

NÁVRH ROZŠÍRENÉHO OBTOKOVÉHO KORIDORU PRI MVE HRONSKÝ BEŇADIK NA HRONE



Objednávateľ:

Hydro Development, s.r.o.

Riešiteľ:

RNDr. Vladimír Druga

Ichtyologické podklady:

RNDr. Vladimír Mužík

September 2014

OBSAH

1. SÚHRN NAVRHnutÝCH PARAMETROV OBTOKOVÉHO KORIDORU HRONSKÝ BEŇADIK	1
2. PODROBNÝ POPIS A ZDÔVODNENIE NÁVRHU OBTOKOVÉHO KORIDORU	
2.1. Navedenie rýb do rybovodu	2
2.2. Výber vhodného typu rybovodu a jeho umiestnenia podľa metodickej príručky ŠOP SR	3
2.3. Riešenie vtoku a sezónna optimalizácia prietoku rybovodu	4
2.4. Podrobne riešenie koryta bazénového prepážkového koridoru	5
2.5. Doriešenie vodného koridoru pre splavovanie rekreačných člunkov	8
3. NÁVRH MONITOROVANIA SPRÁVNEJ VÝSTAVBY A PREVÁDZKY OBTOKOVÉHO KORIDORU	
3.1. Environmentálny dozor projekčnej prípravy a výstavby obtokového koridoru.....	9
3.2. Spoločná záverečná kontrola environmentálneho dozoru a OÚŽP na stavbe dokončeného rybovodu	10
3.3. Monitoring priechodnosti sprevádzkovaného rybovodu, spojený s odstraňovaním zistených nedostatkov...	11
4. ODPOČET SPLNENIA PODMIENOK Z ICHTYOŠTÚDIE MUŽÍK 2013	14
5. PRÍLOHY - POMOCNÉ TABUĽKY PRE NAVRHOVANIE RYBOVODOV	
Tabuľka orientačných rozmerov vybraných dospelých rýb.....	15
Tabuľka: Odporečané charakteristiky rybich priechodov pre jednotlivé rybie pásmá	16

Grafické prílohy:

1. Situácia obtokového koridoru Hronský Beňadik (formát A3)
2. Priečny rez korytom obtokového koridoru (formát A4)
3. Pozdĺžny rez bazénom obtokového koridoru (formát A4)
4. Pozdĺžny rez vtokom do obtokového koridoru (formát A4)

Náhradný biokoridor pre ryby je navrhnutý v súlade s metodickou príručkou ŠOP SR Spriechodňovanie bariér na tokoch, pričom plní a väčšinou aj pozitívne prekračuje všetky požadované charakteristiky (príručka bola schválená dňa 2.9.2014 sekciou ochrany prírody a tvorby krajiny MŽP SR)

1. SÚHRN NAVRHnutÝCH PARAMETROV OBTOKOVÉHO KORIDORU HR. BEŇADIK:

- Celkový vzhľad koryta: **Prírodne pôsobiaci rybovod s kamenno-štrkovým dnom**
- Vstup do rybovodu pre ryby: **optimálny** (z výtoku spod turbín)
- Typ rybovodu: **Obtokový pobrežný rybovod (bazénový obtok)**
- Trvalý prietok: **1 m³/s**
- Sezónny prídavný prietok potrubím: ďalších **0 až 1 m³/s**
- Trvalý prietok vábiaceho vodopádika: **30 l/s**

V koryte prepážkového bazénového rybovodu:

- Tvar: **Hlboké prizmatické (so šikmými brehmi) s meandrujúcou prúdnicou**
- Rýchlosť vody v priechodovej širokej šrbine v prepážke: **1,19 m/s**
- Rýchlosť vody mimo prúdnice: **pod 1 m/s**, v kútoch **pod 0,5 m/s**
- Šírka vodného koridoru pri hladine: **6,1 m**
- Šírka omočeného profilu dna a šikmých brehov: **6,6 m** (z toho šírka rovného dna: **3,4 m**)
- Hlbka: **90cm** vo väčšine každého bazéna (počas splavovania 120cm)
- Dĺžka každého bazéna: **5,6m**
- Vodný priestor v každom bazéne: až **24m³!**
- Výška každej prepážky: 90 až 120 cm, čo je **0 až 30cm** nad hladinou
- Šírka prietokovej šrbiny v každej prepážke: **100cm**

*Hlbka vody v prietokovej šrbine každej prepážky: **70cm** (počas splavovania 100cm)*

*- Prevýšenie hladín susedných bazénov: **12cm***

*- Počet komôr: **32** Počet prepážok **33***

*- Dĺžka rybovodu pri jeho celkovom prevýšení 4m: **200m***

- Oddychová zátočina - po prekonaní prevýšenia 2m (rozšírenie 16. komory)

Počas splavovania turistických člunkov:

*- Dĺžka každého bazéna: **5,6m***

*- Šírka pri hladine: **5,8m***

*- Hlbka: **120cm** vo väčšine každého bazéna*

*- Dno čluna nad priechodovým otvorom a nad prepážkou: **+30 až +10cm***

2. PODROBNÝ POPIS A ZDÔVODNENIE NÁVRHU OBTOKOVÉHO KORIDORU

2.1. NAVEDENIE RÝB DO RYBOVODU

► Začiatok obtokovej cesty pre ryby musí byť vo vývare pod celoročným výtokom z turbín - preto rybovod Hronský Beňadik musí byť umiestnený ako pobrežný obtok MVE (alebo ako rampa v najbližšom pilieri hate). Po prehodnotení technických problémov projektantmi odporúčame **pobrežný obtok MVE**.

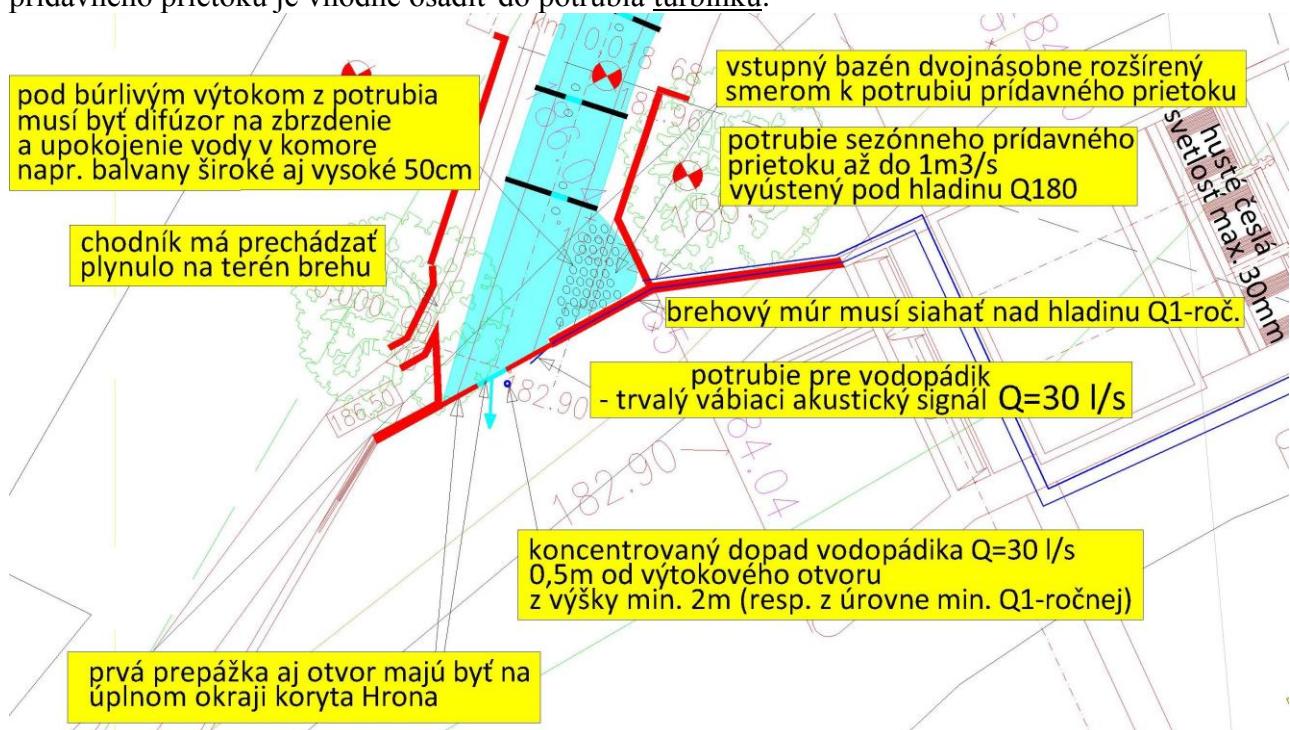
► Začiatok obtokovej cesty pre ryby by mal byť čo najbesnejšie (do cca 10m) pod upokojením najbúrlivejšieho výtoku z turbín (pre návrhové „migračné“ prietoky v apríli-máji-júni treba bráť priemernú hladinu pri Q180). V Hronskom Beňadiku navrhujeme po porade s projektantom **trvalý výtok z rybovodu vo vzdialosti cca 9m od zlomového prahu poniže turbín** (pozri nákres). Prúd z rybovodu musí prerážať - najlepšie šíkmo - aspoň 1-2m do hlavného prúdu z turbín.

Dno vo výtokovom otvore rybovodu a dno Hrona pod rybovodom treba kontinuálne prepojiť krátkou rampou v skлоне 1:2 (predbežne je projektované prevýšenie cca 0,5m medzi oboma dnami riešené zvislou stenou, čo by bolo nevhodné pre niektoré malé druhy rýb, kopírujúce dno).

► Prúd z rybovodu má byť citelný pre ryby, plávajúce k turbínam. Vzhľadom na veľkosť rieky ($Q_a=48,3 \text{ m}^3/\text{s}$) má byť pri Hronskom Beňadiku **prietok vystekajúci z rybovodu cca $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$** - pre istotu bol naprojektovaný vtok ešte o niekoľko l/s väčší.

► Pri väčších riebach s $Q_a > 40 \text{ m}^3/\text{s}$ (ako je aj Hron v Hronskom Beňadiku s $Q_a=48 \text{ m}^3/\text{s}$) má pritekať do ústia rybovodu krátkym bypassom - rúrou sezónny prídavný vábiaci prietok rovný 50%-100% z bežného prietoku rybovodu. V Hr. Beňadiku navrhujem **sezónny prídavný vábiaci prietok ďalších 0 až 1 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$** . Automaticky vždy pri stúpnutí prietoku Q_a nad kapacitu turbín + trvalý Qrybovodu má prvý $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vytvoriť sezónny prídavný vábiaci prietok.

Preto navrhujeme vybudovať potrubie na privádzanie prídavného vábiaceho prietoku sponad hate. Vrchný vtokový otvor by bolo treba navrhnúť tak, aby sa doň začala energeticky nevyužiteľná časť prietokov Hrona prelievať skôr, ako začne prepadať cez hat. Výtok z potrubia treba zaústiiť do rozšírenej dolnej komory rybovodu. V nej treba rýchly a silný prúd vody celý „ponorit“ pod výškovú úroveň Q364, pričom treba výtok zbrzdiť, rozptýliť a upokojiť pomocou šachovnicovo umiestnených balvanov (pozri nákres) alebo umelého difúzora. Na energetické zhodnotenie prídavného prietoku je vhodné osadiť do potrubia turbínu.



► Predĺženie dosahu koncentrovaného prúdu vytiekajúceho z rybovodu do rieky pomocou zúženia prietočného profilu rybovodu je nutné na každom rybovode. Ak by bola v dolnom ústí rybovodu posledná prepážka d'aleko od hlavného koryta rieky (a teda by bolo d'aleko aj posledné zúženie a zrýchlenie prúdenia v širokej štrbine), tak aj pomerne veľký prietok rybovodu by sa po pretečení cez poslednú prepážku „roztiekol“ a nežiadúco upokojil už niekoľko metrov pred vtokom do rieky. Do rieky by tak pritekal veľmi nevýrazný prúd, na jar späťne zavzdutý vodou z rieky - ten by ryby len ľahko zacítili. Preto je treba priamo vo výтокu z rybovodu do rieky skoncentrovať prúd vytiekajúci z rybovodu - priamo na brehu rieky vytvoriť prepážku prerušenú širokým štrbinovým otvorom od hladiny až po dno rybovodu, dostatočne širokým a hlbokým pre tunajšie ryby. Týmto zúžením prietočného profilu rybovodu sa skoncentruje a zrýchli prúdnica vytiekajúca z rybovodu do hlavného prúdu rieky.

Aj v zahraničných metodikách sa dôraz kladie na požiadavku, aby prúd vody z rybovodu bol rybami rozpoznateľný aj po vyústení do rieky! V snahe o predĺženie dosahu koncentrovaného prúdu vytiekajúceho z rybovodu sa stanovila najmenšia rýchlosť vodného prúdu opúšťajúceho rybovodu min. 0,75 - 1 m/s. (Armstrong a kol. (2010) ju stanovil na minimálne 1 m/s, návrh medzinárodného štandardu ISO/DIS 26906 ju pre sladkovodné ryby stanovil na 0,75 m/s). V rybovode Hr. Beňadik sa treba snažiť dosiahnuť rýchlosť vytiekajúcej vody z posledného prietokového otvoru vyššiu ako 1m/s aj pri „jarných“ prietokoch Hrona, teda okolo Q180.



Kvôli sezónnemu nadlepšovaniu vý toku z rybovodu a kvôli preplávaniu rekreačných člunkov je potrebné výtokovú štrbinu rozšíriť zo 100 cm na cca dvojnásobok (treba vypočítať v realizačnom projekte).

► Akustický, vibračný a optický navádzací signál - vodopádik na prilákanie rýb z väčšej diaľky je odporúčaný na každom rybovode. Na rybovode Hronskej Beňadik sa o

pratiahnutie rýb zo vzdialenejšej vody ku vstupu do rybovodu treba tiež pokúsiť aj koncentrovaným vodopádovým prúdom vody 30 l/s, odoberaným z tenšieho potrubia prídavného prietoku a striekajúceho do okrajovej časti výtokového prúdu z rybovodu asi 1m pred jeho výtok - teda už do rieky, z výšky aspoň 1m nad jej májovou-júnovou hladinou (resp. nad Q180) - zakreslené v situácii.

2.2. VÝBER VHODNÉHO TYPU RYBOVODU A JEHO UMIESTNENIA VOČI MVE PODĽA METODICKEJ PRÍRUČKY ŠOP SR

- Najúčinnejší typ riešenia rybovodu z metodickej príručky - 1) celokorytový sklz resp. kaskáda celokorytových bazénov, ktoré majú pri správnych parametroch 100%-nú priechodnosť - by bola pri MVE Hronskej Beňadik ekologicky aj vodohospodársky nevhodná, lebo kvôli celkovému prevýšeniu hladín cca 4m by musela mať dĺžku niekoľko sto metrov vo vnútri koryta Hrona.
- Z rovnakých dôvodov je nevhodný aj druhý najvhodnejší typ z metodickej - 2) Bystrinná rampa bezprepážková.
- Ekologickej vhodný by bol tretí najvhodnejší typ z metodickej - 3) Obtoková bystrina bezprepážková, ktorá bola aj predbežne preriešená. Bystrina mala tvar meandrujúceho hlbokého miskovitého koryta s kamenno-štrkovými dnom aj brehmi, šírkou pri hladine: 4m, šírkou rovného dna 1-2m, hlbkou 70cm v stredovej prúdnici kvôli sumcoví, rýchlosťou vody v priereze max. 1,2m/s, prietok 1m³/s. Na doržanie rýchlosťi by však potreboval oveľa dlhší úsek brehu, než je tu k dispozícii - 200m nad MVE je breh „ukončený“ prítokom Klíč, násypmi a telesom diaľničného

mosta. Preto sme museli ďalej riešiť už nie bystrinné ale len typ 4) bazénové (prepážkové) typy rybovodu: vnútrokorytový a obtokový.

- Vnútrokorytový bazénový rybovod v pilieri medzi MVE a haťou bol riešiteľný len so značnými priestorovými komplikáciami v korte Hrona, kde bolo treba vymiestniť cca 200m dlhé a cca 4m široké v betóne upevnené koryto rybovodu.

- Ako priestorovo najvhodnejší a pre ryby najkomfortnejší sme preto spoločne s projektantmi doriešili **bazénový obtok s prepážkami so širokými štrbinami**, ktorý prekoná výškový rozdiel 4m na menšom priestore, ktorý tu je k dispozícii. V tomto cca 200m dlhom korte sa podarilo navrhnúť parametre vyhovujúce všetkým tu žijúcim druhom rýb všetkých vekových kategórií (pozri kap.1). **Zároveň sa takto umiestnený bazénový obtok dal doriešiť ako vodný koridor pre splavovanie rekreačných člnkov.**

2.3. RIEŠENIE VTOKU A SEZÓNNA OPTIMALIZÁCIA PRIETOKU RYBOVODU

• **Cielové prietoky Hrona a cielové druhy:** Prevádzka biokoridoru by mala byť stanovená optimálne podľa sezónnej intenzity a dôležitosti migrácie miestnych rýb a podľa miestnych prietkových a zámrzových pomerov. Napr. migrácia proti prúdu pri najväčších ročných prietokoch nad cca Q60 je už pre mnohé slabšie druhy a jedince rýb nereálna, nad Q30 je pravdepodobne problematická už aj pre zdatné ryby - vtedy nie je dôležité dosiahnuť maximálnu účinnosť rybovodu. Podobne menej dôležitá je maximálna účinnosť rybovodu pri minimálnych prietokoch, lebo v tomto úseku Hrona nežijú pstruhy ako jediné naše jesenné neresové migranti - cielovými rybami sú teda všetky tu žijúce druhy rýb všetkých vekových kategórií. Aj podľa rakúskych a nemeckých metodík (BMLFUW 2012, DWA 2010) je funkčnosť 300 dní ročne dostatočná (najlepšie medzi Q₃₀ a Q₃₃₀). Pri navrhovaní rybovodu preto považujeme za cielové hladiny Hrona pri jarných aprílových až júnových „neresových“ prietokoch od Q90 do Q180, výnimcoľ menej.

• **Bežný prietok rybovodu:** bol stanovený podľa veľkostnej kategórie rieky s $Q_a = \text{cca } 50\text{m}^3/\text{s}$, kde musí mať rybovod prietok **1m³/s**.

• **Prídavný vábiaci prietok rybovodu počas neresu:** Počas roka je pre všetky tunajšie migranti najdôležitejšia ich rozmnožovacia migrácia - neresový ľah v jarnom štvrtroku (apríl-máj-jún), kedy má Hron spravidla nadpriemerné prietoky nad Q180. Práve vtedy by sa samotný bežný prietok vytiekajúci z rybovodu najviac strácal vo vývare pod MVE. Preto bolo pre rybovod Hronský Beňadik navrhnuté zvýšiť počas vodnatých období prietok vytiekajúci z rybovodu o sezónny prídavný vábiaci prietok 0 až 1m³.s⁻¹. To spôsobí, že vždy pri stúpnutí prietoku Q_{Hrona} nad kapacitu turbín bude ďalší až 1m³.s⁻¹ privedený k výтокu rybovodu a zosilňovať jeho vábiaci prúd.

• **Zimný (zámrzový) režim rybovodu:** Naopak v zimnom období je najmenšia potreba zabezpečiť migráciu rýb medzi ichtyocenózou nad a ichtyocenózou pod bariérou, pričom vtedy hrozia objektívne najväčšie problémy so zamízaním rybovodu najmä na horských tokoch. Podľa môjho názoru pri optimalizácii prietokov rybovodu v takýchto prípadoch nie je vhodné zníženie prietoku rybovodu (plytšia voda zamrzne oveľa skôr ako hlboká) - lepšie by bolo úplne vypustenie rybovodu v zimných mesiacoch s tuhými mrazmi. V klimatickej oblasti v Hronskom Beňadiku sa však extrémne mrazy nevyskytujú veľmi dlhú dobu a vzhľadom na požiadavku z ichtyoštúdie RNDr. Mužíka (2013) musí byť prevádzka rybovodu Hronský Beňadik celoročná, čiže bez zimnej odstávky! Počas všetkých mrazivých dní pod -5°C však navrhujem zvážiť aspoň odstavenie akustického vábiaceho prietoku 30 l/s v úzkom potrubí.

• Prevádzkový poriadok prietokov rybovodu Hronský Beňadik by mohol vyzerat' nasledovne:

Bežný prietok rybovodu 1000 l/s + 30 l/s akusticky vábiaceho prietoku: pri Q_{Hrona} <u>pod</u> cca $50\text{m}^3/\text{s}$, spravidla júl, august, september, október, november, december, január, február
Prídavný vábiaci neresový prietok rybovodu 0 až 1000 l/s (k 1000 l/s + 30 l/s): pri Q_{Hrona} <u>nad</u> cca $50\text{m}^3/\text{s}$, spravidla marec, apríl, máj, jún
Počas mrazov odstavenie akustického vábiaceho prietoku 30 l/s : spravidla december, január, február

- **Dostatočné množstvo vody v koryte rybovodu** závisí predovšetkým od správne vypočítaného a realizovaného vtokového otvoru, ktorým má vtekať do rybovodu približne rovnaké množstvo vody aj počas veľkých vôd, aj počas poklesov hladiny nad rybovodom. Bude treba vypočítať a doriešiť v Biologicko-technickom projekte v etape vypracovania dokumentácie pre stavebné povolenie DSP.
- Pokiaľ hrozí, že počas veľkých vôd počas jarnej migrácie rýb vzniknú v umelom koryte rybovodu nepriehodné rýchlosťi, turbulencie, spnenie aj destrukcia, mal by byť rybovod trvalo chránený horným hradením vtokového otvoru - stavidlom.
- Všetky vtokové otvory do rybovodu (pre trvalý, prídavný aj akustický prietok) majú mať kvôli zabezpečeniu plného prietoku hornú hranu 10cm pod minimálnou prevádzkovou hladinou vody v zdrži.
- **Upchatiu vtokových otvorov** treba predísť inštaláciou predsunutého plávajúceho hradenia alebo nornej steny a riedkych hrablíc so svetlosťou cca 30cm, predstavaných 0,5m pred vtokový otvor tak, aby ani pri čiastočnom zanesení hrablíc sa neupchal východ pre ryby a neznižoval sa prietok do rybovodu - to znamená, že aj pri upchatí hrablíc konármi majú byť obtekane vodou z bokov aj zspodu (tade - cez 0,5m široký priestor - budú mať možnosť preplávať aj ryby).
Do prevádzkového poriadku je potrebné uložiť povinnosť prevádzkovateľa kontrolovať a čistiť vtok do rybovodu. Upchatie vtoku do rybovodu zvykne zmaríť migráciu aj na inak dobre postavenom rybovode!
- **Kontinuita dna rybovodu pri vtoku, t.j. na výstupe rýb:** Vtokový otvor musí byť súčasťou plynulého dna rybovodu (nesmie to byť otvor vysoko nad dnom rybovodu), a musí splniť minimálne limity pre šírku a hĺbku vody v priechodovom otvore prepážky zo súhrnej tabuľky.
- **Bezpečné pokračovanie migrácie rýb z rybovodu do zdrže:** Vtokový otvor do rybovodu (miesto vyplávania rýb do zdrže nad migračnou bariérou) má ležať čo najďalej -desiatky metrov- nad prepadom vody cez migračnú bariéru, aby ryby po vyplávaní do zdrže neboli strhávané späť cez hat' dole, čo je pri Beňadiku splnené.
- **Umožnenie monitoringu:** Pri návrhu vtokového otvoru do rybovodu treba rátat s možnosťou umiestnenia bioskenera, ktorého základom je rám, osadený tesne povyše vtokového otvoru rybovodu, po stranách vybavený dvoma radmi žiaričov, produkujúcich infračervené lúče, ktoré každú rybu oskenujú.
Zároveň je potrebné rátat s možnosťou pripojenia rybárskej vrše alebo rámu s rybárskou sieťou pre zadržanie a inventarizáciu rýb, ktoré rybovod úspešne prekonali. Bude treba doriešiť vo vykonávacom projekte.
- **Ochrana menej zdatných rýb pred strhávaním** zo zdrže k turbínam (úhyn rýb) je treba riešiť hustými hrablicami pred turbínami (svetlosť do 2-2,5cm) a aj umiestnením elektrických plašičov v zdrži ešte v zóne s bezpečnou rýchlosťou vody, ktorá je ešte pre ryby úniková (pod 1m/s) - napr. nainštalovaním na hrubé hrablice pred vtokom do MVE.
- **Ochrana rýb pri prepadávaní cez hat'** alebo cez čiastočne sklopenú hat' (pri veľkých prietokoch) by bolo ideálne vyriešiť tak, aby ryby padali nie na betón, ale priamo do hlbokého vývaru (podľa medzinárodnej metodiky by hĺbka vývaru mala mať min.1/4 výšky prepadu cez hat'). V prípade MVE Hronský Beňadik by pri prevýšení vody prepadajúcej cez hat' cca 4m mala byť hĺbka vody vo vývare v mieste dopadu min.1m.

2.4. PODROBNÉ RIEŠENIE KORYTA BAZÉNOVÉHO PREPÁŽKOVÉHO KORIDORU

- **Koryto bazénového rybovodu** by malo byť prírode podobné ale odolné voči destrukcii.
- **Dno bazénov** má byť vyložené riečnym kameňom priemeru cca 25-35 cm z koryta Hrona, ukladaným na dotyk do hustého betónu, aby sa kamene v betóne nepotopili ale sa naň „prilepili“ a dosiahla sa čo najväčšia drsnosť („hrboľatosť“) dna. Špáry medzi dnovými kameňmi v kamennej dlažbe nevypĺňať betónom, ale na záver presypať cca 10-centimetrovou vrstvou prirodzeného kamenito-štukovitého substrátu z koryta Hrona. Pretekajúca voda si ho počas prevádzky (alebo počas občasných záplav) prirodzene rozmiestní kam treba.

- **Materiál prepážok** - najlepšie je urobiť ich ako pevné betónové, ale obložené kameňom alebo imitáciou kameňa. Možné sú aj betónové prepážky s použitím debnenia imitujúceho kamennú štruktúru - odporúčam typ debniacej matrice „Bazaltová štruktúra“ (obr. vľavo) príp. typ Murus romanus (obr. vpravo). Oba typy sa ľahko osídlia mikroflórou a mikrofaunou, čo vytvorí prírodný ráz zvislých stien prepážok.



- V pozdĺžnom profile rybovodu vytvoriť **plynulý prechod dna** rybovodu do dna rieky. V prípade vzniku zvislej stienky pod priechodovým otvorom treba urobiť malú kamenno-betónovú rampu na prekonanie odskoku dna.

• **Brehy** bazénového rybovodu budú šikmé v sklone 1:1,5, rovnako ako dno budú vytvorené z kamenných riečnych okruhliakov „prilepených“ do 10cm vrstvy betónu, ktorý bude musieť byť hustý, aby po svahu nestiekol. Čo najbližšie nad vodnou hladinou a nad kameňmi opevneným pásmom brehov je vhodné vysadiť stromy, kríky tak, aby tienili aspoň časť každej resp. každej druhej komory, čím sa poskytne čiastočný úkryt aj rybám. Na brehu niektorých bazénov, najmä okolo veľkých prírodných oddychových zátočín, treba vysadiť pozdĺž brehov aj vysoké mokradľové trávy. Výsadby treba doriešiť v Biologicko-technickom projekte MVE v etape DSP.

• **Dostatočný objem vodného prostredia** v každom bazéne (komore) je podstatný pre vznik oddychových rýchlosťí v dostatočne veľkej časti bazéna (komory). Odporúčaný minimálny objem „veľkej“ komory (bazéna) je v mrenovom pásme nad 6m^3 , v Hronskom Beňadiku to kvôli sumcom vychádza viac: pri šírke 6,1m pri hladine, 3,4m pri dne, dĺžke bazéna 5,6m a hĺbke 0,9m je objem cca **24 m³**. Pri obave z malého objemu je možné skontrolovať rozptyl energie vo vodnej komore (podľa nemeckej metodiky DWA, 2010: $\text{Ek} = (\text{p} \cdot \text{g} \cdot \text{dh} \cdot \text{Q}) : \text{V}$ (kde p = hustota vody 1000 kg/m^3 , g = gravitačná konštanta $9,81$, dh = rozdiel hladín susedných komôr, Q = prietok v m^3/s a V = objem komory)). Pre mrenové pásmo má byť limitná hodnota do cca 150 W/m^3 , v koridore Hr. Beňadik vyšla len 52 W/m^3 , čo je dokonca oveľa priaznivejšie ako pre pleskáčové rybie pásmo, kde má byť limitná hodnota rozptylu energie najnižšia – len cca $100 - 125 \text{ W/m}^3$.

• **Hĺbka vody v komorách** bazénového rybovodu v mrenovom pásme má byť najmenej od 60cm do 70cm. Pre bezproblémový postup sumca sa však odporúča **hĺbka aspoň 90cm** v každom vodnom bazéne, čo navrhujem aj v Hronskom Beňadiku.

• **Šírka vodného prostredia** v rybovode mrenového páisma by mala byť vo všeobecnosti od 2,5 do 5m, v strede mrenového páisma okolo 4m. V Hronskom Beňadiku sme s projektantmi navrhli ešte lepšiu zavodnenú šírku bazéna 4,3 až 4,7m. Po požiadavke RNDr. Mužíka sme šírku rybovodu zväčšili na nadstandardných **6,1m pri hladine**. Kvôli šikmým brehom, ktoré vytvárajú pre ryby prirodzenejšie prostredie, a kvôli veľkej hĺbke, sa zužuje šírka rybovodu pri dne len na 3,4m. Šírka omočeného profilu dna a šikmých brehov spolu je však až 6,6m.

• **Dĺžka vodného bazéna** (komory), teda minimálny rozstup priečnych brzdiacich prepážok v rybovode, je od 2,5 do 5m v mrenovom pásme. Dĺžka bazéna musí byť dostatočná na to, aby sa prepadajúca voda stihla „odpeniť“ a ukľudniť už v hornej časti bazéna, aby „kľudnejšie“ druhy rýb nemali stresové prostredie v celom úseku rybovodu. V Hronskom Beňadiku je navrhnutá **nadpriemerná dĺžka každého vodného bazéna až 5,6m**.

• **Prepážky** (všetky, vrátane vtokovej a výtokovej) musia byť obtekane ako pri hladine tak aj pri dne, takže prietokové široké štrbinu musia siaháť súvisle od dna až po hladinu, aby umožnili migráciu aj rybám migrujúcim výhradne pri dne. Kvôli brzdiaciemu účinku je vhodné dosiahnuť meandrovanie prúdnice rybovodu striedavým umiestnením otvorov v spomaľovacích prepážkach - kvôli bezpečnému splavovaniu člnmi navrhujem len mierne meandrovanie prúdnice naľavo a napravo od osi koryta.

• **Šírka vody v priechodových otvoroch medzi bazénmi:** Fyziologický problém šírky priechodu je jednoduchší, problematickejší je etologickej problém - nedôverčivé správanie sa najmä skúsených

starých jedincov rýb pri vplávaní do neprirodzene zúženého, tmavého či neprirodzene pôsobiaceho priestoru. Ak je priestor stresujúci pre ryby, nemusia do otvoru vôbec vplávať, aj keď sa do nej zmestia. Preto je potrebné, aby prietokové otvory siahali neprerušene od dna až po hladinu a aby boli čo najširšie. Minimálna šírka prietokového otvoru v každej prepážke rybovodu musí byť v mrenovom pásme aspoň 30cm, ale pre hlavátky min. 50cm, pre sumce min. 60cm. V Hronskom Beňadiku bude musieť byť šírka kvôli prevedeniu prietoku $1\text{m}^3/\text{s}$ oveľa komfortnejšia, až **100 cm**, čo je výhodné aj pre splavovanie člnov.

• **Hĺbka vody v priechodových otvoroch medzi bazénmi** má byť v mrenovom pásme 45cm, pri výskytu sumcov min. 70cm, čo bude v Hronskom Beňadiku splnené - navrhujeme hlíbkmu priechodu 70cm.

• **Priepad (priechod) vody z jedného bazéna (komory) rybovodu do druhého** musí byť na väčšinu výšky zatopený hladinou z nižšej komory, aby ho všetky ryby mohli preplávať bez skákania! Správne nadimenzované rozmery prietokových otvorov zabezpečia aj maximálnu rýchlosť vody a požadovaný prietok v rybovode. Preto pri dimenzovaní otvorov treba vychádzať aj z hydraulických výpočtov. Šírku otvoru a prevýšenie hladín nad a pod ním treba vypočítať podľa ichtyologických požiadaviek na maximálnu prierezovú rýchlosť v otvore max. $1,50\text{m/s}$, na prietok rybovodu $1\text{m}^3/\text{s}$ a na výšku vody v „štrbinovom“ otvore min. 0,7m, na prevýšenie hladín susedných bazénov 10-15cm. Všetky hodnoty boli nakoniec navrhnuté ešte lepšie: prietok je o niečo väčší $1,07\text{m}^3/\text{s}$, rýchlosť je len $1,19\text{m/s}$, výška štrbiny je 0,7, prevýšenie hladín vychádza na 12cm:

Prepadove množstvo Q	$Q=2/3 \cdot mi \cdot \sigma \cdot bo^{(2 \cdot 9,81)^{0,5}} \cdot (ho^{1,5})$
Prepadovy sucinitel mi = 0,630 (ocítané z tab.5.4.6. Hodák)	$mi=(h/t)=0,7/0,20 = 3,5$
Prepadová výška s vplyvom prítokovej rýchlosťi ho	$ho=h+hdo$
Rýchlosťná výška hdo	$hdo= \alpha \cdot vo^{2/(2*g)}$
priemerná prierezová rýchlosť	$vo=Q/(b*(s+h))$

Aktívna prepadová šírka bo	$bo=b-0,1 \cdot xs \cdot n \cdot h$ $bo=1,0-0,1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,7=0,86 \text{ m}$
Tvarový súčiniteľ hrany otvoru ksí (obdĺžník.hranatý)	1,00
Počet zúžení n	2,00
Tvár otvoru: š*h	$1,0 \text{ m} * 0,7 \text{ m}$
1. výpočet	návrh $Q=1,0\text{m}^3/\text{s}$ $vo=Q/(b*(s+h))=1/1,0(0,2+0,7)=1,1111\text{m/s}$ $ho = 0,7629 \text{ m}$ $Q = 1,0553 \text{ m}^3/\text{s}$
2.výpočet	$Q= 1,1725 \text{ m}^3/\text{s}$ $vo=Q/(b*(s+h))= 1,0553 /0,9*(0,2+0,7)=1,1725 \text{ m/s}$ $ho = 0,7700 \text{ m}$ $Q = 1,070 \text{ m}^3/\text{s}$
3.výpočet	$Q = 1,070 \text{ m}^3/\text{s}$ $vo=Q/(b*(s+h))= 1,0733/0,9*(0,2+0,7)=1,1888 \text{ m/s}$ $ho = 0,772 \text{ m}$ $Q = 1,0733 \text{ m}^3/\text{s}$

• **Rýchlosť vody** nesmie byť neprekonateľnou bariérou pre tu migrujúce druhy rýb. Pri prepážkových rybovodoch je preto dôležité jednak neprekročiť odporúčanú maximálnu rýchlosť v prietokovom otvore, no najmä zabezpečiť pre slabšie druhy alebo jedince rýb viaceré oddychové miesta pod aj nad každým zrýchleným miestom (priechodovým otvorom).

Na väčšine trasy bazénového (komorového) rybovodu má byť rýchlosť prúdu menšia než je dlhodobá (tzv. cestovná) rýchlosť rýb - vhodné sú rýchlosťi pod 1 m/s. Ešte dôležitejšie je, aby aspoň v okrajovej alebo rohovej časti každého bazéna (komory) slabšie ryby našli pokojné zóny s rýchlosťou pod 0,5 m/s (najlepšie až takmer stojatú vodu s rýchlosťou pod 0,2m/s).

Maximálna prierezová rýchlosť vody v prietokových otvoroch bazénového veľkokomorového rybovodu nemá prekročiť v mrenovom pásme 1,5 m/s, čo požadujeme aj pri Hronskom Beňadiku - pritom podľa výpočtu projektanta bude maximálna prierezová rýchlosť v priechode oveľa lepšia, len 1,19m/s. Ak sa neprekročia tieto maximálne rýchlosťi v prietokových otvoroch, je veľmi pravdepodobné, že mimo nich vzniknú dostatočne nízke „oddychové“ rýchlosťi (nižšie než sú cestovné rýchlosťi rýb) v každom bazéne rybovodu, a to vďaka veľkorozmerným bazénom - čím väčší objem vody v bazéne, tým väčší priestor s upokojenou vodou.

• **Rýchlosné tiene:** 0,5m pod a nad každým prietokovým otvorm je vhodné do najrýchlejšej prúdnice umiestniť aspoň 1-2 veľké balvany (vyčnievajúce min. 0,5m nad dno) - budú to najbližšie rýchlosné tiene, spoza ktorých môžu aj slabšie jedince po oddychu veľmi rýchlo prekonáť zvýšenú rýchlosť v prietokovom otvore. Balvany tiež pohltia energiu vody.

• **Odolnosť** bazénového rybovodu Hronský Beňadik voči veľkým vodám sa má zabezpečiť pevným zaklinením vyčnievajúcich balvanov do betónového základu. Najlepšie by bolo, keby sa do rybovodu bežné veľké vody vôbec nedostali - podľa projektanta sa po zahradení vtokového otvoru nedostanú povodňové vody do úrovne Q_{2-ročnej}.

2.5. DORIEŠENIE VODNÉHO KORIDORU PRE SPLAVOVANIE REKREAČNÝCH ČLINKOV

Splavovanie biokoridoru Hronský Beňadik rekreačnými člinkami je riešené nasledovne:

- na **bezpečné pristávanie a vynášanie** rôzne dlhé plavidla navrhujeme na brehu zdrže nad biokoridorom súvislé schody široké cca 3,5m (na potrebu pristátia upozornia výstražné tabule na brehu)

- **člny postačí preniesť len 15m cez hrádzu (bez ich vyprázdrovania)**, kde sú tiež navrhnuté široké schody k pokojnej hladine nad vtokom do rybovodu

- nárazový niekoľkominútový prietok na **samoobslužné splavenie sa (na dobu cca 10 minút)** si každý vodák spustí sám úderom pádla do automatického zariadenia na vtoku do vodného biokoridoru, čím sa horná vtoková prepážka čiastočne sklopí, zvýši sa prietok, šírka, hĺbka aj rýchlosť vodného koridoru

- kvôli zvýšeniu a koncentrácií vody sú všetky prepážky rybovodu šikmo nadvýšené o cca 30cm pri brehu, takže prúd vody bude zošikmeným vrchom prepážok **koncentrovaný do povrchovej stredovej prúdnice**, ktorá bude len mierne meandrovať okolo osi koryta (lebo ponad prepážky poteče takmer o 50% viac vody ako cez meandrujúcu „dnovú“ prúdniciu pretekajúcu cez štrbinový otvor).

- **hĺbka** v rybovode sa zvýši z 90 na **120cm**; po každých 5,6 metroch budú člinky prechádzať cez prepážky, v ktorých bude štrbinový otvor široký 1m, aj okolo hlbokého otvoru bude **nad každou kamennou prepážkou stípec vody cca 20-25cm**, pričom ponor rekreačných plavidiel sa pohybuje medzi 5 až 10cm, šírka vodnej cesty pre plavidlá teda bude takmer 5m (dostatočné aj pre raft), s takmer metrovou rezervou šírky vodnej plochy pre pádla (pozri priečny rez rybovodom)

- **šírka** vodnej hladiny pri splavovaní bude **komfortných 7m** (šírka bežného člina je cca 1m, šírka pádla je cca +1m po oboch stranách, po stranách ostáva voľná rezerva po 1,4m)

- **maximálna rýchlosť** sa na každej prepážke zvýši **nad 1,2m/s**, v každej komore medzi prepážkami bude rýchlosť **výrazne nižšia**, takže člinkári budú mať dosť času na manévrovanie

- v strede mierne oblúkovej vodnej trate budú mať vodáci na ľavom brehu k dispozícii mimoriadne **priestornú oddychovú zátoku 6 x 10 m**, čo dáva možnosť zhromaždenia sa aj viacerých člínov (aj veľkých stád migrujúcich rýb).

3. NÁVRH MONITOROVANIA SPRÁVNEJ VÝSTAVBY A PREVÁDZKY OBTOKOVÉHO VODNÉHO KORIDORU:

Väčšina doterajších nefunkčných rybovodov zlyhala nielen na biologicky chybnom projekte, ale aj na neskoršej nedostatočnej alebo chybnej realizácii pri výstavbe alebo pri prevádzke rybovodu. Na zabezpečenie správnej - biologicky nezdeformovanej realizácie navrhovaných hydrologicko-biologických požiadaviek odporúčam **podmienku zabezpečenia plateného environmentálneho dozoru projektovania, výstavby a prevádzky MVE**, ktorý by v spolupráci so stavebným dozorom, avšak **nezávisle od neho, kontroloval** dôležité etapy budovania rybovodu, **usmerňoval** opravy nesprávne zrealizovaných prvkov, zorganizoval by záverečnú **spoločnú kontrolu** funkčnosti rybovodu aj s odbornými orgánmi a organizáciami ochrany prírody a zrealizoval by najmenej 2-ročný **monitoring prevádzky** rybovodu spojený s **odstraňovaním a dolad'ovaním** prevádzkových problémov rybovodu.

Podrobnejšie vysvetlenie predchádzajúcej klúčovej požiadavky: Pre zaistenie správnej realizácie a prevádzky rybovodu je nevyhnutné:

- **1. biologický projekt a monitorovanie pred výstavbou** - odborné **zapracovanie biologických požiadaviek** do všetkých realizačných projektov výstavby rybovodu
- **2. environmentálny dozor (monitoring) počas výstavby**
- **3. biologické monitorovanie** priechodnosti migračnej bariéry počas **začiatku prevádzky**.

3.1. Environmentálny dozor projekčnej prípravy a výstavby obtokového koridoru:

Ciel: Environmentálny dozor výstavby rybieho priechodu by mal zabezpečiť, aby pri projekčnej príprave (počas ktorej vždy dochádza ku zmenám riešenia) a najmä počas samotnej výstavby rybovodu nedošlo k takým „technickým zlepšeniam“ stavby, ktoré by **znížili alebo úplne zlikvidovali biologickú funkčnosť** priechodu vzhľadom na potreby rýb.

Vykonávateľ: Ak na dohľad nad zapracovaním biologických požiadaviek do všetkých realizačných stavebných projektov nestačí príslušný orgán ochrany prírody, mal by tým poveriť príslušnú štátну odbornú organizáciu alebo **určiť pripravovateľovi diela inú odborne spôsobilú osobu**. Za environmentálny dozor by mal byť prednostne určený **hlavný zadávateľ biologického riešenia rybovodu a MVE**.

Úlohy environmentálneho dozoru :

- **Prehodnotiť všetky zmeny projekčného riešenia rybovodu** alebo s ním súvisiacich prvkov a zabezpečiť, aby nedošlo k spomínaným biologicky znehodnocujúcim zmenám. V prípade potreby navrhnuť zmierňujúce opatrenia.
- Počas výstavby rybovodu by mal už v začiatku **korigovať stavbármu alebo stavebným dozorom nesprávne pochopené postupy**. Osobne by mal **skontrolovať začiatok výstavby podstatných prvkov rybovodu** - napr. po ukážkovom dobudovaní prvého krátkeho bazénového úseku rybovodu s dvoma-troma prepážkami, tiež na začiatku výstavby podstatných prvkov vtoku, výtoku, a tiež záverečných biologických úprav priechodu - presypania koryta štrkcom, ozelenenia brehov a pod. Pri kontrolách by mal navrhovať riešenie nepredvídateľných situácií pri výstavbe a **požadovať odstraňovanie nedostatkov** znižujúcich účinnosť priechodu pre migráciu rýb.
- Pri dokončení stavby rybovodu by mal vykonať **jednorazovú kontrolu dodržania navrhnutých parametrov koryta a vodného prostredia**, čiže aj okamžité odskúšanie jeho hydrologických a substrátových pomerov, najmä schopnosť vytvorenia priestranného a pokojného vodného prostredia pre migráciu, vrátane schopnosti naplnenia rybovodu na požadovanú hĺbku pri požadovanom prietoku (aj v spolupráci s hydrotechnikom). V prípade zistenia funkčných nedostatkov by navrhol **nápravné opatrenia**, ktoré by mal dodávateľ stavby odstrániť do termínu „biologickej predkolaudácie“ (pozri ďalej). *Napr. ak by došlo k nepostačujúcemu naplnaniu*

jednotlivých komôr rybovodu, bude treba v spolupráci s vodohospodárskym projektantom a dodávateľom doriešiť zväčšenie hlavného vtokového otvoru, odstránenie jeho upchávania alebo zmenšenie problémových prietokových otvorov v prepážkach.... Ak by došlo k preplňaniu jednotlivých sekcií, bude treba vykonať zmenšenie vtokového otvoru alebo zväčšenie problémového prietokového otvoru v prepážke a pod. Ak by vznikali neprijateľné rýchlosť alebo turbulencie, riešiť alternatívne možnosti upokojovania vody alebo aspoň posilnenie (zväčšenie, zahustenie) rýchlosťných tieňov v silnom prúdení.

- Mal by **kontrolovať** nezávisle na stavebnom dozore, ale mal by s ním **spolupracovať** (zúčastniť sa na vybraných kontrolných dňoch stavby, týkajúcich sa výstavby rybovodu a pod.).
- Podľa potreby by mal spolupracovať s investorom, dotknutými odbornými organizáciami (SRZ, ŠOP SR), prípadne dodávateľom stavby. V spolupráci s nimi by mal ešte pred vydaním stavebného povolenia vypracovať **Biologicko-technický projekt MVE** a pred kolaudáciou vypracovať aj **Plán hydrologicko-ichtyologického monitoringu prevádzky rybovodu** pre konkrétnu konečnú verziu rybovodu.
- Mal by viest' evidenciu (záznamy z kontrol, správy o výsledkoch, záverečná správa)

Podmienka, aby to v praxi reálne fungovalo:

- Požiadavky na vypracovanie Biologicko-technického projektu MVE ako súčasti DSP by mali byť zahrnuté **do podmienok územného rozhodnutia**.
- Požiadavky na výkon environmentálneho dozoru (monitoringu) výstavby rybovodu, ako aj požiadavka na vypracovanie Plánu hydrologicko-ichtyologického monitoringu prevádzky rybovodu, by mali byť zahrnuté **do podmienok stavebného povolenia**.
- V prípade, že environmentálny dozor nebude vykonávať príslušný orgán ani odborná organizácia, mal by byť riešený **na základe zmluvného vzťahu** pripravovateľa stavby s **hlavným zadávateľom biologického riešenia rybovodu**.

3.2. Spoločná záverečná kontrola environmentálneho dozoru a orgánu ochrany prírody na stavbe dokončeného rybovodu („Biologická predkolaudácia“ postaveného rybovodu)

Aby sa predišlo v minulosti bežným problémom s nedokončením podmieňujúcich ochranárskych opatrení, je vhodné po ukončení stavby rybovodu vykonať akúsi „**bioekologickú predkolaudáciu**“ rybovodu - spoločnú záverečnú kontrolu environmentálneho dozoru stavby a orgánu ochrany prírody, počas ktorej sa preverí dostatočné zrealizovanie opatrení z Biologicko-technického projektu MVE za účasti investora, realizátorskej stavebnej firmy, hlavných riešiteľov biologického fungovania projektu a príslušného orgánu ochrany prírody. Pri „biologickej predkolaudácií“ rybovodu zhodnotia zúčastnení prírodovední odborníci dostatočnosť novovytvorených biotopov, ako aj dodržanie parametrov rybovodu z projektu. **Chýbajúce alebo chybne zrealizované prvky rybovodu sa zapíšu a navrhne sa ich odstránenie**. Výsledný záznam a správa zo záverečnej kontroly environmentálneho dozoru bude podkladom pre stavebný úrad aj pre samotnú zdarnú kolaudáciu stavby (ktorá by mala byť až po odstránení prípadných nedostatkov).

Požiadavku na spoločnú záverečnú kontrolu environmentálneho dozoru stavby a orgánu ochrany prírody („**bioekologickú predkolaudáciu**“ rybovodu) treba zakotviť už do stavebného povolenia.

3.3. Monitoring priechodnosti sprevádzkovaného rybovodu, spojený s odstraňovaním zistených nedostatkov

Požiadavku na sledovanie hydrologicko-ichtyologických pomerov v rybovode po výstavbe MVE je vhodné zapracovať do podmienok kolaudačného rozhodnutia.

Ciel: Mal by doladiť čo najväčšiu biologickú účinnosť prevádzky priechodu pre ryby, čiže doladiť čo najväčšiu úspešnosť nájdenia vstupu rybami, čo najväčšiu úspešnosť preplávania rýb korytom rybovodu a čo najväčšiu úspešnosť preplávania cez vtokový otvor do zdrže.

Doba monitoringu: Odporúčame počas prvých 3 rokov prevádzky, aby sa odstránilo čo najviac systémových zlyhaní biologického fungovania rybovodu. V prípade dosiahnutia očakávaných dobrých výsledkov priechodnosti počas celého 1. aj 2. roku monitoringu je možné zvážiť predčasné úradné ukončenie monitoringu (na podnet investora a po odsúhlásení hlavným zadávateľom biologického riešenia aj kompetentným ichtyológom).

Vykonávateľ: Aby nakoniec monitoring neminul pôvodný cieľ, mal by ho vykonáť hlavný zadávateľ biologického riešenia rybovodu s kompetentným ichtyológom (buď autorom ichtyologickej štúdie alebo krajským rybárom), v prípade potreby aj v súčinnosti s prevádzkovateľom (resp. projektantom vodohospodárskeho riešenia rybovodu). Mal by to teda byť zároveň autorský dozor.

Podmienka, aby to v praxi reálne fungovalo:

- Monitoring prevádzky rybovodu by mal byť **požadovaný v kolaudačnom rozhodnutí** a mal by začať hned pri začatí skúšobnej prevádzky
- V prípade, že biologické monitorovanie nebude vykonávať príslušná odborná organizácia ochrany prírody, malo by byť riešené **na základe zmluvného vzťahu** pripravovateľa stavby **s hlavným zadávateľom biologického riešenia rybovodu**.
- **Odstránenie zistených vážnych poškodení** alebo znefunkčnení priechodu pre ryby, uvedených v monitorovacích správach, by malo byť podmienkou ďalšej prevádzky vodného diela.

Obsah hydrologicko-ichtyologického monitoringu počas začiatku prevádzky MVE:

Vo viacerých „západných“ krajinách v súčasnosti používajú na overovanie účinnosti rybovodu už len bioskenery alebo telemetriu, čo sú často drahé metódy.

Podľa Metodiky rybovodov pre Dunajský región je vhodné použiť kvalitatívne vyhodnotenie rýb zachytených v pasci po prejdení rybovodu a kombinovať ho s kvantitatívnym vyhodnotením, napr. videomonitoringom.

Pre rybovod Hronský Beňadik preto odporúčame kombinovať (A) kontinuálny kvantitatívny monitoring v rybovode s (B) námatkovým kvantitatívnno-kvalitatívnym monitoringom - odchytom v rybovode a (C) monitoringom celkovej priechodnosti bariéry MVE (námatkový, kvantitatívnno-kvalitatívny). Technickú realizovateľnosť kontinuálneho (kamerového) monitoringu však bude treba doriešiť v Biologicko-technickom projekte s projektantom MVE.

A) Kontinuálne kvantitatívne monitorovanie rýb v rybovode počas prvých 3 rokov prevádzky je možné vykonávať automaticky a nepretržite pomocou bioskenera resp. kamery umiestnenej pod hladinou vody pri východe z rybovodu (teda pri vtoku vody do rybovodu, po vyplávaní ryby z posledného horného priechodového otvoru). Počet rýb zaznamenaných bioskenerom resp. kamерou bude znamenať počet rýb, ktoré prekonali celú prekážku MVE.

Bioskenery zistujú presný počet aj rozmer rýb, ktoré prekonali rybovod. V zahraničí sú bežne používanou technikou, s veľmi jednoduchou aplikáciou. Základom je rám, osadený tesne nad vtokový (prípadne aj výtokový) otvor rybovodu, po stranách vybavený dvoma radmi žiaricov, produkujúcich infračervené lúče. Tie každú rybu oskenujú, čo vytvorí jej obraz na displeji pripojeného PC. Pohyb rýb je zaznamenaný aj podľa orientácie po alebo proti prúdu, času a

teploty. Každá ryba je zmeraná na výšku a dĺžka je matematicky dopočítaná. Modernejšia verzia zariadenia je vybavená aj kamerovým systémom, ktorý je automaticky spustený pri výskytu ryby v oblasti rámu. Skener pracuje aj v noci. Údaje je možné z prístroja stiahovať cez prepojenie s PC alebo cez mobilný telefón.

Nevýhodou bioskeneru je, že ním neexistíme pomer medzi počtom rýb, ktoré k prekážke priplávali a počtom tých, ktoré celý rybovod úspešne prekonali. To dokáže presne len metóda **biotelemetrie**.

Optimálne by bolo umiestniť aj druhý bioskener resp. kameru, a to do dolného otvoru rybovodu, ktorý je vstupom pre ryby. Rozdiel medzi počtom rýb, zaznamenaných na vstupe a výstupe z rybovodu veľmi presne zaznamená percentuálnu priechodnosť koryta rybovodu.

Vyhodnocovanie záznamov a doručenie výsledkov na príslušný odborný orgán resp. organizáciu životného prostredia formou správy by bolo vhodné vždy mesiac po jarnom neresovom ľahu rýb (v júli).

Monitorovanie bioskenerom resp. kamerou by malo prebiehať nepretržite celoročne. Po prvom roku monitoringu sa môžu vynechať prípadné obdobia so zistenou absenciou pohybu rýb.

B) Pre námatkové kvantitatívno-kvalitatívne monitorovanie rýb v rybovode je potrebné objednať aspoň v prvom roku prevádzky hydrologicko-ichtyologické monitorovanie hlavného neresového ľahu rýb 3-krát počas jarného ľahu (apríl-máj-jún). Cieľom má byť zistenie, či celým rybovodom prejdú všetky druhy tunajších typických migrantov, resp. zistenie problémových bodov a návrh nápravných opatrení na ich odstránenie.

Monitorovanie by mal vykonať autor ekologickej riešenia rybovodu s ichtyológom - autorom ichtyologickej štúdie MVE Hronský Beňadik (prípadne aj s hydrotechnikom resp. investorom). Výsledky monitorovania aj s návrhom na nápravné opatrenia by mali byť doručené na príslušný odborný orgán resp. organizáciu životného prostredia formou správy, a to do 1 mesiaca po skončení jarného monitoringu.

Pri každom námatkovom monitoringu treba podľa „Podrobného postupu“ (pozri nasledujúcu časť E) najprv odsledovať správanie sa rýb podľa druhov a vyspelosti pri hľadaní rybovodu pod bariérou, potom pri jeho prekonávaní a nakoniec pri vyplávaní z neho nad bariéru. Zistiť problémové miesta rýb (vrátane zmerania hĺbky vody a zhodnotenia jej zrýchlenia v týchto miestach), prípadne následne navrhnúť a vykonať drobné stavebné alebo prevádzkové zmeny.

C) Monitoring celkovej priechodnosti bariéry MVE: Táto metóda má za cieľ vyhodnotiť celkovú účinnosť rybieho priechodu cez prekážku ako pomer počtu rýb označených v toku pod rybovodom a počtu zaregistrovaných označených rýb nad rybovodom. Najdostupnejšou metódou je klasické odlovenie a označkovanie niekoľkých jedincov rýb z každého cielového druhu farebnými mechanickými značkami, ich vypustenie a po dostatočnom časovom odstupe ich spočítanie vo vrši počas námatkového ichtyologického prieskumu rybovodu. Migrujúce ryby by bolo treba odloviť, označiť a vypustiť do Hrona cca 50m pod bariérou MVE a dať im dostatočný čas najmenej niekoľko hodín až deň na prekonanie rybovodu. Pomer počtu rýb označených v toku pod rybovodom a počtu označených rýb chytených vo vrši nad rybovodom by určil celkovú percentuálnu účinnosť rybieho priechodu.

V prípade rozhodnutia úradu pre presnejší odhad celkovej priechodnosti bariéry MVE je možné objednať aj telemetriu. Najjednoduchšou elektronickou verziou je telemetria s pasívnymi značkami. Skúmaný počet rýb je potrebné odloviť v toku pod prekážkou a označiť špeciálnymi značkami (veľmi malými a lahlkými prijímačmi - 12 x 2 mm, 0,09 g). V mieste výstupu rýb z rybovodu tieto mikroznačky anténa z jeho brehu aktivuje, precíta a zapíše do pamäti prijímača. Antény treba umiestniť nad vtokový otvor rybovodu tak, aby sa každá ryba priblížila k niektornej z antén aspoň na 30 cm (vtokový otvor bude mať šírku cca 100cm a hĺbku cca 70cm!).

D) Klasické ichtyologické monitorovanie kvantity a kvality rýb elektroprieskumom v rieke pod a nad bariérou sa neodporúča (ani podľa zahraničnej metodiky), lebo sa z neho len ľahko odvodzuje priechodnosť rybovodu.

E) Podrobný postup pri každej kontrole fungovania samotného rybovodu:

- *Skontrolovať hydrologické pomery v rybovode:* nehatený vtok a správne naplnenie všetkých úsekov rybovodu. Pochôdzkou z brehu rybovodu vizuálne zistit, či nedochádza k mimoriadnym zmenám hladiny alebo zrýchleniu prúdenia, kamennej alebo štrkovej nahádzky, upchávaniu vtokového otvoru alebo prietokových otvorov v prepážkach, k iným fyzickým bariérám, k nevhodným turbulenciám...
- *Skontrolovať navádzanie:* V prípade čistej vody vizuálne odpozorovať (z vyvýšeného miesta so špeciálnymi okuliarmi) pohyb resp. zvýšené koncentrácie rýb v priestore okolo výtoku (vchodu do rybovodu), a pod celou migračnou bariérou (teda napr. aj okolo výtoku z MVE a pod haľou). (Ak je to reálne, odhadnút, kol'ko percent videných rýb sa zdržuje ďaleko mimo vchodu do rybovodu.) Z brehu rybovodu vizuálne odsledovať, či navádzací vodopádik príťahuje ryby ku výtoku z koryta rybovodu, či vytekajúci prúd z rybovodu navádzza ryby do rybovodu.
- *Skontrolovať prekonávanie koryta rybovodu rybami:*
 - Umiestniť veľkú vršu alebo siet' v zdrži nad horným otvorom (nad vtokom) rybovodu tak, aby počas krátkej doby prieskumu zachytila všetky ryby, ktoré ho prekonajú.
 - Umiestniť sito v dolnom otvore (výtoku) z rybovodu. Postupom v koryte od spodu sledovať migrujúce ryby nahor, pritom vykonať registráciu alebo aj odchyt tých rýb, ktoré nebudú vládať uniknúť nahor kvôli nejakej migračnej bariére. Tie druhé rýb, veľkostné skupiny a pod., ktoré sa nevládali dostať do vyššieho úseku rybovodu, osobitne vyhodnotiť (označiť napr. poradové číslo komory alebo prepážky, ktorú neprekonal alebo napr. vzdialenosť vzniknutej bariéry od cieľa). U týchto odhadnút aj pravdepodobnú príčinu neprekonania ďalšej trasy - ktorá fyzická, rýchlosť alebo etologická bariéra to je (prípadne pri každej problémnej rýchlosťnej bariére zmerať lokálne vzniknutú rýchlosť vody). Treba si tiež všímať (a v správe vyhodnotiť), ako „úspešné“ ryby prekonávajú problémové miesta na trase - správanie sa v komorách rybovodu, spôsob prekonávania priechodových otvorov, využívanie oddychových balvanov. Rovnako vyhodnotiť aj to, čo spôsobuje prekážky alebo neprekonateľné bariéry.
 - Predpokladáme, že v dobre zrealizovanom rybovode by sa pri postupe ichtyológika a jedného pomocníka hore 4,5m širokým korytom mali všetky ryby presunúť až ku vtoku do najvyššej komory bazénového rybovodu a odtiaľ cez vtokový otvor do zdrže nad bariérou, kde ich zastaví siet' resp. vrša. Po zahradení vtokového otvoru (stavidlom resp. sitom) bude možné ohradené ryby zinventarizovať s tým hodnotením, že prekonali celé koryto rybovodu. (Samozrejme cestou bude treba vyhnáť ryby aj z dvoch oddychových zátočín.)
 - Pri ich vypustení z vrša sa odsleduje začiatok odplávania rýb hore zdržou (či napr. nehrozí strhnutie prúdom pod bariéru alebo či sa vyberú proti spomalenejmu prúdu).
 - Na záver každého prieskumu samotného rybovodu sa odstránia všetky monitorovacie sítia a zapíše sa vyhodnotenie všetkých biologických ale aj bariérových a hydrologických parametrov (aby sa nevytvorili nesprávne biologické dedukcie - ak napr. budú zmenené hydrologické alebo bariérové pomery v rybovode). Rovnako sa zapíšu predbežné návrhy na lepšie spriechodnenie problémových bodov.

F) Výsledok monitoringu prevádzky rybovodu:

- Všetky pozorované ukazovatele treba rozanalyzovať v hodnotiacej správe. V prvom rade treba presne určiť percentuálnu priechodnosť samotného koryta rybovodu. Na záver je dobre sa pokúsiť odhadnúť celkovú účinnosť rybovodu, čo je súčin všetkých čiastkových úspešností = nájdenie vstupu x schopnosť vyplávať korytom rybovodu x schopnosť vyplávať cez vtokový otvor (napr. pripchádzajúci) do hornej vody bez rizika strhnutia prúdom späť pod prekážku. Napr. ak vstup našlo cca 80% rýb, korytom z nich prešlo 100%, z nich do zdrže prešlo 90%, tak celková účinnosť rybovodu

je $0,8 \times 1 \times 0,9 = 0,72 = 72\%$ (pričom „limit“ pre funkčný rybovod je aj podľa zahraničnej metodiky min. 70%).

- Podľa zistených výsledkov bude treba zvážiť, či v daných podmienkach bude nutná celoročná prevádzka rybovodu. V prípade zistenia zanedbateľnej migrácie napr. počas zimných mesiacov (kvantitatívny kamerový monitoring) by bolo možné požiadat úrad o sezónne zastavenie prietoku rybovodu.

- Pri menšej ako napr. 70%-tnej účinnosti priechodu treba vypracovať návrh adekvátnych kompenzácií pre zmenu povinnej minimálnej zarybňovacej povinnosti podľa zákona o rybárstve - s príslušnou organizáciou SRZ dohodnúť náhrady za straty na rybnom hospodárstve.

- Odstránenie zistených poškodení alebo znefunkčnení priechodu by malo byť podmienkou ďalšej prevádzky MVE.

4. ODPOČET SPLNENIA PODMIENOK Z ICHTYOŠTÚDIE MUŽÍK 2013:

Všetky požiadavky z ichtyoštúdie RNDr.V.Mužíka (2013), vypracovanej pre potreby EIA na základe najaktuálnejšieho ichtyologického prieskumu, boli splnené (okrem šírky pri dne). Väčšinu z nich sa podarilo doriešiť v parametroch ešte výhodnejších a pohodlnnejších pre ryby:

Požiadavka ichtyoštúdie:

- Nadstandardný biokoridor
- Umiestnený buď priamo v koryte, alebo ešte výhodnejšie ako obtokový biokoridor
- Prevádzka celoročná
- Prietok BK od 0,8 do 1,0 $m^3.s^{-1}$
- Nastavený podľa aktuálnych prietokových pomeroval apríla do júna okolo 1,0 $m^3.s^{-1}$
- Navádzací prídavný prietok cca 10 l.s⁻¹, z výšky 2m
- Horná hrana vtokového otvoru musí byť min. 10cm pod minimálnou úrovňou trvalej hladiny vody v zdrži
- Rozmery komôr minimálne 100 x 150 cm
- Šírka zamočeného profilu koryta min. 5m
- Hĺbka vody min. 0,65 m
- Hĺbka vody v okrajových plytčinách pri brehoch len 10 cm
- Rýchlosť prúdenia pod 1,3 $m.s^{-1}$
- Dĺžka obtokového vodného biokoridoru po začiatok torrentilného prúdenia v zdrži
- Priečny miskovitý profil koryta
- Prepážky nesmú siahať od brehu po breh
- Kamenné brehy spevniť výsadbou vrbových odrezkov
- Oddychová bočná zátoka so stojatou vodou min. 2x3m
- Výtok z rybovodu zaústený do spodnej časti vývaru
- Len v prípade úspešnej realizácie Biologického projektu rybovodu by sa mohla skončiť kolaudácia MVE

Naprojektovaná hodnota:

- nadstandardný vodný aj brehový biokoridor
- je obtokový biokoridor
- je celoročná
- je 1,07 $m^3.s^{-1}$
- je 1,07 $m^3.s^{-1}$, navyše automatický prídavný prietok až do 1 m^3/s a to vždy pri zvýšení Q_{Hrona} nad cca 50 m^3/s
- je 30 l/s z výšky 1m nad májovou-júnovou hladinou (Q180)
- je navrhnutý 10cm pod minim. prevádzkovou hladinou
- sú oveľa lepšie: 610cm x 560cm
- šírka zamočeného profilu dna a brehov koryta je až 6,6m (z toho 3,4m tvorí rovné dno), šírka vodného koridoru pri hladine je až 6,1 m;
- je až 0,9 m, v prietokovom otvore 0,7 m
- je pri brehoch aj pod 10 cm
- je lepšia - pod 1,2m/s
- biokoridor musí končiť pri bariére potoka a diaľničného mosta, ale v plynkej zdrži tu bude citelný prud pre ryby aj pri nízkych Q
- je lichobežníkový (prizmatický), prevažuje hlbočina, pri okrajoch sú plytčiny
- je splnené, v každej prepážke je medzera široká 1m
- je splnené, návrh je na krytie stromami, krovinami aj trávami
- je lepšia – až 6x10m
- 9m pod prah vývaru, kde na jar končí búrlivé prúdenie
- podmienka je súčasťou návrhu

5) PRÍLOHY - POMOCNÉ TABUĽKY PRE NAVRHOVANIE RYBOVODOV

Pre riešenie podľa cieľových druhov rýb je potrebná aj tabuľka orientačných rozmerov vybraných dospelých rýb (podľa DWA 2010, / alternatívne údaje zo Schmutz 2013-ICPDR):

<i>Orientačné rozmery tela dospelých rýb pre návrh rybovodu (v cm)</i>			
<i>Druh</i>	<i>Dĺžka</i>	<i>Šírka</i>	<i>Výška</i>
pstruh potočný	25–50 / 30–50	3–5	4–9 / 6–10
lipeň thymiánový	35–50 / 40–50	4–6 / 5–6	6–11 / 9–11
mieň sladkovodný	35–70 / 50–70	5–10 / 7–8	6–13 / 7–8
nosáľ	/ 50		
jalec hlavatý	30–60 / 40–60	3–7 / 5–6	6–12 8–11
lieň	/ 60		
boleň dravý	50–80 / 80	5–7	12–18
ostriež	/ 40		
mrena severná	40–80 / 6–8	4–9 / 7	6–13 / 11
podustva	60		
pleskáč vysoký	35–70 / 5–7	4–7 / 5	11–21 / 15
karas	/ 45		
plotica	/ 70	/ 7	/ 13
jeseter malý	/ 90		
zubáč	/ 100		
šľúka severná	50–100 / 60–100	4–8 / 6–8	9–17 / 8–12
sumec veľký	80–160 / 90–160	11–22 / 13–30	18–35 / 14–31
hlavátka	80–120	8–14 / 10–14*	14–19 / 13–19

* Podľa slovenských ichtyológov v našich tokoch žijú aj väčšie hlavátky, preto šírku priechodového otvoru odporúčajú pri hlavátkе nie 30 - 40cm, ale min. 50cm, hĺbkou v otvore min. 45cm.

V Malachove 25. septembra 2014

RNDr. Vladimír Druga

Súhrnná tabuľka: Odporúčané charakteristiky^{*1} rybích priechodov pre jednotlivé rybie pásma (syntéza V.Druha, 2014). Žltom podfarbené sú limity, ktoré by bolo treba splniť v bazénovom rybovode v mrenovom pásme so sumcom. Zelenou podfarbené sú limity, ktoré sme v skutočnosti splnili - rybovod Hr. Beňadik teda spĺňa nielen limity mrenového ale aj všetky prísnejsie limity pleskáčového pásma.

Navedenie rýb (kap.3.3): **Vstup** pre ryby, čiže výtok vody z rybovodu by mal byť vždy zaústený do najvýraznejšieho, ryby vodiaceho prúdu, tesne pod migračnú bariéru (pri MVE do upokojenej časti výtoku z turbín)^{*2}. **Trvalý prietok** rybovodu musí pri požadovanej rýchlosťi naplniť koryto na potrebnú hĺbku a šírku - treba vypočítať. Prúd musí prerázať aspoň 1-2m do koryta rieky (posledná prepážka má byť až na brehu rieky). Najmenšia rýchlosť prúdu opúšťajúceho rybovod: **0,75 m/s**. Pri malých tokoch s $Q_a < 5 \text{ m}^3/\text{s}$ musí z RP vytiekať prinajmenšom 5%-10% z Q_a , pričom čím menší potok, tým vyššie percento. Pri extrémne rozkolísaných a menej vodnatých potokoch je vhodné požadovať $Q_{\text{rybovodu}} = Q_{355}$. Prietok musí vždy naplniť koryto rybovodu na hĺbku vody požadovanú pre tu žijúce druhy. **Pri rieke s $Q_a > 5 \text{ m}^3/\text{s}$ musí z RP vytiekať nad **0,25 m/s**, s $Q_a > 10 \text{ m}^3/\text{s}$ nad **0,5 m/s**, s $Q_a > 20 \text{ m}^3/\text{s}$ nad **0,8 m/s**, s $Q_a > 50 \text{ m}^3/\text{s}$ musí z RP vytiekať nad **1 m/s**, s $Q_a > 100 \text{ m}^3/\text{s}$ nad **1,5 m/s**, s $Q_a > 200 \text{ m}^3/\text{s}$ musí z RP vytiekať nad **2 m/s**.**^{*3}

Pri riekach s $Q_a > 40 \text{ m}^3/\text{s}$, a tiež pri každom rybovode so vstupom na opačnom brehu, má pritekať do ústia rybovodu jeho korytom (alebo krátkou deriváciou-bypassom - žľabom alebo rúrou) **sezónny prídavný vábiaci prietok = 50%-100% z bežného prietoku rybovodu**. Do rieky pred výtokom z každého rybovodu má z výšky 1-2m z rúrky dopadať **vodopádik 10-50 l/s** (podľa problémovosti vstupu) na prilákanie rýb z väčšej diaľky.

Rybí pásma ^{*4} :	Pstruhové	Lipňové	Mrenové	Pleskáčové
Bezprepážkový bystrinný rybí priechod (s celoplošným bystrinným prúdením)				
Maximálna prierezová rýchlosť ^{*5} prúdiacej vody v bystrinom (a „drobnokomôrkovom“ ^{*6}) rybovode	max. 1,8 m/s	max. 1,5 m/s	max. 1,2 m/s	max. 1,0 m/s
Odhad pozdĺž. spádu bystrinného rybovodu bez prepážok (treba vypočítať podľa prierezu, rýchlosťi, Q_{ryb})	cca 1:20 (=50%) (príp. 1:15=67%)	1:30 (=33%) až 1:50 (=20%)	cca 1:50 (=20%) až 1:100 (=10%)	cca 1:70 (=14%) až 1:150 (=7%)
Hĺbka vody v bystrej (v celom úseku prúdnice) ^{*7}	min. 30 cm	min. 40cm	min. 40-50cm	min. 50-60cm
Zavodnená šírka bystrinného rybovodu / min.šírka dna ^{*8}	min. 2m / 1m	min. 3m / 1,5m	min. 3 - 5m / 2m	min. 3 - 7 m / 2m

Prepážkový bazénový veľkokomorový rybí priechod (s pokojnejším „nádržkovým-bazénovým“ prúdením)				
Prierezová rýchlosť prúdiacej vody v priechodovej širokej štrbinе každej komory ^{*9}	max. 2,2m/s ^{*10}	max. 1,8 m/s	max. 1,5 m/s	max. 1,2 m/s
Hĺbka vody v bazéne ^{*11}	min. 40-50 cm	min. 50-60 cm	min. 60-70 cm	min. 70-80cm
Šírka hladiny v bazénovom rybovode ^{*12}	min. 1,5 m	min. 2-3 m	min. 2,5-5 m	min. 3-5 m
Dĺžka vodných bazénov (rozstup prepážok) ^{*13}	min. 1,5-2m	min. 2-3m	min. 2,5-5m	min. 3-5m
Odporúčaný vodný objem , „veľkého“ bazéna na rybovode pri rieke (pri potokoch stačí menej)	nad 2 m ³ (napr. 2x2x0,5)	nad 4 m ³ (napr. 3x3x0,55)	nad 8 m ³ (napr. 4x 3,5x0,65; 5x3x0,65)	nad 10-12m ³ (napr. 5x4x0,75; 4x4x0,75)
Rozptyl energie v objeme komory (DWA 2010)	225 - 250 W/m ³	200 W/m ³	150 W/m ³	100 - 125 W/m ³
Prevýšenie hladín susedných bazénov ^{*14}	max. 18-22 cm ^{*10}	max. 15-17 cm ^{*15}	max. 10-13 cm ^{*15}	max. 8-10 cm ^{*15}
Odhady prevýšenia podľa nemeckej/ICPDR metodiky	17-25cm /18-20cm	15-20cm / 15cm	13-17cm /10-13cm	11-15cm / 8-10cm
Šírka prietokovej štrbiny v každej prepážke ^{*16}	min. 20 cm	min. 30 cm ^{*17}	min. 30 cm ^{*17}	min. 40 cm ^{*17}
Hĺbka prietokovej štrbiny v prepážke	min. 20 cm	min. 30 cm ^{*18}	min. 45 cm ^{*18}	min. 50 cm ^{*18}

Vysvetlivky:

^{*1} Väčšie rozmery treba voliť najmä pri väčších rybách (rozmery rýb sú v tabuľke v závere časti 3.2. na strane 19) a pri väčších tokoch.

^{*2} Výnimcoľne, len pri väčších priestorových problémoch, len na užších tokoch (do 30-40 m) je možné menej vhodné riešenie na opačnom brehu, ale čo najbližšie k výtoku z MVE, s podmienkou výrazne zosilneného navádzania všetkými spôsobmi podľa kap.3.3.

*³ Podľa BMLFUW (2012). Alternatívne stanovenie $Q_{rybovodu}$: 1%-5% z konkurenčného prietoku rieky v čase migrácie, čiže 1% pri veľkej rieke s $Q_a > 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 1-2% pri strednej rieke s $Q_a = 25-50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pri menších riebach vyšie percento - napr. pri malých potokoch až do 5% z konkurenčného Q_{potoka} v čase migrácie (ICPDR 2013).

*⁴ Príslušnosť lokality k rybiemu pásmu určí ichtyológ. Približne sa rybie pásmá dajú odhadnúť podľa Rybárskej mapy SR, prícom: Podmienky pstruhového páisma platia aj na vyslovene horské prítoky v lipňových a mrenových revíroch. Avšak ak žijú v pstruhovom toku aj iné migranty ako pstruh, treba sa už riadiť pravidlami lipňového páisma. Ak medzi pstruhovým a mrenovým revírom nie je v mape lipňový, platia v širšej oblasti styku revírov podmienky lipňového páisma - určí ichtyológ. Mrenové pásmo v tabuľke je väčšinou zhodné s kaprovými revími v mape - avšak okrem celého toku Dunaja, Malého Dunaja, Bodrogu, Tisy, Latorice a dolných úsekov tokov: Moravy po Holíč, Váhu po Šaľu, Nitru po Šurany, Hrona po Želiezovce, Ipl'a po Šahy, a Laborca po ústie rieky Uh - tu všade platia podmienky pleskáčového páisma.

*⁵ Tieto rýchlosťi sú prípustné pod podmienkou, že zároveň bude v rybovode výrazne drsné kamenno-štrkové dno, početné soliterne „spomaľovacie“ balvany, trojuholníkový priečny profil koryta rybovodu (lebo pre slabšie ryby a mihele dôležitejšie ako prierezová rýchlosť je to, že nájdú v ktoromkoľvek úseku bystriny pomalšie oddychové miesto v príbrežnej plytčine). Seifert (2012) odporúča pre skly zhodne $1-1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pre pleskáčové a mrenové pásmo, $1,4-2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pre lipňové a pstruhové pásmo. DWA (2010) odporúča maximálne prierezové rýchlosťi vody v sklych v týchto pásmach len $1-1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (hoci paradoxne pripúšťajú strmšie spády). Na obtokových rybovodoch s prevýšením <10 m už pripúšťa podľa pásiem od $1,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

*⁶ V drobných komôrkach (s rozmermi bazéna pod $1x1,5 \text{ m}$ pre pstruhy, pod cca $2x2 \text{ m}$ v ostatných pásmach), ani v plytších bazénoch so štetinovými, medzernatými alebo šikmo ponorenými prepážkami spravidla nemajú ryby úplne upokojenú „oddychovú“ vodu, preto v týchto typoch odporúčame znížené maximálne prierezové rýchlosťi ako v bezprepážkovom.

*⁷ Odvodené z DWA (2010). Vyšie hodnoty platia pri väčších riebach. Pri výskute veľkých rýb treba v každom pásmе hĺbku min. 50 cm pre hlavátku, 70 cm pre sumca...); pre ne sú výhodnejšie hlbkovodné veľkorozmerné prepážkové rybovody.

*⁸ Odvodené z DWA (2010). Pre potoky odporúčame zavodnenú šírku hladiny rybovodu najmenej 1 m. Pri širokých riebach (napr. nad 80 m) prichádza do úvahy odporúčanie českej normy: šírka rybovodu (najmä prírodného typu) 5% až 10% šírky koryta rieky.

*⁹ Podmienkou prípustenia zvýšených rýchlosťí je vznik plošných rýchlosťných tieňov s takmer stojatou vodou v každej vodnej komore rybovodu. Nemecká metodika DWA-M509 (2010) pripúšťa podľa rybích pásiem, typu rybovodu a prevýšenia od $1,3$ do $2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

*¹⁰ V prípade, že ichtyológ vylúčí prítomnosť iných migrujúcich rýb a miheľ, môže byť pre pstruhy aj zdola nezatopený prepadový otvor - vodopádik s prevýšením do 50cm, ale s hrúbkou prepadového lúča vody min. 10cm!

*¹¹ Česká norma uvádzá min. 50 cm, optimálne 80 cm. Pre hlavátku odporúčame vytvoriť najväčšiu hĺbku každého vodného bazéna v akomkoľvek pásme aspoň 70 cm, pri sumcovi aspoň 90 cm (napr. preliačením dna každého bazéna). Nemecká DWA odporúča menej (43 cm pri hlavátke a 88 cm pri sumcovi), ICPDR viac (pre hlavátku 100-110 cm, pre sumca 120 cm), ale uvádzá aj 2,5-násobok výšky najväčšej ryby. Orientačné rozmery vybraných druhov rýb sú v tabuľke na konci kapitoly 3.2.

*¹² Odvodené podľa DWA. Nemecká aj rakúske metodiky (DWA, BMLFUW, ICPDR) uvádzajú aj menšiu šírku vody: 2-násobok dĺžky najväčšej ryby (záver kap.3.2.).

*¹³ Nemecká metodika DWA-M509 (2010) odporúča min. 3-násobok dĺžky najväčšej ryby. Pri veľkých rybách treba preto adekvátne zváčšiť požadované dĺžky bazénov.

*¹⁴ Prevýšenie hladín a šírku prietokového otvoru je najistejšie presne vypočítať - podľa požiadaviek na max. prierezovú rýchlosť v prepadovom otvore, na prietok rybovodu a na výšku vody v štrbinovom otvore (štrbinový otvor = súvislý otvor od hladiny až po dno rybovodu - dno plynulé, môže byť aj preliačené, no nie schodíkové).

*¹⁵ Nesmie byť vodopádik, len prietok štrbinou, teda zdola prevažne zatopený prietokový otvor.

*¹⁶ Alternatívne odporúčanie nemeckej metodiky DWA (2010): šírka štrbiny v prepážke rybovodu je 3-násobok šírky najväčšej ryby (tabuľka na konci kapitoly 3.2.).

*¹⁷ Pri výskute veľkých rýb väčšia šírka štrbiny, aspoň 3-násobok šírky ryby. Napr. pri mrene 40cm, pri hlavátke min. 50cm, pri sumcovi min. 60cm.

*¹⁸ Odvodené od DWA (2010). ICPDR uvádzá aj 2- až 2,5-násobok výšky najväčšej ryby (tab. na konci kapitoly 3.2.) Pri hlavátke min. 45cm, pri sumcovi min. 70 cm.