

**BIOLOGICKO-TECHNICKÝ PROJEKT
RYBIEHO PRIECHODU
PRI MVE NADABULA NA SLANEJ**

Objednávateľ:

Oľga Gotthardová, Nadabula 1, 04801 Rožňava

Riešiteľ:

RNDr. Vladimír Druga

Október 2013

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. METODIKA	3
3. VÝBER CIEĽOVÝCH DRUHOV RÝB	3
4. VÝBER CIEĽOVÝCH PRIETOKOV A RÝCHLOSTÍ VODY	
4.1. Stanovenie zostatkového prietoku Qichtyo a zavodenie ochudobneného koryta Slanej	3
4.2. Limity vyplývajúce z prirodzených prietokov Slanej	4
4.3. Limit rýchlosti vody v rybovode (podľa prirodzeného prostredia rýb)	4
5. VÝBER TYPU A UMIESTNENIA RYBOVODU	5
6. NAVEDENIE RÝB DO PRIECHODU	6
7. VNÚTRO KORYTA RYBOVODU	7
8. RIEŠENIE HORNÉHO KONCA RYBOVODU - VTOKU	
8.1. Sezónna optimalizácia prietoku	8
8.2. Zaistenie požadovaného množstva vody v koryte RP.....	9
8.3. Bezpečné pokračovanie migrácie rýb z rybovodu do zdrže, poprúdová migrácia	9
9. GARANCIA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA RP A MONITOROVANIE PREVÁDZKY	
9.1. Biologický dozor projekčnej prípravy a výstavby rybovodu	10
9.2. Spoločná záverečná kontrola biologického dozoru a OÚŽP na stavbe dokončeného rybovodu (Biologická „predkolaudácia“ postaveného rybovodu)	11
9.3. Monitoring priechodnosti sprevádzkovaného rybovodu a odstraňovanie zistených nedostatkov	11
10. SÚHRN POŽIADAVIEK NA VÝSTAVBU RYBIEHO PRIECHODU NADABULA.....	14
11. Tabuľka: Odporúčané charakteristiky rybovodov pre jednotlivé rybie pásma	15

Grafické prílohy:

1. Celková situácia spriechodnenia pri MVE Nadabula (formát 3 A4)
2. Pôdorys rybovodu + 3. Pozdĺžny rez rybovodu (formát A3)
4. Pričný rez rybovodom na vtoku pri zahradenom režime (pri Q175 až Q60) + 5. Pričný rez korytom rybovodu - bystrinnej balvanitej rampy (formát A4)

1. ÚVOD:

Biologicko-technický projekt rybieho priechodu pri MVE Nadabula bol vypracovaný na základe objednávky Oľgy Gotthardovej, Nadabula 1, 04801 Rožňava.

Účelom tohto biologicko-technického projektu bolo zmeniť pôvodné pre ryby nevyhovujúce technické riešenie plánovaných objektov MVE tak, aby sa zabezpečila možnosť migrácie rýb aj v prípade výstavby a prevádzky MVE.

Tento biologicko-technický projekt rybieho priechodu neslúži ako posúdenie vhodnosti celého zámeru MVE Nadabula pre ichtyocenózu Slanej.

2. METODIKA:

Ako základná metodická kostra pre navrhovanie rybovodu bol použitý metodický materiál, vypracovaný pre Ústredie ŠOP SR: „SPRIECHODŇOVANIE BARIÉR NA TOKOCH - Príručka pre posudzovanie, navrhovanie a monitorovanie rybích priechodov“, ktorej súhrnná tabuľka „Odporúčané charakteristiky rybovodov pre jednotlivé rybie pásma (syntéza V.Druga, 2013)“ je súčasťou tohto biologicko-technického projektu.

3. VÝBER CIEĽOVÝCH DRUHOV RÝB:

Cieľovými druhmi, pre ktoré je tento rybí priechod projektovaný, sú všetky ryby a ďalšie menšie migrujúce vodné živočíchy, ktoré sa typické pre **lipňové** pásmo Slanej. Osobitne sa musí prihliadať na chránený druh národného významu **Ploska pásavá** (*Alburnoides bipunctatus*) a na chránený druh európskeho významu **Mrena škvrnitá** (*Barbus meridionalis petenyi*).

4. VÝBER CIEĽOVÝCH PRIETOKOV A RÝCHLOSTÍ VODY

4.1. Stanovenie zostatkového prietoku Qichtyo a zavodnenie ochudobneného koryta Slanej

Pre derivačnú elektráreň je potrebné stanoviť zostatkový prietok, z ktorého sa nesmie odoberať voda do MVE. Tento zostatkový prietok musí byť dostatočný nielen pre prežitie bentosu (drobných bezstavovcov žijúcich na dne toku) ale aj pre prežitie rýb, preto ho označujem Qichtyo. Dĺžka ochudobneného úseku koryta Slanej je totiž až 0,5 km, čo je už významná veľkosť vodného biotopu.

Podľa pripravovanej metodické príručky ŠOP SR „Spriechodňovanie migračných bariér na tokoch“ platí pre tento úsek Slanej požiadavka na zabezpečenie biologického prietoku pre prežitie rýb pod odbermi do derivačných vodných elektrární na úrovni **Q330=1,187m³/s**, čo je základná východisková hodnota pre všetky bežné toky.

Celý zostatkový prietok požadujem využiť na zavodnenie rybovodu!

Pri tomto prietoku by bola priemerná hĺbka vody v ochudobnenom koryte Slanej len 10cm, čo je dosť len pre bentos a rybiu mláď, nie pre prežívanie dospelých rýb. Preto odporúčam podporiť v tomto úseku vytváranie hlbších miest (budú to tzv. refúgiá - umožňujúce úkryt vodným organizmom v nepriaznivo plytkom prostredí). Navrhujem vytvorenie **5 obojstranných balvanitých výhonov**, ktoré vytvoria v ochudobnenom koryte sústavu ichtyologicky dostatočných hĺbočín - jednak vzdutia s prúdiacou vodou (rybie tône) nad každým výhonom, jednak prúdiacu hĺbočinu vymytú pod každou priechodovou medzerou medzi priečnymi balvanitými výhonmi.

Výhony majú mať výšku nad terajším dnom cca **30-40cm**. Priechodová a prietoková medzera medzi obojstrannými výhonmi má byť široká **0,5m**. S projektantom bol dohodnutý rozstup výhonov cca **100m**.

Výhony treba navrhnuť a zrealizovať tak, aby ich nezničili bežné prietoky. Môžu to byť napr. línie čiastočne zakopaných balvanov priemeru min. 50cm, presypaných menšou kamennou frakciou a štrkom.

Z pozdĺžneho profilu Slanej vyplýva, že plytkými vzdutiami bude nadlepšená hĺbka vody asi na polovicu ochudobneného úseku Slanej. Nezavzduté úseky pod výhonmi (asi polovica ochudobneného biotopu) budú mať hĺbku len okolo 10cm a budú vhodné len pre bentos a menšie ryby.

V prípade požiadavky SRZ na celoplošné zväčšenie hĺbky Slanej v ochudobnenom úseku bude treba nariadiť dvojnásobné zahustenie výhonov, teda ďalších 5 výhonov výšky 30-40cm (alebo navrhnuť menej výhonov, ale s prevýšením okolo 60cm - v tomto prípade by však

bolo treba doriešiť priechodnosť pre ryby v medzere dolného výhonu, teda by nemal byť vyšší ako 30cm).

4.2. Limity vyplývajúce z prirodzených prietokov Slanej

Priemerný prietok Slanej: $Q_a = 4,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Prietoky Slanej prekročené M-dní
v roku (Q_{Md}):

Maximálne prietoky Slanej dosiahnuté
raz za N-rokov ($Q_{\max.N}$):

M [dni v roku]	prietok $Q_{Md} [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
Q30d	8,517
Q90d	4,704
Q180d	2,733
Q270d	1,728
Q330d	1,187
Q355d	0,861
Q364d	0,603

N [roky]	prietok $Q_{\max.N} [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
1	25
2	37
5	55
10	70
20	87
50	110
100	130

Riešenie migračnej bariéry treba v zmysle kapitoly 8.1. prispôbiť rôznorodým cieľovým prietokom **od Q60d ($= 6,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) až po Q355d ($= 0,861 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)**:

- Pri jarnej neresovej migrácii lipňov, mrien a ostatných migrantov (od polovice apríla do júna) musíme rátať s tým, že ryby budú chcieť vyplávať hore rybovodom najmä počas prietokov na úrovni cca $Q_{180\text{-dennej}}$ až $Q_{60\text{-dennej}}$ vody, t.j. okolo $2,7$ až $6,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tomu by bolo treba prispôbiť konštrukciu rybovodu - či už spád bezprepážkovej bystriny alebo prevýšenie hladín medzi bazénmi prepážkového rybovodu.

- Pri jesennej (októbrovej) neresovej migrácii zdatného pstruha potočného, ktorý nemá problémy so silným protiprúdom, treba rátať najmä s rizikom pravidelných podpriemerných prietokov, počas ktorých sa nevytvorí dostatočne vysoká vrstva vody na plávanie. Pre projektovanie jesenného migračného priechodu preto treba skoncentrovať do preplávateľného najmenej 30cm hlbokého prúdu aj malé prietoky na úrovni Q_{330} až $Q_{355\text{-dennej}}$ vody, t.j. len okolo $1,187\text{--}0,861 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Z tohto dôvodu by boli ako rybovod výhodné pobrežný obtok alebo vnútrokorytová zúžená rampa s koncentrovaním najnižších prietokov do preliačeného stredu, kde bude hĺbka 36cm aj pri $Q_{364} = \text{len } 603 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. (Aj z tohto dôvodu bol z finálneho riešenia vypustený ako menej vhodný variant širšieho celokorytového rybovodu, kde by bolo treba vytvoriť v koryte rybovodu úzky prehĺbený rigol, naplnený vodou aj počas takýchto nízkych prietokov.)

- Najľahšie by sa požadované rýchlosti dosiahli v obtokovom type rybovodu: buď vo výrazne dlhšej obtokovej bezprepážkovej bystrine alebo v prepážkami brzdenom bazénovom rybovode. Podľa vyjadrenia investora kvôli disponibilným ľavobrežným pozemkom a ľavobrežnému derivačnému kanálu však musí byť priechod projektovaný len v koryte Slanej. Tu musí ale zároveň odolať nielen každoročným veľkým vodám, ale aj 20-ročnej alebo storočnej vode, čo je okolo 90 až $130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, preto musia byť do betónového lôžka upevnené dnové kamene aj vyčnievajúce brzdiace balvany. To zároveň vylučuje teoretické úvahy o vybudovaní niektorého prepážkového typu rybovodu v koryte, kde na spriechodnenie ostáva **vnútrokorytová bezprepážková bystrinná rampa**.

4.3. Limit rýchlosti vody v rybovode (podľa prirodzeného prostredia rýb):

Pre ryby a mihule v lipňovom pásme už tvoria rýchle perejanté úseky významnú plochu životného prostredia, preto oproti mrenovému pásu pripúšťame mierne zvýšenie prierezovej rýchlosti v rybovode na **1,5 m/s pri Q90**. Zároveň si treba uvedomiť, že pri požadovanom kamenno-štrkovom a balvanitom dne každého rybovodu bude skutočná rýchlosť pre ryby a mihule plávajúce pri dne o niekoľko desiatín nižšia.

Pri rybovode MVE Nadabula sa limit max. rýchlosti vody 1,5 m/s podarilo dosiahnuť až pri znížení pozdĺžneho spádu na 1:60 a zavedení sezónneho horného hradenia, ktoré zbrzdí narastanie rýchlostí vody pri zvýšených prietokoch Slanej.

Podľa výpočtov projektanta a štatistických prietokov budú pri nízkych prietokoch Q330 prierezové rýchlosti v prirodzene otvorenom rybovode okolo 1m/s. Stanovenú hraničnú rýchlosť 1,5m/s dosiahnu až pri Q175, kedy sa vtok do rybovodu zhora obmedzí hradením (to znamená, že asi polovicu dní v roku bude rýchlosť aj pri otvorenom rybovode menšia ako 1,5m/s). Po zahradení klesnú rýchlosti vody a opäť dosiahnu hranicu cca 1,5m/s až pri Q90, čo už je veľký prietok. Vďaka hradeniu teda budú mať tunajšie „nepstruhové“ druhy rýb zabezpečený rýchlostne vyhovujúci priechod cez migračnú bariéru až ¾ dní do roka.

Pri veľkých jarných prietokoch **nad Q90 až po Q60** zvyknú ryby (ich zdatnejšie druhy a jedince) plávať proti zákonite vyšším rýchlostiam, ktoré však v rybovode **nemajú byť vyššie ako 1,8 m/s**. (Nemecká metodika pre obtokové rybovody už pripúšťa podľa pásiem od 1,3m/s do 2m/s, z čoho by vyplýval rýchlostný limit pre lipňové pásmo okolo 1,8m/s - takéto rýchlosti vzniknú len pri „najväčších migračných“ prietokoch v Slanej.) V rybovode Nadabula vďaka hornému hradeniu budú tieto prietoky ešte pomalšie - len 1,6m/s pri Q80, 1,7m/s pri Q55.

Tabuľka rozdelenia prietokov Slanej, prietokov a rýchlostí v rybovode (Rb) pri spáde 1:60:

Nad Rb priteká Slanou Q [m³/s]	Pri hladine* [m]	Rozdelenie vody	Q _{RYB} /Q _{MVE} [m³/s]	rýchlosť v Rb [m/s]	Pod Rb odtoká korytom Slanej Q [m³/s]
0,603 (=Q364)	<99,55=-9cm*	do o-rybovodu do elektrárne	0,603 0	-	0,603 (=Q364)
1,187 (=Q330)	99,55=+0cm*	do o-rybovodu do elektrárne	1,187 0	1,175 -	1,187 (=Q330)
2,58 (=Q175)	99,68=+13cm*	do o-rybovodu do elektrárne	2,13 0,45	1,5 m/s -	2,13 (=Q230)
2,17 (≈Q230)	99,75=+20cm*	do z-rybovodu do elektrárne	1,39 0,78	0,93 <1,5 -	1,39 (≈Q305)
3,76 (≈Q120)	99,95=+40cm*	do z-rybovodu do elektrárne	1,72 2,04	1,3 <1,5 -	1,72 (≈Q270)
4,46 (≈Q105)	100,05=+50cm max. hĺtnosť turbín MVE	do z-rybovodu ponad j.prah do elektrárne	1,88 0,50 2,04	1,50 treba<1,5 - -	2,38 (≈Q190)
4,7 (=Q90)	100,10= +55cm*	do z-rybovodu ponad j.prah do elektrárne	1,92 0,82 2,04	1,54 treba 1,5 - -	2,74 (≈Q155)
5,23 (≈Q80)	100,15=+60cm	do z-rybovodu ponad j.prah do elektrárne	2,0 1,19 2,04	1,59 >1,5<1,8 - -	3,19 (≈Q140)
6,97 (≈Q55)	100,30=+75cm	do z-rybovodu ponad j.prah do elektrárne	2,19 2,74 2,04	1,7 treba<1,8 - -	4,93 (≈Q85)

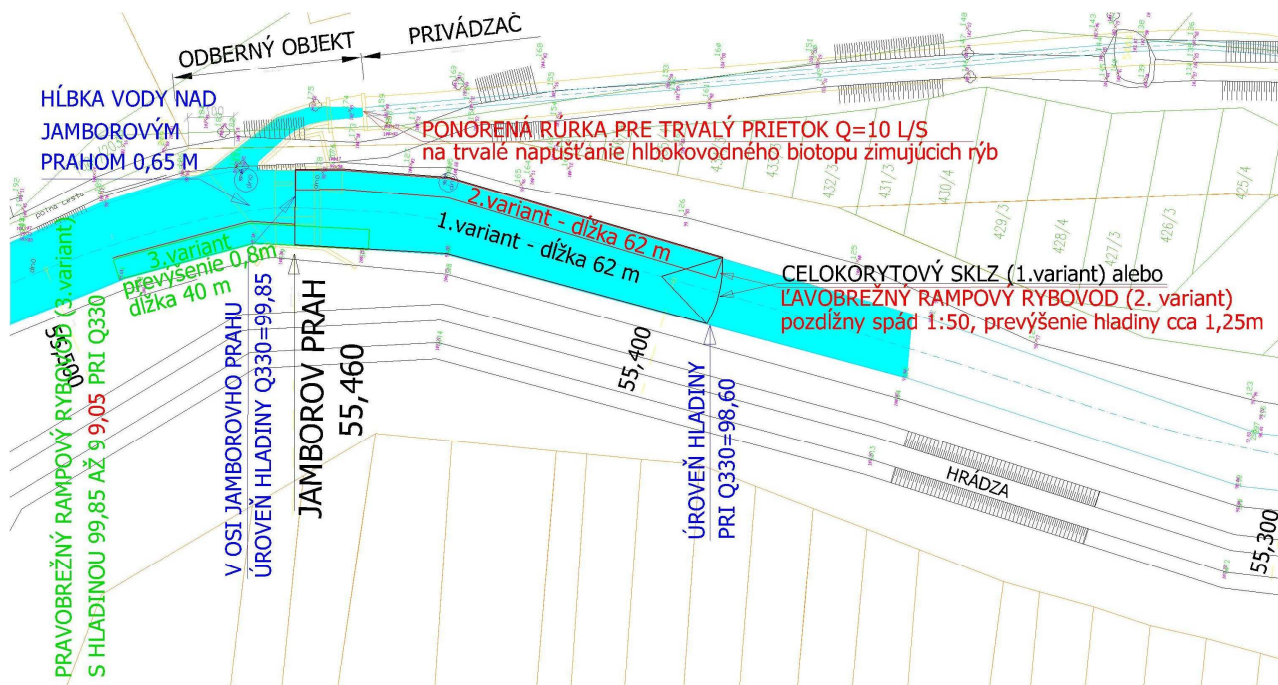
* Kóta hladiny v Slanej pri vtoku do rybovodu (Rb). +xcm znamená stúpnutie hladiny v rybovode oproti Q330
do o-rybovodu = vtok do otvoreného (nehradeného) rybovodu
do z-rybovodu = vtok do zhora sezónne zahradeného - obmedzeného rybovodu

5. VÝBER TYPU A UMIESTNENIA RYBOVODU

Na nízkych odberných riečnych prahoch pri derivačných vodných elektrárnach je najúčinnnejším riešením **celokorytový bystrinný sklz**, ktorý bol aj v Nadabule priestorovo navrhnutý ako 1.variant. Kvôli vysokej finančnej náročnosti (koryto šírky 12m, dĺžky cca 60m) a neprimerane plytkej vode počas jesenného ťahu pstruhov bol navrhnutý jeho zúžený **2. variant - teda bystrinný rampový sklz** na pri ľavom brehu Slanej. Ten však mal pre ryby nevhodne vzdialený vstup do rybovodu až 60m pod migračnou bariérou. Tento problém odstránilo **presunutie rampy nad jamborov prah (3.variant - výsledný)**, čím sa vstup do rybovodu dostal ideálne tesne pod migračnú bariéru. Kvôli odberu do kanála MVE bolo treba **presunúť rampu na opačný breh** (to

v prípade úzkeho len 12-metrového koryta nerobí pre ryby žiaden navádzací problém a na rozdiel od prihatových MVE tu nie je ani žiaden mýliaci výtok z MVE - ten je až o niekoľko sto metrov nižšie). Vďaka miernejšiemu spádu koryta Slanej je tu pravobrežný rampový rybovod pri rovnakom spáde aj kratší - len cca 30m.

Nasledujúci obrázok zobrazuje prvotné riešenia všetkých troch variantov:



6. NAVEDENIE RÝB DO PRIECHODU

Výtok vody z rybovodu (vstup pre ryby) by mal byť vždy zaústený do miesta, kam sa ryby dostanú pri plávaní proti vodiacemu prúdu, a to tesne pod migračnú bariéru (najlepšie do 10m pod bariérou či búrlivou zónou).

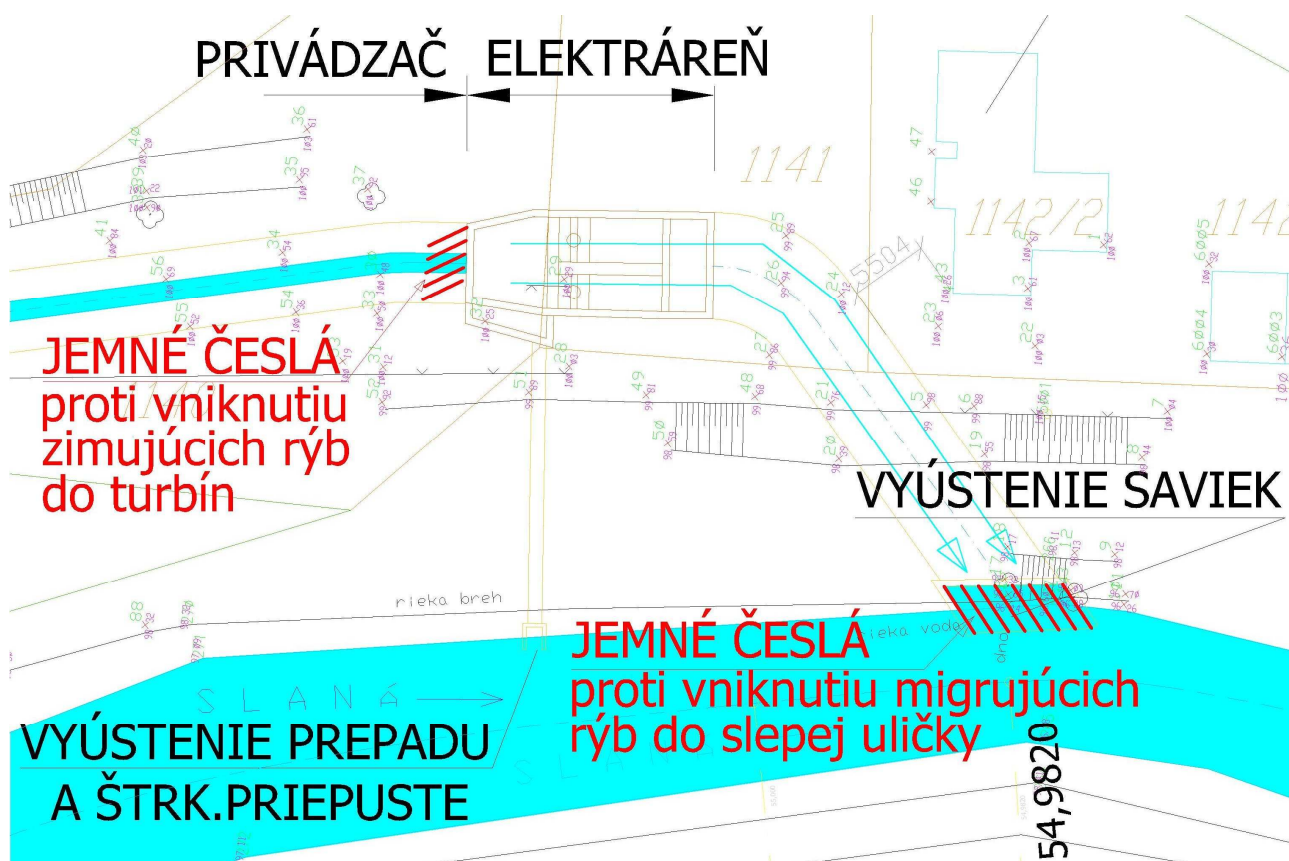
Väčšinu roka bude zostatkový prietok Slanej pretekať cez bariéru odberného prahu len cez priechod pre ryby - **9,5 mesiaca v roku teda bude navedenie rýb neodškriepiteľne 100%-tné.**

Počas cca 80 najvodnatejších dní roka (občas aj v období jarných neresových migrácií) bude voda pretekať nielen cez rybovod, ale veľmi rýchlym (aj keď kontinuálnym) prúdom sklzávať aj cez sklz jamborovho prahu - popri jeho dolnom okraji budú ryby migrujúce proti prúdu postupovať krátky čas len niekoľko metrov „do boku“, kým nevplávajú do priechodnejšieho pomalšieho prúdu rybovodu. V tomto prípade úzkeho len 12-metrového koryta Slanej odhadujem **pravdepodobnosť rýchleho nájdenia výtoku z rampového rybovodu aj v týchto niekoľkých týždňoch na takmer 100%.**

Poznámka: V prípade toku Slanej pri Nadabule sa ryby aj dnes pohybujú len v úzkom, 10-14-metrovom koridore rieky, takže veľmi rýchlo by našli vstup do rybovodu pri akejkoľvek brehu.

Z hľadiska navedenia rýb teda nebude problémom bariéra odberného jamborovho prahu. Avšak zásadne znížiť percento rýb, ktoré sa dostanú do rybovodu, môže chybné zrealizovanie výtoku z turbín do Slanej, ku ktorému priplávajú ryby už o cca 600m skôr! To bude väčšinu roka hlavný prúd, vábíaci ryby do slepej uličky odtokového kanála z turbín MVE. Preto bude treba ustriechnuť správne zrealizovanie jemných (teda hustých) česiel, ktoré musia vytvoriť nepriechodnú bariéru a rybám zabrániť vplávať zo Slanej do odtokového kanála k turbínám MVE. (Výhodou je navrhované úplne prekrytie odtokového kanála, takže cez deň nebude tmavý vstup do kanála pre ryby príťažlivý. Vytiekajúci prúd od turbín by však mohol ryby zlákať mimo obdobia denného svetla.) Svetlosť česiel (teda šírka medzier medzi jednotlivými prútmí) môže byť najviac 3cm.

Jemné husté česlá bude treba zrealizovať aj na konci prírodného kanála - privádzača, čiže pred vstupom do turbín.



7. VNÚTRO KORYTA RYBOVODU

Základnou podmienkou navrhovania všetkých našich rybovodov je možnosť každého rybieho jedinca preplávať od vstupu do rybovodu až po výstup z neho popri dne proti priestrannému vodnému prúdu bez skokov. Toto je splnené aj v rampovom rybovode Nadabula.

- **Preliačený trojuholníkový priečny profil koryta rybovodu** má zabezpečiť dostatočne hlboké, zároveň ale aj relatívne pokojné plytké vodné prostredie (podľa nasledujúcich bodov):

- **Prirodzený charakter dna rybovodu** treba zabezpečiť jeho celoplošným vyložením riečnymi okruhliakmi s priemerom min. 25-35cm a následným presypaním riečnym štrkom v hrúbke aspoň 10cm.

- **Hĺbka vody v prúdnicí** bystrinnej rampy je navrhnutá aj počas obdobia malých prietokov (pri Q330) 45cm, čo je dosť pre všetky tunajšie ryby (o 5cm viac ako „tabuľková“ požiadavka pre lipňové pásmo). Len pri najmenších prirodzených prietokoch Slanej Q364, ktoré sa môžu vyskytnúť najmä počas jesenného neresového ťahu pstruhov, bude hĺbka v prúdnicí rybovodu o niekoľko cm menšia - bude 36cm, čo je oveľa viac ako dnes (a aj po výstavbe bude) hĺbka v širokom koryte Slanej (tá je pod 10cm).

- **Na okrajoch bystrinnej rampy bude naopak plytká a oveľa pomalšia voda**, čo je najdôležitejším uľahčením pre všetky slabšie ryby a ostatné vodné živočíchy.

- **Maximálne rýchlosti:** Najväčšou anomáliou pre ryby pri prechode cez odberný objekt MVE Nadabula bude teda väčšia rýchlosť vody, prislúchajúca až horskému (nie podhorskému) úseku. V lipňovom pásme odporúčame prierezovú rýchlosť vody v bystrinnom rybovode **1,5 m/s**, čo je pri Nadabule vďaka hornému hradeniu dodržané až po úroveň veľkých prietokov Q90. Aj pri „najväčších migračných“ prietokoch Q90-Q60 budú rýchlosti vody pre silnejšie druhy a jedince rýb ešte veľmi prijateľné - len 1,6m/s pri Q80, 1,7m/s pri Q55. Podmienkou takýchto povolených cieľových rýchlostí je ale výrazne drsné kamenno-štrkové dno, početné veľké spomaľovacie balvany a trojuholníkový priečny profil koryta! (Nemecká metodika DWA-M509 odporúča v lipňovom pásme aj nižšiu maximálnu prierezovú rýchlosť 1,2 m/s, pričom ale pripúšťa napr. výrazne strmšie spády kamenných sklzov, čo si z hľadiska hydrauliky protirečí.)

Horné hradenie vtoku: Ak chceme obmedziť sezónne veľké rýchlosti vody v rybovode, musíme navrhnuť čiastočné obmedzenie vtekania veľkých prietokov do rybovodu, a to sezónnou

inštaláciou horného hradenia nad vtokový otvor. Horné hradenie by sa inštalovalo pri stúpnutí prietokov Slanej na 2,58 m³/s (=Q175), čiže pri rýchlosti vody v rybovode **1,5 m/s**, otočným „žeriavovým“ ramenom a spúšťalo by sa do drážok trvalo zabudovaných v okrajoch vtoku do rybovodu (je možnosť hradenia aj systémom „otváracích dvier“). To by spomalilo stúpanie rýchlosti vody s pribúdajúcimi prietokmi Slanej. Podrobnejšie v kapitole 4.3.

- **Pozdĺžny sklon** je pre lipňové pásmo odporúčaný cca 1:30-1:40, ale vzhľadom na veľmi zvýšené jarne prietoky a cieľové rýchlosti vody sme s projektantom stanovili pozdĺžny sklon 1:60 - čo je ako v susednom pásme mreny. Pri tomto sklone sa limitná rýchlosť 1,5m/s prekročí až pri prietoku Q175 = 2,58 m³/s, po hornom zahradení a spomalení sa limitná rýchlosť 1,5m/s opäť prekročí až pri 4,46 m³/s (≈Q105), výraznejšie až pri 4,7 m³/s (=Q90). Pri tradičných vodohospodárskych riečnych sklzoch sú bežnejšie niekoľkonásobne prudšie sklony napr. 1:5 alebo 1:10. Z biologického hľadiska si treba uvedomiť, že požadovaný nezvykle mierny sklon rybovodu v lipňovom pásme sa vlastnosťami blížia prirodzeným horským pereinatým úsekom toku - prechod cez takýto rybovod nie je teda pre slabšie druhy a jedince „prehnané bezproblémový“.

- **Zvýšenie drsnosti koryta a úkryty:** Rýchlosť prúdenia vody pri dne výrazne stlmí už vyššie spomínané vyloženie dna okruhliakmi priemeru 25-35cm a ich presypanie 10-centimetrovou vrstvou štrku. Pretože pri bystrinných priechodoch nerátame s výraznými (spojitými) priečnymi prepážkami, na spomalenie „rozbiehajúcej sa“ vody a na vznik rýchlostných tieňov, pre oddych rýb je potrebné osadiť každé 2m priečnu líniu brzdiacich balvanov prerušenú v strede (medzerou-priechodom širokým 0,5m) a na oboch okrajoch (priechodmi širokými 0,75m). Úkrytové a brzdiace balvany by mali vystupovať aspoň 30cm nad hladinu vody v rybovode pri Q330, čo zabezpečí brzdiaci efekt aj pri veľkých prietokoch. Pretože sme vo vnútrokorytovom sklze, vystavenom povodniam, treba na dostatočné ukotvenie v hlbších miestach balvany veľké až 0,8-0,9m. Cez stredovú medzeru povedie priechod výhodnejší pre veľké a zdatné druhy, okrajovými plytčinami povedie výstup malých a slabých rýb.

- **Šírka:** Bystrinná rampa by mala mať pri hladine min. 3m v lipňovom pásme, kvôli prevedeniu požadovaného zostatkového prietoku musela byť naprojektovaná ešte pohodlnejšia šírka 4m.

- **Odolnosť** rampového rybovodu voči veľkým vodám (budú sem prepadať až pri prietokoch nad Q60) treba zabezpečiť osadením dnových okruhliakov do 15-centimetrovej vrstvy hustého betónu a pevným zaklivením línií vyčnievajúcich úkrytových balvanov do medzier kamennej rovnaniny a do betónového podkladu.

Proti obvyklému podomletiu odspodu (teda z ichtyologických aj z hydraulických dôvodov) je pod vnútrokorytovou rampou vhodne navrhnutá akási prírodná obdoba vývaru.

8. RIEŠENIE HORNÉHO KONCA RYBOVODU - VTOKU

8.1. Sezónna optimalizácia prietoku

- Prevádzka biokoridoru by mala byť stanovená optimálne podľa sezónnej intenzity a dôležitosti migrácie rýb a miestnych prietokových a zámrzových pomerov. Aj podľa rakúskych a nemeckých metodík (BMLFUW 2012, DWA 2010) je fungovanie 300 dní ročne dostatočné. Pre lipňové pásmo Slanej je už dôležité zachovať dobrú priechodnosť aj pre pstruhy, ktoré migrujú v jesennom suchu aj pri Q355; zároveň musíme zohľadniť problém prelievania vnútrokorytovej migračnej rampy rybovodu veľkými jarnými prietokmi nad Q60, ktoré vtedy výrazne skomplikujú migráciu. Preto navrhujeme spriechodnenie pre interval prietokov Slanej Q₆₀ až Q₃₅₅, čo je cca 6,6 m³/s až 0,86 m³/s.

- **Bežný prietok rybovodu:** V časti 4.1. bola stanovená požiadavka na využitie celého zostatkového prietoku pod odberom na zavodenie rybovodu, pričom podľa Metodiky tu patrí prietok **Q330=1,187 m³/s**

s podmienkou zavzdutia ochudobneného úseku koryta Slanej.

- **Zvýšený neresový prietok rybovodu nenavrhujem:** Počas roka je pre všetky migranty najdôležitejšia ich rozmnožovacia migrácia - neresový ťah v jarnom štvrtroku (apríl-máj-jún) a pri významnom zastúpení pstruha potočného je rovnako dôležitá jeho jesenná neresová migrácia najmä v októbri. Pretože v prípade takéhoto vnútrokorytového rybovodu nebude dochádzať k mýleniu sa rýb (bližšie v časti 3.3. Navedenie rýb do priechodu), **nemá význam sezónne zvyšovať prietok, vytekajúci z rybovodu.**

- **Zimný (zámrzový) režim rybovodu:** V tejto klimatickej lokalite, pri vnútrokorytovej rampe prevádzajúcej celý zostatkový prietok Slanej nenavrhujem **žiadne zimné odstavenie prevádzky rybovodu**.
- Prevádzkový poriadok biologických prietokov na rybovode Nadabula by mohol vyzeráť nasledovne:

Celoročný prietok rybovodu: $Q_{330}=1,187\text{m}^3/\text{s}$
Obmedzenie vtoku do rybovodu (zasunutie, zatvorenie horného hradenia): pri stúpnutí prietoku Slanej nad $Q_{175}=2,58\text{ m}^3/\text{s}$
Zrušenie obmedzenia (vysunutie horného hradenia vtoku do rybovodu): pri poklese prietoku Slanej pod $Q_{175}=2,58\text{ m}^3/\text{s}$ a pri stúpnutí prietoku nad $Q_{60}=6,6\text{ m}^3/\text{s}$

8.2. Zaistenie požadovaného množstva vody v koryte RP

- Vtok do rybovodu je priamym pokračovaním dna Slanej a má gravitačne zabezpečenú prednosť pred odberom do prírodného kanála MVE. Až pri prietoku Slanej nad Q_{330} sa začína časť zvýšených prietokov gravitačne prelievať cez prepadový prah do kanála k MVE.
- Aby počas veľkých vôd počas jarnej migrácie rýb nevznikli v koryte rybovodu nepriechodné rýchlosti, turbulencie, spenenie aj deštrukcia, bude rybovod celoročne (až do relevantného prietoku Slanej Q_{60} , kedy už je migrácia rýb prirodzene zoslabená búrlivou vodou) chránený bočným múrikom proti preliatiu veľkých vôd zo Slanej.
- Sezónne je rybovod chránený horným hradením vtokového otvoru, čiže sa doň nedostanú nežiadúce veľké prietoky (tie sa sem prelejú až po prekročení veľkého prietoku Slanej na úrovni Q_{60}).
- Do prevádzkového poriadku je potrebné uložiť povinnosť prevádzkovateľa kontrolovať zhora hradený vtok do rybovodu a v prípade nahromadenia sa plavenín (konárov a pod.) pred hradením tieto prepustiť dolu vodou nárazovým niekoľkominutovým nadvihnutím hradenia.

8.3. Bezpečné pokračovanie migrácie rýb z rybovodu do zdrže, poprúdová migrácia

- Vtokový otvor do rybovodu (miesto vyplávania rýb do rieky nad migračnou bariérou) leží ďaleko - tri desiatky metrov - nad prepadom vody cez migračnú bariéru, takže nehrozí, že by ryby po vyplávaní do zdrže boli strhávané späť cez jamborov prah dole. Výstup je tiež vyhovujúco nasmerovaný proti prúdu vody.
- Ochranu menej zdatných rýb pred strhávaním z prírodného kanála MVE k turbínam (úhyn rýb) je potrebné zabezpečiť jemnými (teda hustými) česlami pred turbínami, so svetlosťou do 3cm.
- Ochrana rýb pri prepadávaní cez jamborov prah (len pri veľkých prietokoch) je bezproblémová, lebo ryby budú plynúť spolu s vodou (teda maximálne bezpečne) sklzávať do vývaru pod prahom.

9. GARANCIA SPRÁVNEHO VYBUDOVANIA RP A JEHO MONITOROVANIE

Väčšina doterajších nefunkčných rybovodov zlyhala nielen na biologicky chybnom projekte, ale aj na neskoršej nedostatočnej alebo chybnej realizácii pri výstavbe alebo pri prevádzke rybovodu.

Pre zaistenie správnej realizácie a prevádzky rybovodu je nevyhnutné:

1. Nariadiť biologické monitorovanie pred výstavbou - odborné **zapracovanie biologických požiadaviek do všetkých realizačných projektov výstavby a prevádzky** rybovodu. Je potrebné nariadiť ich premietnutie do projektovej dokumentácie v územnom aj stavebnom konaní a následne do manipulačného poriadku MVE. **Bez ich splnenia by nemalo byť vydané kolaudačné rozhodnutie!**
2. Nariadiť **biologický dozor** (monitoring) **počas výstavby**
3. Nariadiť **spoločnú záverečnú kontrolu** biologického dozoru a OÚŽP na stavbe dokončeného rybovodu
4. Nariadiť **biologické monitorovanie** priechodnosti migračnej bariéry počas **začiatku prevádzky**.

9.1. Biologický dozor projekčnej prípravy a výstavby rybovodu

Cieľ 1. a 2. požiadavky: Biologický 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 biologický dozor by mal byť prednostne určený **hlavný zadávateľ biologického riešenia** rybovodu.

Úlohy biologického dozoru :

- **Počas projekčnej prípravy:** Prehodnotiť všetky zmeny riešenia rybovodu alebo s ním súvisiacich prvkov a zabezpečiť, aby nedošlo k spomínaným biologicky znehodnocujúcim zmenám. V prípade potreby navrhnúť zmierňujúce opatrenia. Tu musím upozorniť, že v poslednej elektronickej verzii vodohospodárskeho projektu, ktorú som mal možnosť vidieť, bolo viacero odlišností od tohto Biologicko-technického projektu (napr. nebolo v ňom ešte prebratých viacero finálnych riešení, dohodnutých s vodohospodárskym projektantom pri finalizácii Biol.-tech. projektu) - **tieto požadujem zapracovať do stavebného projektu a odkontrolovať!**

- **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 ukážkovom dobudovaní prvého krátkeho bystrinného úseku rybovodu s dvoma-troma brzdiacimi líniami balvanov, tiež na začiatku výstavby podstatných prvkov vtoku, výtoku, a tiež záverečných biologických úprav priechodu - presypania koryta štrkom, osadenia horného hradenia 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. V prípade zistenia funkčných nedostatkov by navrhol **nápravné opatrenia**, ktoré by mal dodávateľ stavby odstrániť do termínu „biologickej predkolaudácie“. *Napr. odstránenie upchávania vtokového otvoru alebo úprava problémových prietokových otvorov v balvanitých líniiach.... Ak by vznikali neprijateľné priepady 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 kontrolných dňoch stavby, týkajúcich sa výstavby rybovodu a pod.).

- Podľa potreby by mal spolupracovať s dotknutými odbornými organizáciami (SRZ, ŠOP SR) a investorom, prípadne dodávateľom stavby. V spolupráci s nimi by mal ešte 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 výkon biologického dozoru (monitoringu) prípravy a výstavby rybovodu, ako aj požiadavka na vypracovanie Plánu hydrologicko-ichtyologického monitoringu prevádzky rybovodu, by mali byť zahrnuté **do podmienok stavebného povolenia**.

- V prípade, že biologický dozor nebude vykonávať príslušný orgán ani odborná organizácia, mal by byť riešený **na základe zmluvného vzťahu** pripravovateľa stavby s **hlavným zadávateľom biologického riešenia rybovodu**.

9.2. Spoločná záverečná kontrola biologického dozoru a OÚŽP na stavbe dokončeného rybovodu (Biologická „predkolaudácia“ postaveného rybovodu)

Cieľ 3. požiadavky: 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 biologického dozoru stavby a OÚŽP, počas ktorej sa preverí dostatočné zrealizovanie biologicko-technických opatrení z 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 zapisujú a navrhnú sa ich odstránenie.** Výsledný záznam a správa zo záverečnej kontroly biologického 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 biologického dozoru stavby a OÚŽP („bioekologickú predkolaudáciu“ rybovodu) treba zakotviť už do stavebného povolenia.

9.3. Monitoring priechodnosti sprevádzkovaného priechodu pre ryby spojený s odstraňovaním zistených nedostatkov

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

Cieľ 4. požiadavky: Mal by doladiť čo najväčšiu biologickú účinnosť prevádzky priechodu pre ryby, čiže doladiť čo najväčšiu úspešnosť preplávania rýb korytom rybovodu a čo najväčšiu úspešnosť preplávania cez vtokový otvor do zdrže.

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

Vykonávateľ: Aby monitoring neminul pôvodný cieľ, mal by ho vykonať hlavný zadávateľ biologického riešenia rybovodu s kompetentným ichtyológom („východoslovenským“ rybárom), v prípade potreby aj v súčinnosti s prevádzkovateľom. 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 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.

Obsah hydrologicko-ichtyologického monitoringu prevádzky MVE:

Vo viacerých „západných“ krajinách v súčasnosti používajú na overovanie účinnosti rybovodu už len bioskenery alebo telemetriu, čo sú často drahé metódy. Otázna je aj ich vhodnosť do vnútrokorytovej bystriny kvôli riziku deštrukcie pri každoročnom prelievaní veľkými vodami.

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

Pre rybovod Nadabula preto odporúčame **kombinovať (A) kontinuálny kvantitatívny monitoring v rybovode s (B) námatkovým kvantitatívno-kvalitatívnym monitoringom v**

rybovode. Technickú realizovateľnosť kontinuálneho (kamerového) monitoringu však bude treba doriešiť s projektantom pri vypracovaní projektu pre stavebné povolenie.

A) Kontinuálne kvantitatívne monitorovanie rýb v rybovode počas prvých 2 rokov prevádzky je možné vykonávať automaticky a nepretržite pomocou bioskenera resp. kamery umiestnenej pod hladinou vody pri preplávaní ryby cez vtokový otvor rybovodu. Počet rýb zaznamenaných bioskenerom resp. kamerou bude znamenať počet rýb, ktoré prekonal celú prekážku MVE.

Bioskenery zisťujú presný počet aj rozmery rýb, ktoré prekonal rybovod. V zahraničí sú bežne používanou technikou, s veľmi jednoduchou aplikáciou. Základom je rám, osadený tesne nad vtokový otvor rybovodu, po stranách vybavený dvoma radmi žiaričov, 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 výskyte ryby v oblasti rámu. Skener pracuje aj v noci. Údaje je možné z prístroja sťahovať cez prepojenie s PC alebo cez mobilný telefón.

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 jarom neresovom ťahu rýb, teda 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 ťahu rýb 3-krát počas jarného ťahu (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 ekologického riešenia rybovodu s ichtyológom (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 D) najprv odsledovať správanie sa rýb podľa druhov a vospelosti pri hľadaní rybovodu pod bariérou (napr. vrhanie sa do prúdu jamborovho sklzu), 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.

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 ľahkými prijímačmi - 12 x 2 mm, 0,09 g). V mieste výstupu rýb z rybovodu tieto mikroznačky anténa z jeho brehu aktivuje, prečíta a zapíše do pamäti prijímača. Antény treba umiestniť nad vtokový otvor rybovodu tak, aby sa každá ryba priblížila k niektorej z antén aspoň na 30 cm (vtokový otvor bude mať šírku 4m a hĺbku cca 0,45m).

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

D) 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 zistiť, či nedochádza k mimoriadnym

skokom hladiny alebo zrýchleniu prúdenia, zmenám kamennej alebo štrkovej nahádzky, k upchávaniu vtokového otvoru, k iným fyzickým bariéram, 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 haťou). (Ak je to reálne, odhadnúť, koľko percent videných rýb sa zdržuje ďaleko mimo vchodu do rybovodu.)

- *Skontrolovať prekonávanie koryta rybovodu rybami:*

- Umiestniť veľkú vršu v malej zdrži nad horným otvorom (nad vtokom) rybovodu tak, aby počas krátkej doby prieskumu zachytila všetky ryby, ktoré ho prekonajú.

- Vojst' do výtoku z rybovodu. Postupom v koryte odspodu „hnať“ ryby nahor, pritom vykonať registráciu alebo aj odchyt tých rýb, ktoré nebudú vládäť uniknúť nahor kvôli nejakej migračnej bariére. Tie druhy rýb, veľkostné skupiny a pod., ktoré sa nevládali dostať do vyššieho úseku rybovodu, osobitne vyhodnotiť (označiť napr. vzdialenosť alebo poradové číslo línie brzdiacich balvanov, ktoré už neprekonali alebo napr. vzdialenosť vzniknutej bariéry od cieľa). U týchto odhadnúť aj pravdepodobnú príčinu neprekonania ďalšej trasy - ktorá fyzická, rýchlostná alebo etologická bariéra to je (prípadne pri každej problémovej rýchlostnej bariére zmerať lokálne vzniknutú rýchlosť vody). Treba si tiež všímať (a v správe vyhodnotiť), ako „úspešné“ ryby prekonávajú problémové miesta na trase - výber priechodných otvorov, oboplávanie oddychových balvanov a spôsob ich prekonávania. Rovnako vyhodnotiť aj to, čo spôsobuje prekážky alebo neprekonateľné bariéry.

- Predpokladáme, že v dobre zrealizovanom rybovode by sa pri postupe ichtyológa a jedného pomocníka hore 4m širokým korytom mali všetky ryby presunúť až ku vtoku a odtiaľ cez vtokový otvor do malej zdrže nad bariérou, kde ich zastaví sieť resp. vrša. Po zahradení vtokového otvoru (navrhovaným horným hradením) bude možné ohradené ryby zinventarizovať s tým hodnotením, že prekonali celé koryto rybovodu.

- Pri ich vypustení z vrše sa odsleduje začiatok odplávania rýb hore zdržou (či napr. nehrozí strhnutie prúdom pod bariéru alebo či sa vyberú proti spomalenému prúdu).

- Na záver každého prieskumu samotného rybovodu sa odstránia monitorovacie sitá 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.

E) Výsledok monitoringu prevádzky rybovodu:

- Všetky pozorované ukazovatele treba rozanalyzovať v hodnotiacej správe. 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. pripchatý) do hornej vody bez rizika strhnutia prúdom späť pod prekážku. Napr. ak vstup našlo cca 100% rýb, korytom z nich prešlo 100%, z nich do zdrže prešlo 90%, tak celková účinnosť rybovodu je $1 \times 1 \times 0,9 = 0,9 = 90\%$ (pričom „limit“ pre funkčný rybovod je aj podľa zahraničnej metodiky min. 70%).

- Podľa zistených výsledkov treba stanoviť, či v daných podmienkach je nutná celoročná prevádzka rybovodu. V prípade zistenia zanedbateľnej migrácie napr. počas zimných mesiacov by bolo možné požiadať úrad o sezónne zmenšenie alebo 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.

10. SÚHRN POŽIADAVIEK NA VÝSTAVBU RYBIEHO PRIECHODU NADABULA

- Typ rybovodu podľa polohy voči toku Slanej: **vnútrokorytový pravobrežný** rybovod
- Typ rybovodu podľa prúdenia a veľkosti: **priestranná bystrinná rampa** s brzdiacimi úkrytovými balvanmi
- Typ rybovodu podľa celkového vzhľadu: **prírodne pôsobiaci** rybovod s **kamenno-štrkovým** dnom
- Prevažujúci prietok: **1,187 m³/s**
- Vstup do rybovodu pre ryby: **optimálny** (do dvoch metrov spod bariéry)
- Celková dĺžka rybovodu: **30 m**

Koryto bystrinnej rampy:

- Tvar: **plytké miskovité napriamené**
- Rýchlosť vody v priereze: **1 až 1,5 m/s**, len pri veľkých vodách nad Q90 aj rýchlosti 1,5-1,8 m/s
- Spád: $i = 1:60 = 0,017$ (1,7%)
- Šírka pri hladine: **4m**
- Hĺbka: **45 cm** v stredovej prúdnici, pri brehoch minimálna hĺbka
- Brzdiace balvany: **každé 2m** dĺžky rybovodu
- Výška brzdiacich balvanov: **30cm nad úroveň hladiny pri Q330**
- Šírka prietokových štrbín: **50cm** v strede, **70cm** po okrajoch

Zároveň musia byť dodržané riešenia z častí 4, 6, 7, 8, 9 tohto projektu, vrátane garancií správnej realizácie:

- biologického monitorovania pred výstavbou - odborného **zapracovanie biologických požiadaviek do všetkých ďalších realizačných projektov výstavby a prevádzky** rybovodu
- **biologického dozoru** (monitoringu) počas výstavby
- **biologického monitorovania** priechodnosti migračnej bariéry počas začiatku prevádzky.

Len v prípade splnenia požiadaviek tohto biologicko-technického projektu v projekčnej aj v realizačnej fáze bude priechodnosť Slanej pri MVE Nadabula zachovaná.

11. TABUĽKA: ODPORÚČANÉ CHARAKTERISTIKY RYBOVODOV PRE JEDNOTLIVÉ RYBIE PÁSMO (syntéza V.Druga, 2013)

Súhrnná tabuľka: Odporúčané charakteristiky*¹ rybovodov pre jednotlivé rybie pásma (syntéza V.Druga, 2013)

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 rýchlosti naplniť koryto na potrebnú hĺbkú 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 hĺbkú 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.

Rybíe pásmo* ⁴ :	Pstruhové	Lipňové	Mrenové	Pleskáčové
Bezprepážkový bystrinný rybí priechod (s celoplošným bystrinným prúdením - kap.3.5)				
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 1:40 (=25‰)	cca 1:40 (=25‰) až 1:60 (=17‰)	cca 1:60 (=17‰) až 1:100 (=10‰)
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 - kap.3.6)				
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. 1,4m	min. 1,7-3m	min. 2,5-5 m	min. 2,5-5m
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 1 m^3 (napr. $2 \times 1,4 \times 0,45$)	nad 3 m^3 (napr. $3 \times 2 \times 0,55$)	nad 6 m^3 (napr. $4 \times 3 \times 0,65$; $5 \times 3 \times 0,65$)	nad 9 m^3 (napr. $5 \times 4 \times 0,75$; $4 \times 3 \times 0,75$)
Prevýšenie hladín susedných bazénov * ¹⁴	max. 20-25cm * ¹⁰	max. 15-20cm * ¹⁵	max. 10-15 cm * ¹⁵	max. 8-12 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 a väčších tokoch.

*² Výnimčne, len pri vážnych priestorových problémoch, len na užších tokoch (do 30-40m) je možné menej vhodné riešenie na opačnom brehu, ale čo najbližšie k výtoku z MVE, s podmienkou výrazne zosilneného navádzania všetkými spôsobmi

*³ Podľa BMLFUW 2012. Alternatívne stanovenie Q_{rybovodu} : 1%-5% z konkurenčného prietoku rieky v čase migrácie, čiže 1% pri veľkej rieke s $Q_a > 50 \text{ m}^3/\text{s}$, 1-2% pri strednej rieke s $Q_a = 25-50 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 pásmu určí ichtyológ. Približne sa rybíe 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 1-1,2m/s pre pleskáčové a mrenové pásmo, 1,4-2m/s pre lipňové a pstruhové pásmo. DWA (2010) odporúča maximálne prierezové rýchlosti vody v sklzoch v týchto pásmach len 1-1,4m/s (hoci paradoxne pripúšťajú strmšie spády). Na obtokových rybovodoch s prevýšením <10m už pripúšťa podľa pásiem od 1,3m/s do 2m/s.

*⁶ V drobných komôrkach (s rozmermi bazéna pod 1x1,5m pre pstruhy, pod cca 2x2m 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. 50cm pre hlavátku, 70cm pre sumca...); pre ne sú výhodnejšie hlbokovodné veľkorozmerné prepážkové rybovody.

*⁸ Odvodené z DWA (2010). Pre potoky odporúčame zavodnenú šírku hladiny rybovodu najmenej 1m. Pri širokých riekach (napr. nad 80m) 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 2,2m/s.

*¹⁰ V prípade, že ichtyológ vylúči prítomnosť iných migrujúcich rýb a mihúľ, 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.50cm, optimálne 80cm. Pre hlavátku odporúčame vytvoriť najväčšiu hĺbku každého vodného bazéna v akomkoľvek pásme aspoň 70cm, pri sumcovi aspoň 90cm (napr. preliačením dna každého bazéna). Nemecká DWA odporúča menej (43cm pri hlavátke a 88cm pri sumcovi), ICPDR viac (pre hlavátku 100-110cm, pre sumca 120cm), ale uvádza aj 2,5-násobok výšky najväčšej ryby. Orientačné rozmery vybraných druhov rýb sú v Metodickej príručke na posudzovanie, navrhovanie a monitorovanie priechodov pre ryby, 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

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

*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. Pri hlavátke min. 45cm, pri sumcovi min. 70cm.