

Príloha č. 2.2.5

NÁVRH ROZŠÍRENÉHO OBTOKOVÉHO KORIDORU

PRI MVE HRONSKÝ BEŇADIK NA HRONE



Objednávateľ:
Hydro Development, s.r.o.

Riešiteľ:
RNDr. Vladimír Druga

Projektant:
Ing. Ivan Gajdoš
Ing. Jozef Pročka

Ichtyologické podklady:
RNDr. Vladimír Mužík

september 2014, máj 2015

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 metodickéj príručky ŠOP SR	3
2.3. Riešenie vtoku a sezónna optimalizácia prietoku rybovodu	4
2.4. Podrobné riešenie koryta bazénového prepážkového koridoru	5
2.5. Doriešenie vodného koridoru pre splavovanie rekreačných člnov	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. ODOPOČET SPLNENIA PODMIENOK Z ICHTYOŠTÚDIE MUŽÍK 2013, 2015	12
5. SÚHRNNÁ TABUĽKA odporúčaných charakteristík rybích priechodov pre jednotlivé rybie pásma	13

Grafické prílohy:

1. Situácia obtokového koridoru Hronský Beňadik (formát A3)
2. Pričný 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: **prijateľný** (10m pod spodným koncom vývaru, vyše 20m od MVE)
- Typ rybovodu: **Obtokový pobrežný** rybovod (**bazénový obtok**)
- Trvalý prietok: **1 m³/s**
- Sezónny prídavný prietok potrubím do dolnej komory: ďalších **0 až 1 m³/s**
- Trvalý prietok akustického vábiaceho vodopádika: **30 l/s**

V koryte prepážkového bazénového rybovodu:

- Tvar: **Hlboké prizmatické (so šikmými brehmi) s mierne meandrujúcou prúdnicou**
- Rýchlosť vody v priechodovej širokej štrbine 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**)
- Hĺbka: **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 štrbiny v každej prepážke: **100cm**
- Hĺbka vody v prietokovej štrbine 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 člnov:

- Dĺžka každého bazéna: **5,6m**
- Šírka pri hladine: **7m**
- Hĺbka: **120cm** vo väčšine každého bazéna
- Dno člna nad priechodovým otvorom a nad prepážkou: **+20cm v šírke 3m, +10cm v šírke 4,75m**

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 najtesnejšie (do cca 10m) pod upokojením najbúrlivejšieho výtoku z turbín (pre návrhové „migračné“ prietoky v apríli-máji-júni treba brať priemernú hladinu pri Q180). V Hronskom Beňadiku navrhujeme po porade s projektantom **trvalý výtok z rybovodu vo vzdialenosti cca 10m od zlomového prahu turbulentného vývaru, čo je 20m poniže budovy MVE, ešte o niečo ďalej od turbín** (pozri nákres). Prúd z rybovodu musí prerázať - najlepšie šikmo - aspoň 1-2m do hlavného prúdu z turbín.

Dno vo výtokovom otvore rybovodu a dno Hrona pod rybovodom treba kontinuálne prepojiť krátkou rampou v sklone 1:2 (predbežne bolo projektované prevýšenie cca 0,5m medzi oboma dnami riešené zvislou stenou, čo by bolo nevýhodné 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 vytekajúci z rybovodu cca $1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$** - pre istotu bol naprojektovaný vtok ešte o niekoľko l/s väčší.

► Pri väčších riekach 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 navrhnuť tak, aby sa doň začala energeticky nevyužitelná časť prietokov Hrona prelievať skôr, ako začne prepadať cez hať. Výtok z potrubia treba zaústiť do rozšírenej dolnej komory rybovodu. V nej treba rýchly a silný prúd vody celý „ponoriť“ 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 turbínku.



► Predĺženie dosahu koncentrovaného prúdu vytekajúceho z rybovodu do rieky pomocou zúženého prietochného profilu rybovodu je nutné na každom rybovode. Ak by bola v dolnom ústí rybovodu posledná prepážka ďaleko od hlavného koryta rieky (a teda by bolo ďaleko 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 spätne zavzduť vodou z rieky - ten by ryby len ťažko zacítili. Preto je treba priamo vo výtoku z rybovodu do rieky skoncentrovať prúd vytekajúci 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 prietochného profilu rybovodu sa skoncentruje a zrýchli prúd vytekajúca 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 vytekajúceho z rybovodu sa stanovila najmenšia rýchlosť vodného prúdu opúšťajúceho rybovod 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 vytekajúcej vody z posledného prietokového otvoru vyššiu ako 1m/s aj pri „jarných“ prietokoch Hrona, teda okolo Q180.



Kvôli sezónnemu nadlepšovaniu výtoku z rybovodu a kvôli preplávaniu rekreačných člňkov je potrebné výtokovú štrbinu rozšíriť zo 100 cm na minimálne dvojnásobok (nad 2m, 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 Hronský Beňadik sa o

pritiahnutie 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

- Najúčinnější typ riešenia rybovodu z metodickéj príručky - 1) celokorytový sklz resp. kaskáda celokorytových bazénov, ktoré majú pri správnych parametroch 100%-nú priechodnosť - by bola pri MVE Hronský 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 metodiky - 2) Bystrinná rampa bezprepážková.
- Ekologicky vhodný by bol tretí najvhodnejší typ z metodiky - 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, hĺbkou 70cm v stredovej prúdnicke kvôli sumcovi, rýchlosťou vody v priereze max. 1,2m/s, prietok 1m³/s. Na doržanie rýchlosti 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 koryte Hrona, kde bolo treba vmestiť cca 200m dlhé a cca 5m 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 koryte sa podarilo navrhnuť 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

• **Cieľové prietoky Hrona a cieľové druhy:** Prevádzka biokoridoru by mala byť stanovená optimálne podľa sezónnej intenzity a dôležitosti migrácie miestnych rýb a podľa miestnych prietokových 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 migranty - cieľovými 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 cieľové hladiny Hrona pri jarných aprílových až júnových „neresových“ prietokoch od Q90 do Q180, výnimočne menej.

• **Bežný prietok rybovodu:** bol stanovený podľa veľkostnej kategórie rieky s Q_a=cca 50m³/s, kde musí mať rybovod prietok **1m³/s**. Prietok musí byť zaznamenávaný na limnigraf alebo iné hladinové čidlo, s možnosťou 1-ročnej spätnej kontroly.

• **Prídavný vábiaci prietok rybovodu počas neresu:** Počas roka je pre všetky tunajšie migranty najdôležitejšia ich rozmnožovacia migrácia - neresový ťah v jarnom štvrtroku (apríl-máj-jún), kedy má Hron spravidla nadpriemerné prietoky nad Q180. Práve vtedy by sa samotný bežný prietok vytekajúci z rybovodu najviac strácal vo vývare pod MVE. Preto bolo pre rybovod Hronský Beňadik navrhnuté zvýšiť počas vodnatých období prietok vytekajúci 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 1 m³.s⁻¹ privedený k výtoku 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 zamrzaním 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 ichtyostúdie 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} pod cca 50m ³ /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} nad cca 50m ³ /s, spravidla marec, apríl, máj, jún
Počas mrazov pod -5°C odstavenie akustického vábiaceho prietoku 30 l/s: spravidla december, január, február

- **Dostatočné množstvo vody v koryte rybovodu** závisí predovšetkým od správne vypočítaného a zrealizovaného 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 nepriechodné rýchlosti, turbulencie, spenenie aj deštrukcia, 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 hrablic so svetlosťou cca 10cm, predstavaných 0,5m pred vtokový otvor tak, aby ani pri čiastočnom zanesení hrablic sa neupchal východ pre ryby a neznižoval sa prietok do rybovodu - to znamená, že aj pri upchatí hrablic konármi majú byť obtekané vodou z jedného boku aj zospodu (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 zmariť 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 súhrnnej 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 hať dole, čo je pri Hr. Beňadiku splnené.
- **Umožnenie monitoringu:** Pri návrhu vtokového otvoru do rybovodu treba rátat' s možnosťou umiestnenia podvodnej kamery (alebo bioskenera, ktorého základom je rám, osadený tesne povyš vtokového otvoru rybovodu, po stranách vybavený dvoma radmi žiaričov, produkujúcich infračervené lúče, ktoré každú rybu oskenujú). Zároveň je potrebné rátat' s možnosťou pripevnenia rybárskej vrše alebo rámu s rybárskou sieťou pre zadržanie a inventarizáciu rýb, ktoré rybovod úspešne prekonali. Bude treba doriešiť vo vykonávacom projekte.
- **Ochranu 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.
- **Ochranu rýb pri prepadávaní cez hať** alebo cez čiastočne sklopenú hať (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 hať). V prípade MVE Hronský Beňadik by pri prevýšení vody prepádajúcej cez hať 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 deštrukcii.
- **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-štrkovitého substrátu z koryta Hrona. Pretekajúca voda si ho počas prevádzky (alebo počas občasných záplav) prirodzene rozmiestni 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 osídli 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 kamennno-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 opevněným 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 mokrad'ové 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 rýchlostí v dostatočne veľkej časti bazéna (komory). Odporúčaná minimálna objem „veľkej“ komory (bazéna) je v mrenovom pásme nad 6m³, 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: $Ek=(p.g.dh.Q):V$ (kde p = hustota vody 1000 kg/m³, g = gravitačná konštanta 9,81, dh = rozdiel hladín susedných komôr, Q = prietok v m³/s a V = objem komory). Pre mrenové pásma má byť limitná hodnota do cca 150 W/m³, v koridore Hr. Beňadik vyšla len 52 W/m³, čo je oveľa priaznivejšie ako pre „háklivejšie“ pleskáčové rybce pásma, kde má byť limitná hodnota rozptylu energie najnižšia – len cca 100 - 125 W/m³. Táto mimoriadne nízka energetická náročnosť 52 W/m³ zodpovedá dokonca energii v oddychovej komore!

• **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 pásma by mala byť vo všeobecnosti od 2,5 do 5m, v strede mrenového pásma okolo 4m. V Hronskom Beňadiku sme s projektantmi navrhli ešte lepšiu zavodnenú šírku bazéna 4,3 až 4,7m. Po požiadavke RNDr. Mužika sme šírku rybovodu zväčšili na nadštandardných 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 priečných brzdiacich prepážok v rybovode, je od 2,5 do 5m v mrenovom pásme. Dĺžka bazéna musí byť dostatočná na to, aby sa prepádajúca 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 obtekané ako pri hladine tak aj pri dne, takže prietokové široké štrbiny musia siahať súvisle od dna až po hladinu, aby umožnili migráciu aj rybám migrujúcim výhradne pri dne. Kvôli brzdiacemu účinku je vhodné dosiahnuť meandrovanie prúdnice rybovodu striedavým umiestnením otvorov v spomaľovacích prepážkach - kvôli bezpečnému splavovaniu člmi navrhujem len mierne meandrovanie prúdnice naľavo a napravo od osi koryta. Vo svojom vyjadrení správca toku odporúča v DSP uvažovať s možnosťou

modelovania priečok a nastavenia optimálneho geometrického tvaru v bazéne rybovodu z dôvodu nastavenia prietoku, hĺbky, rýchlosti prúdenia v jednotlivých bazénoch aj v priečkach.

• **Šírka vody v priechodových otvoroch medzi bazénmi:** Fyziologický problém šírky priechodu je jednoduchší, problematickejší je etologický 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 výskyte sumcov min. 70cm, čo bude v Hronskom Beňadiku splnené - navrhujeme hĺbku 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:

Prepadové množstvo Q	$Q=2/3 \cdot m_i \cdot \sigma \cdot b_o \cdot (2 \cdot 9,81)^{0,5} \cdot (h_o)^{1,5}$
Prepadový súčiniteľ $m_i = 0,630$ (odčítané z tab.5.4.6. Hodák)	$m_i = (h/t) = 0,7/0,20 = 3,5$
Prepadová výška s vplyvom prítokovej rýchlosti ho	$h_o = h + h_{do}$
Rýchlostná výška h_{do}	$h_{do} = \alpha \cdot v_o^2 / (2 \cdot g)$
príemerná prierezová rýchlosť	$v_o = Q / (b \cdot (s+h))$
Aktívna prepádová šírka b_o	$b_o = b - 0,1 \cdot x_s \cdot n \cdot h$ $b_o = 1,0 - 0,1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,7 = 0,86 \text{ m}$
Tvarový súčiniteľ hrany otvoru k_s (obdĺžnik.hranatý)	1,00
Počet zúžení n	2,00
Tvár otvoru: $s \cdot h$	$1,0 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m}$

1. výpočet návrh $Q = 1,0\text{m}^3/\text{s}$
 $v_o = Q / (b \cdot (s+h)) = 1 / 1,0(0,2+0,7) = 1,1111\text{m/s}$
 $h_o = 0,7629 \text{ m}$
 $Q = 1,0553 \text{ m}^3/\text{s}$

2.výpočet $Q = 1,1725 \text{ m}^3/\text{s}$
 $v_o = Q / (b \cdot (s+h)) = 1,0553 / 0,9 \cdot (0,2+0,7) = 1,1725 \text{ m/s}$
 $h_o = 0,7700 \text{ m}$
 $Q = 1,070 \text{ m}^3/\text{s}$

3.výpočet $Q = 1,070 \text{ m}^3/\text{s}$
 $v_o = Q / (b \cdot (s+h)) = 1,0733 / 0,9 \cdot (0,2+0,7) = 1,1888 \text{ m/s}$
 $h_o = 0,772 \text{ m}$
 $Q = 1,0733 \text{ m}^3/\text{s}$

• **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 rýchlosti pod 1 m/s . Ešte dôležitejšie je, aby

aspoň v okrajovej alebo rohovej časti každého bazéna (komory) slabšie ryby našli pokojnú zónu 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 rýchlosti v prietokových otvoroch, je veľmi pravdepodobné, že mimo nich vzniknú dostatočne nízke „oddychové“ rýchlosti (nižšie než sú cestovné rýchlosti rýb) v každom bazéne rybovodu, a to vďaka veľkorozmerným bazénom - čím väčší objem vody v bazéne, tým väčší priestor s upokojenou vodou.

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

• **Odolnosť** bazénového rybovodu Hronský Beňadik voči veľkým vodám sa má zabezpečiť pevným zaklivením 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 ČLŇKOV

Splavovanie biokoridoru Hronský Beňadik rekreačnými člnkami je riešené nasledovne:

- Na **bezpečné pristávanie a vynášanie** rôzne dlhých plavidiel navrhujeme na brehu zdrže nad biokoridorom súvislé schody široké cca 5m (na potrebu pristátia upozornia výstražné tabule na brehu).

- **Člňky postačí preniesť len 20m cez hrádzu (bez ich vyprázdňovania)**, 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. Tabuľa na vstupe do rybovodu vysvetlí postup pre spustenie režimu splavovania, upozorní posádku preplavovaných plavidiel, že predmetný sklz musia absolvovať stredom, tiež o šírke a hĺbke sklzu: Plavidlo s ponorom do 20cm má v rybovode koridor široký 3m; plavidlo s ponorom do 10cm má v rybovode koridor v šírke viac ako 4,5m; celková šírka hladiny rybovodu vrátane plytčín je počas splavovania 7m.)

- Kvôli zvýšeniu a koncentrácii 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 potečie takmer o 50% viac vody ako cez meandrujúcu „dnovú“ prúdnicu pretekajúcu cez štrbinový otvor).

- **Hĺbka** v rybovode sa zvýši z 90 na **120cm**; po každých 5,6 metroch budú člňky prechádzať cez prepážky, v ktorých bude štrbinový otvor široký aj hlboký 1m, aj okolo hlbokého otvoru bude **nad každou kamennou prepážkou stĺpec vody cca 20-30cm**, pričom ponor rekreačných plavidiel sa pohybuje oveľa nižšie. Šírka vodnej cesty aj pre plavidlá s ponorom 20cm teda bude cca 3m, s ponorom 10cm až 4,75m (pozri priečny rez rybovodom).

- **Šírka** vodnej hladiny pri splavovaní bude **komfortných 7m** (šírka bežného člna je cca 1m, šírka pádla je cca+1m po stranách, voľná rezerva po stranách ostáva po 1,5m). Výtok z rybovodu do Hrona však bude zúžený na cca 2m (kvôli zachovaniu prúdového signálu pre ryby hľadajúce vstup).

- **Maximálna rýchlosť** sa na každej prepážke zvýši **nad 1,2m/s**, v každej komore medzi prepážkami bude rýchlosť **výrazne nižšia**, takže člňkári budú mať dost 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 člňov (aj veľkých húfov 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 3-ročný **monitoring prevádzky** rybovodu spojený s **odstraňovaním a dolad'ovaním prevádzkových problémov rybovodu**.

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

- **1) biologický projekt a monitorovanie projektových dokumentácií pred výstavbou** – zabezpečenie odborného **zapracovania biologických požiadaviek** do všetkých stupňov projektovej dokumentácie až po realizačný projekt výstavby rybovodu (v zmysle §38 poslednej novely 2014 zákona o posudzovaní vplyvov)
- **2) environmentálny dozor (monitoring) počas výstavby** (v zmysle §39 ods.1 zákona)
- **3) biologické monitorovanie** priechodnosti migračnej bariéry počas **začiatku prevádzky** (v zmysle §39 ods.2 zákona), spojené s odstraňovaním zistených nedostatkov v priechodnosti rybovodu (v zmysle §39 ods.4 zákona o posudzovaní vplyvov). Aj správca toku požaduje „dôkladné preskúšanie rybovodu a zabezpečenie odborného posudku nezávislou osobou“.

3.1. Environmentálny dozor projekčnej prípravy a výstavby obtokového koridoru:

Cieľ: Environmentálny autorský 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 **znižili 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 štátnu 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 navrhnúť zmierňujúce opatrenia.
- Počas výstavby rybovodu by mal už v začiatku **korigovať stavbármi alebo stavebným dozorom nesprávne pochopené postupy**. Osobne by mal **skontrolovať začiatok výstavby podstatných prvkov rybovodu** - napr. po ukázkovom dobudovaní prvého krátkeho bazénového úseku rybovodu s dvoma-troma prepážkami, tiež na začiatku výstavby podstatných prvkov vtoku, výtoky, a tiež záverečných biologických úprav priechodu - presypania koryta štrkom, 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 naplneniu 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 prepĺňaniu jednotlivých sekcií, bude treba vykonať zmenšenie vtokového otvoru alebo zväčšenie problémového prietokového otvoru v prepážke a pod. Ak by vznikali neprijateľné rýchlosti alebo turbulencie, riešiť alternatívne možnosti upokojovania vody alebo aspoň posilnenie (zväčšenie, zahustenie) rýchlostných tieňov v silnom prúde.*

- 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 viesť evidenciu (záznamy z kontrol, správy o výsledkoch, záverečná správa)

Podmienka, aby to v praxi reálne fungovalo:

- Požiadavky na vypracovanie Biologicko-technického projektu MVE ako súčasť DSP by mali byť zahrnuté **do podmienok územného rozhodnutia**.
- Požiadavky na výkon environmentálneho dozoru (monitoringu) výstavby rybovodu, ako aj požiadavka na vypracovanie Plánu hydroekologického a 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 ochranných 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 predkolaudácii“ rybovodu zhodnotia zúčastnení prírodovední odborníci dostatočnosť novovytvorených biotopov, ako aj dodržanie parametrov rybovodu z projektu. **Chýbajúce alebo chybné 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

- Monitoring prevádzky rybovodu by mal byť **požadovaný v kolaudačnom rozhodnutí** a mal by začať hneď 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.

Ciel': Mal by zistiť a doladiť hydroekologickú funkčnosť a 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 hydroekologického a 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 odsúhlasení hlavným zadávateľom hydroekologického riešenia aj kompetentným ichtyológom).

Vykonávateľ': Aby nakoniec monitoring neminul pôvodný cieľ, mal by ho vykonať hlavný zadávateľ hydroekologického 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.

Metódy hydroekologického monitoringu:

Spresnia vykonávateľa hydroekologického resp. ichtyologického monitoringu, a to podľa aktuálnej metodiky rezortu životného prostredia a aktuálnych poznatkov v dobe spustenia MVE do prevádzky. V každom prípade je nutné za účasti odborne spôsobilých osôb vykonať prvé nastavenie stavidiel na vtoku pre prevedenie určeného prietoku, a tiež úvodné doladenie prúdenia v rybovode pomocou úpravy prietokových otvorov alebo pomocou posunu balvanov – usmerňovačov a rozrážачov prúdu. Vtedy je tiež potrebné nastaviť limnigraf, resp. hladinový senzor resp. zaznačiť hladinu požadovaného prietoku na vodomernej late resp. na prepážkach alebo brehoch, a tiež do prevádzkového poriadku rybovodu MVE.

Pri ďalších monitoringoch skontrolovať hydrologické pomery v rybovode: nehatený vtok, správne nastavenie určeného prietoku (zapísaného do prevádzkového poriadku), správne naplnenie všetkých úsekov rybovodu, zistiť, či nedochádza k mimoriadnym zmenám hladiny alebo zrýchleniu prúdenia, kamennej alebo štrkovej nahádzky, upchávaniu vtokového otvoru alebo prietokových otvorov v prepážkach, k iným fyzickým bariéram, k nevhodným turbulenciám, k absencii navádzacích prietokov, nefunkčnosti vegetačného krytu... Zistené nedostatky je nutné nahlásiť prevádzkovateľovi (ktorý je ich povinný odstrániť v zmysle §39 ods.4 zákona o posudzovaní vplyvov) resp. orgánu životného prostredia.

Metódy sledovania rýb aj vyhodnotenia účinnosti rybovodu a celého spriechodnenia migračnej bariéry: Spresnia vykonávateľa hydroekologického resp. ichtyologického monitoringu, a to podľa aktuálnej metodiky rezortu životného prostredia a aktuálnych poznatkov v dobe spustenia MVE do prevádzky.

Metódy majú dospieť ku zisteniu kvalitatívnej účinnosti rybovodu (ktoré druhy rýb, pozorované prípadne označované pod bariérou, do rybovodu vplávali aj z neho vyplávali nad bariéru) aj kvantitatívnej účinnosti rybovodu (aké percento z rýb, pozorovaných prípadne označovaných pod bariérou, vyplávalo nad bariéru).

To sa dá najlepšie zistiť napr.:

- vyhodnotením záznamu bioskenera (ktorý zaznamená tvar, veľkosť aj smer pohybu každého

plávajúceho objektu, čas a teplotu vody) – zistí len ryby na výstupe z rybovodu;

- PIT-telemetriou (telemetrickou identifikáciou rýb, označovaných PIT-značkami pod bariérou hate, na výstupe z rybovodu) – bezpečne zistí druhy rýb, ktoré dokážu preplávať celú migračnú bariéru; zistí aj počet rýb, no dôveryhodnosť kvantitatívneho percentuálneho hodnotenia klesá s počtom označených rýb; k zvýšeniu pravdivosti by prispelo vypustenie (vylovenie) rybovodu pred monitoringom.

- mechanickým označovaním rýb pod bariérou a následným zachytením a zinventarizovaním do pasce (vrše, siete) na výstupe z rybovodu (v prípade problémových miest v rybovode aj zachytením a zinventarizovaním rýb pod očíslovanými selektívne priechodnými otvormi v prepážkach rybovodu) – bezpečne zistí druhy rýb, ktoré dokážu preplávať celú migračnú bariéru; zistí aj počet rýb, no dôveryhodnosť kvantitatívneho percentuálneho hodnotenia klesá s počtom označených rýb; k zvýšeniu pravdivosti by prispelo vypustenie (vylovenie) rybovodu pred monitoringom.

- vyhodnotením záznamu jednej podvodnej kamery pod vstupom a druhej podvodnej kamery nad výstupom z rybovodu (kvôli zlej viditeľnosti sa nezistí druh ryby, len približný počet rýb, aj to len mimo období mútnej vody).

- Zistené nedostatky je nutné nahlásiť prevádzkovateľovi (ktorý je ich povinný odstrániť v zmysle §39 ods.4 zákona o posudzovaní vplyvov) resp. orgánu životného prostredia.

4. ODPOČET SPLNENIA PODMIENOK Z ICHTYOŠTÚDIE:

Požiadavky z ichtyoštúdie RNDr. V. Mužíka (2013, 2015), vypracovanej pre potreby EIA na základe ichtyologického prieskumu, boli splnené. Väčšinu z nich sa podarilo doriešiť v parametroch ešte výhodnejších a pohodlnejších pre ryby:

Požiadavka ichtyoštúdie:

- Nadštandardný biokoridor
- Umiestnený buď priamo v koryte, alebo ešte výhodnejšie ako obtokový biokoridor
- Prevádzka celoročná
- Prietok BK od 0,8 do 1,0 m³.s⁻¹
- Nastavený podľa aktuálnych prietokových pomerov od apríla do júna okolo 1,0 m³.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
- Rýchlosti 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:

- nadštandardný vodný aj brehový biokoridor
- je to obtokový biokoridor
- je celoročná
- je 1,07 m³.s⁻¹
- je 1,07 m³.s⁻¹, navyše automatický prídavný prietok až do 1m³/s a to vždy pri zvýšení Q_{Hrona} nad cca 50m³/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 plytkej zdrži tu bude citelný prúd pre ryby aj pri nízkych Q
- je lichobežníkový (prizmatický), prevažuje hĺbočina, 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
- 10m pod prah vývaru, pod ktorým na jar končí búrlivé prúdenie; bližšie k MVE sme nešli kvôli rýchlostiam
- podmienka je súčasťou návrhu, aj v opatreniach EIA

5. SÚHRNNÁ TABUĽKA: Odporúčané charakteristiky*¹ rybných priechodov pre jednotlivé rybie pásma (syntéza V.Druga, 2014).

Žltá podfarbená sú limity, ktoré by bolo treba splniť v bazénovom rybovode v mrenovom pásme so sumcom. Zelenou podfarbená sú limity, ktoré sme v skutočnosti splnili - rybovod Hr. Beňadik teda spĺňa nielen limity mrenového ale aj všetky prísnejšie 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 výtok z turbín)*². **Trvalý prietok** rybovodu musí pri požadovanej rýchlosti **naplniť koryto** na potrebnú hĺbku a šírku - treba vypočítať. Prúd musí **prerážať 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 vytekať 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 vytekať nad $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$, s $Q_a > 10 \text{ m}^3/\text{s}$ nad $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ s $Q_a > 20 \text{ m}^3/\text{s}$ nad $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$, s $Q_a > 50 \text{ m}^3/\text{s}$ musí z RP vytekať nad $1 \text{ m}^3/\text{s}$, s $Q_a > 100 \text{ m}^3/\text{s}$ nad $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, s $Q_a > 200 \text{ m}^3/\text{s}$ musí z RP vytekať nad $2 \text{ m}^3/\text{s}$.***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.

Rybie pásmo* ⁴ :	Pstruhové	Lipňové	Mrenové	Pleskáčové
Bezprepážkový bystrinný rybí priechod (s celoplošným bystrinným prúdením)				
Maximálna prierezová rýchlosť * ⁵ prúdiacej vody v bystrinnom (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, rýchlosti, 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 bystrine (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 štrbine 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 * ¹⁹	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 Výnimočne, len pri vážnych priestorových problémoch, len na užších tokoch (do 30-40 m) je možné menej vhodné riešenie na opačnom brehu, ale čo najbližšie k výtok 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 riekach vyššie percento - napr. pri malých potokoch až do 5% z konkurenčného Q_{potoka} v čase migrácie (ICPDR 2013).

*⁴ Príslušnosť lokality k rybiemu pásnu určí ichtyológ. Približne sa rybie pásma dajú odhadnúť podľa Rybárskej mapy SR, pričom: Podmienky pstruhového pásma 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 pásma. Ak medzi pstruhovým a mrenovým revírom nie je v mape lipňový, platia v širšej oblasti styku revírov podmienky lipňového pásma - určí ichtyológ. Mrenové pásmo v tabuľke je väčšinou zhodné s kaprovými revírmi v mape - avšak okrem celého toku Dunaja, Malého Dunaja, Bodrogu, Tisy, Latorice a dolných úsekov tokov: Moravy po Holíč, Váhu po Šaľu, Nitry po Šurany, Hrona po Želiezovce, Ipl'a po Šahy, a Laborca po ústie rieky Uh - tu všade platia podmienky pleskáčového pásma.

*⁵ Tieto rýchlosti sú prípustné pod podmienkou, že zároveň bude v rybovode výrazne drsné kamenno-štrkové dno, početné solitérne „spomaľovacie“ balvany, trojuholníkový priečny profil koryta rybovodu (lebo pre slabšie ryby a mihule dôležitejšie ako prierezová rýchlosť je to, že nájdú v ktoromkoľvek úseku bystriny pomalšie oddychové miesto v príbrežnej plytčine). Seifert (2012) odporúča pre sklzy 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 rýchlosti vody v sklzoch 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 m pre pstruhy, pod cca 2x2 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 rýchlosti ako v bezprepážkovom.

*⁷ Odvodené z DWA (2010). Vyššie hodnoty platia pri väčších riekach. Pri výskyte veľkých rýb treba v každom pásme hĺbku min. 50 cm pre hlavátku, 70 cm pre sumca...); pre ne sú výhodnejšie hlbokovodné veľkorozmerné prepážkové rybovody.

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

*⁹ Podmienkou pripustenia zvýšených rýchlostí je vznik plošných rýchlostných 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 vylúči prítomnosť iných migrujúcich rýb a mihúl, môže byť pre pstruhy aj zdola nezatopený prepádový otvor - vodopádik s prevýšením do 50cm, ale s hrúbkou prepádového lúča vody min. 10cm!

*¹¹ Česká norma uvádza 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 uvádza 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 zväčšiť požadované dĺžky bazénov.

*¹⁴ Prevýšenie hladín a šírku prietokového otvoru je najistejšie presne vypočítať - podľa požiadaviek na max. prierezovú rýchlosť v prepádovom 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 výskyte veľkých rýb väčšia šírka štrbiny, aspoň 3-násobok šírky ryby. Napr. pri mreze 40cm, pri hlavátke min. 50cm, pri sumcovi min. 60cm.

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

*¹⁹ Rozptyl energie: $E=(Q \cdot g \cdot dh):V=(Q \cdot 9,81 \cdot 1000 \cdot dh):V$