým je, v prípade kamenitej úpravy dna, znížená rýchlosť pri dne na takú hodnotu, aby mohli týmto zúženým úsekom, v ktorom dochádza ku koncentrácii prúdenia, prechádzať aj slabšie druhy rýb.

Výsledky modelových riešení prúdenia poskytujú predstavu o zvýšenej rýchlosti prúdenia v zúženom priestore štrbiny, a tesne za zúženým priestorom štrbiny, ktoré je ale len na krátkom úseku (Obr. 197).



Obr. 197 Rýchlostné pole v bazénovom rybovode s veľkou štrbinou s usmerňovačom prúdenia . Hlavný migračný koridor má rýchlosti 0,8 – 1,4 m·s⁻¹. Po stranách sú oddychové miesta s takmer stojatou vodou (až pod reaktívnu rýchlosť).

P3.3.6.6.2. Štandardný technický štrbinový rybovod s usmerňovačmi prúdnice

Príklad návrhu štrbinového rybovodu s jednou štrbinou umiestnenou pri jednej stene rybovodu, prechádzajúcou cez prepážku od hladiny po dno, s vtokovým krídlom, a výtokovým usmerňovačom (Obr. 198):

Ide o štrbinový rybovod špeciálnej konštrukcie so štrbinou pri jednej, alebo oboch stenách, cez ktoré prúdi voda pomocou usmerňovacích prvkov – usmerňovacieho vtokového krídla a usmerňovacieho výtokového deflektora cez štrbinu šírky s odklonenú od kolmého smeru o uhol α . Usmerňovacie vtokové krídlo môže mať odklon od pozdĺžnej osi rybovodu o uhol δ .

$$Q = \frac{2}{3} \mu_v \cdot s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0^3} \quad [42]$$

Výpočet vychádza z rovnice prepadového množstva:

kde:

Q – prietok štrbinou [m³·s⁻¹],

μ_v – výtokový súčiniteľ [-],

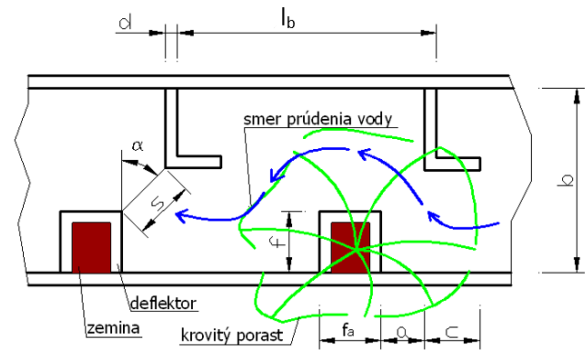
s – šírka štrbiny [m],

g – tiažové zrýchlenie [m·s⁻²],

h_0 – výška hladiny nad prepážkou [m].

Popis k Obr. 198

- s – šírka štrbiny,
- b – šírka komory,
- l_b – dĺžka komory,
- c – dĺžka nábehovej hrany prepážky,
- a – vzdialenosť deflektora od prepážky,
- f_a – dĺžka deflektora,
- f – šírka deflektora,
- d – hrúbka steny prepážky.



Obr. 198 Pôdorysná schéma štrbinového rybovodu.

Podľa DWA-M 509 je potrebné dodržať nasledovné podmienky:

Podmienky hladiny v bazéne (označenie podľa Obr. 199)

$$h_u > 0,67 \cdot h_0$$

$$h_0 > 3 \cdot \Delta h$$

kde:

h_u – výška hladiny pod prepážkou [m],

h_0 – výška hladiny nad prepážkou [m],

Δh – rozdiel hladín medzi bazénmi [m].

Pre zachovanie priaznivého prúdenia platí $h_u > h_k$:

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot s^2}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad [43]$$

kde:

h_k – kritická hĺbka [m],

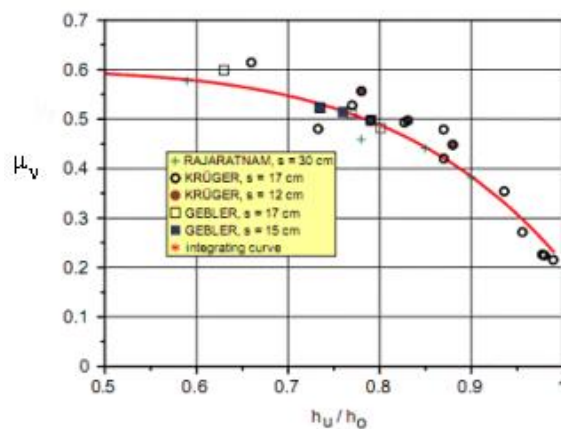
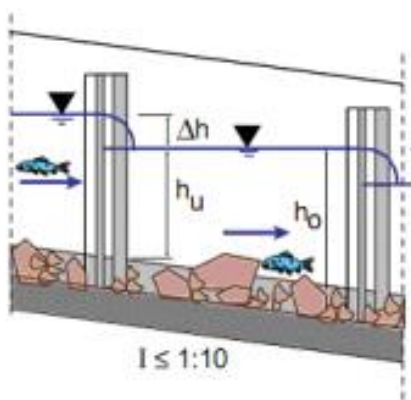
Q – prietok [$m^3 \cdot s^{-1}$],

q – špecifický prietok [$m^2 \cdot s^{-1}$],

g – tiažové zrýchlenie [$m \cdot s^{-2}$],

s – šírka štrbiny [m].

Výtokový súčiniteľ μ_v určíme z grafu na Obr. 200 pre podiel h_u/h_0 , pričom $h_u = h_0 - \Delta h$.



Obr. 199 Pozdĺžny rez bazénom štrbinového rybovodu. Obr. 200 Grafická závislosť μ_v od podielu h_u/h_0 .

alebo podľa rovnice:
$$\mu_v = 0,59 \cdot \left(1 - \left[\frac{h_u}{h_0}\right]^{4,5}\right)^{0,48} \quad [44]$$

pre ktoré platí: $h_u/h_0 = 0,5$ až $0,99$ a $h_u > 2 \cdot s$

Výpočet počtu bazénov v rybovode n : $n = \frac{H}{\Delta h} - 1$ [45]

Celková potrebná dĺžka rybovodu L : $L = l_b \cdot n + d \cdot (n + 1)$ [46]

Kde:

μ_v – výtokový súčiniteľ [-],
 h_u – výška hladiny pod prepážkou [m],
 h_0 – výška hladiny nad prepážkou [m],
 Δh – rozdiel hladín medzi bazénmi [m],
 s – šírka štrbiny [m],
 H – celkový spád, ktorý sa rybovodom prekonáva [m],
 L – dĺžka rybovodu [m],
 l_b – dĺžka bazéna [m],
 d – hrúbka prepážky [m],
 n – počet prepážok [-].

P3.3.6.6.3. Príklad výpočtu štandardného štrbinového rybovodu s usmerňovačmi prúdnic

Je potrebné navrhnuť štrbinový rybovod pre celkový spád na prekážke $H = 1,2$ m. Prekážka sa nachádza na vodnom toku zaradenom do horného pstruhového pásma s $Q_a = 1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Trvalý (obvyklý) prietok v rybovode musí vyhovovať podmienke uvedenej v článku [3.2.8.](#), tabuľky č. [1](#), keď $Q_a < 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, potom v rybovode musí tiecť minimálne 10 % z Q_a .

Navrhujeme $Q_{\text{rybovod}} = 10 \% \text{ z } Q_a = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Podmienky upravené podľa tabuľky v článku [3.3.6.](#), tabuľky č. [3](#):

priemerná profilová rýchlosť prúdiacej vody v priechodovej štrbine: $v_{pr} = 2,30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,

maximálne prevýšenie hladín susedných bazénov: $\Delta h = 0,26 \text{ m}$,

minimálna zavodnená šírka rybovodu: $B = 1,5 \text{ m}$,

minimálna šírka prietokovej štrbiny: $s = 0,2 \text{ m}$.

Voda musí pri tomto type rybovodu plynulo prechádzať medzi komorami, t. j. štrbina je súvislá od dna po hladinu. Podľa DWA-M 509 je potrebné dodržať nasledovné podmienky:

podmienky hladiny v bazéne: $h_u > 0,67 \cdot h_0$

$$h_0 > 3 \cdot \Delta h$$

hĺbka vody v bazéne: $h_0 = 3 \cdot \Delta h = 3 \cdot 0,26 = 0,78 \text{ m}$

kontrola parametra h_u : $h_u = h_0 - \Delta h = 0,78 - 0,26 = 0,52 \text{ m}$

$$h_u > 0,67 \cdot h_0 = 0,67 \cdot 0,78 = 0,523 \text{ m}$$

$$0,52 > 0,523 - \text{nevyhovuje}$$

nový návrh hĺbky v bazéne: $h_0 = 0,79 \text{ m}$

$$h_u = h_0 - \Delta h = 0,79 - 0,26 = 0,53 \text{ m}$$

$$h_u > 0,67 \cdot h_0 = 0,67 \cdot 0,79 = 0,529 \text{ m}$$

$$0,53 > 0,529 - \text{vyhovuje}$$

hrúbka steny prepážky: $d = 0,2 \text{ m}$

šírka hladiny: $B = 1,5 \text{ m}$

dĺžka bazéna (rozostup prepážok): $l_b = 2,0 \text{ m}$

návrh objemu bazénov má byť nad $2,10 \text{ m}^3$: $2 \times 1,5 \times 0,79 = 2,37 \text{ m}^3$.

Tabuľka č. 21 Dimenzovanie rozmerov rybovodu (označenie parametrov podľa Obr. 198) (DWA-M 509):

Parameter	faktor x_i	odporučený faktor x_i
šírka štrbiny $s = x_1 \cdot s$	1,0	1,0
dĺžka bazéna $l_b = x_2 \cdot s$	8,10 až 8,35	8,1
dĺžka vtokového krídla bez šírky prepážky $c - d = x_3 \cdot s$	1,0 až 1,5	1,5
vzdialenosť usmerňovača prúdenia (deflektora) $a = x_4 \cdot s$	0,4 až 0,8	0,5
šírka usmerňovača prúdenia (deflektora) $f_a = x_5 \cdot s$	1,0 až 1,5	1,0 min. > 25 cm
odstup vtokového krídla f	0,34 až 0,60	0,45
uhol vtokovej steny δ	10° až 15°	-
uhol α	30° až 40°	-

Pre zachovanie priaznivého prúdenia pre ichtyofaunu musí platiť podmienka:

$$h_u > h_k$$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot s^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,15^2}{9,81 \cdot 0,2^2}} = 0,386 \text{ m}$$

Navrhované $h_u = 0,53 \text{ m}$, vypočítané $h_k = 0,386 \text{ m} \Rightarrow h_u > h_k$ podmienka splnená.

Výpočet rýchlosti v štrbine:

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,26} = 2,26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Výpočet prietoku potrebného pre šírku 0,20 m, a hĺbku 0,79 m v štrbine rybovodu:

$$Q = \frac{2}{3} \mu_v \cdot s \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,79^2} = \frac{2}{3} \cdot 0,57 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,79^2} = 0,236 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Výtokový súčiniteľ μ_v určíme podľa grafu na Obr. 200, na základe podielu h_u/h_0 :

$$h_u/h_0 = 0,53 / 0,79 = 0,67 \Rightarrow \mu_v = 0,57$$

Pre ktoré platí: $h_u/h_0 = 0,5$ až $0,99$ a $h_u > 2 \cdot s$

Výpočet počtu bazénov v rybovode: $n = \frac{H}{\Delta h} - 1 = \frac{1,2}{0,26} - 1 = 3,61 \approx 4 \text{ ks}$

Celková potrebná dĺžka rybovodu: $L = l_b \cdot n + d \cdot (n + 1) = 2 \cdot 4 + 0,2 \cdot (4 + 1) = 9 \text{ m}$

Priemerná hĺbka v bazéne: $h_p = (h_0 + h_u) / 2 = (0,79 + 0,53) / 2 = 0,66 \text{ m}$

Kontrola veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu:

V bazénoch od celkového objemu odpočítame objem usmerňovacích prvkov (vtokové krídla, usmerňovacie výtokové prvky) a objem prípadných vložených balvanov slúžiacich na usmernenie prúdenia v bazéne a úkryty pre ryby (cca $0,052 \text{ m}^3$).

$$P_{bazéna} = \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{(B \cdot l_b \cdot h_p) - V} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,26 \cdot 0,236}{(1,5 \cdot 2 \cdot 0,66) - 0,052} = 312 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$$

Podmienka veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu nie je splnená $P_{bazéna} > 250 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$, bazény predĺžime na $l_b = 2,5 \text{ m}$, potom:

$$P_{bazéna} = \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{(B \cdot l_b \cdot h_p) - V} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,26 \cdot 0,236}{(1,5 \cdot 2,5 \cdot 0,66) - 0,052} = 248 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$$

Podmienka veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu splnená $P_{bazéna} < 250 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$

Celková potrebná dĺžka rybovodu: $L = l_b \cdot n + d \cdot (n + 1) = 2,5 \cdot 4 + 0,2 \cdot (4 + 1) = 11 \text{ m}$

Pokiaľ chceme, aby bol trvalý (obvyklý) prietok v tomto type rybovode bližší ku dovolenému, t. j. 10 % z Q_a , je vhodnejšie použiť nižšie prevýšenie hladín v rybovode ako je povolené maximálne (napr. $\Delta h = 0,20 \text{ m}$). $Q_{rybovod} = 0,1 \cdot Q_a = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Navrhovaná priemerná profilová rýchlosť prúdiacej vody v priechodovej štrbine:

$$v_{pr} = 2,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

navrhnuté prevýšenie hladín susedných bazénov: $\Delta h = 0,20 \text{ m}$,

navrhujeme zavodnenú šírku rybovodu: $B = 1,50 \text{ m}$,

navrhovaná šírka prietokovej štrbiny: $s = 0,20 \text{ m}$.

hĺbka vody v bazéne: $h_0 > 3 \cdot \Delta h = 0,6 \text{ m}$

kontrola parametra h_u : $h_u = h_0 - \Delta h = 0,60 - 0,2 = 0,40 \text{ m}$

$$h_u > 0,67 \cdot h_0 = 0,67 \cdot 0,6 = 0,402 \text{ m}$$

$$0,40 > 0,402 - \text{nevyhovuje}$$

nový návrh:

$$h_0 = 0,62 \text{ m}$$

$$h_u = h_0 - \Delta h = 0,62 - 0,2 = 0,42 \text{ m}$$

$$h_u > 0,67 \cdot h_0 = 0,67 \cdot 0,62 = 0,415 \text{ m}$$

$$0,42 > 0,415 - \text{vyhovuje}$$

hrúbka steny prepážky: $d = 0,20 \text{ m}$

šírka hladiny: $B = 1,50 \text{ m}$

dĺžka bazéna (rozostup prepážok): $l_b = 2,00 \text{ m}$

objem: $2 \cdot 1,5 \cdot 0,62 = 1,86 \text{ m}^3$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot s^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,15^2}{9,81 \cdot 0,2^2}} = 0,386 \text{ m}$$

Navrhované $h_u = 0,42 \text{ m}$, vypočítané $h_k = 0,386 \text{ m} \Rightarrow h_u > h_k$ podmienka splnená.

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,20} = 1,98 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Výpočet potrebného prietoku pre šírku štrbiny 0,20 m, a hĺbku 0,62 m v štrbine rybovodu:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_v \cdot s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0^3} = \frac{2}{3} \cdot 0,59 \cdot 0,20 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,62^3} = 0,170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

určenie výtokového súčiniteľa μ_v : $h_u = h_0 - \Delta h = 0,62 - 0,2 = 0,42 \text{ m}$

z grafu na Obr. 200 $h_u/h_0 \Rightarrow 0,42/0,62 = 0,677 \Rightarrow \mu_v = 0,59$

Výpočet počtu bazénov v rybovode: $n = \frac{H}{\Delta h} - 1 = \frac{1,2}{0,2} - 1 = 5 \text{ ks}$

Celková potrebná dĺžka rybovodu: $L = l_b \cdot n + d \cdot (n + 1) = 2 \cdot 5 + 0,2 \cdot (5 + 1) = 11,2 \text{ m}$

Priemerná hĺbka v bazéne: $h_p = (h_0 + h_u) / 2 = (0,62 + 0,42) / 2 = 0,52 \text{ m}$

Kontrola veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu:

$$P_{bazéna} = \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{(B \cdot l_b \cdot h_p) - V} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot 0,170}{(1,5 \cdot 2 \cdot 0,52) - 0,052} = 221 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$$

Podmienka veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu splnená $P_{bazéna} < 250 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$.

Pre tento druhý návrh s prevýšením 0,20 m je potrebný menší prietok $Q = 0,170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pričom rybovod je dlhší len o 0,20 m.

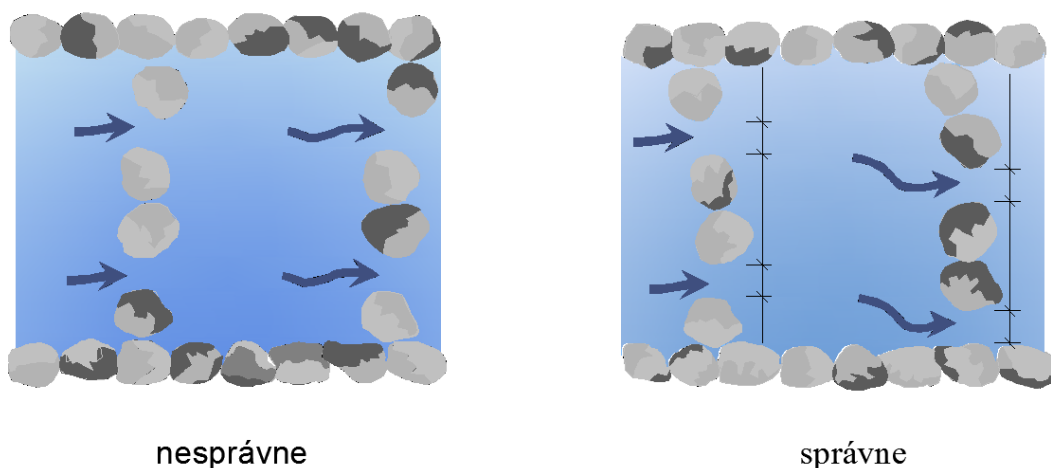
P3.3.6.4. Hydraulický návrh obtokového bazénového rybovodu s balvanitými prepážkami pri návrhu dvoch štrbín

Tieto výpočty a pravidlá platia pre typ rybovodu s dvomi priechodovými štrbinami, a to pri akomkoľvek umiestnení – pre celokorytový bazénový, rampový bazénový, aj pre obtokový bazénový rybovod. V každom prípade musia byť dosiahnuté limity hĺbky a šírky vody a rýchlostí podľa tabuľky č. 3 uvedenej v článku 3.3.6.

Konštrukcia návrhu vychádza z technických štrbinových rybovodov. Prírodný kameň – jeho tvar – použitý pri výstavbe rybovodu, bude mať mierne rozličné hydraulické parametre (vtokové hrany, nemožnosť presného definovania otvorov z prírodného kameňa, atď.). Je potrebné dôsledne dodržať navrhovanú celkovú plochu štrbín, je to dôležitý parameter a je potrebné kontrolovať ho pri výstavbe (Obr. 201, Obr. 202). Počet štrbín a celková plocha štrbín by mali zodpovedať veľkosti návrhového prietoku, prevýšenia, ktoré chceme dosiahnuť, a kolísaniu prietoku. Je treba dbať aj na správne uloženie kameňa a umiestnenie štrbín. Šírka a hĺbka hlavnej priechodovej štrbiny musí zodpovedať pásnu, pre ktoré je rybovod navrhovaný. Pomer celkového súčtu šírky štrbín môže byť max. 35 % z celkovej šírky hladiny v profile prepážky. Pri pomere vyššom ako 35 % je rybovod z hydraulického hľadiska považovaný za bystrinný.

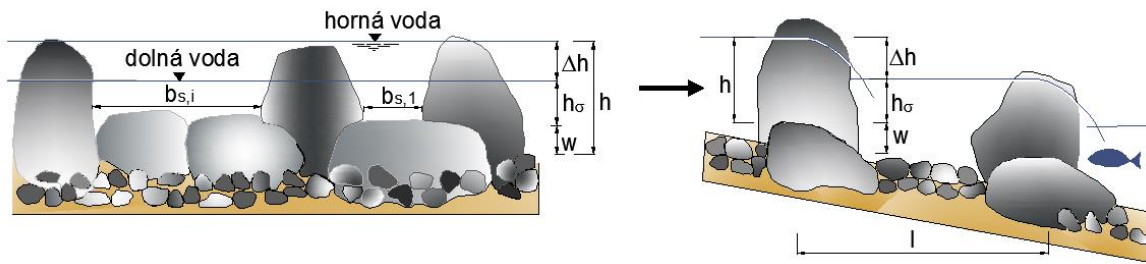


Obr. 201 Nesprávne a správne tvorenie štrbín (podľa DWA 2009 uvedené vo Fischaufstiegsanlagen in Bayern 2012).



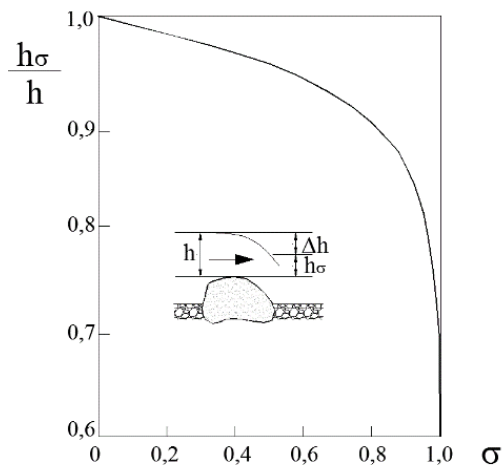
Obr. 202 Otvory nesmú byť v jednej línii (podľa Gebler 2009 uvedené v Fischaufstiegsanlagen in Bayern 2012).

Pri nedostatočnom prietoku a relatívne širokom koryte je niekedy nevyhnutné medzery medzi veľkými balvanmi čiastočne uzavrieť (Obr. 203), aby v nádržke vznikla dostatočná hĺbka vody i pri minimálnom prietoku.



Obr. 203 Nádržkovitá štruktúra biokoridoru, priečný a pozdĺžny rez (podľa DWWK 232/1996).

Potom prúdenie cez kamenný prah zodpovedá prepadu cez pevnú hať, pričom môžu vzniknúť dva prípady prepadu, dokonalý a nedokonalý. Hranice medzi nimi je možno určiť na základe súčiniteľa zatopenia σ (ak $\sigma < 1$, prepad je nedokonalý), pričom σ zistíme z grafu na Obr. 204, na základe pomeru $\frac{h_\sigma}{h}$ (h_σ – prevýšenie hladiny dolnej vody nad korunou priepadu, h – prepádová výška) a z tvaru prahu alebo z rovnice [47].



Obr. 204 Graf pre určenie súčiniteľa zatopenia σ .

Rovnica pre výpočet súčiniteľa zatopenia: $\sigma = 1 - \left(\frac{h_\sigma}{h}\right)^{11}$ [47]

Pre dimenzovanie je dostatočné určiť prietok z Poleniho rovnice (podľa DWWK 232/1996):

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sigma \cdot f \cdot \mu_p \cdot \sum b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2} \quad [48]$$

Kde:

μ_p – prepádový súčiniteľ,

σ – súčiniteľ zatopenia (graf na Obr. 204 alebo rovnica [47]),

f – faktor súčiniteľa tvaru medzery medzi balvanmi (podľa tvaru obtekaných hrán balvanov):

rovne $f = 1,05 - 1,10$,

oblé $f = 1,10 - 1,15$,

$\sum b$ – prietoková šírka (súčet šírky všetkých medzier celej prietokovej šírky) [m],

g – tiažové zrýchlenie [$m \cdot s^{-2}$],

h – hĺbka vody v štrbine, resp. prepádová výška [m].

Pre μ_p možno odporučiť nasledovné hodnoty:

- široké ostrouhlé kamene, lomový materiál: $\mu = 0,5$ až $0,6$,
- okrúhle kamene, okruhliaky (valúny): $\mu = 0,6$ až $0,8$.

Pri rozličnej prepadovej výške jednotlivých otvorov na jednom prahu, alebo ak sú kamenné prahy pretekané na celej šírke (teda aj veľké kamene), musí sa prietok určiť metódou po jednotlivých úsekoch. V prípade dokonalého prepadu ($h_\sigma/h \leq 0,6$) má súčiniteľ zatopenia hodnotu $\sigma = 1$.

Maximálnu rýchlosť prúdenia v_{max} , ktorá vzniká v štrbinách, možno určiť pomocou rozdielu hladín Δh :

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \quad [49]$$

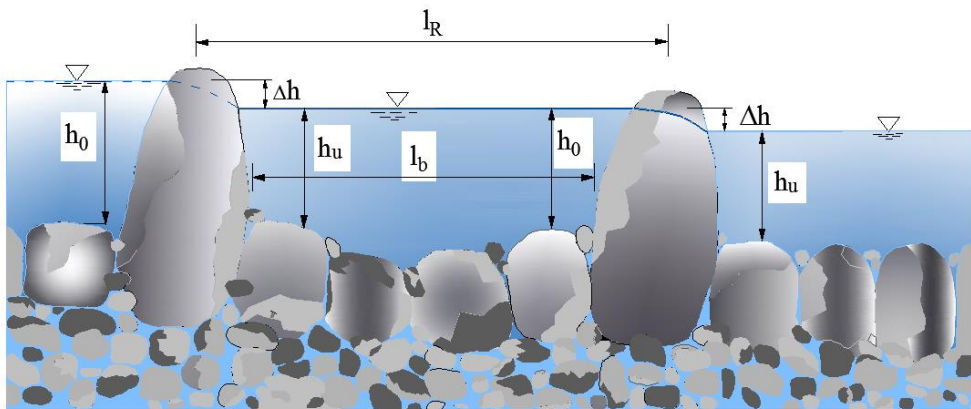
Kde:

v_{max} – maximálna rýchlosť prúdenia [$m \cdot s^{-1}$],

g – tiažové zrýchlenie [$m \cdot s^{-2}$],

Δh – rozdiel hladín pred a za štrbinou [m].

Veľkosť bazénu medzi prahmi a hĺbka vody (objem bazénu) má zabezpečiť prúdenie bez veľkých turbulencií v bazéne tak, aby migrujúce ryby okrem prúdivých úsekov bazénu našli i dostatočne pokojnú oblasť na oddych a úkryt.



Obr. 205 Geometria bazéna v pozdĺžnom reze (Fischaufstiegsanlagen in Bayern, 2012).

Kde:

Δh – rozdiel hladín pred a za štrbinou [m],

h_0 – minimálna hĺbka vody v bazéne nad prepážkou $h_0 = h_s + \Delta h$ [m],

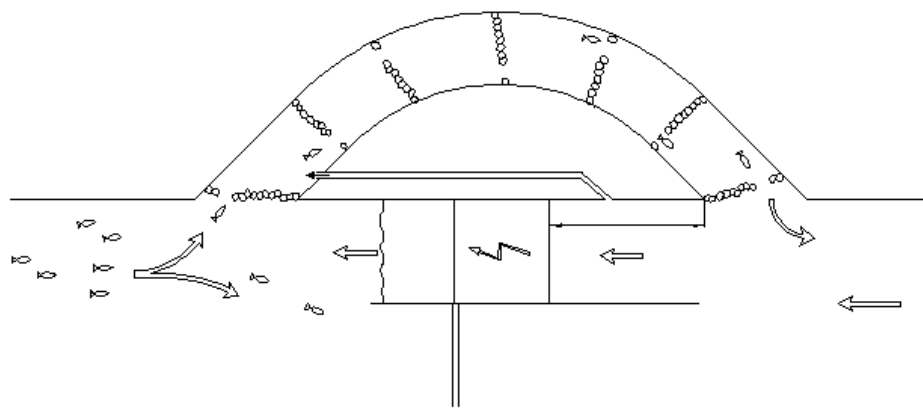
h_u – minimálna hĺbka vody v bazéne pod prepážkou $h_u = h_\sigma$ [m],

l_R – vzdialenosť stredov balvanitých prepážok [m],

l_b – dĺžka bazéna [m].

P3.3.6.6.5. Príklad výpočtu rybovodu s balvanitými prepážkami

Je potrebné navrhnuť bazénový rybovod s mnohomedzernatými balvanitými prepážkami v mrenovom pásme na toku s $Q_a = 14,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rybovod má byť vybudovaný ako prírodne vyzerajúce koryto, prerušované prepážkami z balvanov so štrbinami (Obr. 206). Trvalý (obvyklý) prietok v rybovode musí vyhovovať podmienke uvedenej v článku 3.2.4.



Obr. 206 Schematický náčrt rybovodu.

Keď $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ potom v rybovode musí tiecť minimálne $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Podmienky podľa tabuľky č. 3 v článku 3.3.6.:

priemerná profilová rýchlosť prúdiacej vody v priechodovej štrbine:	$v_{pr} = 1,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
maximálne prevýšenie hladín susedných bazénov:	$\Delta h = 0,12 \text{ m}$,
minimálna šírka 1 prietokovej štrbiny:	$b_s = 0,40 \text{ m}$,
hĺbka v prietokovej štrbine:	$h_s = 0,50 \text{ m}$,
hĺbka $h = h_0$	$h_s + \Delta h = 0,62 \text{ m}$,
minimálna hĺbka vody v bazéne nad prepážkou:	$h_0 = 0,62 \text{ m}$,
minimálna hĺbka vody v bazéne pod prepážkou:	$h_\sigma = h_u = 0,50 \text{ m}$,
minimálna šírka hladiny bazéna	$B = 2,00 \text{ m}$,
minimálna dĺžka bazénov	$l_b = 2,5 \text{ až } 5 \text{ m}$.

$$\text{Kontrola rýchlosti: } v_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,12} = 1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Veľkosť štrbiny potrebná na prevedenie návrhového prietoku:

$f = 1,10$ – lomové balvany so zaoblenými hranami

$$\sigma = 1 - \left(\frac{h_\sigma}{h}\right)^{11} = 1 - \left(\frac{0,5}{0,62}\right)^{11} = 0,906$$

μ_p – okrúhle kamene, okruhliaky (valúny) $\mu_p \Rightarrow 0,7$

$$b_s = \frac{Q}{\frac{2}{3} \cdot \sigma \cdot \mu_p \cdot f \cdot \sqrt{2g} \cdot h_0^{3/2}} = \frac{0,8}{\frac{2}{3} \cdot 0,906 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,62^{3/2}} = 0,795 \text{ m}$$

Ako prvý variant navrhujeme jednu štrbinu šírky $b_s \approx 0,70 \text{ m}$ a šírku bazéna 2 m . Potom bude šírka štrbiny spĺňať podmienku, že musí byť rovná alebo menšia ako 35 % šírky bazéna. Hĺbku v štrbine navrhujeme tak, aby dno plynulo prechádzalo z jedného bazéna do druhého (sklon dna $i_0 = 0,024$). Hĺbka h_0 potom bude $0,72 \text{ m}$ a hĺbka $h_\sigma = (h_0 - \Delta h) = 0,60 \text{ m}$.

Poznámka: Pokiaľ by sme uvažovali s viacerými štrbinami, minimálne jedna z nich musí spĺňať podmienky minimálnej šírky uvedenej v tabuľke č. 3, v článku 3.3.6, stĺpec 4b – šírka prietokovej štrbiny min. $0,4 \text{ m}$. Zároveň musí byť šírka štrbiny väčšia ako 3-násobok šírky najväčšej tunajšej ryby, určenej ichtológom ako cieľový migrujúci druh. Pri hlavátke a jesterovi, ako cieľovom druhu, šírka minimálne 4-násobok šírky najväčšej tunajšej hlavátky alebo jesetera.

$$\text{Potom: } \sigma = 1 - \left(\frac{h_\sigma}{h}\right)^{11} = 1 - \left(\frac{0,6}{0,72}\right)^{11} = 0,865$$

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sigma \cdot f \cdot \mu_p \cdot \sum b_s \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_0^{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} \cdot 0,865 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,72^{\frac{3}{2}} = 0,841 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Návrhové rozmery bazéna musia vyhovovať podľa tabuľky [3](#), v článku [3.3.6.](#), stĺpec 4b Mrenové pre $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$:

Šírka hladiny: $B = 2 \text{ m}$
 Rozostup prepážok: $l_b = 5 \text{ m}$
 Priemerná hĺbka v bazéne: $h_p = 0,66 \text{ m}$

Kontrola veľkosti energie vody po utlmení v bazéne rybovodu:

$$P_{\text{bazéna}} = \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{B \cdot l_b \cdot h_p} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,12 \cdot 0,841}{2 \cdot 5 \cdot 0,66} = 150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$$

$P_{\text{bazéna}} \leq 150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ podmienka podľa tabuľky v článku [3.3.6.](#) splnená.

P3.4.1. Zabezpečenie trvalého prietoku v rybovode počas jeho prevádzky

► Pre zabezpečenie trvalého pretekania predpísaných prietokov rybovodov typu [4](#), [6](#), [7](#), [8](#) (s výnimkou celokorytového vodopádového typu [8](#)) je rozhodujúca kontrola trvalého prietoku a trvalého naplnenia rybovodu pomocou pevne osadenej kontrolnej vodomernej lavy (s vyznačenou min. a max. prevádzkovou hladinou) čo najbližšie ku vtokovému otvoru, alebo v prvom poklesnutom bazéne rybovodu. Pri tejto vodomernej late musí byť nainštalovaný hladinomer s min. frekvenciou 1-hodinového záznamu výšky hladiny (obr. [207](#), [208](#) a [209](#)).

► Z dôvodu zabezpečenia aj kontroly rozdielu hladín na vtoku a dodržiavania prevádzkovej hladiny musí byť aj v hladine hornej vody (zdrže) umiestnená vodomeraná lapa, pri ktorej musí byť nainštalovaný druhý hladinomer s min. frekvenciou 1-hodinového záznamu. Rozdiel hladín nameraných oboma meradlami (meradlom umiestneným v hornej hladine a meradlom čo najbližšieku vtoku, alebo v prvej komore) musí zodpovedať určenému rybiemu pásmu v zmysle čl. [3.3.6](#). tabuľky [3](#). K tomuto účelu je možné využiť aj meranie, ktoré je vykonávané pre prevádzku MVE. Toto meranie musí byť zaznamenávané v rovnakom časovom kroku ako meranie v rybovode.

► Obidva tieto hladinoměry sú zaradené v zmysle zákona č.157/2018 Z.z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších zmien §8 bod (1) d a (2) ako ostatné meradlá. Tieto musia archivovať záznamy z merania tak, aby orgán štátnej vodnej správy alebo metrologický inšpektorát mohol skontrolovať históriu hladiny v rybovode rok spätne.

To znamená, že do datalogeru, ktorý archivuje dáta z merania, musí byť možné uložiť viac ako 9000 záznamov za viac ako rok (bežne datalogery ukladajú od 15 000 záznamov do 100 000). Zapisovanie u väčšiny datalogerov je možné nastaviť tak, že po naplnení kapacity sú staré údaje prepisované novými. Prevádzkovateľ rybovodu je povinný raz štvrtročne vykonať zápisom do prevádzkovej knihy kontrolu meradiel porovnaním hladiny udávanej hladinomerom s hladinou na vodomernej late, ktorá musí byť pri inštalácii geodeticky zameraná. Pokiaľ zistí, že meradlo nesprávne meria musí toto zaznamenať a meradlo vymeniť.

Ďalšou možnosťou archivovania dát je ich posielanie na vzdialený server prevádzkovateľa vodnej stavby, na ktorom môžu byť ukladané s možnosťou ich ďalšieho spracovania pre potreby prevádzkovateľa a kontrolných orgánov.

► V prípadoch typov [2](#), [3](#), [5](#) a [8](#) (v prípade celokorytového vodopádového typu [8](#)) sa hladinomer nevyžaduje, stačí pevne inštalovať vodomernú lapa s vyznačením minimálnej a maximálnej cieľovej hladiny (pre vizuálne kontroly ŠOP alebo užívateľa rybárskeho revíru počas najpočetnejších ťahov rýb).

Meracie zariadenia a ich konštrukčné usporiadanie by nemali nijakým spôsobom narušovať navrhnuté prúdenie v rybovode a mali by byť umiestnené na takom mieste, kde nebudú ovplyvnené zavzduťím vznikajúcim meniacou sa výškou dolnej hladiny hlavného toku pri výtoku z rybovodu.

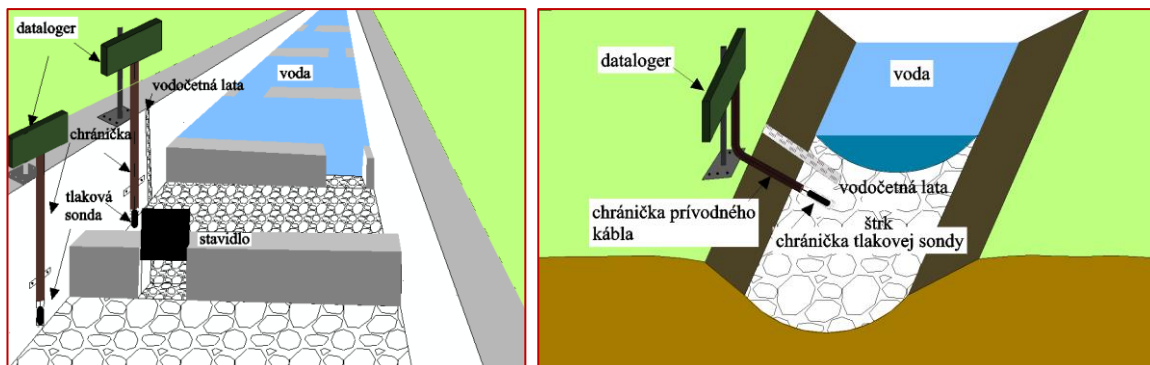
Meradlá rozdeľujeme podľa princípu merania na:

- kontaktné, ktoré sú priamo v styku s vodou (tlakové sondy),
- bezkontaktné, ktoré nie sú v priamom styku s vodou (ultrazvukové, radarové).

Tlakové sondy

– tlakové sondy kapacitné merajúce okamžitú výšku hladiny (s datalogerom alebo vysielateľom dát na vzdialený server), je možné ich napájať zo siete alebo batériou,

- tlakové sondy prebublávacie merajúce na základe tlaku (s datalogerom alebo vysielateľom dát na vzdialený server), je možné ich napájať zo siete, alebo batériou,
- tlakové sondy so záznamom a potrebou umiestnenia doplnujúceho merača atmosférického tlaku (s datalogerom alebo vysielateľom dát na vzdialený server), batériové so životnosťou batérie od 5 do 10 rokov.

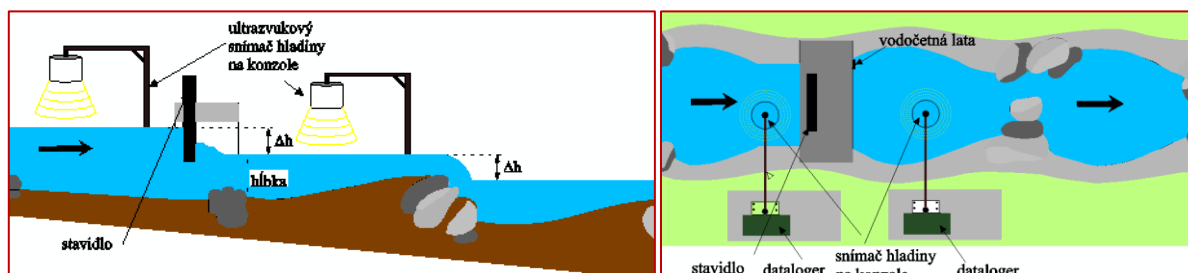


Obr. 207 vľavo - Umiestnenie meradiel na vtoku do bazénového rybovodu (pred a za stavidlom).

Obr. 208 vpravo - Umiestnenie meradla a jeho chráničky v koryte bystrinného obtokového rybovodu.

Ultrazvukové a radarové merače:

- ultrazvukový snímač umiestnený nad hladinou (s datalogerom, alebo vysielateľom dát na vzdialený server), je možné ich napájať zo siete alebo batériou,
- radarový merač umiestnený nad hladinou (s vysielateľom dát na vzdialený server), batériový so životnosťou batérie 5 rokov.



Obr. 209 Umiestnenie ultrazvukových meradiel na vtoku do obtokového rybovodu.

Stručný zoznam výrobcov a distribútorov zariadení, o ktorých má VÚVH informácie k 19.3.2023 (ceny za jednotlivé systémy za 1 kus uceleného meracieho systému sa pohybujú cca od 1200,00 do 3000,00 EUR):

Tlakové systémy prepojené na atmosférický tlak:

A.OTT (www.hydrometrics.cz)

MARWEB (www.marweb.sk)

Tlakové systémy bez napojenia na atmosférický tlak:

Solinst, DIVER (www.ekomonitoring.cz)

Ultrazvukové systémy:

Nivelco (www.microwell.sk)

Flo series 3 (www.hydroing.sk), T-Industry, s.r.o. (www.tind.sk)

Radarové systémy:

GOSPACE Tech - Meratech (www.gospace.tech)

P4.1. Kontrola správnych hydraulických parametrov v rybovode po jeho vybudovaní

Pred ukončením výstavby je navrhovateľ spriechodnenia povinný zabezpečiť **hydrometrické merania a nastavenia** prúdenia vody spôsobilou osobou v oblasti hydrauliky vodných tokov a objektov, ktorá má náležité vzdelanie a skúsenosti v oblasti hydrotechnických meraní na vodných tokoch, vlastní potrebné zariadenia na meranie, ktoré sú metrologicky nadviazané, je spôsobilá navrhovať opatrenia na nápravu hydraulického stavu spriechodnenia, a má na takúto činnosť vypracovaný pracovný postup (napr. hydrometrické skupiny VÚVH, SHMÚ, SVP).

Po vybudovaní spriechodnenia v závislosti od typu vybudovaného spriechodnenia (bystrinné, bazénové, celokorytové, obtokové) je potrebné pred jeho spustením do prevádzky zmerať nasledovné hydraulické parametre:

- prietok, tento sa zameria na navhodnejšom mieste a vyhodnocuje v zmysle článku [3.2.8.](#) tab. [1](#),
- rýchlosť a hĺbku prúdenia vody v kritických úsekoch: v bystrinnom rybovode - zmerať rýchlosti a hĺbky v problémovnejších priečných profiloch, v bazénových rybovodoch - v štrbinách v prepážkach, aj vo vtokovom otvore, aj v medzerách medzi balvanmi zmerať najpomalšie a najhlbšie prúdnice, ktorými môžu ryby preplávať, na dolnom vstupe rýb do každého typu rybovodu zmerať výtokový vábiaci prúd - tieto namerané hodnoty sa porovnávajú s hodnotami platnými pre jednotlivé rybie pásma uvedenými v článku [3.3.6.](#) a tab. [2](#) alebo [3](#),
- prevýšenia hladín susedných bazénov (pri bazénových rybovodoch) a vo vtokovom otvore - táto nameraná hodnota sa vyhodnocuje v zmysle článku [3.3.6.](#) a tab. [3](#),
- celkový sklon,
- geometrické rozmery štrbín a rozmerov bazénov - tieto namerané hodnoty sa vyhodnocujú v zmysle článku [3.3.6.](#) a tab. [3](#),
- šírky v hladine - táto nameraná hodnota sa vyhodnocuje v zmysle článku [3.3.6.](#) a tab. [2](#) alebo [3](#),
- skontrolovať, či sú oddychové bazény alebo oddychové zóny vybudované na každé 2 m prevýšenia, a rýchlosti v nich dostatočne nízke,
- zmerať lákavý prúd do spriechodnenia v zmysle článku [3.2.7.](#),
- umiestnenie meracích zariadení (lata, hladinomer),
- zmerať ďalšie hydraulické parametre, ktoré po vzájomnej dohode požaduje ekologický dozor výstavby.

Namerané hydraulické a geometrické parametre je potrebné porovnať s hodnotami, ktoré sú požadované príslušnými platnými predpismi a odporúčaniami. V prípade odchýlok je potrebné v spriechodnení navrhnuť také opatrenia, aby tieto hydraulické parametre boli vyhovujúce.

Napríklad:

- prietok - nastavením veľkosti vtokového otvoru (správne nastavenie označiť alebo zaznamenať pre budúce kontroly),
- zníženie rýchlosti v priechodových otvoroch, zmenou šírky otvorov, zdvihnutím dna, zdrsnením dna, spätným zavzduťím bazénového priechodu alebo príliš rýchlej bystrinnej prúdnice doplnenými balvanmi alebo prepážkami,
- zníženie rýchlosti a turbulencie v bazénoch, zmenou smeru a rozdelením prúdenia pomocou balvanov (ich premiestnením).

Merania je možné vykonať pomocou rôznych meracích zariadení.

Meranie prietoku a rýchlosti prúdenia:

- vodomernými vrtuľami (hydrometrovaním),
- ultrazvukovým alebo elektromagnetickým meračom rýchlosti prúdenia vody.

Meranie hĺbky, prevýšenia hladín a geometrických rozmerov:

- niveláciou (Obr. 210),
- nakalibrovanou čiarkovou mierkou,
- pomocou stanice GPS s primeranou presnosťou (Obr. 211).



Obr. 210 Nivelácia profilu pomocou nivelačného prístroja.



Obr. 211 Zameranie hladiny GPS.



Obr. 212 Meranie prietoku na vtoku do rybovodu.



Obr. 213 Meranie rýchlostí v širokej štrbine.



Obr. 214 Meranie rýchlostí v širokej štrbine.



Obr. 215 Meranie rýchlostí na výtoku z rybovodu (lákový prúd na vstupe do rybovodu).

Záverečné posúdenie z nameraných dát je vhodné vyhodnotiť textovo v tabuľke.

Zistenia a namerané dáta z hydraulického monitoringu (príklad):

Podmienky na vodnom toku pri meraní: prietok v Hrone (deň/mesiac/rok); stanica SHMÚ XY – $Q = 12,61 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; teplota vody pri meraní: $16 \text{ }^\circ\text{C}$

Q_a vypočítané pre profil umiestnenia MVE uvedené v manipulačnom poriadku: $15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Projektové rybie pásmo: lipňové (zadáme podľa projektovej dokumentácie)

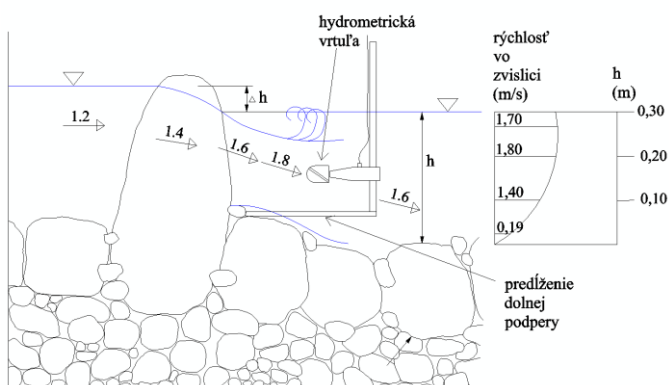
Rybovod posudzujeme ako bazénový typ rybovodu (zadáme podľa projektovej dokumentácie)

Tabuľka č. 22 Namerané a zistené dáta (jednoduchý príklad vyhodnotenia požiadaviek pre bazénový rybovod, podobne sa vyhodnocujú aj požiadavky pri bystrinnom rybovode)

Namerané hodnoty	Hodnoty požadované a odporúčané článkami metodiky a tab. 1 a 3 (sílec 4b Mrenové pre $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Vyhodnotenie: vyhovuje / nevyhovuje
Umiestnenie rybovodu: rybovod je umiestnený medzi budovou MVE a haťovými poľami. Výtok z rybovodu sa napája priamo na výtok z turbín. Vtok je umiestnený 60 m na haťovými poľami.	Pri spriechodňovaní MVE by mal výtok z rybovodu prednostne ústiť do odtokového kanála hneď pod výtokom z turbín, (najlepšie do 10 m, pri väčších riekach max. do 30 m), avšak už pod zónu spenenej vody, vodných valcov a búrlivého prúdenia.	Rybovod je umiestnený (vstup aj výstup) podľa požiadaviek metodiky a aj vyhlášky – vyhovuje
Veľkosť prietoku nameraná v rybovode $Q = 0,95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.	Veľkosť prietoku odporúčaná: pre $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ musí z rybovodu vytekať $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.	Nameraný prietok je v súlade s odporúčaním vo vyhláške – vyhovuje
Rýchlosti vo vtoku do rybovodu: otvorom šírky 1,0 m a výšky 1,0 m pri prevýšení hladín vtok – rybovod 0,17 m vtekala voda do rybovodu max. rýchlosťou $1,79 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.	Maximálna odporúčaná veľkosť rýchlostí požadovaná pre štrbinové časti je maximálne do $1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.	Rýchlosť vo vtoku je v súlade s odporúčaním vyhlášky- vyhovuje
Bezpečné pokračovanie migrácie rýb z rybovodu: cca 60 m nad vtokom do vtokového objektu tlakového privádzača MVE. Rýchlosť pred vtokovým otvorom v priestore za predsunutým hradením proti vniknutiu plávajúcich nečistôt je $0,12 - \text{až} 0,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.	Bezpečné pokračovanie migrácie rýb z rybovodu: výstup rýb minimálne 10 m nad prepadosm vody.	Bezpečné pokračovanie migrácie rýb z rybovodu je v zmysle odporúčaní metodiky - vyhovuje
Priemerná profilová rýchlosť v štrbine rybovodu: priemerná nameraná rýchlosť v každej priechodovej štrbine bola od cca $1,22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do cca $1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.	Priemerná profilová rýchlosť prúdiacej vody v priechodovej štrbine medzi bazénmi pre lipňové pásmo je do $1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.	V každej priechodovej štrbine bola nameraná priemerná rýchlosť pod $1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ - vyhovuje
Meranie rozdielu hladín bolo merané pomocou GPS Leica a pohybuje sa od 0,15 m do 0,18 m.	Prevýšenie hladín, odporúčané pre lipňové pásmo $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pre bazénové typy rybovodov, je max. 17 cm.	Prevýšenia po zohľadnení veľkosti chyby merania pomocou GPS - vyhovujú
Šírka prietokovej štrbiny je 1,10 m.	Šírka štrbiny, odporúčaná pre lipňové pásmo $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pre bazénové typy rybovodov, je minimálne 0,5 m.	Šírky štrbiny - vyhovujú
Hĺbka prietokovej štrbiny – od 0,50 m do 0,80 m, priemerná je 0,65 m.	Hĺbka štrbiny, odporúčaná pre lipňové pásmo $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, bazénové typy rybovodov, je minimálne 0,4 m.	Hĺbky štrbiny - vyhovujú
Hĺbky namerané v rybovode pri prietoku $Q = 0,95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$: vtoková časť 1,0 m v hĺbočine pred vtokom, v bazénoch namerané hĺbky od 0,80m do 0,60 m.	Hĺbky, odporúčané pre lipňové pásmo $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, bazénové typy rybovodov, sú minimálne 0,4 m.	Hĺbky v bazénoch - vyhovujú
Šírky hladiny namerané v rybovode sú v hornej časti 5 m, od prepážky č. 5 sú šírky 4 m po oddychovú komoru,	Šírky, odporúčané pre lipňové pásmo $Q_a = 5 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, bazénový typ rybovodov, sú minimálne 4 m.	Šírky bazénov - vyhovujú

následne po ďalšiu oddychovú komoru sú 5 m.		
Dĺžka vodných bazénov je od 4,3 m do 8 m.	Dĺžky vodných bazénov, odporúčané pre lipňové pásmo pre $Q_a \geq 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, bazénové typy, sú minimálne 2 až 3 m.	Dĺžka vodných bazénov - vyhovuje
Výtok vody z rybovodu do Hrona - vstup pre ryby do rybovodu: namerané rýchlosti vo vzdialenosti 2 m od zaústenia rybovodu do Hrona sú od $0,67 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $1,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a prúd opúšťajúci rybovod má rýchlosť max. $1,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.	Zosilnenie alebo zoslabenie vábiacich signálov – ISO/DIS stanovil rýchlosť prúdu opúšťajúceho rybovod pre sladkovodné ryby na min. $0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Rýchlosti na výtoku - vyhovujú
Energia vody po utlmení v bazéne rybovodu pri priemernom prevýšení bazénov 0,18 m, je v bazénoch šírky 5 m a dĺžky 8 m do $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$, v bazénoch šírky 4 m popri MVE je $126 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ a v najmenšom bazéne pod štrbinou č. 6 je $193 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$. Prvý oddychový bazén od dolnej hladiny je vybudovaný po prekonaní prevýšenia hladín 1,55 m, druhý po prekonaní prevýšenia 1,64 m od prvého odd. bazéna a výstup (vtok) je vybudovaný od druhého odd. bazéna po prekonaní prevýšenia 1,64 m.	Energia vody po utlmení v bazéne rybovodu je odporúčaná pre lipňové pásmo $Q_a \geq 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, bazénový typ max. $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$, v oddychových komorách je táto hodnota max. $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$, oddychový bazén má byť umiestnený po prekonaní každých 2 výškových metrov.	Energia v bazénoch - vyhovuje Prevýšenia oddychových bazénov - vyhovujú

Merania v štrbine je potrebné vykonávať tak, aby bola dostatočne zmonitorovaná najmä najpomalšia prúdnicca - rýchlostné pole, v ktorom voda prúdi najpomalšie, pretože tadiaľ budú ryby plávať. To znamená, že vrtuľa je pri meraní umiestnená v dostatočnej vzdialenosti od štrbiny tak, aby sme zamerali najvyššiu rýchlosť najpomalšej prúdnicce. Toto miesto s najvyššou rýchlosťou v najpomalšej prúdnicke sa v závislosti od šírky štrbiny a veľkosti prevýšenia nachádza vždy v určitej vzdialenosti pod dolnou hranou tejto štrbiny (Obr. 216). VÚVH používa ako pomôcku predĺženie dolnej podpory meracej tyče (Obr. 217) dostatočne dlhé tak, aby pri opretí sa o dolnú hranu bola zabezpečená vzdialenosť vrtule od tejto hrany min. 6 cm. Táto podpera zároveň chráni vrtuľu pred prípadným poškodením pri kontakte s balvanitým dnom.



Obr.216 Schéma merania pod dolnou hranou štrbiny.



Obr. 217 Meracie zariadenie VÚVH.

P4.3. Ichtyologický monitoring funkčnosti rybovodu

Podľa článku 4.2. ichtyologický monitoring nie je nutný pri preferovaných celokorytových typoch spriechodnenia migračnej bariéry č. 1 a č. 2 (odstránenie bariéry alebo celokorytový bystrinný sklz), pokiaľ boli zrealizované podľa požiadavky súhrnnej tabuľky č. 2 z článku 3.3.6. Nie je nutný ani pri potokoch s $Q_a < 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

P4.3.1. Účel ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu

Ichtyologický monitoring migračnej priechodnosti rybovodu (typu 3 až 9) sa vykonáva s cieľom vyhodnotiť funkčnosť rybovodu pre cieľové druhy rýb, identifikovať prípadné problematické miesta stavby a pomôcť pri návrhu nápravných opatrení na ich odstránenie.

P4.3.2. Doba trvania ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu

Ichtyologický monitoring sa podľa článku 4.2. má začať vykonávať až po prvých dvoch rokoch prevádzky rybovodu. U dlhšie existujúcich migračných bariér, ktoré nedisponovali žiadnym spriechodnením, môžu mať ryby počas svojho života skúsenosť s nemožnosťou jej prekonania a zažité návyky bez hľadania migračného priechodu. Je preto potrebné rybám dať dost' času, aby sa dokázali počas týchto dvoch rokov oboznámiť s novou možnosťou prekonania bariéry. Mladé jedince, ktoré často sprevádzajú staršie jedince počas migračných ťahov, nemusia mať takúto skúsenosť, a môžu sa aktívne pokúšať prekonať migračnú bariéru napr. cez novovybudované spriechodnenie. Takúto možnosť môžu s postupom času objaviť aj staršie jedince.

Začiatok ichtyologického monitoringu by mal byť navrhnutý tak, aby bolo možné zaznamenať a vyhodnotiť všetky dôležité migračné ťahy rôznych druhov. Pre zachovanie objektivity vyhodnotenia je nutné zaznamenať viaceré opakované migračné ťahy. Z toho dôvodu sa odporúča dĺžka ichtyologického monitoringu po dobu 3 rokov pri väčších tokoch s $Q_a > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; minimálne 2 roky pri menších tokoch s $Q_a < 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Pokiaľ sa potvrdí priechodnosť pre všetky monitorované cieľové druhy rýb skôr, napr. už po prvom, alebo po druhom roku ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu, môže úrad životného prostredia monitoring ukončiť na návrh monitorujúceho ichtyológa.

Všeobecne platí, že ryby migrujú v podstate neustále - v reakcii na ponuku potravy a zmenu prostredia, ale v spriechodnení je ich možno najčastejšie a v najväčšej početnosti zastihnúť pred obdobím rozmnožovania, teda pri reprodukčných migráciách.

Ťahy rýb možno sledovať celoročne. Od konca zimy migruje štika, na jar mihule, hlavátka, lipeň, kaprovité, ostriežovité, sumcovité druhy, v lete kaprovité druhy s opakovaným neresom, na jeseň, od septembra do novembra, pstruh, začiatkom zimy mieň. Vo všeobecnosti sú najvýraznejšie migračné ťahy pozorovateľné od marca do júna, v závislosti od prietoku a teploty vody.

Optimálny je stav, kedy je monitoring spriechodnenia zaistený a jeho technické zariadenia sú v toku nainštalované asi mesiac pred očakávaným začiatkom migrácií: v prípade pstruha je to začiatok septembra, pri ostatných druhoch začiatok marca. Sú tak dostatočne zaznamenané podmienky, kedy ryby ešte nemigrujú a následne aj prahové hodnoty prostredia, kedy migrácia začne.

P4.3.3. Výber monitorovaných druhov rýb

Podľa článku [2.2.](#) odsek d) sa pre etapu projektovania a výstavby požaduje: osobitný zoznam druhov rýb, vhodných pre ichtyologický monitoring kvalitatívnej aj kvantitatívnej funkčnosti stavby, ktorý určí ichtyológ podľa článku [4.2.](#) a prílohy č. [P4.3.](#) tak, aby bol ich monitoring reálne uskutočniteľný a aj odborne reprezentatívny a pre prípadnú úpravu rybovodu výpovedný (pretože nie všetky cieľové druhy je technicky možné monitorovať).

Preto hneď na začiatku monitoringu uvedie ichtyológ tento zoznam monitorovaných cieľových druhov, vhodných pre monitoring, overujúci priechodnosť stavby - pre kvantitatívnu aj kvalitatívnu účinnosť stavby (či vybrané cieľové druhy, ktorých je možné označiť dostatočné množstvo, prešli cez stavbu v dostatočnej početnosti).

Dostatočnú početnosť určí ichtyológ pre každý kvantitatívne monitorovaný druh rýb na základe prílohy [P4.3.6.](#)

P4.3.4. Metódy odberu vzoriek a výber monitorovacích zariadení

Z predchádzajúceho postupu vyplýva, že až po spresnení zoznamu monitorovaných druhov rýb a možnosti ich odchyty, značenia a zaznamenávania, určí ichtyológ vhodnú metódu monitoringu.

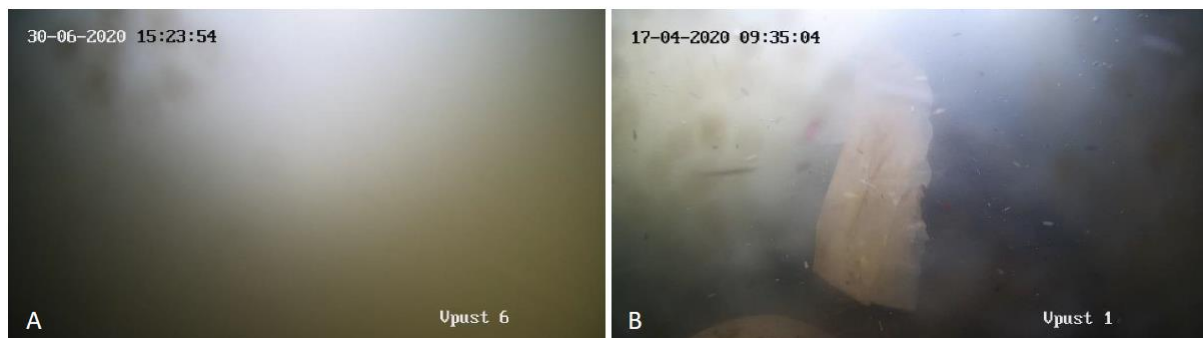
Metódy na vyhodnotenie funkčnosti rybovodov sa za posledné roky výrazne modernizovali. Pre potreby tejto metodiky popisujeme nasledujúce spôsoby ichtyologického overenia priechodnosti zložitejších typov spriechodnenia. Prehľad vhodných metód sa odvíja od veľkosti toku, teda od Q_a toku, ako aj jeho šírky. Stručný prehľad spolu s limitmi jednotlivých metód je uvedený v tabuľke č.. [23.](#) Zabezpečenie podmienok pre testovanie rybovodov predpokladá kalkuláciu nákladov do ceny celého projektu výstavby rybovodu.

P4.3.5. Výber monitorovacej metódy a monitorovacieho zariadenia

1. Kamerové systémy

Kamerové systémy patria k technickým zariadeniam, ktoré je možné využiť na kvalitatívne, len v prípade najkvalitnejších systémov aj na kvantitatívne monitorovanie rybovodu. Ich použitie v rámci monitoringu rybovodu je pomerne dosť limitované a samotné možnosti využitia kamerového systému závisia od konfigurácie a technického riešenia.

Technicky a konfiguračne jednoduchšie systémy nie sú vhodné, pretože nedokážu poskytovať video-záznam 24 hodín denne v takej kvalite, aby bolo možné presne identifikovať druhy rýb, ktoré migrujú aj v noci, resp. pri zhoršených svetelných podmienkach (napr. za šera alebo v zakalenej vode, Obr. 218).



Obr. 218: A – zákal vody znemožňujúci identifikáciu rýb, B – plávajúce predmety vo vode (Andreji, 2022).

Ďalší problém, ktorý majú tieto jednoduchšie kamerové systémy je ten, že v živinovo bohatších vodách sú náchylnejšie na zarastanie riasami, resp. sa na nich rýchlejšie usádzajú nečistoty a ich následné vyčistenie si pri zle navrhnutom systéme čistenia častokrát vyžaduje technickú odstávku rybovodu, čo je v čase monitorovania rybovodu nevhodné (Obr. 219 A - D).

Tieto nedostatky je možné do určitej miery eliminovať inštaláciou technicky a konfiguračne vyspelejších kamerových systémov s kvalitným softvérom na spracovanie videozáznamov, súčasne je však nutné technologicky zabezpečiť údržbu a čistenie kamier bez potreby odstávky rybovodu (napr. ľahké vyťahovanie kamier spod hladiny zo suchého brehu)



Obr. 219: A – nárazy na kamere znemožňujúce identifikáciu, B – spenená voda znemožňujúca identifikáciu, C – orientácia kamier proti svetlu znemožňujúca identifikáciu, D – technická údržba, ktorá na istý čas znefunkční objekt rybovodu (Andreji, 2022).

Celkovo sú kvalitné kamerové systémy vhodné na monitorovanie rybovodov vybudovaných na menších tokoch, s menším počtom monitorovaných cieľových druhov (ideálne 2 – 3 druhy), ktoré sa dajú jednoznačne identifikovať a na lokalitách, kde zákal vody trvá maximálne niekoľko hodín.

2. Vrše / kliecky

Použitie vrší a klieckov je ďalším technickým riešením, ktoré je možné využiť na monitorovanie rybovodu. Štandardne táto metóda slúži najmä na kvalitatívne vyhodnotenie funkčnosti rybovodu, teda či rybovodom prešli všetky druhy určené pre ichtyomonitoring. Pre kvantitatívne vyhodnotenie je potrebné skombinovať túto metódu so skupinovým značením rýb, ale samotnú efektivitu rybovodu je možné vypočítať len z celkového počtu označených rýb, **čo je metodický nesprávny postup, pretože takéto výsledky sú podhodnotené**. Z časového hľadiska je táto metóda veľmi náročná, pretože samotné použitie vrše alebo kliecky si vyžaduje projekčnú prípravu, výrobu na mieru a pomerne náročnú inštaláciu. Samotný monitoring je taktiež časovo i personálne náročný, nakoľko vyžaduje nepretržitú odbornú obsluhu, ktorá bude kontrolovať naplnenosť vrše a v prípade potreby bude migrujúce ryby zaznamenávať.

Rovnako ako predchádzajúca metóda, aj vrše a kliecky majú svoje **limity**: Dajú sa využiť len na jednosmerné monitorovanie rybovodu (spravidla proti prúdu). Technicky sa nedajú využiť

na monitorovanie malých druhov rýb (TL < 100 mm TL – *longitudio totalis* – celková dĺžka ryby od hlavy po koniec chvosta), ktoré dokážu prejsť okami vrše bez toho, aby boli zaznamenané. Monitorovanie rybovodu vršami sa z bezpečnostných dôvodov nedá realizovať počas povodňových stavov (nebezpečenstvo pre obsluhu) a na lokalitách, kde je vo vode veľa plavenín (lístie, tráva, plávajúce drevá, stromy a pod.), ktoré sa zachytávajú na vonkajšej konštrukcii vrše a môžu ju znefunkčniť (zníženie prietoku do rybovodu), poškodiť, prípadne až zničiť.

Monitoring vršou je vhodnou metódou na kvalitatívne monitorovanie menších tokov s menším počtom cieľových druhov rýb (ideálne 2 – 5 druhov). Na druhej strane, je však vhodnou doplnkovou metódou k PIT telemetrii všade tam, kde nie je možné z rôznych dôvodov označiť reprezentatívnu vzorku niektorého z cieľových druhov rýb.

3. PIT telemetria

Aktuálne najpoužívanejšia metóda ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodov, ktorá poskytuje v porovnaní s predchádzajúcimi metódami najviac údajov o migrujúcich rybách. Táto metóda je vhodná pre kvalitatívny aj kvantitatívny monitoring rybovodu.

Principiálne je táto metóda založená na označení rýb PIT značkami a inštalácii minimálne dvoch RFID antén (čítacích brán), v prúde nad dolným vstupom do rybovodu a na hornom výstupe z rybovodu. Z časového hľadiska ide taktiež o pomerne náročnú metódu predovšetkým z pohľadu značenia dostatočného počtu cieľových druhov rýb. Ryby sa za účelom značenia odlovujú najčastejšie počas neresových migrácií, kedy sú spravidla zvýšené prietoky, čo neumožňuje ich bezpečný odlov, a preto sa obdobie značenia rýb môže natiahnuť na 1 – 2 mesiace, v závislosti od počtu cieľových druhov. Do úvahy treba brať aj inú dobu reprodukcie toho-ktorého cieľového druhu ryby a teda aj iný termín neresovej migrácie.

Aj napriek tomu, že ide o najpoužívanejšiu metódu na monitorovanie funkčnosti rybovodov, nepatrí medzi univerzálne metódy a má aj svoje limity. Nakoľko ide o invazívnu metódu značenia rýb (implantácia PIT značiek do tela ryby), neodporúča sa značiť touto metódou malé jedince (TL < 100 mm). Na druhej strane, táto metóda na rozdiel od predchádzajúcich, umožňuje sledovať protiprúdovú aj poprúdovú migráciu rýb. Podrobne v prílohe [P4.3.8.](#)

4. Akustická a rádiová telemetria

Akustická a rádiová telemetria sa odporúča ako voliteľná metóda pri tokoch s $Q_a > 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a je nutná najmä na spriechodneniach, kde nie je možné využiť PIT-telemetriu (Tab. 24). Účelom akustickej alebo rádiovkej telemetrie je v takomto prípade identifikovať prekonanie spriechodnenia. Podrobný popis metód je v nasledujúcich prílohách [P4.3.8.1.](#) a [P4.3.8.2.](#)

Táto metóda má svoje uplatnenie aj pri ichtyologickom prieskume pred projektovaním komplikovaného spriechodnenia. Najmä pri širších tokoch môže vzniknúť potreba identifikovať takéto miesta, aby ichtyológ dokázal odporučiť najvhodnejšie umiestnenie dolného vstupu do rybovodu alebo horného výstupu z rybovodu. Účelom akustickej alebo rádiovkej telemetrie je v takomto prípade presne identifikovať miesta, v ktorých sa ryby pod bariérou zhromažďujú, prípadne či nájdu citeľnú prúdnicu v rozľahlej nádrži nad bariérou.

Implantáciu značiek môže vykonávať iba odborne spôsobilá osoba pre tieto účely.

P4.3.5.1. Technická príprava rybovodu

Pred samotným začatím monitoringu je potrebné v predstihu zabezpečiť všetky technické podmienky, najmä dokončiť akékoľvek plánované úpravy v rybovode:

- Skontrolovanie správneho nastavenia prietoku v rybovode, prípadne jeho obnovenie.
- Inštalácia potrebných zariadení v závislosti od zvolenej metodiky monitorovania rybovodu a ich správne umiestnenie, skúška a kalibrácia.

P4.3.5.2. Odber vzoriek rýb pre účely ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu

Podľa článku [4.3.](#): Ichtologický monitoring migračnej priechodnosti rybovodu (typu [3](#) až [9](#)) vykonáva ichtológ s cieľom vyhodnotiť funkčnosť rybovodu pre tie cieľové druhy rýb, ktoré boli navrhnuté ichtológom do osobitného zoznamu cieľových druhov, vhodných pre ichtologický monitoring kvalitatívnej aj kvantitatívnej funkčnosti stavby (podľa článku [2.4.d](#)).

Odber vzoriek rýb je možné vykonávať viacerými metódami. Pre účely ichtyologického monitoringu sa odporúča odoberať vzorky pod objektom bariéry. Pre rôznorodosť metód sa odporúča pri výbere vhodnej metódy postupovať podľa STN EN 14962: 2010 Kvalita vody. Pokyny na výber metód odberu vzoriek rýb. Najčastejšie však ide o odber vzoriek rýb pomocou elektrického lovného zariadenia (elektrického agregátu), ktoré je na takýto odber uspôsobené. V prípade odberu pomocou elektrického prúdu sa odporúča postupovať podľa normy STN EN 14011: 2004 Kvalita vody. Odber vzoriek rýb pomocou elektrického prúdu.

Vo vzorke rýb, ktorá bude použitá pre účely ichtyologického monitoringu priechodnosti rybovodu, musia byť zastúpené všetky ichtológom stanovené cieľové druhy rýb, vhodné na monitorovanie, v zmysle článku [2.2.](#) odsek d). Početnosť jednotlivých monitorovaných cieľových druhov určí ichtológ na základe správy z ichtyologického prieskumu.

Vo všeobecnosti, minimálny počet jedincov monitorovaného cieľového druhu, ktorý bude použitý na vyhodnotenie kvalitatívnej funkčnosti rybovodu, pri bežne početných druhoch, by mal byť minimálne na úrovni 30 – 40 ks; pri dravcoch, poprípade vzácných druhoch a pod. minimálne 10 – 15 ks. Minimálny počet jedincov cieľového druhu, ktorý bude použitý na vyhodnotenie kvantitatívnej funkčnosti rybovodu, by mal byť minimálne na úrovni 100 ks.

Vzorka musí byť dostatočne reprezentatívna a mala by podľa možností obsahovať rôzne veľkostné kategórie jedincov, ktoré reprezentujú štruktúru populácie v danom úseku toku. Hodnotenie výsledkov, ktoré obsahujú rôzne veľkostné kategórie, totiž môže napomôcť identifikovať potenciálne problematické miesta, ktoré napr. prekonajú väčšie a zdatnejšie jedince, no menšie alebo menej zdatnejšie jedince môžu mať problém ich prekonať (napr. kvôli silnému protiprúdu), alebo naopak, keď väčšie jedince miesto neprekonajú, napr. kvôli stiesneným pomerom.

P4.3.6. Vyhodnotenie účinnosti a funkčnosti rybovodu

Rybovod sa dá považovať za funkčný, ak ním dokázateľne prepláva každý cieľový druh ryby, bez významnej veľkostnej selekcie, a to v dostatočnej početnosti.

Za kvalitatívne funkčný rybovod sa považuje taký rybovod, ktorého celú trasu dokázateľne prepláva každý monitorovaný cieľový druh rýb, najmä jeho pohlavne dospelé jedince.

Za optimálne kvantitatívne funkčný rybovod sa považuje taký rybovod, ktorým prepláva každý monitorovaný cieľový druh bez významnej veľkostnej selekcie, a v dostatočnej početnosti, primeranej druhu ryby.

Dostatočnú početnosť zhodnotí ichtológ počas ichtyomonitoringu účinnosti rybovodu.

Optimálna kvantitatívna priechodnosť rybovodu sa podľa literatúry uvádza na úrovni minimálne 70 %. To znamená, že celú trasu funkčného rybovodu (vrátane výstupného otvoru) by malo dokázateľne prekonať minimálne 70 % označených jedincov, ktoré preplávali dolnou bránou PIT-telemetrie (pre percentuálne hodnotenie kvantity je prípustná len metóda PIT-telemetrie).

*Ak je kvantitatívna účinnosť rybovodu nížšia ako 70 %, rybovod **nie je dostatočne funkčný** - vtedy je potrebné určiť a v správe z monitoringu jasne uviesť príčiny zníženej účinnosti a uložiť vlastníkovi vodnej stavby rybovodu tieto zistené nedostatky odstrániť.*

Podľa získaných výsledkov by mal ichtyológ odporučiť uviesť alebo neuviesť dielo do prevádzky.

P4.3.6.1. Vyhodnotenie pomocou kamery

Vyhodnotenie prebieha analýzou kamerových záznamov z minimálne dvoch kamier inštalovaných na vstupe do rybovodu a výstupe z rybovodu. Metóda je vhodná na určenie kvalitatívnej funkčnosti rybovodu, teda potvrdenie, či rybovodom dokáže preplávať každý cieľový druh bez výraznej veľkostnej selektivity.

Len pri použití komplexnejších kamerových systémov (napr. VAKI Riverwatcher) s infračerveným skenovaním, počítaním rýb, meraním ich veľkosti, zaznamenávaním videa, resp. zhotovením fotografie každej migrujúcej ryby, zaznamenávaním teploty vody, typu migrácie (proti prúdu / po prúde), identifikácie druhu ryby, pohlavia, pôvodu ryby (z voľnej prírody/farmy) a pod., je možné tieto kamerové systémy využiť aj na kvantitatívne monitorovanie funkčnosti rybovodu, v kombinácii s hromadným značením rýb, prípadne PIT značkami, keďže niektoré modely majú v sebe zabudovanú RFID anténu. V takomto prípade je pre potreby vyhodnotenia kvantitatívnej funkčnosti rybovodu možné použiť spôsob popísaný v bode [P4.3.6.3](#).

V prípade tokov s $Q_a 2 - 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je možné hodnotiť kvantitatívnu efektivitu rybovodu len za predpokladu, že predrealizačný ichtyologický prieskum bol vykonaný na troch lokalitách (v mieste výstavby, nad miestom výstavby a pod miestom výstavby) metódou viacnásobného prelovenia. V tom prípade sa za základ berie priemerná hodnota abundancie cieľových druhov rýb z troch lokalít zistená v predrealizačnom ichtyologickom prieskume, k počtu druhov rýb zaznamenaných kamerami počas monitoringu rybovodu.

Vyhodnotenie kvantitatívnej účinnosti rybovodu: Počíta sa ako podiel rýb, ktoré boli zaznamenané všetkými kamerami a rýb, ktoré boli zistené v predrealizačnom ichtyologickom prieskume (rovnica [50])

$$N(p) = \frac{F(k)}{F(ip)} \times 100 \quad [50]$$

Kde:

$N(p)$ – účinnosť rybovodu (%),

$F(k)$ – počet rýb, ktoré prekonal celú trasu rybovodu a boli zaznamenané všetkými kamerami,

$F(ip)$ – počet rýb, ktoré boli zaznamenané počas predrealizačného ichtyologického prieskumu.

P4.3.6.2. Vyhodnotenie účinnosti pomocou vrše / kliecky

Výsledkom vyhodnotenia je predovšetkým kvalitatívna funkčnosť rybovodu – teda či všetky cieľové druhy bez veľkostnej selekcie dokážu prekonať rybovod. Ak sa vrše používajú ako doplnkové metódy k PIT telemetrii, ichtyológ zhodnotí z kvalitatívneho hľadiska, či vzácne druhy, ktoré nemožno označiť, dokážu rybovod prekonať.

Metóda dokáže poskytnúť len menej presné údaje o kvantite migrujúcich rýb – dá sa zistiť a odborne zhodnotiť iba absolútna početnosť rýb, ktoré prekonal rybovod za jednotlivé časové intervaly medzi kontrolami, a absolútnu početnosť celkovo za celý čas monitoringu.

(Vysvetlenie: Pri vrši totiž nemáme pre percentuálne hodnotenie základný porovnávací údaj, koľko označených rýb vplávalo do prúdu na dolnom vstupe do rybovodu, preto nemáme s čím porovnať počet rýb z vrše. Nemôžeme to porovnať ani so všetkými rybami označenými a pustenými do rieky, lebo tie nemuseli k rybovodu ani doplávať, a to z prirodzených dôvodov, nie vinou rybovodu.)

Ichtyológ môže tiež porovnať absolútne počty rýb zachytených vo vrši s absolútnymi počtami rýb z vrší iných rybovodov, pokiaľ také monitoringy boli vykonané (musí však zohľadniť všetky odlišnosti monitoringov – lokálne aj metodické...).

V prípade tokov s $Q_a 2 - 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je možné hodnotiť kvantitatívnu efektivitu rybovodu len za predpokladu, že predrealizačný ichtyologický prieskum bol vykonaný na troch lokalitách (v mieste výstavby, nad miestom výstavby a pod miestom výstavby) metódou viacnásobného prelovenia. V tom prípade sa za základ berie priemerná hodnota abundancie cieľových druhov rýb z troch lokalít zistená v predrealizačnom ichtyologickom prieskume, k počtu cieľových druhov rýb zaznamenaných vo vrši počas monitoringu rybovodu.

Vyhodnotenie kvantitatívnej účinnosti rybovodu: Počíta sa ako podiel rýb, ktoré boli zaznamenané vo vrši a rýb, ktoré boli zistené v predrealizačnom ichtyologickom prieskume (rovnica [51])

$$N(p) = \frac{F(v)}{F(ip)} \times 100 \quad [51]$$

Kde:

$N(p)$ – účinnosť rybovodu (%),

$F(v)$ – počet rýb, ktoré boli zaznamenané vo vrši,

$F(ip)$ – počet rýb, ktoré boli zaznamenané počas predrealizačného ichtyologického prieskumu.

P4.3.6.3. Vyhodnotenie účinnosti pomocou PIT telemetrie

Pri vyhodnotení sa odporúča postupovať v súlade s normou STN EN 17233: 2021 Kvalita vody. Pokyny na hodnotenie účinnosti a súvisiacich metrických rybovodov pomocou telemetrie.

Základné rozmiestnenie dvoch antén pri telemetrických štúdiách býva spravidla pri dolnom vstupe do nezavzdutej prúdiacej časti rybovodu a pri hornom výstupe z rybovodu. Takýmto rozmiestnením možno zodpovedať základné otázky o rybovode. V praxi sa odporúča dolnú anténu neinštalovať hneď na začiatku vstupu do rybovodu, ale vyššie v rybovode, napríklad na úrovni hladiny tzv. dolnej vody Q_{30} alebo v dolnej tretine rybovodu z dôvodu, aby v čase zvýšených vodných stavov nebola dolná anténa pod vodou a ryby by tak dokázali migrovať rybovodom bez toho, aby ich dolná anténa zaznamenala.

Vyhodnotenie kvalitatívnej funkčnosti rybovodu: Rybovod dokáže prekonať ten druh ryby, ktorý bol zaznamenaný pri preplávaní dolnou anténou a v relevantnom čase aj pri preplávaní hornou anténou.

Vyhodnotenie kvantitatívnej funkčnosti rybovodu: Počíta sa ako podiel rýb, ktoré prekonali rybovod po celej jeho trase a rýb, ktoré vplávali do prúdu rybovodu nad dolnou anténou (rovnica [52]):

$$N(p) = \frac{F(ex)}{F(en)} \times 100 \quad [52]$$

Kde:

$N(p)$ – účinnosť rybovodu (%),

$F(ex)$ – počet rýb, ktoré prekonal rybovod po celej jeho trase - boli zaznamenané na dolnej i hornej anténe,

$F(en)$ – počet rýb, ktoré vstúpili do prúdu rybovodu - boli zaznamenané na dolnej anténe.

Ako už bolo vyššie uvedené, táto metóda poskytuje najviac údajov o migrácií rýb. Okrem už vyššie uvedeného zistenia účinnosti rybovodu, údaje získané PIT-telemetriou možno využiť aj nasledovne:

- dáta z dolnej antény možno interpretovať ako približnú atraktivitu vstupu do rybovodu (koľko označených rýb nájde vstup – po zohľadnení mortality, povodňových a iných strát),
- keďže telemetrické systémy zaznamenávajú aj časové relácie, štatistickým vyhodnotením PIT-telemetrie je možné získať z dát aj informácie o protiprúdovej a poprúdovej migrácii, o počte pokusov pri prekonaní rybovodu, o čase strávenom prekonaním rybovodu, o opakovanom prekonaní rybovodu a pod.,
- doplnením údajov o veľkostné dáta, je možné získať údaje o veľkostnej selektivitě rybovodu,
- pri konkrétnej vizuálnej alebo hydrometrickej identifikácii problémových zrýchlených, turbulentných alebo stiesnených miest v rybovode.

Tabuľka č. 23: Prehľad metód a zariadení ichtyologického monitoringu migračnej priechodnosti rybovodov a ich limity

Odporúčané metódy	Limity	Invazívnosť	Poznámka
Kamerové systémy	Funkčnosť je limitovaná priehľadnosťou vody. Pri veľkom počte podobných druhov nemusí byť možné spoľahlivo druh určiť. Význam majú len kvalitné systémy s jednoducho vyriešeným čistením.	NIE	Vhodné pre menšie toky, s malým počtom cieľových druhov, ktoré sú na zázname jednoducho a jednoznačne identifikovateľné. Je nevyhnutná neustála údržba – čistenie kamerových systémov.
Vrš /Klietka	Poskytuje predovšetkým kvalitatívne vyhodnotenie druhov rýb a veľkostnej selekcie. Kvantitatívne poskytuje iba dáta o absolútnej početnosti rýb, ktoré prekonal rybovod. Osadenie vrše a jej obsluha sú technicky, časovo i personálne náročné. Neumožňuje monitoring počas zvýšených vodných stavov a malých rýb (TL < 100 mm).	NIE	Vhodná pre menšie toky s nižším počtom druhov. Monitoring by mal trvať počas migračnej sezóny cieľových druhov rýb. V prípade väčších tokov ide o vhodnú doplnkovú metódu na zachytenie tých cieľových druhov väčších ako TL = 100 mm, ktoré nie je možné vyhodnotiť pomocou telemetrických metód (napr. z dôvodu nemožnosti ich značenia).
PIT Telemetria	Nútnosť značiť ryby s veľkosťou TL > 100 mm.	ÁNO	Vhodná pre väčšinu tokov. Implantácia značiek je druhovo aj veľkostne špecifická. Pracovník musí disponovať zodpovedajúcim certifikátom o zručnostiach v oblasti značenia. Priestor pre osadenie antén je potrebné vymedziť už v projektovej fáze rybovodu.
Akustická / Rádiová telemetria	Nútnosť značiť iba väčšie jedince rýb, v závislosti od typu vysielačky (hmotnosť vysielačky nesmie presahovať 3 % z hmotnosti značenej ryby).	ÁNO	Pre účely monitorovania spriechodnenia je vhodná najmä na veľkých spriechodneniach, kde nie je vhodné využiť PIT-telemetriu. Pred projektovaním spriechodnenia je vhodná najmä pre identifikáciu miest pod bariérou, v ktorých sa zdržiavajú ryby. Na základe výsledkov je možné odporučiť, napr. vhodné umiestnenie dolného vstupu do rybovodu alebo horného výstupu z rybovodu do veľkej nádrže. Implantáciu značiek môže vykonávať iba odborne spôsobilá osoba pre tieto účely, <u>ktorá má potvrdenie o úspešnom absolvovaní kurzu na túto činnosť.</u>

Tabuľka č. 24: Vhodnosť metód ichtyologického monitoringu migračnej priechodnosti rybovodov podľa veľkosti toku

Typ toku	Kvalitné kamerové systémy	Vrš / Klietka	PIT Telemetria	Akustická / Rádiová telemetria
toky s Q_a pod $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ *1)	-	-	-	-
toky s Q_a 2 – $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ *2)	V	V	V	-
menšie toky s Q_a 5 – $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ *3)	V	V	V / P	-
väčšie toky s Q_a 20 – $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ *4)	V	V	P	-
veľké toky s $Q_a > 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, so šírkou toku < 100 m *5)	V	-	P	V
veľké toky s $Q_a > 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, so šírkou toku > 100 m *6)	V	-	P	V

Vysvetlivky:

P – povinná metóda

V – voliteľná metóda

V / P – Voliteľná metóda na tokoch od Q_a 5 – $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pri maximálnom počte monitorovaných druhov do 3 / **Povinná metóda na tokoch od Q_a 10 – $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$**

*1) Pre malé toky nie je povinný ichtyologický monitoring.

*2) Menšie riečky (napr. Vlára, horné úseky Kysuce, Turca, Nitra nad Novákmi, Biela Orava, Bebrava pod Bánovcami, Nitra pod Vestenicami, Hron nad Polomkou, Revúca v Ružomberku, Ipeľ nad Veľkou nad Ipľom, Rimava nad Rimavskou Sobotou, Slaná od Rožňavy po Vlachovo, Hornád nad Spišskými Vlachmi, Torysa nad Prešovom, Topľa od Giraltoviec po Bardejov, horná Ondava, horný Laborec pod Medzilaborcami).

*3) Menšie rieky (napr. dolná Kysuca, dolný Turiec, stredná Orava, Belá, stredná Nitra pod Novákmi, Hron pod Polomkou po Brusno, stredný Ipeľ pod Lučencom až po Ipeľský Sokolec, Rimava pod Rimavskou Sobotou, Slaná pod Rožňavou, stredný Poprad nad Orlovom, stredný Hornád pod Spišskými Vlachmi, dolný Hniliec pod Mníškom nad Hnilcom, Torysa pod Prešovom, Topľa pod Giraltovcami, stredná Ondava, stredný Laborec).

*4) Väčšie rieky (napr. Malý Dunaj, dolná Nitra, dolná Orava, Váh od Kraľovian po Liptovský Hrádok, stredný Hron od Brusna po VN Veľké Kozmálovce, dolný Ipeľ pod Ipeľským Sokolcom, Slaná pod Tornaľou, Poprad pod Orlovom, dolný Hornád, dolná Ondava, Laborec nad sútokom s Uhom, Uh, Latorica nad sútokom s Laborcom).

*5) Veľké nížinné rieky so šírkou toku < 100 m (Morava, Hron, Laborec, Latorica, Bodrog).

*6) Veľké nížinné rieky so šírkou toku > 100 m (Dunaj, Váh pod VD Selice, pod VD Kráľová, pod haťou Trenčianske Biskupice...).

Poznámka: Skupinové a individuálne značenie (napr. alfa tagy a elastomery) je možné použiť len v kombinácii s vršou, klietkou alebo kamerovými systémami, aby nedošlo k negatívnemu skresleniu výsledkov pri vyhodnocovaní.

P4.3.7. Podrobnejšia charakteristika preferovaných telemetrických systémov

V súčasnosti existuje viacero výrobcov, ktorých produkty nie sú plne kompatibilné (napr. môže sa stať, že značka od výrobcu č. 1 nezachytí snímacie zariadenie od výrobcu č. 2). Pri hodnotení viacerých navzájom závislých bariér je nevyhnutné, aby boli monitorovacie zariadenia medzi sebou kompatibilné. Naznačené ryby totiž môžu mať tendenciu migrovať aj cez viacero bariér. V prípade nekompatibilných systémov sa takáto cenná informácia o migračných ťahoch, ako aj priechodnosti bariér, stratí.

Telemetrické systémy umožňujú sledovať pohyb rýb pomocou vysielačiek, ktoré majú buď vlastný zdroj energie, alebo vyšlú signál v prípade, že sú aktivované blízkosťou elektromagnetického poľa. V prípade akustickej a rádiovkej telemetrie ide o značky s vlastným zdrojom a teda obmedzenou životnosťou batérie. Vo väčšine prípadov ide pri telemetrických systémoch o automatizované zariadenia, ktoré sú pri adekvátnej údržbe schopné nepretržitej prevádzky. To znamená, že po správnom nastavení systému je možné monitorovať vybrané úseky bez časového výpadku. Avšak aj telemetrické systémy majú určité obmedzenia vyplývajúce najmä z fyzikálnych zákonov. Spracovanie údajov z telemetrických systémov si taktiež vyžaduje určitú mieru odbornosti v oblasti štatistického spracovania údajov. Nakoľko väčšina telemetrických značiek sa implantuje priamo do tela ryby, ide o invazívnu metódu. Personál preto musí byť vyškolený a značky smie do tela ryby implantovať iba odborne spôsobilá osoba pre tieto účely, ktorá má potvrdenie o úspešnom absolvovaní kurzu na túto činnosť.

Pre veľké toky alebo nádrže s hĺbkou bežne presahujúcou 5 m sa odporúča akustická telemetria. Pre stredné toky s hĺbkou do 5 m sa odporúča rádiová telemetria, ktorá je menej nákladná ako akustická telemetria.

Pre väčšinu tokov na území Slovenska však postačuje PIT – telemetria. Výber vhodnej metódy prípadne ich kombinácie však závisí od nastavenia cieľov pri ichtyologickom monitoringu.

P4.3.8. PIT – telemetria

Telemetria pomocou pasívnych integrovaných transpondérov (PIT) je metóda, ktorá umožňuje spoľahlivo zachytiť vopred označených jedincov čítacím zariadením (anténou), umiestneným na vstupe do aj výstupe z rybovodu. V prípade PIT telemetrie ide o značky v rybách. Pri vstupe značky do elektromagnetického poľa antény sa značka nabije elektrickou energiou, ktorá je následne využitá pre vyslanie signálu. Signál je v tomto prípade zaznamenávaný anténou, ktorá je stacionárna. Všetky údaje sa uchovávajú v zaznamenávacom zariadení na brehu. Značky sú štandardne v sklenenej kapsule a sú relatívne malé, preto je nimi možné značiť širokú veľkostnú škálu rýb. Implantácia značiek do jedincov je zároveň menej náročná v porovnaní s rádiovou alebo akustickou telemetriou. Značky v tomto prípade nedisponujú žiadnou batériou, čo zaručuje neobmedzenú životnosť.

Pri tomto type telemetrie je nutné zohľadniť správne rozostavenie stacionárnych antén tak, aby výsledky monitoringu zodpovedali otázkam priechodnosti rybovodu. Hornú anténu je potrebné umiestniť na hornom konci rybovodu, teda v mieste, kde už ryba prekonala celý zrýchlený protiprúd rybovodu – pri takomto osadení bude zaznamenanie ryby anténou nespochybniteľne znamenať aj prekonanie migračnej bariéry. Dolnú anténu je najvhodnejšie umiestniť v dolnej tretine úseku rybovodu, avšak nad dosahom sezónneho vzdušného tlaku (najvhodnejšie počas Q_{30}).

Okrem správneho rozostavenia antén v objekte rybovodu je nutné tieto zariadenia aj správne nakalibrovať. Žiaden výrobca neodporúča osadzovanie antén na kovový rám. Kov v okolí antény totiž výrazne zvyšuje elektromagnetický šum a tým znižuje dosah generovaného elektromagnetického poľa a zvyšuje šancu, že značená ryba nebude zaznamenaná. V prípade monitorovania pomocou PIT telemetrie je preto nutné myslieť na tento fakt už vo fáze

projektovej prípravy. V spolupráci s projektantom je možné navrhnúť alternatívne riešenia pre ukotvenie brány z trváceho materiálu, ktorý nebude mať zásadný vplyv na výkon antény.

Obrovskou výhodou tejto metódy je fakt, že správne nastavený dizajn dokáže zodpovedať otázky priechodnosti rybovodom. Značky sú malé, trváce a je nimi možné značiť širokú paletu veľkostného spektra rýb ($TL > 100$ mm). Nevýhodou je, že antény, ktoré generujú elektromagnetické pole, musia byť osadené v zúžených miestach a ich správna kalibrácia môže byť náročná v závislosti od použitého materiálu pri stavbe rybovodu.

P4.3.8.1 Rádiová telemetria

Rádiová telemetria je vhodným nástrojom pre prostredie, kde hĺbky bežne nepresahujú 5 m, šírka koryta nepresahuje 100 – 200 m, a ktoré bežne nemá vysokú vodivosť. Nakoľko signál na úrovni rádiových vln sa lepšie šíri vzduchom ako vodou, tento fakt je pri výbere vhodnej metódy potrebné zohľadňovať. Tento typ telemetrie funguje na báze snímania jednej rádiovkej frekvencie. Použitie iba jednej frekvencie znižuje možnosť "prehliadnutia" niektorých označených jedincov, pretože prijímač neustále prehľadáva len jednu frekvenciu. Podobne ako u ostatných telemetrických metód, aj u tejto metódy dochádza k implantácii značky do tela ryby. Z toho dôvodu ide aj v tomto prípade o invazívnu metódu značenia.

Z hľadiska náročnosti a nákladnosti je metóda jednoduchšia ako akustická telemetria. Rádiové prijímače sa rozostavujú podľa odporúčaní výrobcu alebo podľa cieľa monitorovania na brehoch toku a nemusia byť ponorené vo vode. Napájanie prijímačov sa v súčasnej dobe dá riešiť aj solárnymi kolektormi. Podobne ako pri akustickej telemetrii, aj rádiové vysielacie disponujú batériou s obmedzenou životnosťou. Rovnako aj pri tejto metóde je možné ryby aktívne vyhľadávať. Vzhľadom na moderné technológie je napríklad možné pri aktívnom vyhľadávaní rýb využiť aj dron s pripevneným snímačom. Operátor tak môže ryby v toku vyhľadávať priamo z brehu, bez nutnosti využitia člna.

P4.3.8.2 Akustická telemetria

Akustická telemetria je založená na vysielaní akustického signálu značkou s aktívnym zdrojom energie a jeho prijímaní akustickým prijímačom. Nakoľko akustický signál sa vo vode šíri podobne ako svetlo, so vzdialenosťou značky signál slabne. Dosah akustickej telemetrie je však vďaka fyzikálnym zákonom dostatočne dlhý v prípade, že nenarazí na prekážku. To robí tento typ monitorovania vhodný do veľkých tokov alebo nádrží, kde hĺbka vody bežne prevyšuje 5 m. Snímacie zariadenia – hydrofóny sa v takomto prípade rozmiestňujú do vody v pozíciách podľa odporúčaní výrobcu alebo podľa cieľa monitorovania. Výhodou je najmä možnosť získať informácie o pohybe, ako aj pozícii, jednotlivých značených rýb v toku pod migračnou bariérou alebo v nádrži nad ňou. Tieto informácie môžu byť zohľadnené napríklad pri vyhodnocovaní atraktivity a vábiacich signálov z rybovodov. Zároveň existuje možnosť aktívne sledovať alebo vyhľadávať značené jedince pomocou špecializovaného hydrofónu pripevneného na čln. Pri správnom rozostavení snímačov dokáže systém presne určiť pozíciu značeného jedinca v toku. Pri akustickej telemetrii existuje aj pomerne široká paleta značiek s rôznymi senzormi, ktoré môžu poskytnúť dodatočné dôležité informácie (napr. senzor snímania tlaku vody, senzor teploty vody).

Nevýhodou akustickej telemetrie je jej finančná náročnosť a náročná implantácia značky do tela ryby. Značky majú aj obmedzenú životnosť batérie a po jej uplynutí značka prestane vydávať signál. Ako nevýhodu možno vnímať aj fakt, že akustické vysielачky je možné implantovať iba do tiel väčších jedincov rýb (hmotnosť vysielачky nesmie presahovať 3 % z hmotnosti značenej ryby).

Použitá literatúra

- ATV-DVWK, 2004. *Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen: Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle*. ATV-DVWK Themen. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Hennef-Deutschland, M-501.
- BEGON, M., J. HARPER a C. TOWNSEND, 1997. *Ekologie: jedinci, populace a spoločenstva*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého.
- BHELKE, C., 1991. *Power and Energy Implication of passage Structures for fish*. [online]. In: *American Fisheries Society, Symposium 10*, s. 289-298
- BONE, Q. a N. B. MARSHALL, 1985. Osmoregulation und Ionenbalance Biologie der Fish. In: *Stuttgart. Fisher*, 96-117.
- BRACHTL, I. a K. TAUS, 1962. *Súčinitele drsnosti otvorených kanálov*. Bratislava: Výskumný ústav vodohospodársky.
- CAROL, J., L. Zamora a E. García–Berthou, 2007. Preliminary telemetry data on the movement patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro, Spain. *Ecology of Freshwater Fish* **16**, 450–456.
- CIRIA, CIR, CETMEF (kolektív autorov) 2012 [online] Rock manual. The use of rock in hydraulic engineering. 2nd edition. Chapter . Publication CIRIA C683. 1253 s. Dostupné 22.8.2023
<https://www.kennisbank-waterbouw.nl/DesignCodes/rockmanual/BWchapter%203.pdf>
- CLAPP, D. F., R. D. Clark a J. S. Diana, 1990. Range, activity, and habitat of large, free–ranging brown trout in a Michigan stream. *Transactions of the American Fisheries Society*. **119**, 1022–1034.
- COWX, I. G. a R. L. WELCOMME, 1998. Habitat requirements of fish. In: COWX, I. G. a R. L. WELCOMME, eds. *Rehabilitation of rivers for fish: study of the European Inland Fisheries Advisory Commission*. Oxford: Fishing News Books, Blackwell science Ltd, 10–44.
- ČUBANOVÁ, L., 2009. *Riešenie hydraulických problémov biokoridorov na vodných stavbách a metodika ich návrhu*. Bratislava: Slovenská technická univerzita. ISBN 978-80-227-3121-8.
- ČUBANOVÁ, L., 2009a. Štetinový rybí priechod: kompromis medzi technickými a prírodnými rybovodmi. *Vodohospodársky spravodajca*. **52**(1-2), 25-27. ISSN 0322-886X.
- DRUGA, V., 2014. Spriechodňovanie bariér na tokoch. In: *Metodická príručka pre posudzovanie, navrhovanie a monitorovanie rybovodov*. Bratislava : Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, 2014. 74 s. ISBN 978-80-89310-76-0.
- DWA, 2006. *DWA – Themen: Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen / Auswertung durchgeführter Untersuchungen und Diskussionsbeiträge für Durchführung und Bewertung*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. ISBN 978-3-939057-36-9.
- DWA, 2009. *Themen WW. Naturnahe Sohlengleiten*. ISBN 978-3-941089-34-1.
- DWA – M 509, 2014. *Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Quedlinburg. ISBN 978-3-942964-91-3.

Fish passes - design, dimensions and monitoring, 2002 [online]. Rome: DVWK. ISBN 3-89554-027-7. Dostupné 22.8.2023. <http://www.fao.org/docrep/010/y4454e/y4454e00.HTM>

FISCHER, G., 1978. Riečne zóny podľa: ILLIES, J. *Limnofauna Europaea*. Stuttgart, Verlag *Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen: Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle*. Hennef: ATV-DVWK. ISBN 3-934063-91-5.

Fishways - an assessment of their development and desing, 1985 [online]. Final project. report. Part 3 of 4. Washington: State University Department of Civil and Enviromental Engineering.

GROFÍK, R. a P. FLAK, 1990. *Štatistické metódy v poľnohospodárstve*. Bratislava: Príroda.

GOWAN, C. et al., 1994. Restricted movement in resident stream salmonids: a paradigm lost? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **51**, 2626–2637.

GOWAN, C. a K. D. Fausch, 1996. Mobile brook trout in two high–elevation Colorado streams: reevaluating the concept of restricted movement. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **53**, 1370–1381.

Handbuch Querbauwerke, 2005 [online]. Düsseldorf: Ministerium für Umwelt- und Naturschutz Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Lands, Nordheim-Westfalen. ISBN 3-9810063-2-1. Dostupné: 22.8.2023
https://igsvtu.lanuv.nrw.de/vtu/doc.app?USER_ID=357&DATEI=7/dokus/76006.pdf

HÁNOVÁ, K. et al., 2011. *Studie proveditelnosti průchodnosti migračních překážek na vodních tocích povodí Vltavy*.

HAEVEY, B. C. a J. R. Nakamoto, 1999. Diel and seasonal movements by adult Sacramento pikeminnow (*Ptylocheilus grandis*) in the Eel River, northwestern California. *Ecology of Freshwater Fishes*. **8**, 209–215.

HARTVICH, P. a S. LUSK, 2000. Ichtyofauna a migračni průchodnost řeky Otavy. In: *Biodiverzita ichtyofauny České republiky (III): materiály z konference*. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, s. 63-70. ISBN 80-23-5659-6.

HASSINGER, R., 2009. *Borsten-Fischpässe und Fisch-Kanu-Pässe: Beschreibung des Standes der Technik*. Bericht der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau. Universität Kassel.

HASSINGER, R., 2016 [online] Der Fisch-Kanu-Pass - Kombination von Fischaufstieg und Bootspassag Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau, Universität Kassel Dr.-Ing. R. Hassinger (Mitglied in der WVC Kassel, dem HKV und dem DK; Dostupné 22.8.2023.
www.kanu.de/go/dkv/_ws/mediabase/downloads/freizeit/gewaesser/Hassinger_DKV_FKP_2016.pdf

HAŠKOVÁ, L., 2007. *Riešenie hydraulických problémov biokoridoriov na vodných stavbách a metodika ich návrhu*. Dizertačná práca. Bratislava: SvF STU.

HESTHAGEN, T., 1988. Movements of brown trout, *Salmo trutta*, and juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a coastal stream in northern Norway. *Journal of Fish Biology*. **32**, 639–653.

HOLČÍK, J., 1998. *Ichtyológia*. Bratislava: Príroda.

HOLČÍK, J. a K. HENSEL, 1972. *Ichtyologická příručka*. Bratislava: Obzor.

HORKÝ, P., O. SLAVÍK a L. Bartoš, 2008. A telemetry study on the diurnal distribution and activity of adult pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), in a riverine environment. *Hydrobiologia*. **614**, 151–157.

HORKÝ, P. a kol., 2010. *Studie migrace ryb přes kartáčové rybí přechody na řece Sázavě*. Zpráva pro MŽP ČR. Praha: VÚV TGM v.v.i.

ILLIES, J. a L. BOTOSANEANU, 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Verein. theor. und angew. Limnologie* **12**, 1-57.

IUCN, 1995: *IUCN Red List Categories*. Prepared by IUCN Species Survival Commission.

JEDLIČKA, L., 1995. Sozologický zoznam flóry a fauny Slovenska. In: L. JEDLIČKA, ed. *Stav biologickej diverzity v Slovenskej republike: štúdia projektu RVT 20-517-03: Ekosozologický výskum a manažment ohrozených druhov organizmov*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia.

JEDLIČKA, L., 1995. *Stav biologickej diverzity v Slovenskej republike: štúdia projektu RVT 20-517-03: ekosozologický výskum a manažment ohrozených druhov organizmov*. Bratislava (deponovaná na MŽP SR).

JENS, G. et al., 1997. *Fischwanderhilfen: Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen*. Friedberg: Verband Deutscherfischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler.

JENSEN, A. J. a P. AASS, 1995. Migration of a fast-growing population of brown trout (*Salmo trutta* L.) through a fish ladder in relation to water flow and temperature. *Regulated Rivers—Research and Management*. **10**, 217–228.

JONSSON, N, 1991. Influence of Water Flow, Water Temperature and Light on Fish Migration in Rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research*. **66**, 20–35.

Julien, P.Y. (2018): *River Mechanics*. Cambridge University Press; 2nd edition, ISBN: 978-1107462779

KOLBINGER, A., 2002. *Fischbiologische Kartierung der Durchgängigkeit niederbayerischer Fließgewässer*. München: Landesfischereiverband Bayern. ISBN 3-8289-1659-7.

KOVÁČ, V., 2008. *Dopracovanie metodiky stanovenia ekologického stavu vôd podľa rýb*. Závěrečná správa. Bratislava: AQ-BIOS.

KUBEČKA, J. a A. Duncan, 1998. Diurnal changes of fish behaviour in a lowland river monitored by a dual-beam echosounder. *Fisheries Research* **35**, 55–63.

KULÍŠKOVÁ, P. et al., 2009. Factors influencing movement behaviour and home range size in ide *Leuciscus idus*. *Journal of Fish Biology*, **74**, 1269–1279.

LADIGES, W. a D. VOGT, 1979. *Die Sullwasserfische Europas*. 2. Aufl., Hamburg und Berlin: Parey-Verlag, 1979.

LAIHO, D. "Session A6- Mannings "n" roughness characteristic occurring in semi-smooth turbulent flow of nature-like fishways" (2011). [online] International Conference on Engineering and Ecohydrology for Fish Passage. 28. dostupné 24.5.2023 z https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=fishpassage_conference

- LARINIER M., J. P. PORCHER, F. TRAVADE a C. GOSSET, 1994. *Passes à poissons: expertise, conception des ouvrages de franchissement*. Paris: Conseil supérieur de la pêche. ISBN 2-11-088083-X.
- LARINIER M. et al., 2002. Fish ways: biological basis, design criteria and monitoring. *Bulletin Francais de La Peche et de la Pisciculture*. **364**, 54-82.
- LARINIER, M., P. COURNET a P. GOMES, 2006. *Guide technique pour la conception des passes „naturelles“*. Rapport GHAAPPE RA.06.05-V1.
- LEGGET, W. C., 1977. The ecology of fish migrations. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*. **8**, 285–308.
- LEGGET, W. C., 1985. The role of migrations in the life history evolution of fish, In: M. A. Rankin, ed. *Migration: mechanisms and adaptive significance*. Contribution to the marine science 27, 277–295.
- LOSOS, B. a J. GULIČKA, 1984. *Ekologie živočichů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- LUCAS, M. C. a E. BATLEY, 1996. Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish: implications for river management. *Journal of Applied Ecology*. **33**, 1345–1358.
- LUCAS, M. C. a P. A. FREAR, 1997. Effects of a flow gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid. *Journal of Fish Biology*. **50**, 382–396.
- LUCAS, M. C. a E. BARAS, 2001. *Migration of freshwater fishes*. Blackwell Science.
- LUSK, S., K. HALAČKA, V. LUSKOVÁ a P. HARTVICH, 1996. Vliv malých vodních elektráren na diverzitu rybního osídlení vodních toků. In: *Biodiverzita ichtyofauny České republiky (I): materiály z konference*. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR.
- LUSK, S., P. HARTVICH, B. LOJKÁSEK, 2014. Migrace ryb a migrační prostupnost vodních toků. Vodňany: FROV JČU České Budějovice, 254 s., ISBN 978-80-87437-77-3
- LUSK, S., 2010. *Rybí přechod Bulhary na řece Dyji*. Zpráva o technickém stavu a funkčnosti rybního přechodu v roce 2008. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR.
- MACURA, V., P. HALAJ, 2013. *Úpravy a revitalizácie vodných tokov*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2013. 228 s. ISBN 978-80-227-3925-2
- MACURA, V., J. SZOLGAY, S. KOHNOVÁ, 1995. *Úpravy tokov*. Bratislava. Vydavateľstvo STU, 1995. 272 s. ISBN 80-227-0799-6.
- MÄSIAR, E. a J. KAMENSKÝ, 2000. *Hydraulika 1*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2000. 298 s. ISBN 80-227-1312-0.
- MÄSIAR, E. a J. KAMENSKÝ, 2001. *Hydraulika 2*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2001. 319 s. ISBN 80-227-1487-9.
- NORTHCOTE, T. G., 1984. Mechanism of fish migration in rivers. In: J. D. McCLEAVE, J. J. DODSON a W. H. Neill, eds. *Mechanism in migration of fishes*. New York: Plenum, 317–355.
- NUKURANGI, T., 2018. *New Zealand Fish Passage Guidelines For structures up to 4 meters*. NIWA Project END17201. 228 s.

- MUSIL J., P. MAREK, a M. BARANKIEWICZ, 2020. Biologické hodnocení rybích přechodů, 1 vydanie. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 202. 39 strán. (metodika AOPK ČR) ISBN 978-80-7620-052-4
- ODUM, E. P., 1977. *Základy ekologie*. Praha: Academia, 1977.
- PAVLOV, D. S., 1989. *Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 92-5-102857-5
- PAVLOV, D. S., A. I. LUPANDIN a M. A. SKOROBOGATOV, 2000. The effects of flow turbulence on the behavior and distribution of fish. *Journal of Ichthyology* **40**(Suppl. 2), 232-261. ISSN 0032-9452.
- POLÁK, V., 2017. Metodika merania hydraulických parametrov v rôznych typoch rybovodov rôznymi hydrometrickými meradlami a metódami. VÚVH Bratislava účelová úloha č. 7063 79 s.
- POLÁK, V., V. DRUGA, V. MUŽÍK, 2015. Určenie vhodných typov rybovodov podľa typológie vodných tokov. Metodické usmernenie MŽP SR, 280 s.
- RAKOWITZ, G., B. BERGER a J. KUBEČKA, 2008. Functional role of environmental stimuli for the spawning migration in Danube nase *Chondrostoma nasus* (L.). *Ecology of Freshwater Fish*. **17**, 502–514.
- RAPLÍK, M., VÝBORA, P., MAREŠ, K. Úprava tokov. Vydavateľstvo ALFA, 1989. 253 s. ISBN 80-050-0128-2
- REICHARD M., P. JURAJDA a M. ONDRÁČKOVÁ, 2002a. Interannual variability in seasonal dynamics and species composition drifting young-of-the-year fishes in two European lowland rivers. *Journal of Fish Biology*. **60**, 87-101.
- REICHARD M., P. JURAJDA a M. ONDRÁČKOVÁ, 2002b. The effect of light intensity on the drift of young-of-the-year cyprinid fishes. *Journal of Fish Biology*. **61**, 1063 – 1066.
- RUŽIČKOVÁ, H., Ľ. HALADA, L. JEDLIČKA a E. KALIVODOVÁ, 1996. *Biotopy Slovenska: príručka k mapovaniu a katalóg biotopov*. Bratislava: Ústav krajinnej ekológie SAV. ISBN 80-967527-31.
- SEDLÁR, J. a I. STRÁŇAI, 1975. *Výskum ichtyofauny povodia rieky Hron. Záverečná správa*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska. Nepubl.
- SEIFERT, K., 2012. *Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern: Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb*. München: Landesfischereiverband Bayern ; Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- SCHMUTZ, S. a C. MIELACH, 2013. *Measures for ensuring fish migration at transversal structures: technical papers*. Vienna: ICPDR-International Commission for the Protection of the Danube River.
- SLAVÍK O. a L. BARTOŠ, 2002. Factors affecting migrations of burbot. *Journal of Fish Biology*. **60**, 989–998.
- SLAVÍK O., L. BARTOŠ a P. HORKÝ, 2007. Diurnal and seasonal behaviour of adult and juvenile European catfish as determined by radio-telemetry in the River Berounka, Czech Republic. *Journal of Fish Biology*. **71**, 101–114.

SLAVÍK O. et al., 2012. *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování: metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-7212-580-7.

SLAVÍK O. et al., 2013. *Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR: příručka pro žadatele OPŽP*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-7212-581-4.

SOLOMON, D. J. a M. H. BEACH, 2004. *Manual for provision of upstream migration facilities for eel and elver*. (Science Report ; SC020075/SR2). Bristol: Environment Agency. ISBN 1844323498.

STRÁŇAI, I., 1992. *Ichtyofauna horného toku rieky Nitry*. Habilitačná práca. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska.

ŠLEZINGR, M., 2010. *Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků*. Brno: VUTIUM. ISBN 978-80-214-3942-9.

STN EN 17233: 2021 Kvalita vody. Pokyny na hodnotenie účinnosti a súvisiacich metrick rybovodov pomocou telemetrie.

STN EN 14962: 2010 Kvalita vody. Pokyny na výber metód odberu vzoriek rýb.

STN EN 14011: 2004 Kvalita vody. Odber vzoriek rýb pomocou elektrického prúdu.

STN EN 13383-1: 2004 Kameň na vodné stavby. Časť 1: Požiadavky.

ŠŤASTNÝ, Z., 1999. *Matematické a statistické výpočty v Microsoft Excelu*. Praha: Computer Press. ISBN 80-7226-141-X.

TAKEMURA, A., M. S. RAHMAN a Y. J. PARK, 2010. External and internal controls of lunar-related reproductive rhythms in fishes. *Journal of Fish Biology*. **76**, 7-26.

TRAVADE, F. a M. LARINIER, 1992. Les techniques de controle des passes a poissons. *Bulletin Francais de la Peche et Pisciculture*. **326/327**, 151–164.

TNV 75 23 2321 1997: *Rybí přechody*. Odvětvová technická norma vodného hospodářství, MŽP ČR. Praha: Hydroprojekt.

ULRICH, Z. a A. ROLAND, 2002. [online] Sediment Bed-Load Transport: A Standardized Notation *Geosciences* 10, no. 9: 368. Dostupné 22.8.2023 <https://www.mdpi.com/2076-3263/10/9/368>

U.S. ARMY CORPS OF THE INTERIOR (2007). [online] Rock Ramp Design Guidelines. Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Denver/Colorado. Dostupné:22.8.2023 https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/RockRampDesignGuidelines_09-2007_508.pdf

Voies navigables de France, 2008. Guide passes à poissons. Dostupné 22.8.2023 https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/png/PNG%202011/f_08-05_cle29b691.pdf

WANG, R., 2008. *Aspects of design and monitoring of nature-like fish passes and bottom ramps*. München: Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität München. ISBN 978-3-940476-10-4.

WINTER, J. D., 1983. Underwater biotelemetry. In: Nielsen, L. A. a D. Johnsen, eds. *Fisheries techniques*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 371–395.

YOUNG, M. K., 1994. Mobility of brown trout in south–central Wyoming streams. *Canadian Journal of Zoology*. **72**, 2078-2083.

YOUNG, M. K., 1999. Summer diel activity and movement of adult brown trout in high–elevation streams in Wyoming, U.S.A. *Journal of Fish Biology*. **54**, 181-189.

ZÁSTĚRA, Z. a kolektiv:1984. Balvanité skluzy. Hydroprojekt, odštepny závod Brno 55. s

Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody: odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 2321, 2010. Praha: Hydroprojekt CZ.