

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIROMENTÁLNÍHO
MODELOVÁNÍ**



**NÁVRH A POSUZOVÁNÍ ÚČINNOSTI
RYBÍCH PŘECHODŮ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalant: Jan Kott

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Kott

Vodní hospodářství

Název práce

Návrh a posuzování účinnosti rybích přechodů

Název anglicky

Design and efficiency of fish passes

Cíle práce

Shrnutí a vysvětlení charakteristik jednotlivých druhů RP
Popis pracovních postupů při tvorbě a návrhu RP
Popis teorie posuzování účinnosti RP a jeho monitoringu
Zhodnocení průchodnosti stávajících rybochodných prvků

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíle práce a metodika
- 3) Popis základních typů rybích přechodů
- 4) Metodika návrhu rybích přechodů
- 5) Monitoring a vyhodnocení účinnosti RP
- 6) Závěr a diskuse
- 7) Seznam literatury a použitých zdrojů
- 8) Přílohy

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + grafické přílohy

Klíčová slova

rybí přechod, rybochod, migrace, ryby, stavba na toku

Doporučené zdroje informací

Kateřina K. Hánová a kol. 2011. Studie proveditelnosti zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích v povodí Vltavy. 52 str.

Rybí přechody – Návrh, dimenzování a monitoring. Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. DVWK-Merkblatt 232/1996. © English version by FAO. Rome, 2002. ISBN 92-5-104894-0

Slavík O., Vančura Z. a kol. 2012. Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování. Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP. 139 str. Ministerstvo životního prostředí. ISBN: 978-80-7212-580-7

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Radka Rouba, Ph.D. a že všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Hradci Králové dne 26.3.2015

.....
Jan Kott

Poděkování:

Zde bych chtěl poděkovat především vedoucímu mé práce Ing. Radku Roubovi, Ph.D. za odborné vedení při tvorbě bakalářské práce a vstřícný osobní přístup. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Lucii Vinařové za pomoc při korektuře cizojazyčného textu a kolektivu pracovníků Povodí Labe za poskytnutí materiálů k tvorbě mé práce a za osobní prohlídky vybraných vodních děl na Labi.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou návrhu rybích přechodů a zhodnocením účinnosti stávajících. Práce se skládá ze tří hlavních částí, z nichž v první bude vysvětleno, co je to rybí přechod a proč je nutné jej budovat. Druhá část se zaměří na metodiku řešení návrhu a ve třetí části budou uvedeny příklady již stávajících rybochodných prvků na českých i zahraničních tocích, včetně posouzení jejich účinnosti. Zhodnocení účinnosti těchto staveb považuji za velice důležité, protože v případě, že by jeden rybí přechod nebyl funkční, všechny ostatní, které jsou postaveny proti proudu nad ním, pak ztrácí svůj smysl.

Klíčová slova: rybí přechod, rybochod, migrace, ryby, stavba na toku

Abstract:

This bachelor thesis deals with issues of fish pass design and evaluation of existing fish passes efficiency. The thesis consists of three main parts. The first part explains what fish passes are and why it is necessary to build them. The second part is focused on design solutions. The third part gives examples of existing fish passes on the Czech rivers and rivers abroad and their effectiveness will be evaluate. Evaluation the effectiveness of these systems is very important because if one did not work, all the other constructed upstream would stop serving its purpose.

Key words: fish pass, fish ladder, migration, fish, structure on the river

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce a metodika.....	9
3. Základy o rybích přechodech.....	10
3.1 Rybí přechod a jeho účel.....	10
3.1.1 Cílové druhy ryb.....	10
3.2 Druhy rybích přechodů	11
3.2.1 Technické	11
Žlabový	12
Štěrbínový	13
Komorový	14
Denilův.....	14
Eel ladders	15
Zdymadlový	16
Výtahový	17
3.2.2 Přírodní	17
Obtokové koryto	18
Dnová peřej	18
Migrační rampa	19
3.2.3 Kombinované.....	20
3.2.4 Doplnňkové prvky.....	20
4. Metodika návrhu rybích přechodů.....	21
4.1 Teoretický základ.....	21
4.2 Podklady k návrhu RP.....	21
4.3 Postup návrhu RP.....	22
4.3.1 Volba typu a umístění RP.....	23
4.3.2 Vstup do RP.....	24
4.3.3 Výstup z RP.....	25
4.3.4 Trať tělesa RP.....	25
4.4 Zábrany a clony.....	26
4.5 Model RP.....	27

5. Monitoring a vyhodnocení účinnosti RP.....	27
5.1 Metody.....	28
5.1.1 Rybí pasti.....	29
5.1.2 Značkování.....	29
5.1.3 Elektronický monitoring.....	30
5.2 Příkladová studie hodnocení RP.....	31
5.2.1 Teorie praktického testování.....	31
5.2.2 Vyhodnocení účinnosti RP.....	32
5.3 Zhodnocení stávajících rybochodných prvků.....	32
5.3.1 RP na Opatovickém jezu.....	33
5.3.2 RP na jezu Hučák.....	35
6. Závěr a diskuse.....	36
Seznam použitých zkratk a vysvětlivek.....	37
7. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	38
8. Přílohy.....	41

1. Úvod

V dnešní době se klade čím dál větší důraz na životní prostředí. V minulosti se nešetrné zásahy člověka na vodních tocích velmi negativně promítly do rybí obsádky v nich. Rybáři brzo začali přicházet na to, že něco není v pořádku. Je proto snaha navrátit veškeré toky, a tím i faunu v nich do původního stavu, který tu byl od pradávna. Na vodních stavbách, které způsobují rozdíly v hladinách, se začaly utvářet tzv. rybí přechody, aby migrující ryby měly možnost překonat snáze překážky na vodních tocích a tím se dostat až do míst, kde by se mohly nerušeně vytírat nebo jen přirozeně migrovat po proudu či proti proudu.

Jenže ne každý postavený rybí přechod je doopravdy funkční a umožňuje rybám jím proplouvat. Při svém cestování jsem již mnohokrát narazil na tyto rybochodné prvky, které rozhodně nemohly být funkční. A nejspíše právě tato skutečnost mi vštíplla myšlenku, abych se pokusil tyto účinnosti prověřit.

2. Cíle práce a metodika

Cíle práce

- 1) Shrnutí a vysvětlení charakteristik jednotlivých druhů RP
- 2) Popis pracovních postupů při tvorbě a návrhu RP
- 3) Popis teorie posuzování účinnosti RP a jeho monitoringu
- 4) Zhodnocení průchodnosti stávajících rybochodných prvků

Metodika

Moje práce započala vyhledáváním studijní literatury na dané téma. Literatura se vyhledávala ve studijních a vědeckých knihovnách, dále pak i z jiných zdrojů, např. norem, časopisů aj. Vyhledávání informací pokračovalo i v průběhu práce. Pomocí těchto podkladů byla postupně vytvořena první část, která vysvětluje, co je to rybí přechod a popisuje jejich rozdílné druhy. K dokreslení popisu jednotlivých prvků jsou místy použity mé vlastní nákresy. U těchto obrázků jsem se inspiroval skutečnými stavbami a fotografiemi ve studijní literatuře.

Ke tvorbě druhé části práce je použita především normová část studijní literatury, která poskytla dílu normový základ, jenž se dotvářel pomocí různorodé literatury. Ve třetí části, která si klade za cíl posouzení účinnosti již stávajících rybích přechodů, byla k hodnocení použita již vytvořená metodika z první a druhé části této bakalářské práce a z části i praktické zkušenosti, které jsem nabyl ze studijní literatury. Především ale nelze opomenout reálné rybochodné prvky, které sloužily jako hlavní činitel ve třetí části mé práce. Byly zdrojem fotografií a podrobného popisu, který obsahoval mj. jejich charakteristiky a konstrukční míry.

3. Základy o rybích přechodech

3.1 Rybí přechod a jeho účel

Pod pojmem rybí přechod (dále jen RP) se rozumí stavba nebo konstrukce na vodním toku, která má za účel pomáhat především rybám a bezobratlým překonávat rozdílné vodní hladiny toků při jejich migracích. Pro tyto živočichy vytvářejí nepřekonatelné rozdíly hladin (migrační překážky) nejčastěji stavby na toku, jako např. jezy, přehrady a jiná vodní díla. Účelem RP je tedy tyto překážky určitým způsobem překonat a vytvořit tak migrujícím živočichům náhradní cestu na překonání vodního skoku.

Principem RP je utlumení energie protékající vody, kde utlumení probíhá buď pomocí dílčích fragmentů a tůní nebo zdrsněním dna, případně i boků tělesa RP, které má za následek kontinuální tlumení vodní energie. (TNV 75 2321, 2011) Jsou však i typy RP, které tyto mechanismy ke své funkčnosti nepoužívají a jsou založeny na jiných principech (viz eel ladders, zdymadlové a výtahové RP).

3.1.1 Cílové druhy ryb

RP neslouží jako průchod přes migrační překážku pouze rybám, ale i bezobratlým nebo živočichům napojeným svým životním cyklem na vodní tok.

Cílové společenství se skládá z několika desítek druhů, zde si však vyjmenujeme pouze část zástupců ryb, jako hlavních druhů, pro které jsou rybochodné prvky řešeny. (ČSN P 75 2323, 2014)

Chráněné druhy: mihule potoční (*Lampetra planeri*), hrouzek Kesslerův (*Romanogobio kesslerii*), sekavčík horský (*Sabanejewia balcanica*), ježdík dunajský (*Gymnocephalus baloni*), ouklejka pruhovaná (*Alburnoides bipunctatus*), jelec jesen (*Leuciscus idus*), střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), kapr obecný – sazan (*Cyprinus carpio*), mník jednovousý (*Lota lota*), vranka obecná (*Cottus gobio*), sekavec (*Cobitis sp.*), atp.

Anadromní druhy: Česká republika se může pochlubit pouze dvěma zástupci tohoto druhu, a to lososem obecným (*Salmo salar*) a úhořem říčním (*Anguilla anguilla*). V České republice můžeme sice najít i jiné zástupce anadromního druhu, avšak nedostali se k nám přirozenou cestou, tedy migrací z moře.

Charakteristické druhy: pstruh obecný (*Salmo trutta*), střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), lipan podhorní (*Thymalus thymalus*), parma obecná (*Barbus barbus*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*), podoustev říční (*Vimba vimba*), jelec tloušť (*Squalius cephalus*), jelec jesen (*Leuciscus idus*), candát obecný (*Sander lucioperca*)

3.2 Druhy rybích přechodů

Rybí přechody se v základu dělí na tři hlavní typy, a tedy na technické, přírodní a kombinované. Druhů RP, které spadají pod tyto tři hlavní typy, je celá řada a v nadcházející kapitole se pokusím podrobně popsat většinu z nich. Technickému návrhu jednotlivých, výše zmíněných, typů je poté věnována kapitola 4. Metodika návrhu rybích přechodů.

3.2.1 Technické

Jejich podstatou není napodobení přírodě blízkých podmínek, jako je tomu například u přírodních RP, ale kladou si za cíl technicky jednoduché a efektivní konstrukce RP, které jsou často přímou součástí vodních děl. (TNV 75 2321, 2011)

Nejčastěji se budují především dva hlavní typy, a to žlabový a štěrbinový. Ostatní RP z této kapitoly již nejsou používány tak často, ale i tak mají své nenahraditelné místo v rozmanitých situacích, které jsou při návrzích řešeny.

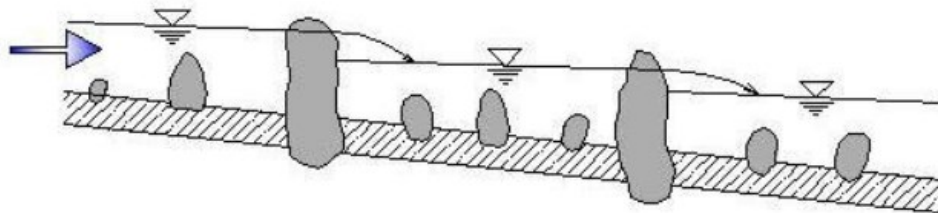
Aby ryby pokračovaly dále ve výstupu, musí být uvnitř přechodu zachovány hydraulické poměry odpovídající migrační výkonnosti vyskytujících se druhů ryb všech věkových skupin. Rozhodující je mírný sklon, který by měl být alespoň 1 : 15 a mírnější. (TNV 75 2321, 2011)

Žlabový

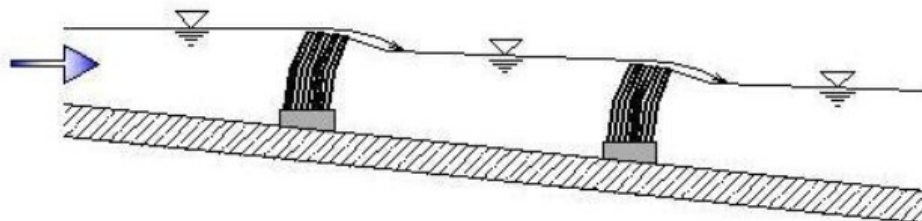
Tento typ RP je jedním ze dvou typů, které jsou realizovány nejčastěji. Tvoří jej betonový žlab (koryto), v němž jsou pomocí betonových příček, balvanitých přehradek, peřejnatých a zdrsněných úseků nebo vláknitých struktur (tzv. kartáče) vytvořeny takové průtokové poměry, které umožňují rybám proplutí. Předpokladem je pozvolný sklon celého žlabu. Šířka žlabu ve dně by neměla být menší než 1,2 m. Stěny žlabu mohou být kolmé nebo šikmé, betonové nebo z kamenů zakotvených v betonu. Podélná trasa žlabu je obvykle přímá, pouze v případě prostorových problémů je lomená. (TNV 75 2321, 2011)

Principem je vytvoření, na sebe navazujících, stupňovitých bazénků, kde je potencionální energie vody postupně rozptylována. Konstrukce jednotlivých přelivů a pod nimi budovaných tůní je navržena tak, aby se přepadávající proud v bazénku obrátil o 180° a tím se zpomalil výtok z následujícího přelivu a jeho energie tak byla co nejméně ovlivněna přelivem horním. (Rybí přechody, 2002)

Obr. č. 1 znázorňuje podélný řez žlabovým RP, který je tvořen balvanitými přepážkami, které tvoří oddělené vodní skoky, mezi kterými je téměř vyrovnaná hladina a obr. č. 2 nám ukazuje podélný řez touto verzí RP s použitím elastických plastových kartáčů, které byly vyvinuty v roce 2000 v Německu. [5]



Obr. č. 1 – Balvanité přepážky v korytě RP (TNV 75 2321, 2011)

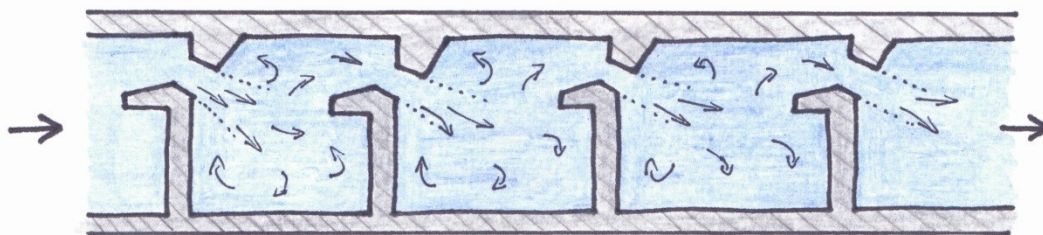


Obr. č. 2 – Přepážky v korytě RP tvořené plastovými kartáči (TNV 75 2321, 2011)

Štěrbínový

Štěrbínový typ RP (obr. č. 3) je tvořen betonovým, plechovým nebo dřevěným korytem, které podélně dělí několik přepážek (často z totožného materiálu jako koryto). Tyto přepážky mají na jedné nebo na obou svých stranách otvory ve tvaru štěrbin, sahajících až ke dnu, kterými proudí voda. Do dna se řídce vkládají a fixují kameny (do 0,3 m) a volně se ukládá hrubý říční štěrk, který výrazně tlumí rychlost proudění vody u dna a umožňuje průchod i drobným rybám a bentosu. I při kolísavých průtocích se v něm hydraulické poměry příliš nemění. Nezanáší se a neucpává jako ostatní typy a snadno se čistí. (TNV 75 2321, 2011) Na obr. č. 3 si můžeme povšimnout režimu proudění v tělese RP. Proud je zde směřován tak, aby se zpomaloval před průchodem další štěrbinou.

Štěrbínový typ RP je právě díky těmto vlastnostem, při návrhu technického rybochodného prvku, upřednostňován. Principy pro návrh jsou stejné, jako pro návrh žlabového typu RP, a to zmenšení vlivu energie přetékaajícího paprsku vody, z výše položeného bazénku, na energii odtoku vody z níže položeného bazénku. (Rybí přechody, 2002)



Obr. č. 3 – Pohled na štěrbinový typ RP z ptačí perspektivy

Komorový

Tento typ RP je především kombinací dvou předešlých typů, a to žlabového a štěrbinového RP. Stejně jako u štěrbinového typu je tvořen betonovým, plechovým nebo dřevěným korytem, které podélně dělí několik přepážek (často z totožného materiálu jako koryto), avšak nejsou zde štěrbinové otvory, které by sahaly až na samotné dno koryta, ale pouze výřezy obdélníkového tvaru v horní a spodní části jednotlivých přepážek.

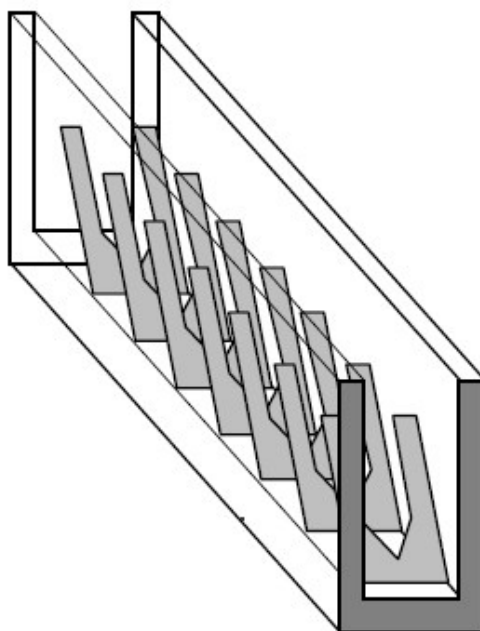
Tyto výřezy mají za úkol přepouštět vodu z jednoho „bezénku“ do druhého. Tvar přepážek si můžeme prohlédnout na obr. O-5. Větší průtok protéká spodním otvorem, což má za následek klidnější přepad vody z horního otvoru, kterého migrující ryby snáze využijí. Rozdíl hladin po sobě jdoucích komůrek je doporučován 0,2 m pro dospělé sladkovodní ryby a 0,3 m pro lososa, obvyklý sklon je 10 – 15 %, Je potřeba navrhnout i opatření proti zakolísání hladin v komůrkách. (Rybí přechod na příčné překážce, 2005)

Denilův

Vyvinul jej na přelomu 19. stol. belgický inženýr G. Denil, který jej zprvu pojmenoval jako „counter flow pass“ čili protiproudý rybí přechod, podle hlavního principu jeho funkčnosti. (Rybí přechody, 2002) Denilův RP (obr. č. 5) je specifický tím, že ve svém korytě, které má především přímý a nelomený tvar, má větší množství přepážek, které jsou nakloněny proti směru proudění a svírají se dnem

koryta úhel 45°. (Rybí přechod na příčné překážce, 2005) Přepážky mají za úkol zpomalení průtoku vody korytem RP.

Tento typ RP se nejčastěji používá tam, kde je potřeba dovybavit již stávající jez nebo tam, kde nemáme dostatek prostoru na tvorbu jiného typu RP. Hodí se pro ryby s dobrými plovacími schopnostmi. Menší ryby (0,25 – 0,3 m) ale i štika nebo candát mohou mít kvůli spirálovému proudění problémy s překonáním. (Rybí přechod na příčné překážce, 2005)



Obr. č. 5 – Schéma trati denilova RP (Rybí přechody, 2002)

Eel ladder

V překladu „úhoří žebřík“. Jak už název napovídá, tak tyto konstrukce jsou určeny především pro migrující úhoře. Ne všechny typy RP jsou totiž vhodné pro úhoře, jejich tvar těla a specifický vlnivý pohyb, který je v živočišné říši charakteristickým spíše pro hady [11], jim předurčuje spíše plazení v blátě, než rychlý a dynamický pohyb silnějším proudem kupředu. Tyto jejich vlastnosti bere návrh této konstrukce v potaz a při vhodném řešení jej dokáží překonat i mladí jedinci a úhoří monté.

V zásadě se dělí na dva hlavní typy. První typ (obr. O-1), je tvořen pomocí plastových struktur kruhového tvaru, které jsou přidělány na hladké plastové desce, kterou protéká menší průtok vody. Druhým typem (obr. č. 6) je rozměrově menší konstrukce, budovaná v příčném řezu vodorovně nebo svisle po bocích tělesa jezu, která je tvořena svazky štětín různých materiálů, používaná pro vytváření průchodů pro úhoře po mnoho let. (Elver and eel passes, 2011) Právě tento typ je vhodný i pro migraci úhořího monté.

Tento typ rybochodného prvku je nejčastěji používán v přímořských státech, jako jsou např. Francie, Dánsko, Kanada nebo Britské ostrovy.



Obr. č. 6 – svazky štětín, jako tzv. šplhající substrát, který tvoří základ úhořího žebříku (Elver and eel passes, 2011)

Zdymadlový

Principem funkce tohoto RP je velice podobný systém, který je uplatňován v říčních zdymadlech, určených pro lodě na překonání vodního skoku. Oba se sestávají z plavební komory, ve které jsou vyrovnávány hladiny pomocí spodní a horní uzávěrové klapky. (Rybí přechody, 2002) Na obr. O-2 je znázorněna funkce tzv. Deelderova otevřeného systému, založena na systému stavidlových uzávěrů a komor. (Baumgartner, 2003)

Zdymadlový typ se dá nejčastěji použít na místech, kde nemáme možnost udělat obtokové koryto, ani žádné jednodušší technické typy RP a zároveň musíme překonávat vyšší vodní skok. Pro překonávání velice velkých převýšení vodních hladin pak slouží RP výtahový (viz. kap. 3.2.1 Výtahový). Tento zdymadlový typ je uplatňován především ve Skotsku, Irsku, Nizozemsku a Rusku, ale objevíme ho např. i v Německu. (Rybí přechody, 2002)

Výtahový

Jak již bylo zmíněno výše, tak tento RP slouží na překonávání velkých rozdílů vodních hladin, které zaznamenáváme především u přehrad. Je alternativou k rybí komoře. (Slavík O., 2012) Představuje technicky náročnou konstrukci, která je nákladná na obsluhu i provoz a její funkci můžeme bez nadsázky přirovnat k panelákovému výtahu s tím rozdílem, že nezvedáme kabinu s lidmi, ale uzavřenou vodní nádrž s vodou a rybami v ní.

První a nejúčinnější RP výtahového typu vytvořila na Atlantském pobřeží společnost HG&E's Robert E. Barrett Fishway. [9] Jednalo se o přehradu Holyoke, která se nachází v Massachusetts (USA).

3.2.2 Přírodní

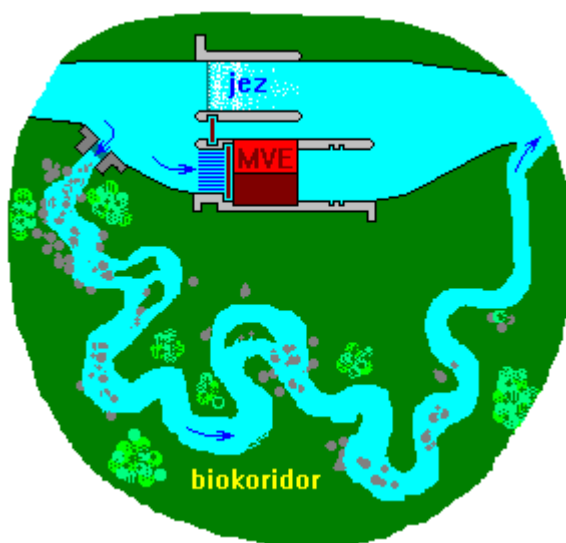
Jejich podstatu tvoří napodobení přírodě blízkých podmínek a při jejich tvorbě jsou upřednostňovány přírodní stavební prvky. (TNV 75 2321, 2011) Nejčastěji se s nimi setkáváme ve vypodobení připomínající přírodní říční koryto. Tyto RP jsou svým charakterem, vnitřním uspořádáním, strukturou a prouděním vody velmi blízké poměrům v přírodních tocích. (TNV 75 2321, 2011)

Při návrhu řešení prostupnosti příčné překážky by se vždy měly nejprve uvažovat přírodě blízké rybí přechody, obtokové kanály se lépe začlení do krajiny, plní do značné míry přírodní funkce vodního toku a tím i lépe splňují požadavky na variabilitu podmínek pro co největší množství migrujících ryb a živočichů. (Rybí přechod mimo příčnou překážku, 2005)

Obtokové koryto

Obtokové koryto je z hlediska migrací vodních živočichů jednou z nejideálnějších variant RP. Při vyhledávání tohoto typu se také často setkáme s označením bypass. Jak již název napovídá, tak obtokové koryto obchází migrační překážku až za břehovou linií koryta. (Slavík O., 2012)

Existují v zásadě dvě hlavní varianty tohoto typu RP, bypass a tůňový RP. Oba typy si jsou velice podobné, jsou vedeny obtokem kolem migrační překážky a jsou vhodné pro dovybavení již stávajících jezů nebo přehrad, jelikož nevyžadují zásah do hrázného tělesa. (Rybí přechody, 2002) Bypassový, jehož nákres můžeme vidět na obr. č. 7, má pozvolnější sklon a je více podobný tvaru přírodního podhorského potoka, který se snaží napodobit. Tůňový (obr. O-3) se oproti němu vyznačuje spíše hlubšími částmi (tůněmi), v nichž je pozvolně překonáván výškový rozdíl hladin spojovaných tůní. (TNV 75 2321, 2011)



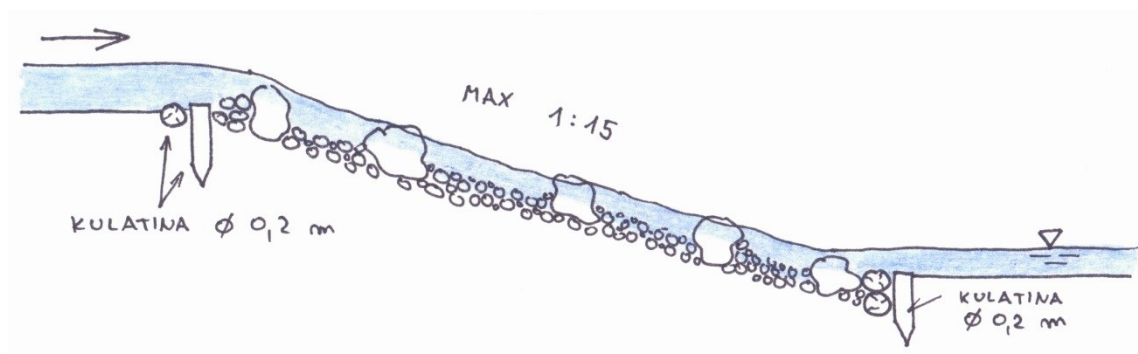
Obr. č. 7 – Nákres bypassového rybího přechodu [7]

Dnová peřej

Tento typ RP napodobuje přirozené peřejnaté úseky, které překonávají rozdíl v niveletě dna toku nad a pod úsekem. (TNV 75 2321, 2011) Využívá se spíše na menších tocích a je utvářen po celé jejich šířce. Volí se co nejmenší možný sklon, aby

byla zajištěna migrační prostupnost pro co největší škálu živočichů. V ideálním případě nepřekračujeme sklon 1:15.

Dnová peřej se původně budovala především pro stabilizaci říčního dna, avšak hladké betonové dno rampy bylo nevhodné, protože neumožňovalo migraci ryb. (Rybí přechody, 2002) Nejčastěji je dnová peřej tvořena velkými kameny a balvany, které mají za úkol zpomalovat proud a tím i navyšovat hloubku vody v korytě. Na Obr. č. 8 je podélný řez korytem malého vodního toku v místě RP.



Obr. č. 8 – Podélný řez korytem dnové peřeje

Migrační rampa

Jedná se o konstrukci, která je zasazena přímo do hrázového tělesa, ale nezabírá celou její šířku (obr. O-4). Tvoří ji soustava příčných kamenných přepážek ukotvených do betonového podkladu s mírným podélným sklonem nebo shluky balvanů a kamenů zakotvených v části jezového tělesa. (TNV 75 2321, 2011) Tyto překážky zde opět slouží především pro zpomalení průtoku, stabilizaci dna koryta a navýšení vodní hladiny. Tento typ RP není, kvůli své konstrukci zasazené do tělesa hráze, vhodný pro dodatečné dovybavení již stávajících staveb na toku.

Jako rampy se označují umělé konstrukce, které mají sklon dna 1:3 až 1:10, avšak jako nejlepší způsob obnovení migrační prostupnosti příčné překážky se z ekologického hlediska jeví dnové peřeje, které mají sklon dna podstatně mírnější. (Rybí přechody, 2002)

3.2.3 Kombinované

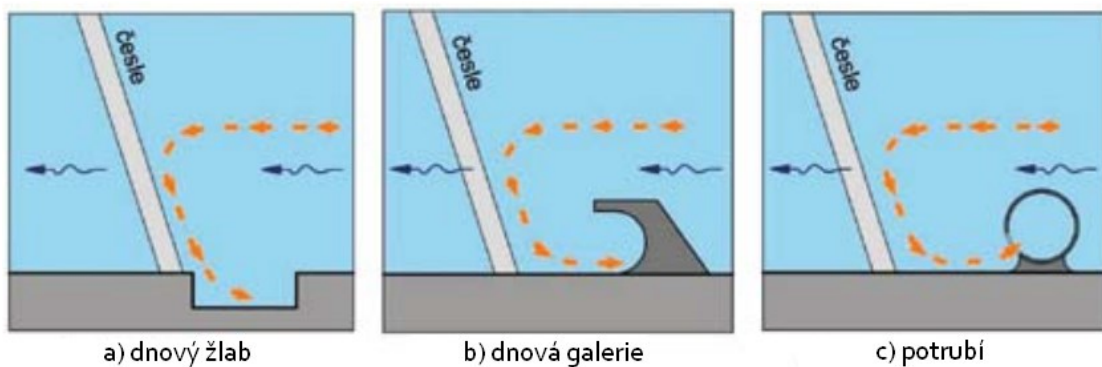
Kombinované typy RP jsou z části tvořeny obtokovým, přírodě blízkým, korytem a z části jsou na nich realizovány technické prvky RP. V těchto případech je důležité stanovit vhodný průtok a dodržet povolený sklon. (TNV 75 2321, 2011)

Tyto kombinované typy se nejčastěji používají v místech, kde by bylo problematické navrhnout čistě technický či přírodní typ nebo se řeší tak, že část RP je uzpůsobena pro splavení jezu vodáky. V těchto místech je často, vedle RP s balvany jako překážkami, použito tzv. kartáčů, které nepoškozují plavidla. (Hánová K., 2011) S kombinovanými RP se však moc často nesetkáváme.

3.2.4 Doplnkové prvky

Jedná se o různé druhy prosklených pozorovaten (zde můžeme pozorovat migrující ryby) a přidružených zařízení, sloužících k ochraně migrujících ryb. Jmenovitě to jsou především mechanické zábrany nebo behaviorální clony (viz kap. 4.4), avšak také třeba šetrnější turbíny, jakou je např. turbína šneková, která má vysokou účinnost, nejsou u ní potřeba jemné česle ani hrabací zařízení a je absolutně šetrná k rybám a k vodním živočichům (kteří eventuálně turbínou proplují). [10]

Jedinečným doplňkovým prvkem je **dnový žlab a galerie pro úhoře**, který využívá přirozeného chování úhoře při migracích. Úhoři totiž migrují spíše v dolní části vodního sloupce, konkrétně do 1 m nade dnem. (Tesch, 2003) Při hrozícím nebezpečí nebo kontaktu s česlemi mají snahu dosáhnout dna (viz obr. č. 9). (Slavík O., 2012) Tohoto chování se snaží využít zařízení, které připomíná žlab zahloubený do dna nebo perforované potrubí, do kterého úhoř vniká a je skrze toto zařízení převeden mimo dosah nebezpečí.



Obr. č. 9 – Chování úhořů při kontaktu s česlemi a jednotlivá zařízení, která tohoto chování využívají (Slavík O., 2012)

4. Metodika návrhu rybích přechodů

4.1 Teoretický základ

Při řešení návrhu RP a jeho jednotlivých prvků si musíme v první řadě uvědomit, jaké druhy živočichů osídlují daný úsek toku nebo jaké druhy ryb a živočichů nám budou přes přechod procházet. Rybí přechod musíme tedy uzpůsobit tak, abychom těmto rozdílným požadavkům vyhověli. Hlavním prvkem je zde respektování výkonnosti jednotlivých druhů ryb a živočichů. Dále klademe důraz na zachování původní biodiverzity ichtyofauny říčního ekosystému. (TNV 75 2321, 2011)

Tyto nároky nám poté ovlivňují hlavní návrhové charakteristiky RP, kterými jsou především návrhový průtok a sklon, které ovlivňují tvar příčného profilu, počet štěrbin a jejich tvar na překážkách vzhledem k vhodným průtočným rychlostem. (Birklen P. a kol., 2014) Podrobnější ideální návrhové parametry RP jsou uvedeny v tab. č. 1. V tab. č. 2 jsou vhodné parametry RP uvedeny pro jednotlivé druhy ryb.

4.2 Podklady k návrhu RP

Před vlastním návrhem je třeba shromáždit a vyhodnotit dostatečné množství podkladových materiálů vztahujících se k dané problematice. (RP na příčné překážce, 2005)

Ichtyologický a biologický průzkum – Zde se jedná o zjištění druhového spektra ryb a jejich velikostí v okolí lokality (po proudu i proti proudu). Dále zjištění výskytu dalších vodních živočichů v lokalitě a jejich potenciální přirozený stav (RP mimo příčnou překážku, 2005), vyzorování dob migrací, zjištění výkonnosti jednotlivých druhů a velikostí ryb. Nutno také zjistit, na co reagují zjištěné druhy negativně či pozitivně a jakými způsoby lze zvýšit atraktivitu RP pro migrující živočichy.

U vodních toků IV. a nižšího řádu je nutná také znalost ichtyofauny kmenového toku (navazující vodní tok vyššího řádu). (Birklen P. a kol., 2014)

Hydrologický režim vodního toku – četnost a období výskytu minimálních průtoků Q_{330} , Q_N , povodňových jevů, ledových jevů, údaje o odběrech z vodního toku, stav proudění v řece a režim splavenin. (RP mimo příčnou překážku, 2005) Také je třeba zjistit kvalitu vody v řešeném toku.

Ostatní podklady – Jedná se o geologii a morfologii území, kde nás zajímá aktuální stav přítoků, kanálů, ramen a stav koryta pod překážkou (morfologie dna v podjezí) (RP na příčné překážce, 2005), dále tachymetrické podklady, tedy geodetické zaměření jednotlivých prvků vodního toku (hladiny, objekty na toku, atd.) a dané lokality. (Birklen P. a kol., 2014) Velice dobrým měřítkem se nám můžou stát historické podklady nebo dokumentace k příčným objektům a RP na toku.

Není na škodu prověřit, zda příčná překážka na toku plní svoji funkci, pokud ne, zvážit variantu jejího odstranění. (RP mimo příčnou překážku, 2005)

4.3 Postup návrhu RP

Před samotným návrhem migračního prvku musíme nejprve, dle výše uvedených podkladů, určit, zda je návrh RP skutečně potřebný nebo se migrační prostupnost příčného prvku dá řešit např. jeho odstraněním, které by umožnilo i celkovou revitalizaci toku do přírodě blízké podoby. (Cowx I. G., 1998) Posouzení samotného návrhu RP na toku vychází ze základních požadavků ochrany přírody a ze znalostí a možností jednotlivých správců vodních toků. (Povodí Labe, 2006)

Pokud nemůžeme použít opatření odstranění příčného prvku, tak při návrhu a umístění RP je rozhodující jeho optimální funkce s cílem zajištění bezproblémové

průchodnosti migrační překážky. Za optimální funkce se považuje prostupnost pro většinu druhů rybího společenstva (zejména však cílové druhy viz kap. 3.1.1), celoroční provoz rybího přechodu a funkce biotopu (možnost trvalé existence v prostoru rybího přechodu). (Birklen P. a kol., 2014)

Velikost RP musí být v korelaci s průtokovými poměry a velikostí vodního toku. Průtok rybím přechodem se stanovuje podle skladby cílových druhů (viz kap. 3.1.1.). (TNV 75 2321, 2011)

4.3.1 Volba typu a umístění RP

Volba typu a umístění RP mají významný vliv na jeho požadovanou funkci. Rozlišujeme typy RP, které budou mít prostupnost pro celé spektrum ichtyofauny nebo RP selektivní, které umožňují migraci jen některým druhům ryb nebo pouze některým (věkovým) kategoriím. (TNV 73 2321, 2011)

Preferujeme typ RP, který bude mít prostupnost pro celé spektrum společenstva (přírodní typy RP). Pokud tohoto dosáhnout nelze, volíme alternativu, která umožní migrační prostupnost alespoň cílovým druhům. Z hlediska typu migrací je prioritní zajištění reprodukčních migrací. Z hlediska obnovy původní ichtyocenózy je významné zajistit celoroční provoz RP. (TNV 73 2321, 2011)

Umístění RP je poté velice závislé na zvoleném typu a na prostorových možnostech koryta vodního toku. Pokud lze, snažíme se o umístění v břehových partiích (RP přírodního typu), kde je snazší kontrola a údržba samotného RP. U velkých přehradních nádrží je umístění RP velice důležité, měl by být v místech, ve kterých je soustředěn největší výtokový proud z přehrady, aby migrující ryby neminuly nátok do RP a nepokračovaly dál, až do tzv. mrtvého prostoru pod přehradou. (Rybí přechody, 2002) U velkých vodních toků, kde šířka vodní hladiny toku v podjezí přesahuje 100 m, se doporučuje pro zajištění migrační prostupnosti vybudování více než jednoho RP. (TNV 73 2321, 2011)

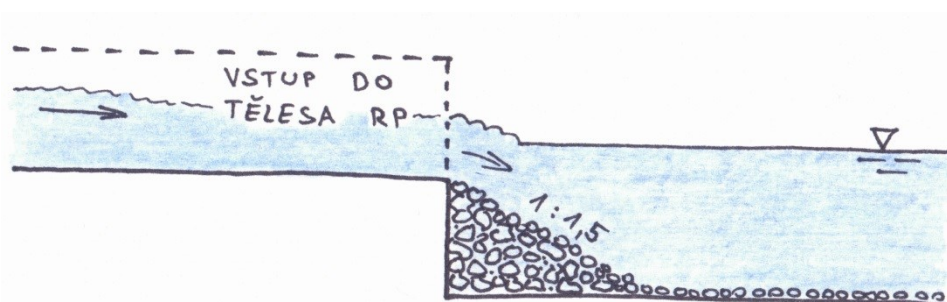
Je velice nevhodné, aby byly znečištěné vody z ČOV nebo jiných závodů splavovány do tělesa rybochodného prvku, jelikož poškozují citlivé čichové smysly ryb a tím snižují jejich touhu pokračovat v migraci. (Rybí přechody, 2002)

4.3.2 Vstup do RP

Umístění vstupu do RP a jeho atraktivita je pro migrující živočichy velice důležitá. Vytékající proud má za úkol nasměrování ryb do RP, jeho atraktivita je nezbytným předpokladem správné funkčnosti. Pro ryby migrující proti proudu je totiž hlavní proud toku základním orientačním vodítkem. (Rybí přechody, 2002) Vstup do RP nesmí být pod vlivem vysoce turbulentního nebo zpětného proudění vody. Pokud tak lze, vstup je umístěn při konci jezového tělesa u jednoho z břehů, přičemž je nezbytné zohlednit úhel směrování jezového tělesa k podélné ose toku, místní proudění a chování ryb. (TNV 73 2321, 2011)

Obecně lze říci, že proud vody, který vytéká z RP, by měl být rychlejší než proud vody ve vodním toku. Je to dáno především tím, aby byl tento proud lépe rozpoznatelný. Je potřebné, aby výtok vody z RP zasahoval co nejdále k podélné ose vodního toku v podjezí. (TNV 73 2321, 2011) Výstupní rychlost proudu by měla dle normy přesahovat $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (u specifických RP pro lososy by měla být dokonce vyšší než $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

TNV 75 2321 dále říká, že na trase migrujících ryb z prostoru podjezí do RP nesmí být výšková překážka. Případný výškový rozdíl je nezbytné odstranit pozvolným přechodovým náběhem ve sklonu 1 : 1,5 až 1 : 2 (obr. č. 10).



Obr. č. 10 – Ukázka vytvoření pozvolného sklonu u vstupu do RP

4.3.3 Výstup z RP

Jedná se o myšlený výstup ryb z RP do horní vody. Optimální rychlost by zde měla být menší než $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, avšak tato hodnota již není, oproti rychlosti vstupní, natolik zásadní. Výstup z rybího přechodu do horní vody musí být dostatečně vzdálen od koruny tělesa jezu, od vtokových objektů a od instalovaných rybích zábran, aby ryby migrující rybím přechodem nebyly po výstupu z něj znovu strhávány a splaveny pod příčnou překážku nebo do vody odebírané z vodního toku. (TNV 73 2321, 2011)

Mezi výstupem z RP a nátokem vody do turbín nebo česlí by měl být zachován minimálně 5 m rozestup, pokud je ale rychlost nátoku do MVE vyšší než $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, tak by výstup z RP měl být pomocí dělicí stěny prodloužen až do hlavního proudu toku. (Rybí přechody, 2002)

4.3.4 Trať tělesa RP

Jak již bylo zmíněno výše, snažíme se o vedení trasy RP v příbřežních partiích, kvůli snadnější kontrole a čištění. Vnitřní trať (příčný profil „koryta“) je poté velice závislý na typu zvoleného RP (viz kap. 3.2.1. a 3.2.2.). U přírodního typu se snažíme napodobit příčný profil podobný profilu skutečného vodního toku s občasnými tůněmi nebo balvany, za kterými si migrující živočichové mohou odpočinout.

Rozdíly hladin v jednotlivých segmentech RP či tůních by neměly být vyšší než 0,15 – 0,2 m. Samotné těleso by mělo mít pozvolný sklon 1 : 20 a mírnější pro vody kaprové; 1 : 15 a mírnější pro vody lososové). Je nutné, aby proudění vody v tělese bylo vhodně strukturované z hlediska rychlostí proudění vody a z hlediska převýšení (rozdílu) vodních hladin. (TNV 73 2321, 2011) Pokud chceme dosáhnout RP, který bude v provozu celoročně, tak musíme zabezpečit, aby přes něj byla migrace ryb a vodních živočichů možná i při snížených průtocích vody ve vodním toku. Naopak při povodních je nezbytné, abychom v zájmu ochrany RP omezili průtok vody samotným tělesem RP. (Rybí přechody, 2002)

4.4 Zábrany a clony

Zábrany a clony jsou doplňkovým vybavením nejen RP, ale i nátoků do MVE, samotného koryta nebo technologických objektů na toku. Neslouží pouze k ochraně ryb, ale i k nasměrování ryb do RP nebo k udržení ryb v korytě toku a mimo dosah proudů, které by je mohly splavovat do technologických zařízení. Rozlišujeme dva hlavní druhy clon a zábran, a to mechanické a behaviorální (viz níže).

K ochraně ryb dále patří i případný zákaz rybolovu v samotném RP nebo v jeho blízkosti, a to v místech, kde se ryby za účelem migrace shlukují. (Rybářské nařízení 241.14, 2013) V ochraně ryb v blízkosti RP mají však dotčené právní subjekty rozdílné názory i opatření, např. český rybářský řád severočeského kraje udává zákaz rybolovu ve vzdálenosti 50 m nad i pod rybím přechodem. [2]

Mechanické zábrany - fyzicky znemožňují proniknutí a proplutí ryb, jejich účinnost je podmíněna především šířkou mezer mezi česlemi nebo velikostí ok, dále také velikostí a tvarem těla migrujících ryb. (ČSN P 75 2323, 2011) Tyto mechanické zábrany tvoří nejčastěji česle nebo různé druhy sít či filtrů. Při návrhu je nutný kompromis mezi velikostí otvorů a narůstajícím zanášením se zmenšující se velikostí otvorů, které se musí pravidelně čistit.

Optimální mezera mezi česlemi se udává 30 mm pro lososa, méně pak pro menší druhy ryb. (M. Larinier, 2002)

Behaviorální clony – jejich funkce spočívá ve schopnosti odpuzovat ryby působením na některé jejich smysly. Jejich působení je značně selektivní, s kolísavým působením vůči jednotlivým druhům i velikosti migrujících jedinců. Tuto účinnost velmi silně ovlivňuje především rychlost proudění vody, obsah rozptýlených splavenin a některé fyzikálně-chemické vlastnosti vody. (ČSN P 75 2323, 2014) Z těchto důvodů se často behaviorální clony kombinují s mechanickými nebo se kombinuje více druhů zábran behaviorálních.

V našich podmínkách téměř nejsou zkušenosti s používáním těchto typů zábran, a proto se vychází spíše ze zahraničních zdrojů. Behaviorálních clon je několik typů, které se dělí dle fyzikálního působení na migrující druhy: elektrická clona, žaluziová clona, bublinová clona, akustická clona nebo světelné systémy – více o behaviorálních clonách se lze dočíst v literatuře sepsané O. Slavíkem a

kolektivem, s podporou Evropského fondu pro regionální rozvoj, pojmenované Migrace ryb, rybí přechody a způsoby jejich testování, vydané v r. 2012.

Odklonění ryb akustickými clonami dosahuje, dle Turnpenny, u dobře navržených systémů, nejvyšších hodnot účinností ze všech známých behaviorálních systémů (až 98%). (Turnpenny a kol., 1998)

4.5 Model RP

Pro návrh nebo zpětné posouzení předpokládané účinnosti RP (především technického typu), vzhledem k charakteru a rychlosti proudění v různých částech koryta, se dnes používají především softwarové výpočetní modely. V minulosti se proudění v RP zjišťovalo např. vytvořením modelu napodobeniny části reálného přechodu v „laboratorních“ podmínkách, do kterého se pouštěla voda a kde se pomocí bavlněných provázků, umístěných rovnoměrně po celém příčném řezu, zjišťoval charakter a směr proudění vody v jednotlivých místech určovaného modelu. Tento model si můžeme prohlédnout na obr. O-7.

Ať už se jedná o model skutečný nebo výpočetní, tak jejich vypočítané nebo vypočtené charakteristiky se poté porovnávají s výkonnostními a proporcionálními možnostmi migrujících ryb, dle kterých se dále uvažuje o vhodnosti navrženého rybího přechodu nebo jeho jednotlivých částí, které je případně třeba upravit. RP budované na různých tocích mají také rozdílné nároky, které vycházejí především z rybí populace v daném místě toku a v neposlední řadě i z průtokových poměrů v něm, a to je důvod používání modelů těchto konstrukcí.

5. Monitoring a vyhodnocení účinnosti RP

Cílem monitoringu je zjištění, zdali je pro ryby a vodní živočichy možné nalézt vstup do RP a jestli se jím dokáží dostat přes příčnou překážku. Zjišťování migrační prostupnosti ryb je jednodušší než pozorování migrací bentických a bezobratlých živočichů, které se špatně prokazuje. (Rybí přechody, 2002)

Vyhodnocení účinnosti RP nám udává, zda investované finanční prostředky byly ve výsledku zhodnoceny **funkčním biokoridorem**. Pokud je testování kvality RP podceňováno, při dalších realizacích dochází k opakování konstrukčních chyb. Nefunkční, ale nevyhodnocené RP jsou pak trvalou překážkou migraci ryb, aniž může být přikročeno k nápravě. V ČR mohou být příkladem především řeky jako Ohře, Berounka, Lužnice a Vltava, které nejsou pro migraci ryb otevřené, přestože do výstavby RP zde bylo v posledních 15 letech investováno mnoho finančních prostředků. (Slavík O., 2012)

5.1 Metody

Načasování a doba trvání zkoušek mají velký vliv na spolehlivost prováděných zkoušek a vypracovaných výsledků. Přednostně by proto měly probíhat v hlavních migračních obdobích, která se však můžou lišit dle druhů, regionálních zvláštností nebo dle počasí. (Rybí přechody, 2002) V našich podmínkách by měly být prvky, sloužící k monitorování proplouvajících ryb instalovány do března, ještě v teplotách blízkým 0°C, tedy s dostatečným časovým odstupem před zahájením reprodukčních migrací. [5]

Aby bylo možné vyhodnotit funkci RP, je vhodné srovnat vzorek ryb táhnoucích tratí se vzorkem společenstva pod překážkou. Porovnáváno je obvykle druhové spektrum, počet jedinců a jejich délková frekvence. Z těchto údajů lze odvodit případné selektivní vlastnosti RP na místní společenstvo. (Slavík O., 2012)

Sledované prvky:

- přirozený potencionální stav rybí populace a vodních živočichů v daném toku a jejich skutečná čísla
- výstup všech migrujících ryb i jejich věkových kategorií formou sčítání a jejich zdravotní stav
- průtok vody v RP v závislosti na hladině vody ve vodním toku a její kvalita (zákal, teplota, obsah kyslíku,..)

- podrobnosti o měsíční fázi s odkazem na migrační aktivitu ryb, zejména při migraci úhoře
- měření aktuální rychlosti proudění vody v RP
- hodnocení celkového stavu RP a jeho údržby
- zaznamenávání změn ve vodním toku (údržba, mortalita ryb,..)

Průzkum společenstva ryb může být prováděn na víceleté úrovni sledování složení společenstev a migrací ryb (Slavík O., 2006), přes opakované průzkumy během jednoho roku (Horký P., 2010), až po jednorázová šetření. (Slavík O., 2012)

5.1.1 Rybí pasti

Jedná se o standartní metodu odchyty ryb z technických i přírodních typů RP, kdy jsou jedinci nebo i skupiny lapány do ponořených sítí, které jsou umístěny na vstupu vody do tělesa RP. Síť by měla být roztažená po celé šíři koryta a měla by těsně přiléhat až ke dnu, přičemž velikost ok by neměla přesáhnout 10 – 12 mm. Síťovina je natažena na drátěnou nebo hliníkovou konstrukci, která ji zajišťuje tvarovou stálost i v silnějším proudu. (Rybí přechody, 2002) Tato metoda poskytuje spolehlivé údaje o protiproudých migracích.

Speciálním druhem rybí pasti je prosté uzavření RP a slovení všech ryb, které se v korytě RP nachází. Nevýhodou této metody je, že ji nelze efektivně použít v malých rybochodných prvcích, kde není velká migrační frekvence.

5.1.2 Značkování

Tato metoda slouží ke zjišťování funkce přírodních RP, ale především ke studii migrace ve vodních ekosystémech jako takových. Jedná se o odchyt dospělých a zdravých jedinců (každý je pečlivě změřen, zvážen a jsou do protokolu zaneseny i jiné charakteristiky), kterým je pod kůži vpraven elektronický čip, který je monitorován speciálními lokátory nebo o odlov různých věkových stádií, kterým je

pod kůži vpravena injekce s barevným činidlem (obr. č. 11), které je při následných odchytech identifikováno dle určitého systému. (Rybí přechody, 2002) V krajních případech lze použít i externích značek, které jsou často přichytávány přes hřbetní svalovinu dráty či nylonovou nití nebo vpichovány pod kůži kotvícími háčky, které jsou opatřeny protihroty proti vypadnutí. [3]

Poslední způsob značkování pokládám osobně za velmi nešťastný a mělo by od něj být upuštěno, jelikož se domnívám, že tento systém rybám překáží při pohybu v prostoru vodních překážek a mezi rostlinami. Obecně však metoda značkování nedokáže pokrýt všechny jedince, tudíž mohou být její výsledky do jisté míry zkresleny.



Obr. č. 11 – Barevná skvrna pod kůží ryby po aplikaci barevného činidla [4]

5.1.3 Elektronický monitoring

Elektrický monitoring může být prováděn formou elektrického odchytu, kdy jsou ryby paralyzovány šokovým napětím a následně sloveny. Pokud se tento způsob provádí správně, ryby nejsou nijak zraněny. (Rybí přechody, 2002)

Druhá metoda spočívá ve sčítání ryb pomocí elektrických zařízení, které fungují na principu telemetrie či bioskeneru a jsou dočasně umístěny na vstupu do RP. Tyto zařízení evidují proplouvající ryby, aniž by je vyrušovaly při migraci a dokáží rozlišit jejich počet i velikost, fungují automaticky a nemusí mít tedy neustálý

dohled. Z celosvětově uznávaného trendu zřetelně vyplývá, že pro testování funkce RP lze efektivně používat pouze bezkontaktní metody, které volný pohyb ryb neomezují. (Slavík O., 2012)

K jedné z těchto metod patří i sčítání ryb pomocí prosklených pozorovatelem, kterými jsou vybaveny RP na větších tocích nebo přehradách. Nevýhodou této metody je stálý dohled osoby, která provádí sčítání a také to, že pozorovatel může jednoho jedince zaznamenat opakovaně, jelikož ryba velký RP často neopustí a proplovává jím sem a tam oběma směry. (Prchalová M. a kol., 2006)

5.2 Příkladová studie hodnocení RP

Na území ČR bylo v letech 1995–2011 postaveno řádově desítky přechodů (přesná evidence chybí), avšak jejich účinnost byla testována jen výjimečně nebo takovými způsoby, že jejich výsledky nelze považovat za standartní. (Slavík O., 2012)

5.2.1 Teorie praktického testování

Jak již bylo zmíněno výše, tak pro testování samotného rybochodného prvku jsou zásadní informace o složení druhového spektra živočišné populace v daném toku, případně i v jeho přítocích. Tyto dokumenty je snazší vyhledat, pokud však existují, protože druhá varianta, která počítá s vlastním monitoringem složení živočišné populace v toku, je časově i finančně velice nákladná.

Druhým krokem je zjišťování rybí populace, která migruje přes samotný rybochodný prvek, tento monitoring se provádí přes metody uvedené v kapitole 5.1 a všechny výsledky jsou pečlivě zaznamenávány, aby mohly být následně vyhodnoceny. Neomezenou funkci nebo kompletní selhání RP lze celkem snadno dokázat, avšak složitější je potvrzení migrace určitých živočišných druhů nebo jejich velikostí. Záznamy by měl být děleny dle následujících kritérií:

- výsledky pozorování mají být zaznamenávány společně s příslušností k hlavnímu období migrace, která je specifická pro určité druhy, místu ulovení daného jedince, průtok vody v RP, teplotě vody a době odchycení.
- hodnocení druhové skladby odchycených jedinců uvažujeme vzhledem ke složení celkové populace v toku. V této části nejspíše narazíme na to, že ne všechny druhy, pohybující se v daném toku, rybí přechod skutečně využívají. (Rybí přechody, 2002)

5.2.2 Vyhodnocení účinnosti RP

Potvrzení funkce RP pouze na základě vhodnosti hydraulických parametrů a konstrukčních prvků není dostatečné, protože funkce RP nezávisí pouze na kvalitě jeho trati. Velmi významné je umístění ústí přechodu v příčném profilu toku, výška vodního sloupce u vstupního otvoru, poměr průtoku v RP, v hlavním korytě atd. Funkce RP bude také nedostatečná, pokud byl nevhodně zvolen typ přechodu vzhledem k druhové struktuře společenstva. (Slavík O., 2012)

V souladu s obecnými požadavky můžeme RP **prohlásit za funkční**, pokud do něj všechny druhy potencionální fauny, v různých fázích vývoje, naleznou vstup a dokáží jej překonat. (Rybí přechody, 2002) Účinnost RP by měla být minimálně 90 %. (Lucas M., 2001)

5.3 Zhodnocení stávajících rybochodných prvků

Tato část se zabývá teoretickým zhodnocením stávajících rybochodných prvků v okolí mého bydliště. O teoretické zhodnocení se jedná z důvodu nedostatku kapacit, které by mi umožnily provést na daných místech ichtyologický průzkum nebo detailní zmapování hydrauliky v korytě RP, které jsou pro skutečné zhodnocení funkčnosti RP zásadní. Z tohoto důvodu jsem nucen přenést posouzení účinnosti

některých rybochodných prvků na teoretickou úroveň, která však dle mého názoru o moc nezaostává za praktickým řešením (s provedením ichtyologického průzkumu, který obsahuje i zmapování hydrauliky v korytě RP).

Konstrukční míry zkoumaných RP byly zjišťovány v terénu nebo byly vyčteny z technických podkladů. Rychlosti v RP byly zjišťovány pomocí plovákové metody a průtokové množství bylo přepočítáno z vypočtených a vyčtených hodnot. Celkové zhodnocení bylo provedeno porovnáním zjištěných hodnot s normou TNV 75 2321 z roku 2011, kterou vydalo Ministerstvo zemědělství.

5.3.1 RP na Opatovickém jezu

Opatovický jez se nachází na 987,9. říčním kilometru (od vyústění do moře) řeky Labe v blízkosti obce Vysoká nad Labem, která se nachází cca 2 km jižně od Hradce Králové. Součástí jezu je i RP štěrbinového typu, který spadá pod technické rybochodné prvky. K tomuto RP nebyly dohledatelné žádné technické podklady a dle slov správce MVE byl na tělese jezu zbudován v 90. letech současně s navýšením koruny hráze pro energetické účely přilehlé elektrárny.

Charakteristika RP

Typ: štěrbinový

Délka: 26 m

Překonává výškový rozdíl: 4 m

Tabulka hodnot daného RP

Parametr	Jednotky	Konstrukční míry	Splňuje normu?
Sklon nivelity dna tělesa	%	8 - 44	ČÁSTEČNĚ
Rozdíl navazujících úrovní vodních hladin	m	0,1 - 0,5	ČÁSTEČNĚ
Hloubka vody v jednotl. bazéncích	m	0,05 - 0,22	NE
Délka jednotlivých bazénků	m	0,6 - 0,9	NE
Šířka bazénku v korytě RP	m	0,8	NE

Parametr	Jednotky	Konstrukční míry	Splňuje normu?
Šířka štěrbin u prostupných přepážek	m	0,18 - 0,35	ANO
Střední rychlost proudění vody v RP	$m*s^{-1}$	0,37	NE
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	$m*s^{-1}$	0,26	NE
Průtok vody rybím přechodem	m^3*s^{-1}	0,023	NE

Tab. č. 3 – Naměřené a porovnané hodnoty RP na Opatovickém jezu

Nedostatky

Hlavním nedostatkem je zde především veliký spád spodní části této konstrukce (obr. Op 2), který dosahuje 44%, což je obrovské číslo. Tento spád způsobuje další nevyhovující charakteristiky, kterými je malá průtočná hloubka a velká rychlost proudění vody mezi štěrbinami u prostupných přepážek ve spodní části RP.

Obecně lze říci, že tato konstrukce má nevyhovující rozměry (malá šířka i délka jednotlivých bazénků), které jsou důvodem špatného proudění vody korytem, zanášení trati RP splávním (obr. Op 3) a absence „klidových“ zón, které jsou pro migrující živočichy velice důležité.

Zhodnocení

Jelikož byl tento rybí přechod na jezu budován dodatečně, musel se přizpůsobit tělesu jezu a proto má nestejněměrný sklon, který způsobuje různorodé podmínky proudění a usazování splávním v korytu RP. Ze samotného pohledu na tuto konstrukci je vidět, že se na ní dosti šetřilo a zhotovitel si s účinností migrační prostupnosti hlavu moc nelámá.

Ze 3/5 (vrchní část) by tento RP mohl být považován za účinný, i když o migrační prostupnosti pro větší kusy ryb by se dalo diskutovat, ale pravdou zůstává, že spodní část konstrukce je pro migraci ryb a vodních živočichů zcela nedostatečná a průchodnost zde jistě není možná.

5.3.2 RP na jezu Hučák

Jez Hučák se nachází na 993,7. říčním kilometru řeky Labe v centru Hradce Králové. RP je zasazen do pravého břehu (obr. Hu 1) a je až na revizní otvory, v prostorách objektu správce jezu, plně skryt v příbřežním tělese. Jedná se o RP komůrkového typu s klenutým stropem, který byl vybudován v roce 1912 a byl ve svých dobách uvažován jako nejideálnější. (Libý J., 1995a)

Tento RP byl ve své době zbudován především pro průchod lososovitých ryb do horních partií řeky Labe. Lososi byli totiž v Labi na konci 19. stol. velice hojně lovený rybí druh, na který však dnes v tomto úseku řeky už nenarazíme.

Charakteristika RP

Typ: komůrkový s klenutým stropem

Délka: 30 m

Překonává výškový rozdíl: 3,3 m

Tabulka hodnot daného RP

Parametr	Jednotky	Konstrukční míry	Splňuje normu?
Sklon nivelity dna tělesa	%	10,8	NE
Rozdíl navazujících úrovní vodních hladin	m	0,3	NE
Hloubka vody v jednotl. bazéncích	m	0,6 - 1,05	ANO
Délka jednotlivých bazénků	m	1,8 - 7,33	ANO
Šířka bazénku v korytě RP	m	1,5	ANO
Šířka štěrbiny u prostupných přepážek	m	0,4 - 0,85	ČÁSTEČNĚ
Střední rychlost proudění vody v RP	$m*s^{-1}$	0,52	ANO
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	$m*s^{-1}$	0,71	NE
Průtok vody rybím přechodem	m^3*s^{-1}	0,053	NE

Tab. č. 4 – Naměřené a porovnané hodnoty RP na jezu Hučák

Nedostatky

Největším nedostatkem tohoto RP je to, že při malých průtocích není zcela průchodný, protože přepadové vodní paprsky nemají dostatečnou vydatnost pro průchod ryb, se kterou souvisí i malý průtok vody samotným korytem rybího přechodu.

Malé vodní průtoky dále způsobují absenci vábícího proudu, který rybám velice znesnadňuje nalezení vstupu do RP. Rozdíl navazujících úrovní vodních hladin, který je posouzen dle normy jako nevyhovující (moc velký), ale dle mého názoru plně postačuje účelu, pro který byl vybudován, a to pro anadromní migraci lososa obecného.

Zhodnocení

Rybí přechod byl ve své době (1912) budován pro migraci lososovitých ryb a k tomuto účelu by mohl při dostatečných průtocích fungovat i nadále. Problémem ale zůstává, že losos obecný se v těchto partiích řeky již nevyskytuje a pro zbylou rybí populaci v daném toku není tento přechod ideální. Za určitých podmínek (dostatečný průtok) by ale i pro ně mohl být tento RP průchodný, a to hlavně kvůli prostorným a dostatečně hlubokým bazénkům, které tvoří samotné koryto.

Tento RP slouží už více jak 100 let a pokud se mu bude věnovat náležitá péče a průtoky v něm budou dostačující, tak může sloužit i nadále.

6. Závěr a diskuse

Cílem této bakalářské práce bylo zpřehlednění problematiky týkající se RP, především se jednalo o sepsání charakteristik hlavních typů, metodiky samotného návrhu a zjednodušený popis systému monitoringu těchto rybochodných prvků. Nebyla snaha vytvořit složitě řešenou práci, která by byla určena pouze specializovaným pracovištím, ale především takovou, která by sloužila i širší veřejnosti s kladným vztahem k životnímu prostředí a zájmem dovědět se o této problematice více. Věřím, že tento záměr se povedl, ale důležitým faktorem bude především zpětná vazba od čtenářů této práce.

Z rešeršní části je zřejmé, že existuje mnoho druhů RP, z nichž každý je uzpůsoben pro určitý typ a velikost toku, na kterém je budován. Nezanedbatelný faktor pro volbu RP má i složení ichtyofauny v daném místě, protože vhodnost rybochodu se odvíjí mimo jiné i od druhu migrujícího živočicha. Průchodnost rybochovným prvkem je také dána tím, jestli je jeho koryto udržováno v průchodném stavu a jestli není stále zanešeno splávim (viz obr. Op 3), které může způsobovat migrační neprostupnost.

Z výsledků prováděného monitoringu účinnosti dvou RP je patrné, že nároky na budování těchto prvků se stále zpřísňují a že některé rybochodné prvky budované v minulosti již dnes nemusí splňovat přísné normy vodního hospodářství a že teprve čas dokáže RP dostatečně prověřit. Naštěstí se i díky operačnímu programu Životního prostředí začínají budovat účinné RP nebo se zjednávají nápravy již nefunkčních rybochodných prvků na našich tocích.

Věřím, že trend budování RP, jejich testování a revitalizace samotných vodních toků bude pokračovat i nadále a že se jednou dočkáme vodních toků, ve kterých bude široké spektrum vodních živočichů, snad i těch, na které dnes v tocích téměř nenarazíme. A třeba přispěje svojí troškou do mlýna i tato práce.

Seznam použitých zkratk a vysvětlivek

ČOV – čistírna odpadních vod

MVE – malá vodní elektrárna

RP – rybí přechod

Anadromní druhy – živočichové, kteří migrují z moře do sladkovodních řek za účelem rozmnožování

Ichtyofauna – rybí společenstvo vyskytující se na určitém území

Monté – malí sklovití úhoři o délce kolem 8 cm

Splávi – lehký materiál unášený proudem, často se jedná o rostlinné zbytky

Tření, vytírání – rozmnožování ryb

7. Seznam literatury a použitých zdrojů

Normy a vyhlášky:

ČSN P 75 2323. *Zajištění poproudových migrací ryb ve vodních tocích*. Praha. Červen 2014.

Rybářský zákon 241.14. *Fisheries Order 241.14. Fishing Prohibited in Fish Ladders*. Michigan. October 2013.

Rybí přechod na příčné překážce. *Katalog opatření*. Ministerstvo zemědělství. 2005. ID_opatření 22

Rybí přechod mimo příčnou překážku. *Katalog opatření*. Ministerstvo zemědělství. 2005. ID_opatření 23

TNV 75 2321. *Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2011.

Literární zdroje:

Baumgartner L. J. *Fish passage through a Deelder lock on the Murrumbidgee River, Australia*. NSW Fisheries Final Report Series No. 57. October 2003. 44 pp. ISSN 1440-3544

Birklen P. a kol. *Standardy péče o přírodu a krajinu. Rybí přechody*. 34 str. Praha. 2014. SPPK B02 006: 2014

Cowx I. G. and Welcomme R. L. (eds). *Rehabilitation of Rivers for Fish*. Oxford: Fishing News Books, Blackwell Science. 1998. 204 pp.

Hánová K. a kol. *Studie proveditelnosti zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích v povodí Vltavy*. 2011. 52 str.

Horký P. a kol. 2010. *Studie migrace ryb přes kartáčové rybí přechody na řece Sázavě*. Zpráva pro MŽP ČR. Praha: VÚV TGM. 2010.

Larinier M. 2002. *Location of fishways*. *Bulletin Francais de La Peche et de la Pisciculture* 364. 39–53 pp.

Libý J. a kol. *Rybí přechody na regulovaných a kanalizovaných vodních tocích (část A)*. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Praha. 1995a. 288 str.

Libý J. a kol. *Rybí přechody na regulovaných a kanalizovaných vodních tocích (část C)*. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 1995c. Praha.

Lucas M., Baras E. *Migration of Freshwater Fishes*. Willey-Blackwell. September 2001. 440 pp. ISBN: 978-0-632-05754-2

Prchalová M., Vetešník, L. and Slavík, O. *Migrations juvenile and subadult fish through a fishpass during late summer and fall*. Folia Zoologica 55. 2006. str. 162–166.

Slavík O. a kol. *Biologický průzkum pro zlepšení plavebních podmínek na řece Labi, Plavební stupeň Děčín*. Projekt pro Ředitelství vodních cest ČR. Praha: VÚV TGM. 2006.

Slavík O., Vančura Z. a kol. *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování. Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP*. Ministerstvo životního prostředí. 2012. 139 str. ISBN: 978-80-7212-580-7

Tesch F. W. *The eel*. Edited by J. E. Thorpe. September 2003. 416 pp. ISBN: 978-0-632-06389-5

Turnpenny A. W. H. and O’Keeffe, N. Screening for intake and outfalls: a best practice guide. Environment Agency Science Report SC030231. 2005.

Elver and eel passes. Published by Environment Agency - kolektiv autorů. 2011. 101 pp.

Povodí Labe. *Analýza potřeb revitalizačních opatření na vodních tocích včetně jejich niv ve smyslu § 47 odst. 2 písm. f) zákona č. 254/2001 sb. a § 8 a 9 vyhlášky č. 470/2001 Sb. a dokumentace Programu revitalizace říčních systémů (Programu 215 110)* Hradec Králové. Říjen 2006. 5 str.

Rybí přechody. Návrh, dimenzování a monitoring. Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. DVWK - Merkblatt 232/1996. © English version by FAO. Rome, 2002. ISBN 92-5-104894-0

Internetové zdroje:

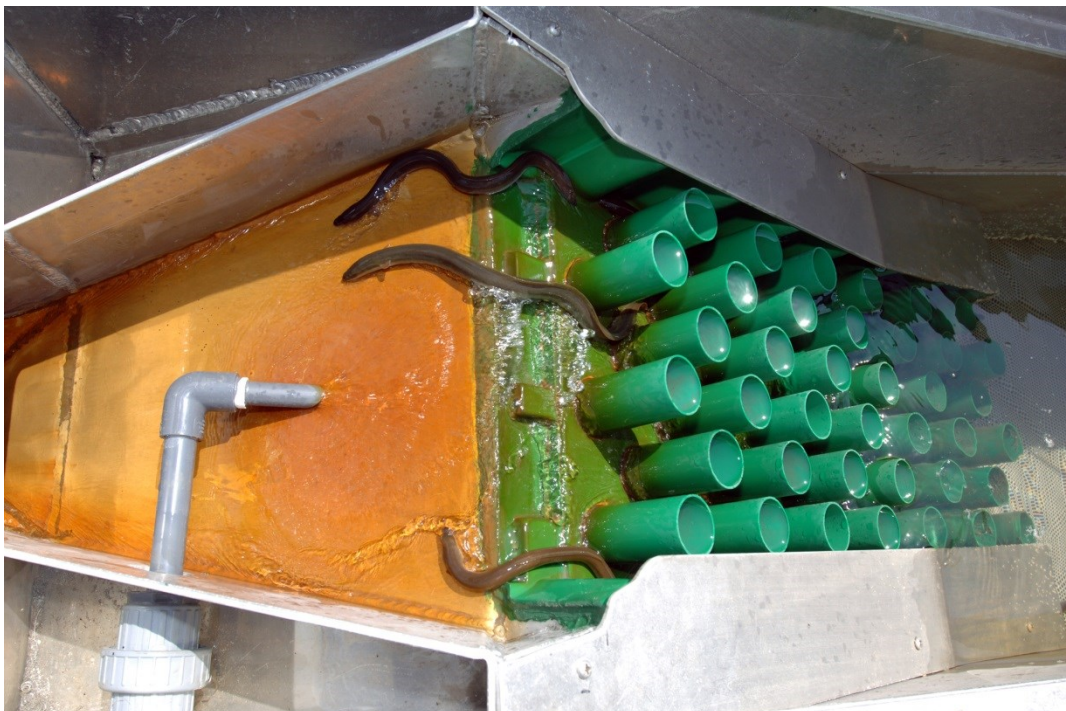
[1] Břeclavský deník [online]. *Břeclavský rybochod je k ničemu, nadávají rybáři*. 13. června 2012. Dostupné na World Wide Web: <http://breclavsky.denik.cz/zpravy_region/breclavsky-rybochod-je-k-nicemu-nadavaji-rybari-20120612.html>.

[2] Český rybářský svaz. *Středočeský ÚS – Mimopstruhové revíry* [online]. [cit. 2015-02-14]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.rybsvaz.cz/?page=reviry/revir&lang=cz&id_reviry=53>.

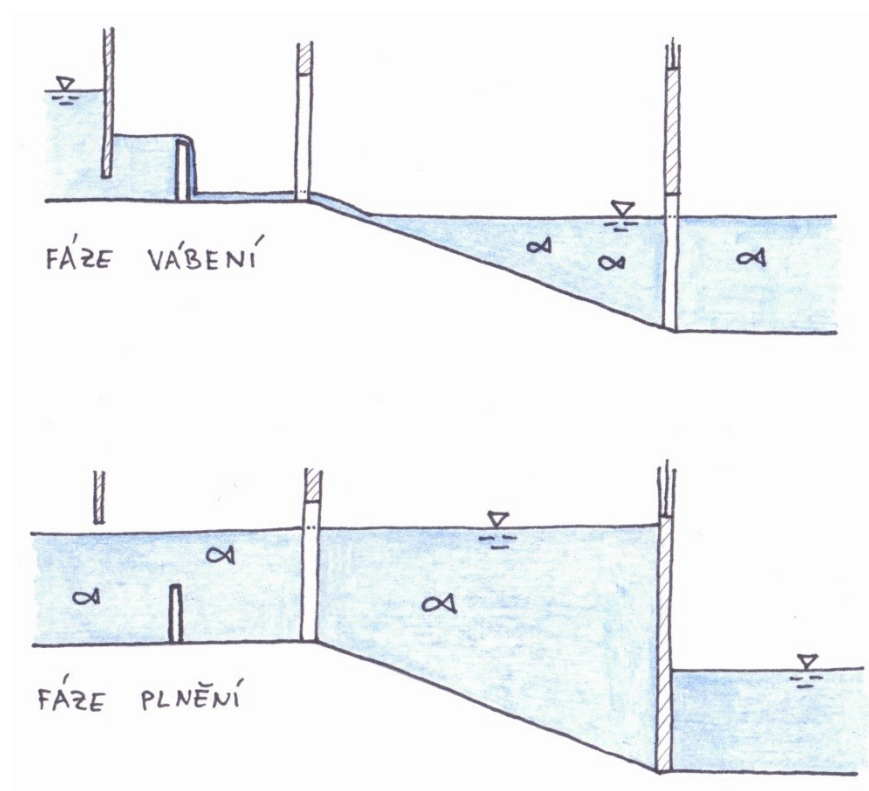
[3] Fish Marking. *External Marking* [online]. Copyright 2011. [cit. 2015-02-15]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.fishmarking.com/external.php>>.

- [4] Fishing Magic [online]. *Fish Re-stocking for Thames West Region*. 12. dubna 2011. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fishingmagic.com/news_events/news/15563-fish-re-stocking-for-thames-west-region.html>.
- [5] Horký P. a kol. [online]. *Studie migrace ryb přes kartáčové rybí přechody na řece Sázavě*. [cit. 17. února 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.vrv.cz/downloads/sazavsky-seminar-2010/04_horky-a-kol._studie-migrace.pdf>
- [6] JMcCarthy.biz [online]. *Osbaston fish pass. 2010* © Dostupné na World Wide Web:<<http://www.jmccarthy.biz/?q=mccarthycontractors/index&slug=osbaston-fish-pass>>.
- [7] MVE Energetika [online]. *Rybí přechody*. [cit. 2014-12-28]. Dostupné na World Wide Web: < <http://mve.energetika.cz/vodnidilo/rybi-prechody.htm> >.
- [8] New York Power Authority [online]. *Power Authority Marks the Start of Eel Passage Facility's Operation*. August 9, 2006. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.nypa.gov/press/2006/060809a.htm>>.
- [9] *Robert E. Barrett Fishway* [online]. 2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.hged.com/community-environment/fishway>>.
- [10] Roman Adam. Tzb info [online]. *Je hydropotenciál v ČR skutečně vyčerpán?* 30. ledna 2011 [cit. 2015-02-13]. Dostupné na World Wide Web: <<http://oze.tzb-info.cz/vodni-energie/7109-je-hydropotencial-v-cr-skutecne-vycerpan>>.
- [11] Zoo Chleby [online]. *Úhoř říční*. [cit. 2015-03-13]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.zoochleby.cz/uhor-ricni-5957>>.

8. Přílohy



Obr. O-1 – Úhoří žebřík tvořený plastovými strukturami za provozu [8]



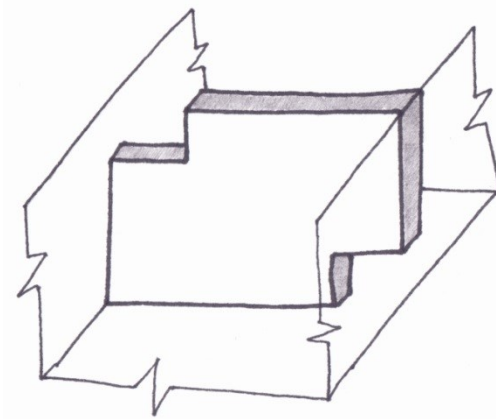
Obr. O-2 – Funkce Deelderova otevřeného systému ve zdymadlovém typu RP



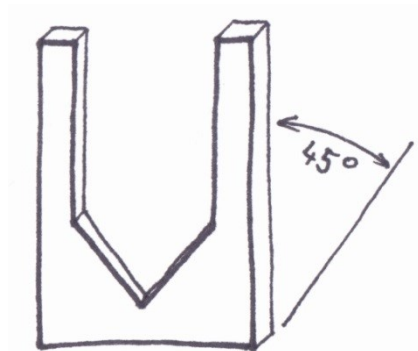
Obr. O-3 – Fotografie budovaného tůňového rybího přechodu [6]



Obr. O-4 – Migrační rampa zbudovaná v Břeclavi na řece Dyji [1]



Obr. O-5 – Nejpoužívanější tvar přepážek u komorového typu RP



Obr. O-6 – Tvar přepážek i se sklonem k instalaci pro Denilův typ RP



Obr. O-7 – Model rybího přechodu, který nám pomocí bavlnek ukazuje směr a druh proudění vody v korytě RP (Libý J., 1995a)

Parametr	Rozměry	Limity pro štěrbinový RP (v závorce uvedeny limity pro lososa)	Limity pro ostatní RP
Sklon nivelety dna tělesa RP	%	5 až 8 (10)	5 a méně
Rozdíl navazující úrovně vodních hladin	m	0,1 až 0,15 (0,2)	doporučený 0,15 maximální 0,20
Hloubka vody- peřej - bazén	m	0,5 až 0,8	minimální 0,3 minimální 0,5 optimální 0,8
Délka bazénu podle typu a šířky tělesa RP	m	1,9 (3,0)	minimální 1,5 více
Šířka tělesa (bazénu) podle typu RP migrační rampa obtokové koryto	m	1,2 (1,8)	minimální 3,5 minimální 1,5
Šířka štěrbin u prostupných přepážek (závisí na sílce tělesa RP, počtu štěrbin, průtoku vody, zajištění přelivu přepážky)	m	0,15 až 0,20 (0,30)	minimální 0,1 maximální 0,6
Střední rychlost proudění vody v RP	$m \cdot s^{-1}$	0,5	0,5 až 0,7
Maximální hranice disipace energie	$W \cdot m^{-3}$	100 až 125 (150 až 200)	90 až 135
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	$m^3 \cdot s^{-1}$	optimální 0,4	optimální do 0,4
Průtok vody	$m^3 \cdot s^{-1}$	0,14 až 0,16 (0,40)	podle šířky tělesa RP

Tab. č. 1 - Souhrnný přehled základních limitů parametrů pro štěrbinový RP a pro ostatní typy RP (TNV 75 2321, 2011)

Parametry	Pstruh, lipan, ouklej, parma	Losos
délka komory l	1,9 m	2,75 m až 3 m
šířka komory b	1,2 m	1,8 m
šířka mezery s	0,15 m až 0,17 m	0,30 m
délka okrajové zarážky c	0,16 m	0,18 m
mezera mezi příčkou a obtokovou zarážkou a	0,06 m až 0,10 m	0,14 m
šířka obtokové zarážky f	0,16 m	0,40 m
rozdíl hladin Δh	0,20 m	0,20 m
minimální hloubka h min.	0,50 m	0,75 m
průtok vody Q $m^3 \cdot s^{-1}$	0,14 až 0,16	0,41

Tab. č. 2 – Parametry RP v návaznosti na potřeby daného rybího druhu (TNV 75 2321, 2011)



Obr. Op 1 – Pohled na Opatovický jez z levého břehu (RP označen šipkou)



Obr. Op 2 – Přílišný spád spodní části RP na Opatovickém jezu



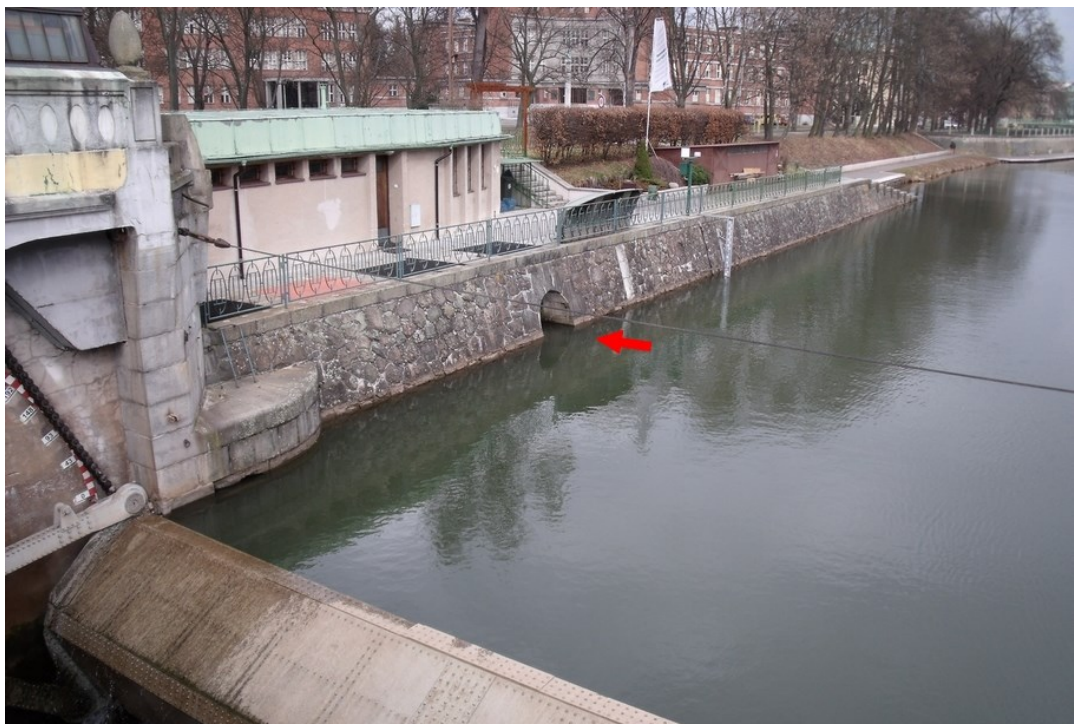
Obr. Op 3 – Zanešení trati RP na Opatovickém jezu splávím



Obr. Op 4 – Měření sklonu trati RP na Opatovickém jezu



Obr. Hu 1 – Pohled na RP (označen šipkami) na jezu Hučák, který je zasazen do pravého břehového tělesa



Obr. Hu 2 – Pohled na výstup z RP (označen šipkou) na jezu Hučák