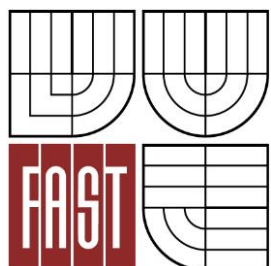




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

MOŽNOSTI REVITALIZACE PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK V TOKU

THE POSSIBILITIES OF REVITALIZATION TRANSVERSE OBSTACLES IN THE FLOW

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ PLHÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RUDOLF MILERSKI, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jiří Plhák
Název	Možnosti revitalizace příčných překážek v toku
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Navrhování rybích přechodů

Cowx I.G., Welcomme R. L.: Rehabilitation of rivers for fish FAO 1998

Fischaufstiegsanlagen DVWK Merkbatter 232/1996

související normy a předpisy

Zásady pro vypracování

Student ve své bakalářské práci provede rešeršní práci o rybích přechodech v rozsahu 20 A4 a ze získanými znalostmi navrhne řešení konkrétního rybího přechodu podle pokynů vedoucího práce. Návrhy budou v úrovni ideových s jedním konkrétním řešením.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce seznamuje čtenáře s problematikou odstranění příčných překážek v toku. Obsahuje dvě části, rešerši a ideový návrh. Nejprve je vysvětlena problematika revitalizace vodních toků v České republice. Při revitalizaci se řeší úpravy toku (koryto, vegetační doprovod) a právě i příčné překážky. Příčné překážky v toku mohou tvořit migrační bariéry a tím omezit nebo úplně znemožnit základní potřeby pro přežití některých druhů rybního společenstva, například migrace za potravou nebo reprodukci. Na závěr rešerše jsou popsána opatření, které lze realizovat na vodních tocích na zprůchodnění těchto příčných překážek. Práce také obsahuje ideový návrh, kde je řešen 11 km dlouhý úsek na řece Svitavě, kde je situováno šest jezů, u kterých je popsán současný stav a poté navrženo řešení na jejich zprůchodnění.

KLÍČOVÁ SLOVA

revitalizace, příčná překážka, migrace ryb, rybí přechod, Svitava

ABSTRACT

The case study provided for this bachelor's thesis is based on the issue of transverse obstacles in a flow. For the purpose of this bachelor's thesis I decided to split this outcome into two parts as the research and conceptual design, and then describe each issue based on my further research. The first section is accorded to an issue with revitalization of the flow in the Czech Republic. There are topics such as adjustment of the flow, river-basin and accompanying vegetation related to an issue with revitalization. This also involves transverse obstacles in a flow which could cause a migration barrier for the fish. This could become critical when it comes to a partial restriction or total restriction of basic that fish need for survive. Both food migration and a reproduction migration could be affected. To finish the research off, I described an actions needed to implement the watercourses and improve on patency of the transverse obstacles. The thesis also includes examples of problem solution directly related to transverse obstacles. The part of river Svitava is 11 km long and consists of six weirs. I researched and described current condition of the each weir and then suggested an action required to improve on their function.

KEYWORDS

revitalization, transverse obstacles, fish migration, fish passage, Svitava

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

PLHÁK, Jiří. *Možnosti revitalizace příčných překážek v toku*. Brno, 2014. 53 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Rudolf Milerski, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, dle pokynů vedoucího bakalářské práce. Všechny podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně uvedeny v seznamu použité literatury.

26.5.2014

Jiří Plhák

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, panu ing. Rudolfovi Milerskemu, CSc. za poskytnuté materiály a za čas, který si na mě vyhradil. Děkuji mu taktéž za připomínky k mé práci a veškerou odbornou pomoc, kterou mi poskytnul.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	REVITALIZACE ŘÍČNÍCH SYSTÉMŮ V ČR	11
2.1	První generace revitalizace	11
2.2	Druhá generace revitalizace	11
2.3	... Třetí generace revitalizace	12
3	MIGRACE RYB	13
3.1	Historie migrace ryb	16
3.2	Diadromní migrace	16
3.3	Potamodromní migrace	17
3.4	Reprodukční migrace	17
3.5	Potravní a ortogeneticky podmíněné migrace	18
3.6	Úkrytové migrace	19
4	REVITALIZACE PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK V TOKU	20
4.1	Odstranění příčné překážky	20
4.2	Přírodě blízké rybí přechody	23
4.2.1	Obtokové koryto (Bypass)	23
4.2.2	Tůňový rybí přechod	25
4.2.3	Dnová peřej	25
4.2.4	Migrační rampa	26
4.3	Technické rybí přechody	28
4.3.1	Žlabový rybí přechod	28
4.4	Kombinované rybí přechody	31
4.5	Speciální druhy rybích přechodů	31
4.5.1	Rybí komory a výtahy	32
4.5.2	Speciální rybí přechody pro úhoře	32

5	IDEOVÝ NÁVRH PROSTUPNOSTI ŘEKY SVITAVY V BRNĚ.....	34
5.1	Řeka Svitava.....	34
5.2	Rybí osádka	34
5.3	Návrh opatření na řece Svitavě v Brně.....	36
5.3.1	Úprava jezu Obřany	38
5.3.2	Úprava jezu Cacovice	39
5.3.3	Úprava jezu Maloměřice II	41
5.3.4	Úprava jezu Maloměřice	42
5.3.5	Úprava jezu Husovice	44
5.3.6	Úprava jezu Radlas	45
6	ZÁVĚR	47
7	ZDROJE	48
	SEZNAM TABULEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	52
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	53

1 ÚVOD

V České republice došlo v posledním století k významným zásahům do přírody, vodní toky nevyjímaje. Jedná se především o snahy „zkrocení živlu“ za vlády minulého režimu. Některé tyto zásahy byly nutné, některé ne. Většinou se jednalo o co nejrychlejší odvedení vody z povodí a zajištění co největší protipovodňové ochrany. Všechny zásahy ale měly vliv na stav vodního toku z hlediska botanického, zoologického, ekologického, hydrologického, ekonomického, atd. V této bakalářské práci se autor věnuje vzniklým migračním bariérám, přesněji možnostmi jejich odstranění. Možnosti revitalizace těchto příčných překážek v toku je složitý problém. V každé lokalitě jsou unikátní podmínky, takže nelze zaujmout jednotné stanovisko, jak tento problém řešit. Vždy proto bude záležet především na kvalitě a zkušenosti projektanta, finančních prostředcích, majetkoprávních vztazích a dalších faktorech.

2 REVITALIZACE ŘÍČNÍCH SYSTÉMŮ V ČR

Revitalizace říčních systémů v České republice začala v roce 1992 na základě usnesení vlády číslo 373 ze dne 20. 5. 1992 k programu revitalizace říčních systémů. Cílem tohoto programu je napravení rozsáhlého narušení vodního režimu krajiny, jako například znečištění vodních toků (odlehčováním z jednotného systému kanalizace), obnovu vodního režimu v povodí vodních toků, obnovu funkce hydroekosystému. Tento program je finančně dotován ze státního rozpočtu a řízen Ministerstvem životního prostředí. Od té doby byly utraceny zhruba tři miliardy korun na revitalizačních projektech různého charakteru a s různými výsledky. To je ale zatím zcela nedostatečné. Dle odhadu Ministerstva zemědělství z roku 2009 zbývá v ČR revitalizovat ještě 45 000 km za zhruba 115 miliard Kč. [12] Doposud byly do revitalizace říčních systémů necelé 3 miliardy. Nároky na revitalizaci se postupem času mění. Například revitalizované toky v prvních fázích lze z hlediska funkčnosti jen stěží považovat za dostatečné. Nebyly známy nové postupy, finanční prostředky a většina novějších úprav (úprava směru trasy, podélného sklonu, celkové odstranění opevnění) by byla jen těžko proveditelná. [1], [2], [9]

Etapy revitalizace lze stručně charakterizovat jako:

1. generace – ponechána původní trasa, profil koryta i opevnění koryta. Vkládají se spádové objekty, tůně atd.
2. generace – trasa se vrací do původního koryta, které je mělké a neopevněné
3. generace – celkové komplexní řešení – napojení pásu údolní nivy na okolí

2.1 PRVNÍ GENERACE REVITALIZACE

V první generaci revitalizačních opatření se neměnila trasa, zachován byl průtočný profil a také opevnění koryta. Vegetace podél toku, zůstávala z pravidla původní. Revitalizačního efektu se dosahovalo vkládáním různých příčných překážek do toku. Byly to například kamenné a dřevěné prahy, přehrážky a tůně. Tímto se zmenšovala průtočná rychlost v toku a mohlo docházet k usazování sedimentu. Celkový efekt transformace koryta pomocí sedimentace splavenin ale nebyl veliký. Vzhledem ke stávajícímu opevnění, jako například běžně používané betonové bloky, byla v korytu velká rychlost, která zmenšovala intenzitu sedimentace splavenin. Dále pak bylo dosahováno malých hloubek v podjezí, které omezovaly, nebo znemožňovali migraci ryb přes spádové stupně. Tato fáze revitalizace nebyla finančně náročná, nebylo třeba řešit složité majetkové vztahy (jako při změně původního koryta) a náklady na techniku a materiál. [1], [2]

2.2 DRUHÁ GENERACE REVITALIZACE

V druhé generaci revitalizačních opatření dochází ke změně trasy koryta. Většinou se jedná o vytvoření meandrů na rovných úsecích. Mezi první a druhou generací revitalizačních opatření tyto meandry nekopírovaly původní trasu toku, ale spíše ji „opticky rozvlňovaly“. Pro druhou generaci bylo potřeba širších pásů podél toku (ideálně, kde nevadilo občasné rozlití toku) a to umožnilo změnu nejen směrového, ale i výškového vedení koryta a tím dosažení ideálních průtočných rychlostí. Nevhodné

opevnění bylo odstraněno, to místy způsobovalo rozrušení břehu (lokální natržení břehu). Zvýšené pozornosti se zde dostávalo také vegetačnímu doprovodu. [1], [2]

2.3 TŘETÍ GENERACE REVITALIZACE

Třetí generace revitalizačních opatření je nejvyšší u nás známí stupeň těchto opatření. Je zde kladen důraz na zmenšení průtočného profilu (menší zahloubení). Při větších průtocích dochází k rozlití toku a zaplavení celého pásu nivy. Při návrhu nové trasy často vznikají slepá ramena, tůň nebo různé druhy mokřadních ploch. Revitalizovaný tok netvoří izolovaný biokoridor a umožňuje migraci živočichů. [1], [2]

Jedním z cílů revitalizace vodních toků u nás, bylo umožnění jeho průchodnosti pro vodní organismy. Mezi běžné překážky patřily nevhodné spádové objekty (příliš vysoké, malá voda v podjezí nebo nadjezí atd.), trubní propustky nebo úseky s tvrdým opevněním a malou hloubkou. [1], [2]

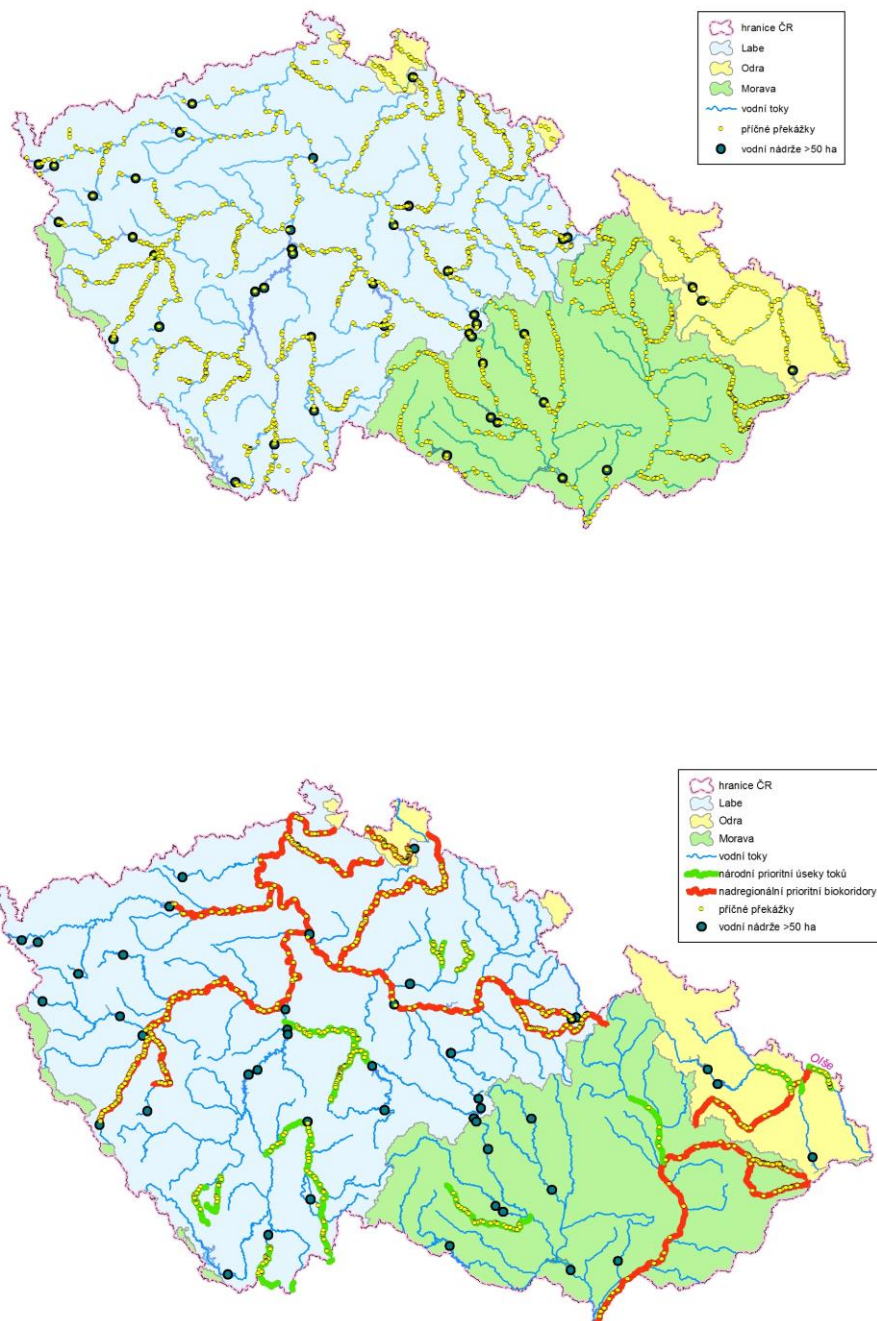
3 MIGRACE RYB

Celková délka říční sítě ČR je přibližně 76 000 km. Nebýt zásahu člověka, ryby a ostatní vodní živočichové by mohli volně migrovat. Ale člověk si už od pravěku přizpůsoboval svůj životní prostor, vodní toky nevyjímaje. Začalo to stavbou jednoduchých rybích pastí z proutí a dnes to pokračuje kolosálními stavbami na tocích, jako jsou spádové stupně jezy, nebo vodní přehrady. Právě vodní přehrady jsou nejhorší migrační bariérou. Dochází zde ke změně teplot, průtokových poměrů (manipulace přehrad, odběr vody), transportu živin atd. Pro upřesnění situace si dovoluji citovat z příručky Ministerstva životního prostředí: „Na konci 90. let 20. století bylo z 200 druhů evropských ryb 67 nějakým způsobem ohroženo (Lelek, 1987). Northcote (1998) dokládá, že 55–60 % případů tohoto ohrožení bylo způsobeno výstavbou neprostupných jezů a přehrad.“ Konkrétní případ nemusíme hledat daleko. Na Slovensku v roce 1964 vybuďovali přehradu Železná vrata a existuje několik studií, které dokazují, že následkem toho, došlo k zastavení třecí migrace nejméně u čtyř druhů jeseterů. Často se jako příklad zde uvádí Vyza velká, mořská ryba, která migrovala z důvodu tření do velkých řek a to až na naše území (z Dunaje se dostávala do toku Moravy). Tato ryba dorůstala až 8,5 m, vážila běžně 1000 kg (rekordní hmotnost 1571 kg) a dnes je dle mezinárodního svazu ochrany přírody (IUCN) kriticky ohrožena. [22] K omezení migrace nedochází ale jen zásahy člověka, ale i přirozeně, i když tyto zásahy nejsou tolik významné, protože se většinou jedná pouze o krátkodobé překážky. Říční tok neustále mění své koryto a nově tvořené se může zanášet. Další přirozenou možností zneprůchodnění koryta jsou sesuvy půdy nebo působení některých zvířat (např. bobr). Těmito zásahy ale dochází k narušení unikátního ekosystému. Příčné překážky rozdělily vodní toky na jednotlivé úseky a tím migraci buď omezily anebo zcela znemožnily. [3]

Tyto překážky jsou definovány různě:

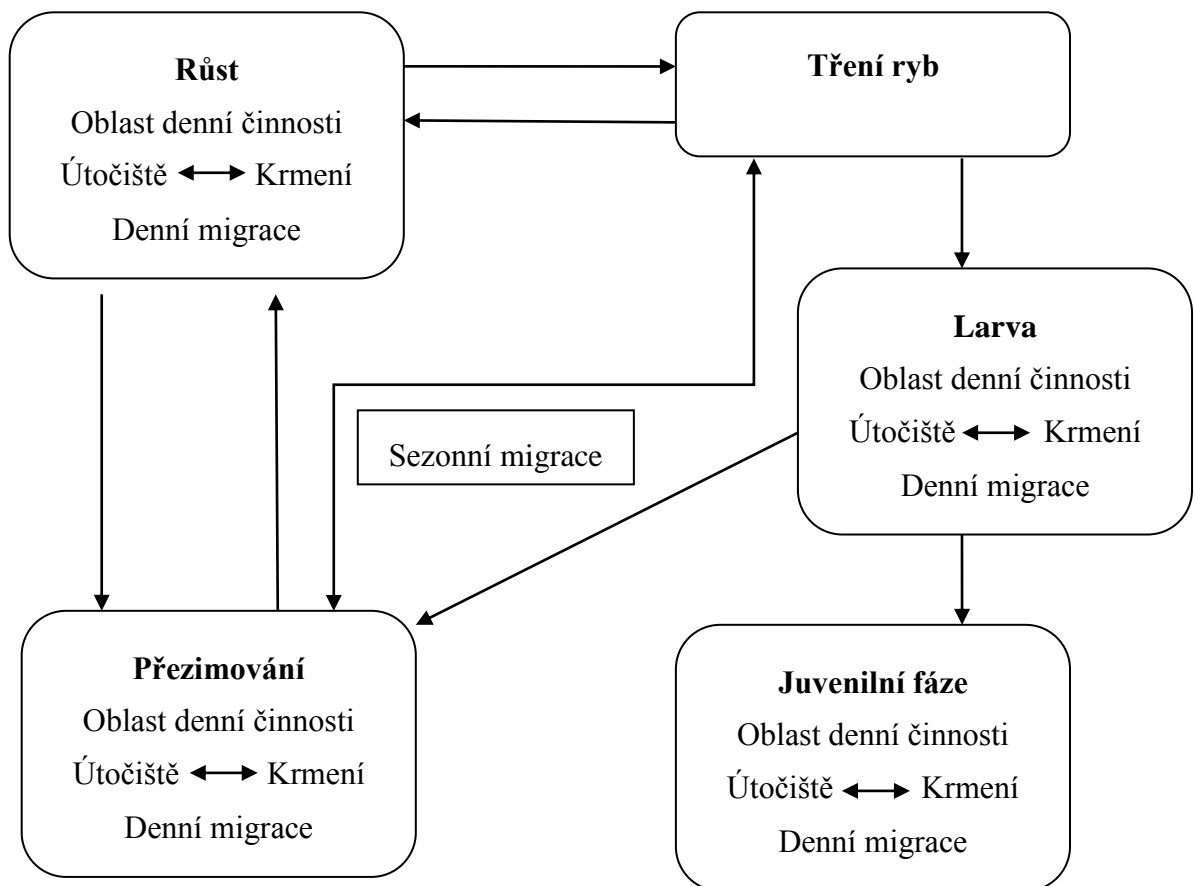
1) Migrační bariéra: „Profil nebo úsek vodního toku, v němž spádové, hydraulické, hydrologické, fyzikální nebo chemické parametry neumožňují bezpečnou obousměrnou migraci ryb; z technického hlediska se jedná o překážku napříč tokem v podobě vodního díla (stupeň, jez, přehrada, hráz, malá vodní elektrárna (dále jen MVE)), která zabraňuje rybám v migraci proti proudu v podélném profilu vodního toku; obnovit nebo zachovat možnost protiproudové migrace je možno buď odstraněním této stavby, použitím typu stavby, který je migračně průchodný, nebo vybudováním funkčního rybího přechodu.“ [6]

2) Neprostupná překážka: „Překážka je považována za neprostupnou, pokud omezuje migraci ryb a dalších vodních organismů. Do charakteristiky neprostupnosti je nezbytné zahrnout i dočasné omezení, např. při nízkých průtocích, kdy se s poklesem průtoku a výšky vodního sloupce zvyšuje rozdíl mezi úrovní hladiny nad a pod překážkou.“ [3]



Obrázek 3.1 Mapa příčných překážek v ČR [10]

Při určení neprostupné překážky je třeba dobře znát kompletní složení živočišné osádky v toku. Například losos obecný překoná rozdíl hladin 1 m, menší druhy (střevle, vranka) překonají sotva 5 cm. Například při návrhu rybiho přechodu by se celkový rozdíl hladin měl posuzovat vzhledem k nejmenším druhům, pro jeho dobrou funkčnost. I když se překážka určí jako neprostupná, neznamená to, že je okamžitě zprůchodněna. To záleží na několika faktorech, například na státní strategii nebo ekologické koncepci. Zprůchodnění překážky se realizuje jednotlivě, každý případ je unikátní. Řešení je pak několik. V případě starších spádových stupňů nebo jezů, které už neplní svoji funkci, lze překážku odstranit. V některém případě stačí jen upravit dostatečně nadjezí a podjezí, což umožní rybám snadnější překonání překážky. Pokud nelze realizovat ani jedno, buduje se rybi přechod, který musí umožňovat migrační potřebu rybi osádky. [3] Rozlišujeme několik druhů migrace ryb (více v kapitolách 3.2 až 3.6).



Obrázek 3.2 Schéma migrace ryb [4]

3.1 HISTORIE MIGRACE RYB

Stručný popis historie změn v rybím společenství [4]

Před naším letopočtem

Rybí společenstvo nedotčeno civilizací včetně lužních lesů.

Doba Říma (1 – 1000).

Drobný rybolov, ale s minimálním efektem na rybí společenstva. Druhy ryb zůstávají nezměněny.

Středověk – Renesance (1000 – 1700)

Zintenzivnění rybolovu způsobuje změnu v rybích společenstvech. Mění se i usazeninový režim v tocích.

Průmyslová revoluce (1700 – 1800)

Zintenzivnění rybolovu ve vnitrozemí Evropy a lokální znečištění vod devastují některé druhy ryb.

Průmyslová revoluce (1800 – 1900)

Anadromní lososovité ryby mizí z mnoha řek ke konci tohoto století.

Dnešní doba (1900 – 1960)

Komerční říční rybolov se v západní Evropě obecně zhroutil a nahradil ho rekreační rybolov. Populace ryb byla značně narušena, z důvodů stavby přehrad a jezů bylo spousta rybích druhů ohroženo a nahrazeno nepůvodními druhy. Spousta řek bez ryb

Dnešní doba (1960 do teď)

Rybí druhy se obnovují v oblastech, kde dochází ke zmírnění nebo úplné revitalizaci vodních toků.

3.2 DIADROMNÍ MIGRACE

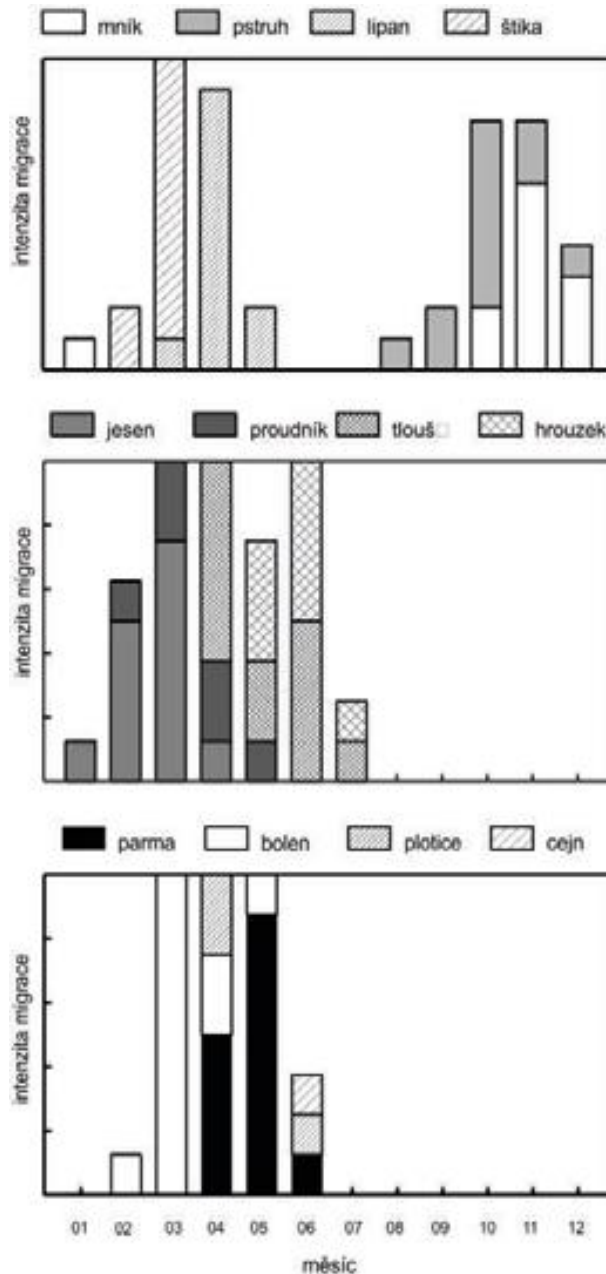
Diadromní druhy ryb migrují v určité fázi životního cyklu k moři. Dále se tyto druhy dělí na katadromní a anadromní. Katadromní druhy (například úhoř) se v mořské vodě rozmnožují, ale dospívají ve sladké vodě. Naproti tomu anadromní druhy ryb se rozmnožují ve sladkých vodách a mořskou vodu využívají ke zrychlení růstu. V České republice se jedná především o migraci úhoře a lososa po Labi do Severního moře. U úhoře pravidelně migrují dospělí i juvenilní jedinci. Zatímco u dospělých jedinců je tato migrace za účelem reprodukce, juvenilní úhoři migrují do našich vodních toků z důvodu růstu. Losos migruje obousměrně. Jsou zaznamenány náhodné nálezy dospělých lososů v ČR a to v řekách Labe, Ohře, Kamenice. U lososa odlišně migrují obě pohlaví, věkové skupiny i juvenilní jedinci a migrace má několik fází. Juvenilní jedinci migrují po proudu, především v jarních měsících (využívají tak povodňové průtoky). [3], [14], [19]

3.3 POTAMODROMNÍ MIGRACE

Tato migrace je omezena pouze na říční systémy (sladkovodní migrace). V ČR obývají ryby primárně tekoucí vody. U těchto ryb vyvolává potřebu migrovat už jen uspořádání říční sítě. Když se ryby vyskytují v přehradních tělesech, mohou migrovat proti proudu z důvodu reprodukce, zpět do přirozeného prostředí. Dalším důvodem může být změna průtokových poměrů, případně změna úrovně hladiny. Tyto ryby pak migrují za lepšími úkryty nebo potravou. Nejznámějším potamodromním druhem u nás je pstruh. Jeho migraci se úspěšněji dařilo mapovat až v polovině dvacátého století a proto všechny rybí přechody z této doby jsou konstruovány právě na tento druh. Přesto pozorování migrace pstruhů bylo velmi obtížné. Dělal se to například tak, že se ryby odchyťovaly, značkovaly (štítkem, popiskem) a poté znovu odchyťovaly. Poté se zaznamenávalo, na jakém místě k odchytu došlo. Vzhledem k náročnosti zpětnému odchytu značkových ryb (bylo jich málo oproti těm neoznačeným) se rozšířil názor, že tyto ryby nemigrují (migrace probíhala řádově v desítkách metrů). Když nějaká ryba chyběla ve „svém rajonu“, předpokládalo se, že ryba uhynula (stářím, predátory). O potvrzení migrace těchto druhů se zasloužil rozvod technologie. Poté se ke značkování začala používat rádiová telemetrie. Ta funguje na principu dálkového přenosu rádiového signálu a tím je mnohem praktičtější než metoda přechozí. Touto metodou se dokázalo, že větší jedinci těchto druhů ryb jsou schopni migrovat i na stovky kilometrů, jak dokazují zahraniční autoři Young, Fausch, Jensen, Aass a další. Dnes je již migrace ryb dobře prozkoumána. Nezaměřuje se pouze na hospodářsky využitelné druhy, ale na všechny. Pozoruje se migrace parmy, plotice, proudníků, tloušťů atd. S tím samozřejmě nastaly i změny v korytech, které se museli přizpůsobovat na migraci různých druhů rybiho osazenstva – jsou to spádové stupně, jezy, skluzy, ale především i rybí přechody. Například zajímavým migračním druhem u nás jsou střevele – i když váží pouze okolo dvanácti gramů, lze na ně umístit vysílač o hmotnosti 0,25 gramů, který rybu nijak neomezuje. Největší formou migrace je takzvaný drift. Jedná se o transport raných vývojových stádií, které jsou unášeny proudem vody. Proud vody odnese jikry i tisíce kilometrů daleko, po vylíhnutí a vypsání jedince do fáze, kdy je schopen překonat nástrahy vodního toku (predátory, silné proudění, příčné překážky), migruje zpět. [3], [13]

3.4 REPRODUKČNÍ MIGRACE

Reprodukční migrace je periodicky opakovanou migrací několika druhů ryb. Co se týče vzdálenosti, je až na výjimky ze všech migrací nejdělsí. Tato migrace se odehrává pro každý druh ve přesně vymezenou dobu. V tuto dobu je u ryb, stejně jako u mnoha savců, patrných několik vnějších změn (větší hmotnost, nápadné zbarvení). Většina našich ryb migruje v prvních jarních měsících (např. lipan, okoun, kaprovité druhy), ale jsou známy i výjimky. Například jelec jesen, který se po zlepšení jakosti povrchových vod opět začíná do toků vracet, migruje už koncem února, kdy jsou dokázány případy (Kulíšková a kol, 2009), že migrovali po Labi až 100 km. Dalším příkladem „brzkého migranta“ je štika. Ta využívá k třetí migraci jarních povodňových průtoků. Další výjimkou jsou pak pstruzi. Migrují na podzim, většinou koncem října nebo začátkem listopadu. [3], [20]



Obrázek 3.3 Rozdělení migrujících druhů ryb v jednotlivých měsících [3]

3.5 POTRAVNÍ A ORTOGENETICKY PODMÍNĚNÉ MIGRACE

Potravní migraci nelze dobře vysledovat, protože se netýká celých druhů, ale pouze populací nebo jedinců. Tyto migrace jsou různé. Pstruzi v horním toku migrují za potravou, protože zdroje zde jsou omezené a nestále. Parma oproti tomu migruje v celých hejnech, živí se larvami vodního hmyzu, měkkýši, koryši i drobnými rybami a je schopna táhnout za potravou i velké vzdálenosti. Ostatní kaprovité ryby a sumci migrují přes noc, kdy plavou několik kilometrů jedním směrem a do rána jsou zase zpět ve svém úkrytu.

3.6 ÚKRYTOVÉ MIGRACE

Úkrytové migrace jsou většinou způsobené změnou klimatu. Například pstruzi, kteří normálně obývají pramenné oblasti, se v případě větších mrazů a následném zamrznání toku přesouvají níže po toku a hledají hlubší tůně, kde voda nezamrzá. Po jarním oteplení se pak vrací zpět. Kromě zamrznání má vliv na tuto migraci i oteplení. V případě delšího sucha (nebo lidské manipulace na vodních tocích) se mění průtokové poměry. Jsou doloženy příklady mníka jednovousého na řece Ohři (Slavík a Bartoš, 2002), kdy migrovali za velkých průtoků, dočasně osídlili břehové úkryty, ale při zmenšení průtoků došlo k obnažení úkrytu a mník migroval rybími přechody proti proudu. [3]

Tabulka 3 Migrační výkonnosti některých druhů ryb [6]

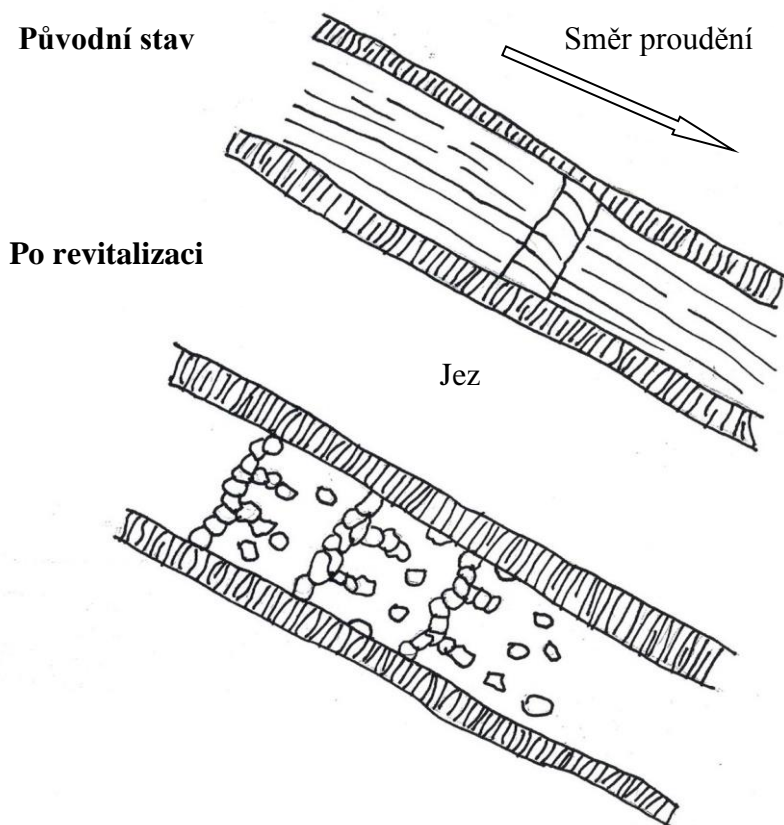
Druh	Délka těla ryby [cm]	Skoková rychlost plavání [ms^{-1}]	Maximální rychlost Plavání [ms^{-1}]	Výška skoku [m]
Pstruh obecný	5	0,92	0,75	0,28
	15	1,65		0,40
	30	3,10		0,80
Sřevle potoční	7	1,10	0,55	0,30
Vranka obecná	8	0,60 až 1,00	neplave	0,05
Vranka pruhoploutvá	8	0,60 až 1,00	neplave	0,05
Jelec tloušť	30	1,50 až 2,70	0,80	0,50
Ostroretka stěhovavá	30	1,60 až 3,10	0,85	0,35
Parma obecná	35	1,80 až 2,70	0,90	0,40
Cejn velký	25	0,60 až 0,95	0,50	0,25
Mník jednovousý	50	1,30	0,80	0,40
Mihule potoční	18	0,50 až 0,80	0,50	0,10

4 REVITALIZACE PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK V TOKU

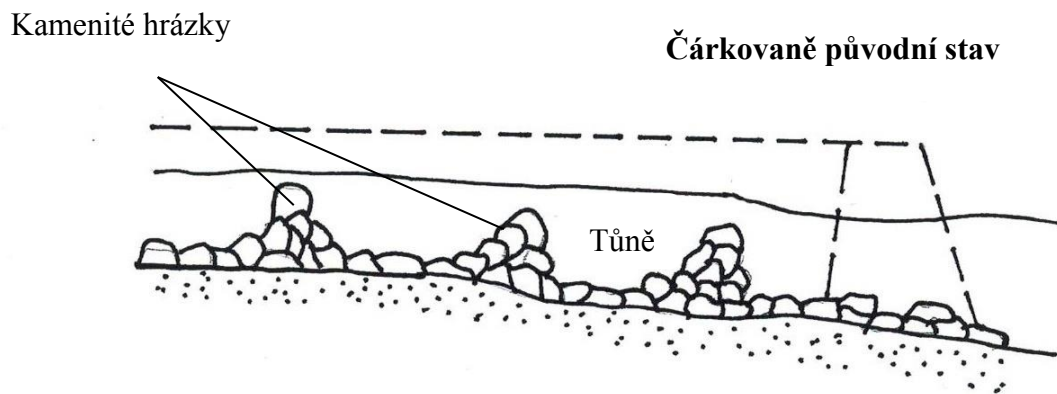
Problematika revitalizace příčných překážek je složitá. Řešení vždy záleží na konkrétní lokalitě, to znamená na umístění dané překážky, hydraulických a hydrologických poměrech v toku, skladbě rybí osádky, majetkoprávních vztazích atd. Nejjednodušší postupem je příčnou překážku odstranit, ale to lze jen v lokalitách, kde se nachází jez bez dalšího využití, jako jsou malé vodní elektrárny, odběry vody, zmenšení podélného sklonu koryta. Další možnosti jsou různé druhy rybích přechodů. Pro svou práci jsem si vybral rozdělení rybích přechodů dle TNV 75 2321, vydaná v roce 2011. Ta rozděluje rybí přechody podle hydraulického členění na dvě skupiny. Rybí přechody první skupiny tlumí energii tím, že ji rozloží do dílčích částí. To jsou například různé druhy bazénových a tůňových přechodů, šterbinové rybí přechody, komůrkové rybí přechody, migrační rampy. Rybí přechody druhé kategorie tlumí energii kontinuálně zdrsněním dna (boků) přechodu. Konkrétně to jsou různé modifikace Denilova přechodu, dnové peřeje a peřejnaté úseky. Zvláštní skupinou jsou pak speciální zdviže a výtahy. Rybí přechody lze také rozdělit dle jejich řešení na přírodě blízké a technické. Přírodě blízké přechody jsou budovány z přírodních materiálů a měly by se co nejlépe přiblížit situaci před vybudováním překážky. Zpravidla potřebují větší plochu a budují se jako delší, tůňovité obchvaty jezu. [6] Další možnost dělení nabízí příručka Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování, vydané Ministerstvem životního prostředí, z několika důvodů. Příručka je koncipována na české toky, rybí osazenstvo v českých vodách a je ze všech nejaktuálnější (vydaná v roce 2012). Dle této metodiky se definuje rybí přechod jako: „Rybí přechod je zde vnímán ze stavebního pohledu jako žlab, koryto nebo zařízení určené pro protiproudění migrace ryb.“ Rybí přechody by měli být konstruovány tak, aby se co nejlépe přiblížili přirozeným podmínkám v toku, což znamená kromě migrační prostupnosti také úkryty nebo alespoň místa pro odpočinek. [3]

4.1 ODSTRANĚNÍ PŘÍČNĚ PŘEKÁŽKY

Odstraněním příčné překážky nedochází pouze ke změně podélného profilu toku, ale také k celkovému obnovení biotopu, včetně ploch pro tření, které byly předtím rozděleny neprostupnou překážkou. Příčná překážka se může odstranit pouze v případech zmíněných v odstavci výše. Po odstranění příčné překážky z vrstvy kameniva vytvoří balvanitá kaskáda, složená z kamenných hrázek a tůní. Velikost hrázek, případně hloubka tůní záleží na konkrétním rybím společenstvu. Velikou výhodou tohoto řešení oproti rybím přechodům je stoprocentní funkčnost, která v případě některých vybudovaných rybích přechodů je sporná (viz obrázek 4.8). Další výhodou pak může v konkrétních lokalitách být estetičnost. V místech, kde stávající jez není udržován a tím poškozují vizuální dojem celého okolí, nebo není použit příliš vhodný materiál (železobeton v lesních tratích toku), je jeho nahrazení takto naskládaným přírodním materiálem vítané řešení. Princip provedení tohoto řešení je zobrazen na obrázcích 4.1 a 4.2. [4], [5]

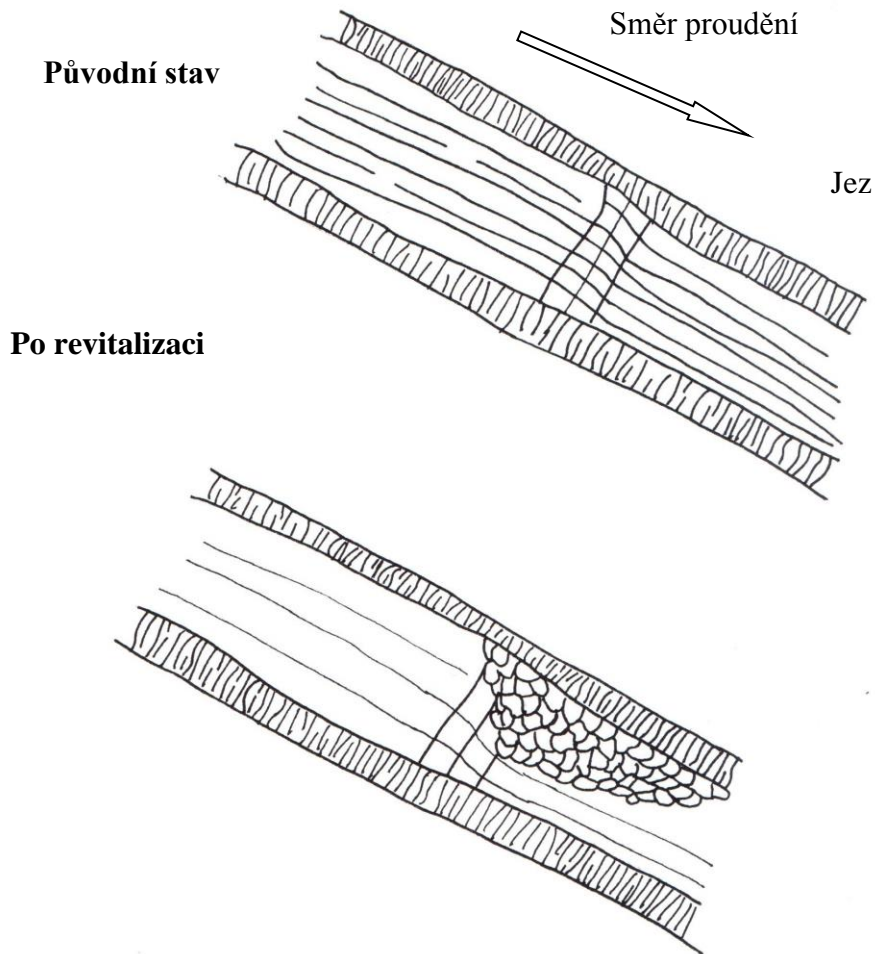


Obrázek 4.1 Schéma nahrazení původního jezu balvanitou kaskádou (půdorys) [4]

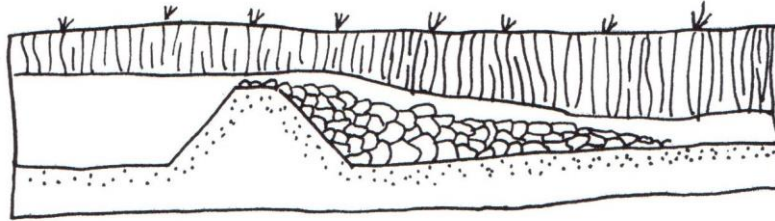


Obrázek 4.2 Schéma nahrazení původního jezu balvanovým skluzem (řez) [4]

Další možné řešení se dá charakterizovat jako mezistupeň mezi odstraněním příčné překážky a výstavbou rybiho přechodu. Jez je ponechán v původním stavu, ale je zde do půlky jezové konstrukce navrstven přírodní kámen, který vytvoří balvanitou rampu (fish slopes). Tato rampa je migračně dobře prostupná, z důvodu nízkých rozdílů hladin a vzniku hlubších tůní. Jedna z hlavních výhod je umístění tohoto opatření přímo na jezu. Ryby pak nemají problém s jeho nalezením. Souvislá vrstva kameniva je naskládána ve sklonu 1:20 (1:15) na polovinu jezové konstrukce. Je žádoucí, aby voda po této rampě neklesla pod 60 cm. [4]



Obrázek 4.3 Schéma vytvoření balvanité rampy (fish slope) na stávající jezové konstrukci (půdorys) [4]



Obrázek 4.4 Schéma vytvoření balvanité rampy (fish slope) na stávající jezové konstrukci (řez) [4]

4.2 PŘÍRODĚ BLÍZKÉ RYBÍ PŘECHODY

Při navrhování nového rybího přechodu by měl být první volbou. Tyto RP se snaží přiblížit co nejvíce přírodním podmínkám, především jejich vnitřním uspořádáním, strukturou a také prouděním vody. Rychlosti proudu jsou různorodé, střídají se tu peřejnaté a proudivé úseky, takže by měli být prostupné pro všechny druhy rybího osazenstva. Používají se především tyto druhy. Za prvé obtokové koryto, které propojuje nadjezí s podjezím samostatným korytem, které migrační bariéru obchází. Jeho modifikací je pak tůňový RP, který tvoří soustava tůní propojených krátkými kanály. Druhým druhem je dnová peřej, uměle vybudovaný peřejnatý úsek. Toto řešení je vhodné pro horní úsek toku. Posledním druhem přírodě blízkého RP je migrační rampa. Ta je součástí jezového tělesa, které migračně zprůchodňuje. Tvoří ho soustava příčných kamenných přepážek. [6]

4.2.1 Obtokové koryto (Bypass)

Obtokové koryto kombinuje různé prvky rybích přechodů, důležitá je ale trasa RB. Trasa je volena tak, že migrační bariéru obtéká. Z pravidla platí, že čím je délka trasy delší, tím je menší příčný sklon a tím je rybí přechod vhodnější. Může mít i meandrovitý tvar, kde lze lépe napodobit situaci v toku (úkryty, odpočívadla). Dno koryta se v případě nutnosti opevňuje kamenivem a vítaná je taky vegetace. Tento druh přechodu pak některým druhům ryb může sloužit i jako trvalé útočiště, zdroj potravy nebo plochu pro tření. Podstatnou část RP tvoří tůně (bazény) oddělené balvanitými přepážkami, při rozdílu hladin do 0,15 m (maximálně 0,2 m). Tůně nejsou od sebe příliš vzdálené, ryby tudíž nemusí vydat tolik energie na zdolání proudu při migraci mezi tůněmi. Tůně jsou hluboké minimálně 0,5 m pro pstruhové pásmo, 0,8 m pro ostatní vody. [6]

Základní parametry koryta [6]

- nízký sklon nivelety dna 1 : 20 a mírnější;
- minimální šířka v nejužších místech 1,5 m a širší;
- minimální hloubka v peřejnatých úsecích 0,3 m;

- vrstva dnového substrátu vyšší než 0,2 m až 0,3 m;
- velikostně odstupňovaný hrubý substrát dna se štěrbinami;
- variabilní šířka štěrbin mezi balvany v přepážkách, v rozmezí 0,1 m až 0,5 m;
- nejvyšší rozdíl hladin mezi vzdutím vody 0,15 m, maximálně do 0,2 m;
- střední rychlost proudění vody do 0,5 m/s;
- variabilní rychlosti proudění vody v příčném a podélném profilu;
- průtok je odvozován od velikosti průtoku ve vodním toku, minimálně 0,15 m³/s.



Obrázek 4.5 „Vzorový“ RP na jezu Bulhary (Dyje ř. km 39,9). Délka 210 m, sklon 1:56, minimální šířka ve dně 4 m a průtok 2 m³.

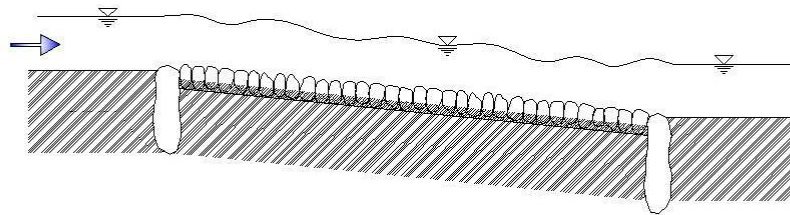
4.2.2 Tůňový rybí přechod

Trasa rybiho přechodu je podobná jako u obtokového koryta, mimo migrační bariéru. Samotný přechod je pak tvořen řadou tůní, které jsou propojeny kanály. Rozdíl hladin mezi jednotlivými tůněmi je řešen buď několika příčnými řadami vyskládaného kameniva, nebo systémem přejezdného prahu. U tohoto druhu RP je nutné dodržet minimální hladinu v celém úseku trasy. Minimální hloubka vody v tůních by neměla klesnout pod 0,7 m, v kanálech pod 0,3 m. Oproti obtokovému korytu je tento RP úspornější na spotřebu vody. Vtok je nutné umístit mimo dosah turbulentního proudění. [6]

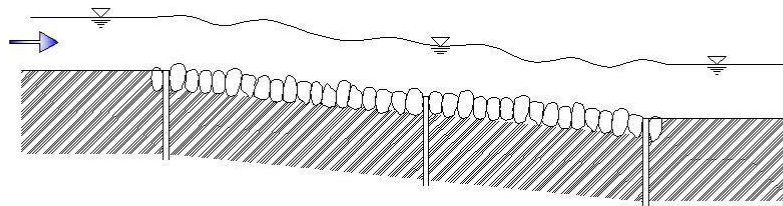
4.2.3 Dnová peřej

Přejezdné úseky v toku se nacházejí při větších sklonech a jsou tvořeny přirozeně uloženými balvany. Napodobením těchto podmínek lze zprůchodnit migrační bariéru. Tento RP je méně náročný na prostor než již zmíněné přechody, ale lze použít pouze na menších vodních tocích a obvykle zaujímá celou šířku toku. Oproti přejezdnému úseku v přirozeném toku, je zde nutné pro dlouhodobou funkčnost zlepšením opevnění dna. [6] Viz obrázek 4.5.

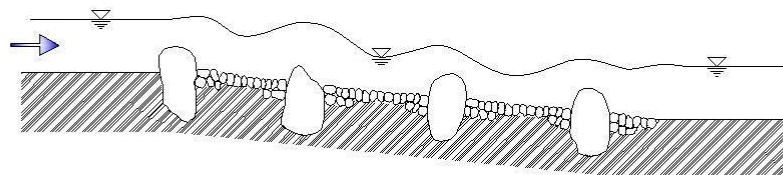
A - kameny uloženy v betonu



B - kameny zapřeny za sebe, zpevněny výztužnou vzpěrou



C - bez kotvení a vyztužení



Obrázek 4.6 Dnová peřej - různé způsoby vytvoření přejezdného úseku [6]

4.2.4 Migrační rampa

Migrační rampa je tvořena většími kameny a balvany, které jsou pevně ukotveny na betonovém základu. Tyto kameny jsou různě vyskládány tak, aby tvořili přepážky. Migrační rampa je součástí jezového tělesa, začíná ve vývaru, a buď kolmo protíná jez žlabem a výstup v nadjezí (varianta a), nebo je jeho součástí přímo (varianta b). Šířka betonové konstrukce by neměla být menší než 3,5 m a sklon by neměl přesáhnout 1:20. Dno rampy je osazeno menšími kameny. Výstup z RP musí být v dostatečné vzdálenosti od jezu, musí být otevřený a rychlost v nátoku nemá přesáhnout 0,4 m/s. [6]

Základní parametry rampy: [6]

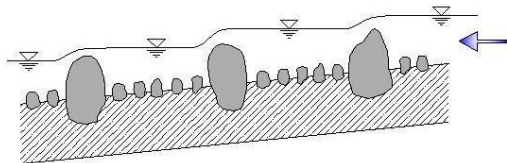
Varianta a (RP protíná těleso jezu):

- velikostně odstupňovaný hrubý substrát dna se šterbinami;
- mezery mezi balvany tvořící přepážky 0,1 m až 0,5 m;
- balvany o délce hrany minimálně 0,6 m až 1 m;
- nízký sklon 1 : 20 a mírnější;
- minimální šířka příčného profilu ve dně 3,5 m a větší;
- minimální hloubky 0,3 m až 0,4 m a více;
- minimální průtok 0,1 m³/s na 1 m šířky příčného profilu RP.

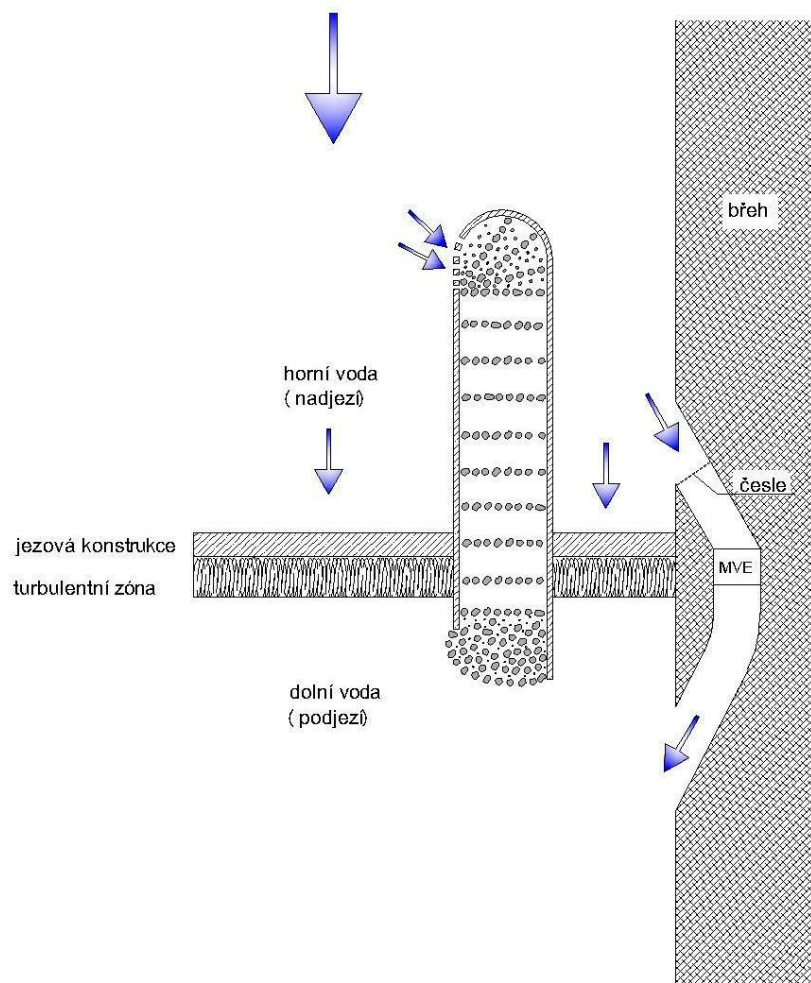
Varianta b (RP je umístěn v tělese jezu):

- sklon středové osy tělesa RP 1 : 20 a menší;
- diverzifikace proudění je dosaženo v závislosti na sklonu shluky balvanů nebo souvislou balvanitou peřejí.

ŘEZ



PŮDORYS



Obrázek 4.7 Migrační rampa [6]



Obrázek 4.8 Příklad migrační rampy ve Veselí nad Moravou u MVE. O funkčnosti tohoto rybího přechodu se neustále vedou spory.

4.3 TECHNICKÉ RYBÍ PŘECHODY

Výstavba technických rybích přechodů není podmíněna použitím přírodních materiálů. Výhodou je ekonomičnost řešení (finance, prostor), nevýhodou pak estetičnost a někdy je sporná jejich funkčnost. Průtok vody v rybím přechodu musí být takový, aby byly zachovány hydraulické poměry podobné jako v přirozeném toku a musí splňovat migrační kritéria všech druhů rybího společenstva včetně jejich vývojových stadií. Sklon by neměl přesáhnout 1:15, vhodný je použít mírnější. Vtokový objekt musí být v dostatečné vzdálenosti od jezu, aby ryby nestahoval proud vody zpět přes jezovou konstrukci. Vodu z toku by měla natékat do pomocí svislé štěrbině, aby se zamezilo vzniku vodního skoku (rozhraní mezi říčním a turbulentním prouděním, turbulentní proudění může ryby odrazovat). Rozdíl hladin v toku a výstupu z RP nesmí přesáhnout 0,2 m. U větších překážek je vhodné zajistit přídavný proud, zejména v období zvýšené migrace (viz kapitola 3). [6]

4.3.1 Žlabový rybí přechod

Jak je z názvu patrné, tento RP je tvořen žlabem. Jako materiál se používá převážně beton, z něhož je žlab i příčky. Příčky mohou být taky z balvanů nebo speciálních kartáčů. Tyto příčky mění průtokové poměry v žlabu, aby vytvořily přijatelné podmínky pro migraci. Žlab by měl mít v celém úseku přijatelný sklon (viz jednotlivé typy RP vypsane níže), šířka ve dně by neměla být menší než 1,2 m. Stěny žlabu jsou zakotveny v betonu, mohou být kolmé nebo sešikmené. [6]

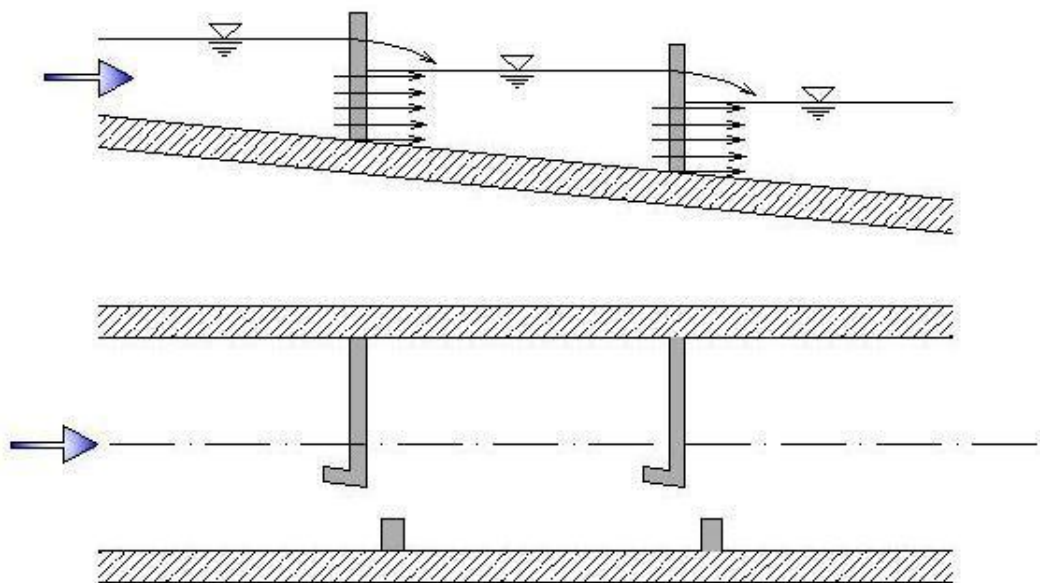
4.3.1.1 Štěrbínový rybí přechod

Nejvhodnější technický rybí přechod, který udává norma, je štěrbinový s jednou štěrbinou. Do dna se vkládají kameny (ne příliš vedle sebe-viz obrázek 4.8) a mezi kameny hrubší štěrk, zvětšuje drsnost koryta a tím tlumí rychlost a zároveň RP přibližuje přirozené situaci v toku. Trasa tohoto RP může být buď přímá, nebo

s použitím meandrů. Výhody tohoto řešení: stabilita hydraulických poměrů v přechodu i při kolísání průtoků, neucpává se ani se nezanášá a snadno se čistí. [6]

Tabulka 4.3.1 Požadavky na štěrbínový RP [6]

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 .s-1	0,14 až 0,16	0,41

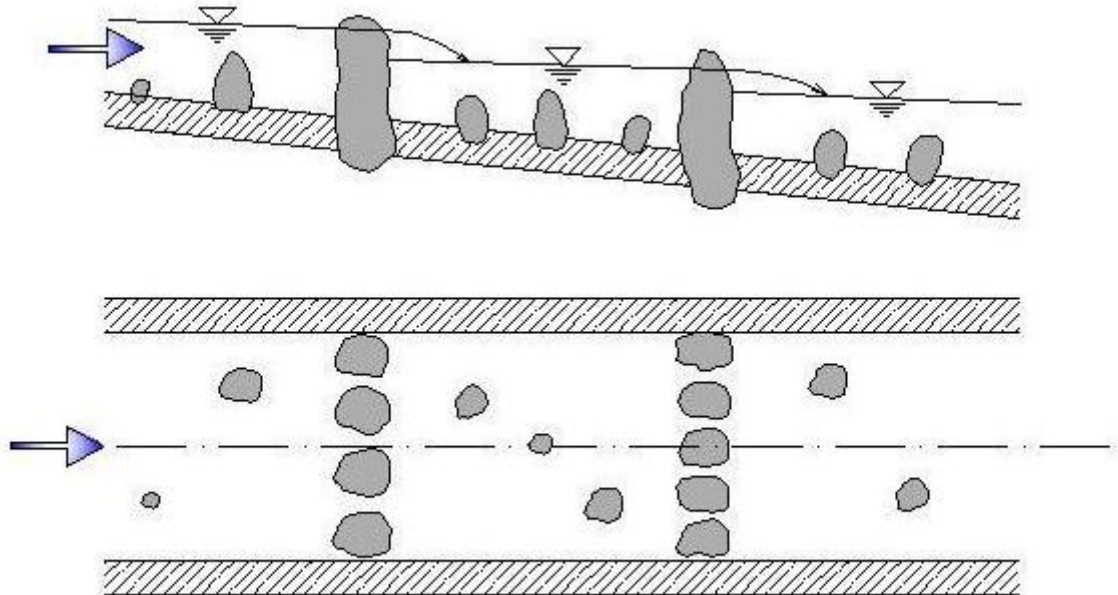


Obrázek 4.9 Štěrbínový rybí přechod [6]

4.3.1.2 Žlabový s přepážkami z kamene

Kameny jsou naskládány na betonovém žlabu v řadách, přičemž mezery mezi jednotlivými kameny by neměly být menší než 0,1 m. Velikost kamenů se volí dle šířky žlabu (viz obrázek 4.9). Zpomalení proudu vody lze realizovat stejně jako u štěrbínového rybího přechodu, vložením dalších kamenů před nebo za přepážky, čímž se zdrsňuje dno. Větší kameny je vhodné zabetonovat, z důvodu zachycování sedimentů.

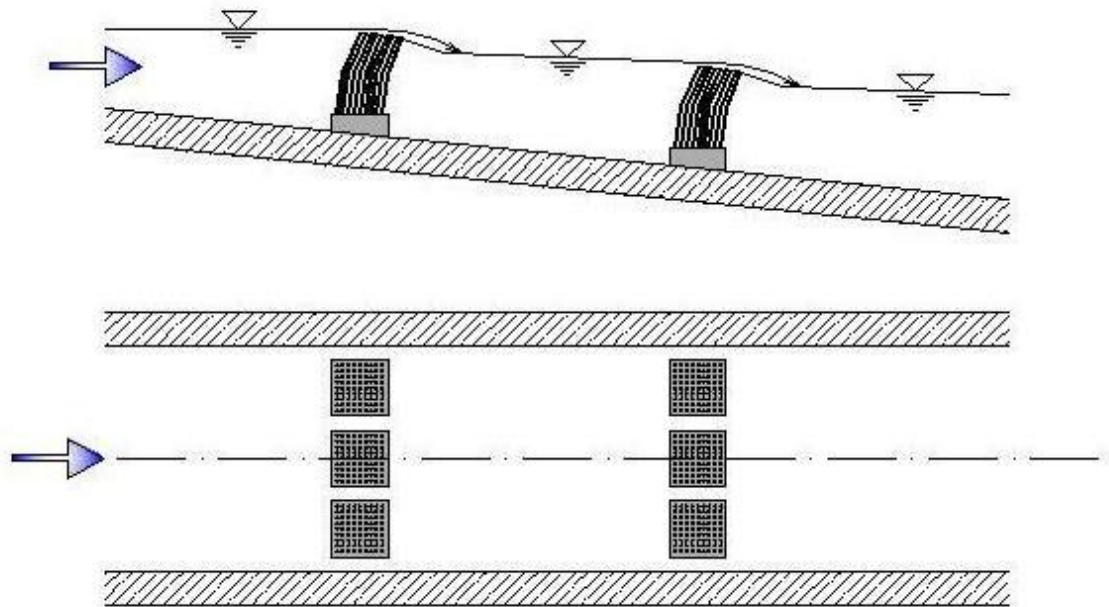
Vzdálenost mezi jednotlivými přepážkami je dána druhem ryb. Pro lososovité je doporučená hodnota nejméně tři metry, pro ostatní pak metry dva. Rozdíl hladin pod a nad překážkou by neměl být větší než 0,15 m, ideální hloubka by se měla pohybovat v rozmezí od 0,5 m do 0,75 m. [6]



Obrázek 4.10 Použití přepážek z kamene [6]

4.3.1.3 Žlabový s kartáči

U této modifikace žlabového RP, je využito kartáčů, které jsou zde zabetonovány. Kartáče jsou tvořeny elastickými pruty, dlouhými okolo 0,5 m. Výhodou je jednoduchá konstrukce, nevýhodami ale krátká trvanlivost kartáčů (5 až 10 let) a pravidelná kontrola (ideálně roční). [6]



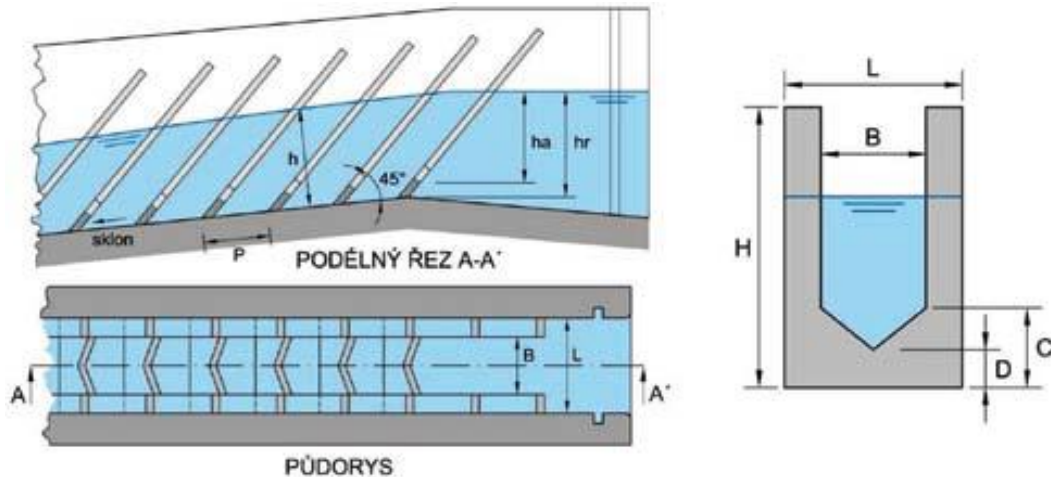
Obrázek 4.11 Použití kartáčů [6]

4.4 KOMBINOVANÉ RYBÍ PŘECHODY

Všechny kategorie výše zmíněných rybích přechodů, nejsou tak zcela jednoznačné, někdy o jeho zařazení záleží na úhlu pohledu. Kombinované rybí přechody jsou různé varianty použití přírodně blízkých a technických RP. Takovým typickým způsobem kombinace je použití obtokového koryta (bypassu), doplněného o prvky technických RP.

4.5 SPECIÁLNÍ DRUHY RYBÍCH PŘECHODŮ

Speciální druhy rybích přechodů se v podmínkách ČR zpravidla nepoužívají. Dříve patřili k nejpoužívanějším RP, ale pak se od jejich používání z několika důvodů ustoupilo, ale stále je u nás na několika jezích v provozu. Největším problémem je jejich nízká účinnost, provozní nespolehlivost a vyžadují častou kontrolu a údržbu. Denilovy rybí přechody jsou vhodné pro dospělé lososovité ryby a zároveň se buduje při velkých sklonech, proto se v našich podmínkách nepoužívají. Další možností jsou pak rybí komory a zdviže, nebo speciální přechody pro úhoře. [3], [6]



Obrázek 4.12 Deniluv rybí přechod [3]

4.5.1 Rybí komory a výtahy

Rybí komory oproti běžným rybím přechodům, neumožňují migraci stále, ale pracují cyklicky, obdobně jako plavební komory. Délka jednoho pracovního cyklu se pohybuje v rozmezí několika hodin. Budují se jako otevřený nebo uzavřený systém. Jejich výhodou jsou menší stavební rozměry zařízení. Rybí výtah je podobný jako rybí komora. Výtah tvoří mechanické zařízení s pohyblivou vanou umístěnou na lištách. Do vany jsou ryby nalákány vhodným proudem. Toto řešení je označováno jako výhodné pro velké ryby. [3], [6]

4.5.2 Speciální rybí přechody pro úhoře

Úhoři mohou využívat i běžné rybí přechody, pokud je rychlost proudění menší než 1,2 m/s. Speciální přechody pro úhoře se budují jako nakloněné rampy, používají se ale i uzavřená potrubí, případně rybí výtahy. Výstup RP je výhodné umístit ještě výše než je hladina v nadjezí, aby fungoval i při kolísání průtoků. Vstup se nemusí budovat jeden, ale může jich být i několik, například u obou břehů, nebo za pilíři. [3]

Tabulka 4 Souhrnný limit rybích přechodů [6]

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 šířce 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	ms ⁻¹	0,5	0,5 až 0,7
Maximální hranice disipace energie	Wm ⁻³	100 až 125 (150 až 200)	90 až 135
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	m ³ s ⁻¹	optimální 0,4	optimální do 0,4
Průtok vody	m ³ s ⁻¹	0,14 až 0,16 (0,40)	podle šířky tělesa RP

5 IDEOVÝ NÁVRH PROSTUPNOSTI ŘEKY SVITAVY V BRNĚ

V této části práce je proveden návrh opatření, které by migračně zpřístupnilo příčné překážky na řece Svitavě protékající Brnem. Úsek, kterým se budu zabývat, je dlouhý 11 kilometrů a nachází se na něm šest příčných překážek, které tento úsek rozdělují na jednotlivé části, kde rybí osádka nemá možnost mezi těmito částmi migrovat. Tyto překážky jsou jezy: Radlas (km 6,424), Husovice (km 7,820), Maloměřice (km 8,833), Maloměřice II (km 9,620), Cacovice (km 10,157) a Obřany (km 10,962). [11] U každého jezu je provedeno shrnutí současného stavu a ideový návrh. Jedná se pouze o možnost řešení daného problému. Při skutečném řešení by musel být přesný projekt rybího přechodu schválen komisí pro rybí přechody, která je součástí Agentury pro ochranu přírody (AOPK).

5.1 ŘEKA SVITAVA

Řeka Svitava pramení u obce Javorník, přibližně 4 km od Svitav a vlévá se do řeky Svatky jako levobřežní přítok a to v říčním km 40,7. Protéká Pardubickým a Jihomoravským krajem, přesněji okresy Svitavy, Blansko, Brno–město, Brno-venkov. Celková délka je 98,39 km, plocha povodí 1149,43 km². [11]

Základní hydrologické údaje:

Hlásný profil č. 380, Bílovice nad Svitavou, k datu 11. 5. 2014 [7]:

Průměrný roční stav: 110 [cm]

Průměrný roční průtok: 5,22 [m³s⁻¹]

Tabulka 5.1a N-leté průtoky [8]

N-leté průtoky:	Q ₁	Q ₅	Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
[m ³ s ⁻¹]	37,0	78,0	99,0	153	179

Tabulka 5.1b Stupně povodňové aktivity [8]

Stupně povodňové aktivity:	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]
bdělost	200	25,7
pohotovost	270	48,4
ohrožení	350	78,5

5.2 RYBÍ OSÁDKA

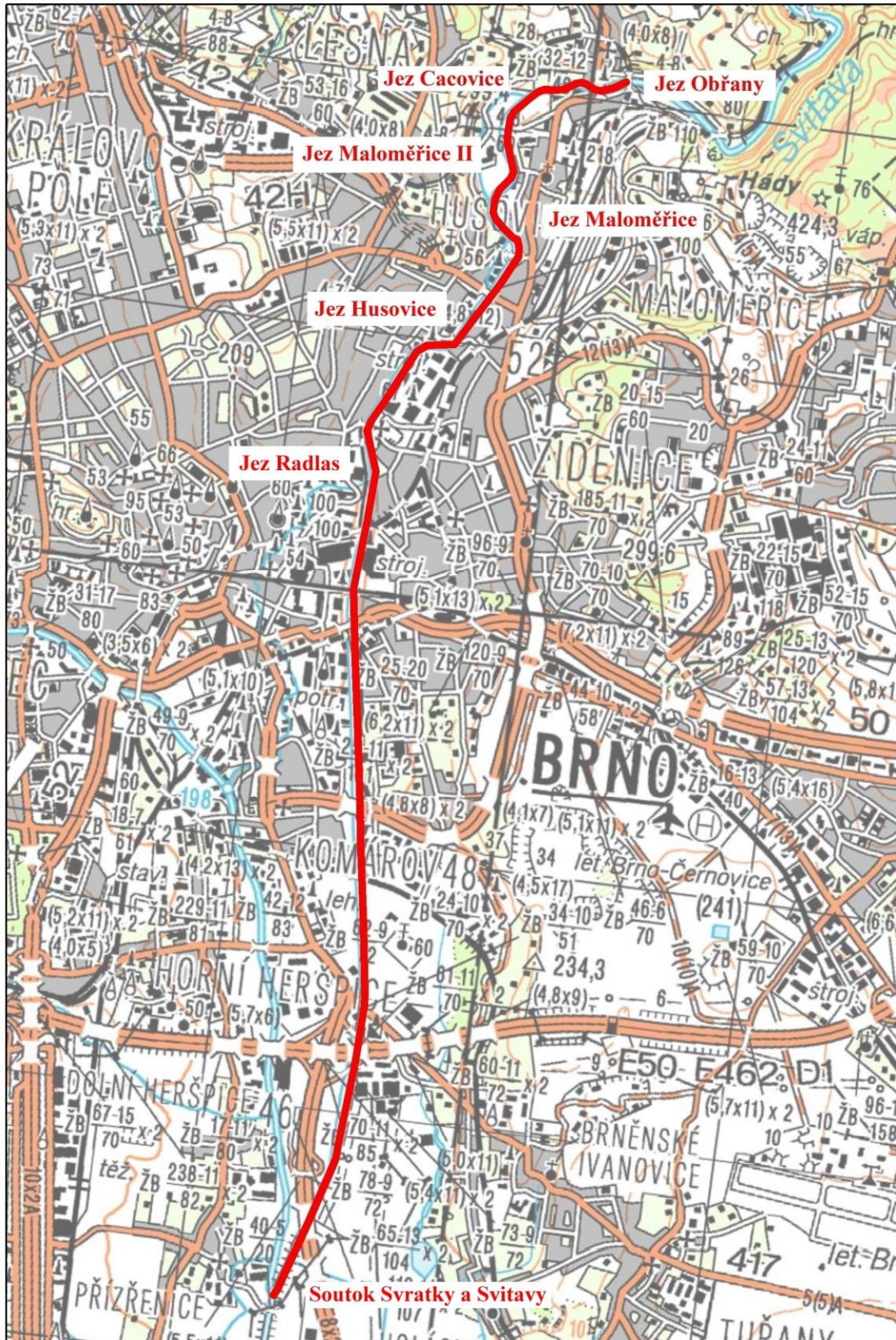
Údaje o rybí osádce v řešeném úseku jsou získány od Moravského rybářského svazu, přesněji místní organizace Brno 3. [28] Celý řešený úsek spadá do rybářského revíru Svitava 1, který je celkově dlouhý 16 km. Rybí osádka je velice různorodá, stejně jako charakter toku. Jsou zde peřejnaté úseky (pstruhové pásmo), hlubší proudy a tůň (lipanové pásmo), klidné cejnové pásmo v nadjezích. Převládá zde ale parmové pásmo s hlubšími proudy, rovnoměrným mírným spádem, a rychlejšími rovnoměrnými proudy. Nejvíce je zde rozšířen kapr obecný, dále se tu pak vyskytují i amur bílý, bolen dravý, candát obecný, jelec tloušť, jelec jesen, ostroretka stěhovavá, podoustev říční, parma obecná, plotice obecná, perlín ostrobřichý, cejn velký, lín obecný, karas stříbřitý, úhoř

říční, štika obecná, pstruh obecný, forma potoční, pstruh duhový, lipan podhorní, hrouzek obecný a byl zde hlášen i sumec (pod jedním z jezů). Celoročně hájeny jsou zde ouklejka pruhovaná, střevle potoční a mřenka mramorovaná. Všechny přítoky Svitavy v této oblasti jsou chovné (je zde zakázán rybolov).

Tabulka 5.2 Přehled zarybnění a sumarizací za rok 2012 tohoto úseku: [28]

druh	kategorie	vyszazeno		ponecháno	
		počet	hmotnost	počet	hmotnost
		ks	kg	ks	kg
kapr	3	3684	7600	3595	8637
lín	3+	675	239	625	352
cejn velký	2-3	3500	700	93	45
jelec tloušť'	1	3000		160	68,5
okoun				62	11,2
parma	1	11000			
ostroretka	1	47640		392	203
štika				22	61
candát				6	8
úhoř				12	8
pstruh obecný	3	750	300	385	151
pstruh duhový	2	1000	300	857	297
lipan				3	1
siven				4	1
amur					
bolen				3	4
karas stříbřitý				43	12
jelec jesen	1	10000		30	11
podoustev	1	15000		104	38
mník	1+2	2435			
ostatní druhy		8000	400	2040	99
Celkem				8436	10009

5.3 NÁVRH OPATŘENÍ NA ŘECE SVITAVĚ V BRNĚ



Obrázek 5.1 Situace řešeného úseku, měřítko 1:40 000, CÉNIA RETM



Obrázek 5.2 Situace řešeného úseku, měřítko 1:40 000, Ortofoto

5.3.1 Úprava jezu Obřany

Jez Obřany se nachází na Svitavě v říčním km 10,962, nedaleko konečné tramvaje číslo 4 Obřany-Babická. Charakter toku je zde přirozený, jak je patrné z meandrovité trasy koryta, neopevněných břehů a bohatého vegetačního doprovodu. Jez zde byl vybudován v roce 2014, jedná se o betonovou konstrukci zvýšený dřevěnými nástavky, kterými dochází k manipulaci na jezu za povodní. Další jeho funkce je, že vzdouvá vodu do pravobřežního náhonu k MVE (v km 10,965). Jez je v soukromém vlastnictví, což způsobuje několik problémů. Jedním z nich je nedobrá stav jezu, druhým jsou pak časté stížnosti na nedodržování manipulačního řádu. [11]

Je zde plánována rekonstrukce jezu na jez pohyblivý a v tomto případě by se dala stavba RP sloučit s rekonstrukcí jezu. Je zde relativně dostatek prostoru na pravém břehu v podjezí, ale v nadjezí stavbu komplikuje pravobřežní náhon do MVE a na levém břehu se nachází parkoviště, ulice Obřanská a točna tramvaje. Tímto tedy není možná výstavba obtokového koryta (bypass), ale řešení méně náročné na prostor. Použití pravého břehu lze také vyloučit, protože nátok na turbíny by mohl stahovat ryby k hrubým česlům nebo je zpět splavovat přes jez. Volil bych tedy žlabový rybí přechod s překážkami z kamenů. Kameny budou zabetonovány do dna, jejich rozmístění musí být v souladu s komisí pro rybí přechody. Ta může určit i druh použitého kameniva. Vtok zde může být i širší, je zde na to dostatek prostoru a je pro ryby pak snáze dostupnější. Dále je nezbytné dodržet všechny zásady normy, viz kapitola 4.3.1.2.



Obrázek 5.3 Jez Obřany – současný stav



Obrázek 5.4 Schéma umístění vstupu RP jezu Obřany.

5.3.2 Úprava jezu Cacovice

Jez Cacovice můžeme najít v říčním km 10,157. Byl vybudován o 4 roky dříve než jez Obřanský a to v roce 1910. Délka přelivné hrany je 42,8 m, výška 3,2 m. Jeho vlastníkem je Povodí Moravy, státní podnik. [11]

Je zde více prostoru než u Obřanského jezu, proto by se zde nabízela varianta výstavby levobřežního obtokového koryta. Toto koryto je ideálním řešením z hlediska migrační prostupnosti, navíc zde při použití přírodních materiálů může dotvářet i příjemný krajinný ráz. Délka tohoto koryta při navržení mírného sklonu 1:20 by měla být 64 m. Vstup do rybího přechodu je umístěn blízko jezu, aby byl pro ryby přístupnější. Trasa je vedena okolo zavazovacích křídel jezu, do kterých nebude nijak zasahováno. Při projektování RP je třeba vzít v potaz požadavky na obtoková koryta, viz kapitola 4.2.1.



Obrázek 5.5 Jez Cacovice – současný stav



Obrázek 5.6 Možnost vedení trasy obtokového koryta. Měřítko 1:1000

5.3.3 Úprava jezu Maloměřice II

Jez Maloměřice II byl vystavěn v roce 1983 a nachází se v říčním km 9,620. Je to prefabrikovaný železobetonový pevný jez. Převýšení přepadové hrany nad dnem je 1 m. Šířka přelivné hrany je 18 metrů. [11]

Po rekonstrukci jezu zde došlo k opevnění břehu kamenem a na hrázkách vede na pravém břehu cyklostezka. Stavebně by bylo složité zasahovat do jezu. Řešením bylo zrušit opevnění na levém břehu a připojit rybí přechod ke konstrukci jezu. Rybí přechod by mohl být řešen jako kamenitý skluz, které bude vzhledem k malému rozdílu hladin krátký. Při sklonu 1:20 to bude při převýšení 1 m pouze 20 metrů. Použity by měly být především přírodní materiály.



Obrázek 5.7 Jez Maloměřice – současný stav



Obrázek 5.8 Jez Maloměřice II – Návrh možného umístění rybího přechodu

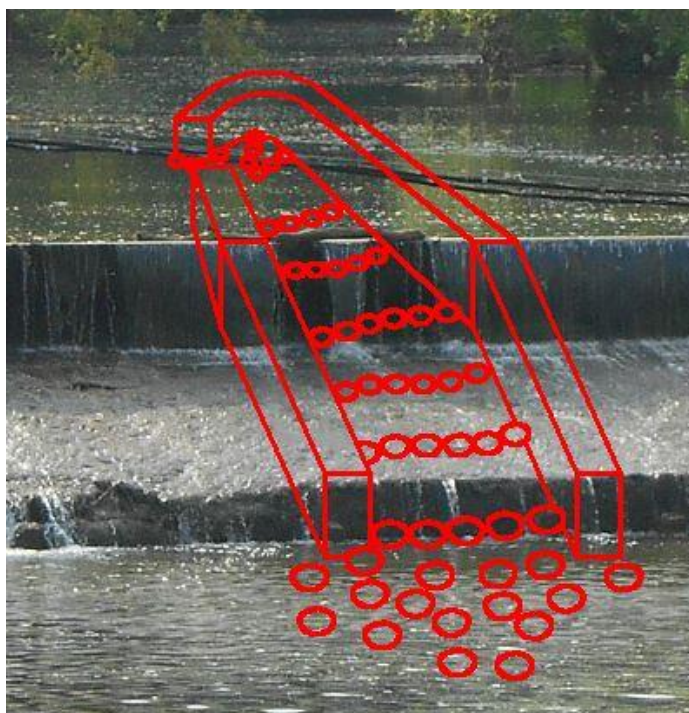
5.3.4 Úprava jezu Maloměřice

Jez Maloměřice je vystavěn v říčním km 8,833. Tento jez pochází z roku 1861, je to pevný jez vybaven kovovými klapkami o výšce 0,5 m. Při špatné manipulaci za povodní zde dochází k povodním (obdobně jako na jezu Obřany). [11]

Návrh zpřístupnění této bariéry bude konstrukčně složitější, protože jediným možným umístěním RP je samotný jez. Proto by se zde nabízela možnost volit migrační rampu v jezovém tělese. Vstup do rybího přechodu by měl být v dostatečné vzdálenosti od jezu, aby silný proud neznemožnil vstup některým menším druhům rybího osazenstva. Výstup zase v dostatečné vzdálenosti, aby proud jezu nestrhával ryby zpět. Základ rybího přechodu by pak tvořila betonová konstrukce, ve které by byly pevně zakotveny balvany v řadách. V řešení musí být splněna řada kritérií, viz kapitola 4.2.4.



Obrázek 5.9 Jez Maloměřice – současný stav



Obrázek 5.10 Schéma migrační rampy

5.3.5 Úprava jezu Husovice

Jez Husovice (říční km 7,820) byl vybudován v roce 1922 a rekonstruován 1921. Je to pevný jez, obložen kamenem. Jez zde sloužil ke vzdouvání vody levobřežního náhonu (Svitavská strouha). Ten využívali Zbrojovka Brno a mlýn v Židenicích. Dnes už je náhon zaslepen a zčásti zasypan a spádu využívá pouze MVE, instalována na levém břehu. [11]

Vzhledem k průmyslovým areálům, které lemují jez těsně po obou stranách, nelze realizovat obtokové koryto, ani žádné jiné prostorně náročné rybí přechody. Na levém břehu se nachází MVE, proto bych volil pravobřežní přírodě blízký rybí přechod, formou skluzu nebo rampy.



Obrázek 5.11 Jez Husovice – současný stav



Obrázek 5.12 Možnost umístění RP

5.3.6 Úprava jezu Radlas

Jez Radlas (říční km 6,424) je poslední příčná překážka na celém úseku až po vyústění Svitavy do Svratky. Tento jez byl vybudován v roce 1880 a opravený v roce 1951. Délka přelivné hrany je 28,5 m. Z tohoto jezu pak odbočuje Svitavský náhon. [11]

Obdobný problém jako jezů Maloměřice a Husovice, a to nedostatek prostoru. Na levém břehu se nachází místní komunikace, na pravém pak již zmíněný Svitavský náhon, koleje a komunikace. Volil bych proto rybí přechod umístěn na jezové konstrukci. Principem řešení je rozdělit jez na dvě části. Větší část zůstane nezměněna, menší bude uvolněna na výstavbu rybího přechodu. Obě části bude oddělovat pilíř. Princip rybího přechodu spočívá ve změně podélného sklonu na mírný (1:20) a vytvoření ideálního proudění pro migraci ryb.



Obrázek 5.13 Jez Radlas – současný stav



Obrázek 5.14 Jez Radlas - návrh úpravy

6 ZÁVĚR

Obsahem práce Možnosti revitalizace příčných překážek v toku, bylo řešení migračních bariér pro rybí společenstvo. Ty překážky se odstraňují z pravidla při revitalizačních akcích nebo při výstavbách nových malých vodních elektráren (MVE), kde je dnes povinnost budovat i rybí přechod. V kapitole 2 jsem se zaměřil na revitalizace, které proběhly v ČR od roku 1992 v několika vlnách. Rozlišujeme tři generace revitalizací, podle způsobu úprav koryta. První generace revitalizací by se dnes jen těžko daly nazvat revitalizací, až ve třetí generaci se řešila revitalizační opatření jako celek, který zahrnoval i vytvoření biokoridorů, které umožňují migraci živočichům.

Migrace živočichů je důležitá pro přežití celých druhů a při její omezení došlo k ovlivnění u více než třetiny rybních druhů v Evropě. Zástupcem našeho rybního společenstva mezi diadromními druhy je například úhoř, který migruje z řeky do moře za účelem rozmnožování, ale dospívá pak ve sladkých vodách. Potamodromní migrace probíhá pouze v říčních systémech a typickým zástupcem je zde pstruh. Pstruh migruje za účelem rozmnožení nebo za účelem změn průtokových poměrů v toku, kdy si hledá nejlepší podmínky (průtok, hladina vody). Příslibem do budoucnosti je pak losos, který zde byl vyhuben a nyní dochází ke zlepšení podmínek pro migraci (rybí přechod Střekov na Labi) a jeho opětovné vysazení. Dalšími druhy migrace jsou pak reprodukční migrace, potravní a úkrytová.

Zpřístupnit příčnou překážku lze několika způsoby. Kde je to možné, lze překážku odstranit a vzniknutý rozdíl hladin řešit výstavbou krátkého úseku v přijatelném sklonu, podobný migrační rampě nebo peřejnatého úseku. Kde toto řešení možné není, je nutná výstavba rybního přechodu. Preferovanější by měli být rybí přechody přírodě blízké, kde je vystavět nelze, přichází na řadu technické rybí přechody. Při návrhu je nutné dodržet celou řadu kritérií, aby byl RP funkční (sklon, rychlost proudění, rozdíl hladin, hloubka tůň) a musí být přizpůsoben rybnímu společenstvu v toku.

V ideovém návrhu je řešen úsek řeky Svitavy v Brně, kde se nachází šest jezů, u kterých je popsán současný stav a poté navržené řešení na zprůchodnění těchto jezů pro ryby. Celý úsek se nachází v intravilánu, což volbu umístění RP značně ztížilo. Obřanský jez nabízí možnost umístění RP mimo těleso jezu, stejně tak i jez Maloměřice II. Dostatek prostoru pro vybudování obtokového koryta (ideální řešení) byl pouze u jezu Cacovice. Komunikace blízko toku, výstavba a náhony (například k MVE) neumožňují jiné řešení u jezů Maloměřice, Husovice, Radlas, než výstavbu RP umístěných na jezové konstrukci.

Tato bakalářská práce nabízí přehled v oblasti revitalizace příčných překážek. Popsány jsou zde revitalizace vodních toků v České republice, migrace ryb a možnosti zprůchodnění příčných překážek s ukázkou řešení konkrétní lokality.

7 ZDROJE

Literatura

- [1] VRÁNA, Karel. *Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu*. Praha: Consult, 2004, 60 s. ISBN 80-902-1329-4.
- [2] KRÁLOVÁ, Helena. *Řeky pro život: revitalizace řek a péče o nivní biotopy*. Brno: Veronica, 2001, 439 s. ISBN 80-238-8939-7.
- [3] SLAVÍK, Ondřej a Zdeněk VANČURA. *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování: metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2012, 139 s. ISBN 978-80-7212-580-7.
- [4] COWX, I a R WELCOMME. *Rehabilitation of rivers for fish: a study undertaken by the European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO*. Malden, MA: Blackwell Science [distributor], 1998, xxxv, 260 p. ISBN 92-510-4018-4.
- [5] MARMULLA, Gerd a R WELCOMME. *Fish passes: design, dimensions and monitoring*. Rome: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), 2002, xvii, 118 p. ISBN 38-955-4027-7.

Normy

- [6] TNV 75 2321. *Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody*. Praha, 2011.

Ostatní

- [7] Detail stanice Bílovice nad Svitavou. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfdyn.php?seq=306989
- [8] Evidenční list hlásného profilu č.380. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=306989
- [9] USNESENÍ VLÁDY ČESKÉ REPUBLIKY: k programu revitalizace říčních systémů. *VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY* [online]. [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: https://kormoran.vlada.cz/usneseni/usneseni_webtest.nsf/0/D4E28643222F3AC3C12571B6006EB7AA
- [10] Zpracování koncepčního přístupu k zvyšování průchodnosti řek včetně zanesení do systému GIS. MUSIL, Jiří. *Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka* [online]. [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.vuv.cz/index.php?id=1101&L=>
- [11] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje. *Jihomoravský kraj* [online]. 2007 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/ozp/protipovodnova_opatreni_jmk_2007/4_cast/Kapitola_4.pdf

- [12] Miko: Revitalizace vodních toků by přišla na 115 miliard korun. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2009 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/articles_pravo090713revitalizace
- [13] PSTRUH OBECNÝ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/bezostni/lososoviti/pstruh_obecny/
- [14] LOSOS OBECNÝ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/bezostni/lososoviti/losos_obecny/
- [15] LIPAN PODHORNÍ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/bezostni/lososoviti/lipan_podhorni/
- [16] KAPR OBECNÝ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/maloostni/kaproviti/kapr_obecny/
- [17] AMUR BÍLÝ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/maloostni/kaproviti/amur_bily/
- [18] BOLEN DRAVÝ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/maloostni/kaproviti/bolen_dravy/
- [19] ÚHOŘ ŘÍČNÍ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/holobrisi/uhoroviti/uhor_ricni/
- [20] ŠTIKA OBECNÁ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/bezostni/stikoviti/stika_obecna/
- [21] JESETER VELKÝ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/jeseteri/jeseteroviti/jeseter_velky/
- [22] VYZA VELKÁ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/jeseteri/jeseteroviti/vyza_velka/
- [23] VRANKA PRUHOPLOUTVÁ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/ostnoploutvi/vrankoviti/vranka_pruhopotva/
- [24] VRANKA OBECNÁ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/ostnoploutvi/vrankoviti/vranka_obecna/
- [25] JELEC TLOUŠŤ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/maloostni/kaproviti/jelec_tloust/

- [26] PODOUSTEV ŘÍČNÍ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/maloostni/kaproviti/podoustev_ricni/
- [27] OUKLEJKA PRUHOVANÁ: Atlas ryb. *Moravský rybářský klub: Stále na rybách* [online]. 1996, 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/maloostni/kaproviti/ouklejka_pruhovana/
- [28] Rybářský revír Svitava 1. *Moravský rybářský svaz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://brno3.momrs.cz/svitava>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 3 Migrační výkonnosti některých druhů ryb [6]	19
Tabulka 4.3. Požadavky na štěrbínový RP [6]	29
Tabulka 4 Souhrnný limit rybích přechodů [6]	33
Tabulka 5.1a N-leté průtoky [8]	34
Tabulka 5.1b Stupně povodňové aktivity [8]	34
Tabulka 5.2 Přehled zarybnění a sumarizací za rok 2012	35

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 3.1 Mapa příčných překážek v ČR [10]	14
Obrázek 3.2 Schéma migrace ryb [4]	15
Obrázek 3.3 Rozdělení migrujících druhů ryb v jednotlivých měsících [3]	18
Obrázek 4.1 Schéma nahrazení původního jezu balvanitou kaskádou (půdorys) [4]	21
Obrázek 4.2 Schéma nahrazení původního jezu balvanovým skluzem (řez) [4]	21
Obrázek 4.3 Schéma vytvoření balvanité rampy (fish slope) na stávající jezové konstrukci (půdorys) [4]	22
Obrázek 4.4 Schéma vytvoření balvanité rampy (fish slope) na stávající jezové konstrukci (řez) [4]	23
Obrázek 4.5 „Vzorový“ RP na jezu Bulhary (Dyje ř. km 39,9). Délka 210 m, sklon 1:56, minimální šířka ve dně 4 m a průtok 2 m ³ .	24
Obrázek 4.6 Dnová peřej - různé způsoby vytvoření peřejnatého úseku [6]	25
Obrázek 4.7 Migrační rampa [6]	27
Obrázek 4.8 Příklad migrační rampy ve Veselí nad Moravou u MVE. O funkčnosti tohoto rybího přechodu se neustále vedou spory.	28
Obrázek 4.9 Štěrbinový rybí přechod [6]	29
Obrázek 4.10 Použití přepážek z kamene [6]	30
Obrázek 4.11 Použití kartáčů [6]	31
Obrázek 4.12 Denilův rybí přechod [3]	32
Obrázek 5.1 Situace řešeného úseku, měřítko 1:40 000, CÉNIA RETM	36
Obrázek 5.2 Situace řešeného úseku, měřítko 1:40 000, Ortofoto	37
Obrázek 5.3 Jez Obřany – současný stav	38
Obrázek 5.4 Schéma umístění vstupu RP jezu Obřany.	39
Obrázek 5.5 Jez Cacovice – současný stav	40
Obrázek 5.6 Možnost vedení trasy obtokového koryta. Měřítko 1:1000	40
Obrázek 5.7 Jez Maloměřice – současný stav	41
Obrázek 5.8 Jez Maloměřice II – Návrh možného umístění rybího přechodu	42
Obrázek 5.9 Jez Maloměřice – současný stav	43
Obrázek 5.10 Schéma migrační rampy	43
Obrázek 5.11 Jez Husovice – současný stav	44
Obrázek 5.12 Možnost umístění RP	45
Obrázek 5.13 Jez Radlas – současný stav	46
Obrázek 5.14 Jez Radlas - návrh úpravy	46

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

IUCN - International Union for Conservation of Nature (Mezinárodní svaz ochrany přírody)

TNV – Odvětvová technická norma vodního hospodářství

MVE – Malá vodní elektrárna

RP – Rybí přechod

ř. km – Říční kilometr