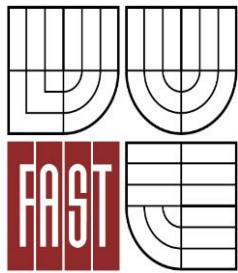




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

REVITALIZACE TOKŮ PRO RYBY

RIVER REVITALIZATION FOR FISH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARCIN SZAROWSKI

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RUDOLF MILERSKI, CSc.

BRNO 2015



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	Marcin Szarowski
Název	Revitalizace toků pro ryby
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

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

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

Podklady a literatura

Cowx I.G., Welcomme R. L.: Rehabilitation of rivers for fish FAO 1998
Šlezinger M., Úradníček L.: Vegetační doprovod vodních toků a nádrží CERM 2002
internet, další související literatura

Zásady pro vypracování

Student ve své bakalářské práci zpracuje téma revitalizace upravených toků v rozsahu 20 A4. Konkrétně se dále zaměří na možnosti revitalizace toku Svratky v Brně ve formě ideového návrhu. Návrh bude zohledňovat vodní živočichy.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce nahlíží do problematiky revitalizací toků pro ryby. První polovina zahrnuje rešerši a druhá polovina ideový návrh. Podstatou revitalizace je uvedení fauny a flory toků do podoby přirozenější té přírodní. Celkově jsou zde uvedené nejčastější příklady krajínotvorných opatření vhodných pro komplexní úpravu říčního toku v České Republice. Hlavním přínosem revitalizace má za následek vzrůst rybí osádky a zlepšení reprodukčních podmínek rybiho společenstva v našich řekách. Všechny poznatky budou využity v ideovém návrhu. Návrh popisuje současný stav řeky Svratky v Brně a soustředí se na provedení revitalizačních opatření cílených na vodní živočichy.

KLÍČOVÁ SLOVA

revitalizace, rybí habitat, říční překážky, migrace ryb, Svratka

ABSTRACT

The case study provided for this bachelor's thesis is based on the issue of rehabilitation of rivers for fish. The first part contains the recherche and the second part conceptual design. Substance of the revitalization is restoration of rivers to natural form. The thesis describes typical landscaping measures suitable for complex treatment of rivers in Czech Republic. Main benefit of revitalization is aquatic improvements in our rivers. The second section of this work includes examples of problem solution on the river Svratka.

KEYWORDS

revitalization, fish habitat, transverse obstacles, fish migration, Svratka

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

SZAROWSKI, Marcin. *Revitalizace toků pro ryby*. Brno, 2015. 50 s., Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Rudolf Milerski, CSc.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29.5.2015

.....

podpis autora

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.

<u>1</u>	<u>ÚVOD</u>	10
<u>2</u>	<u>RYBÍ HABITAT</u>	11
2.1	POŽADAVKY PRO LOSOVÉ VODY	12
2.2	POŽADAVKY PRO KAPROVÉ VODY	13
<u>3</u>	<u>REVITALIZACE TOKŮ NA ÚZEMÍ ČR</u>	15
<u>4</u>	<u>REVITALIZACE ŘÍČNÍCH KORYT</u>	16
4.1	REVITALIZACE ČÁSTEČNÁ	16
4.1.1	VZDOUVACÍ OBJEKTY MENŠÍCH TOKŮ	17
4.1.2	RYBÍ ÚKRYT	19
4.2	REVITALIZACE ÚPLNÁ	20
<u>5</u>	<u>RYBÍ MIGRACE</u>	21
5.1	DIADROMNÍ MIGRACE	21
5.2	POTAMODROMNÍ MIGRACE	21
5.3	REPRODUKČNÍ MIGRACE	21
5.4	POTRAVNÍ A ONTOGENETICKÝ PODMÍNĚNÉ MIGRACE	22
5.5	ÚKRYTOVÁ MIGRACE	22
<u>6</u>	<u>REVITALIZACE PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK V TOKU</u>	23
6.1	ODSTRANĚNÍ PŘÍČNÉ PŘEKÁŽKY	23
6.2	PŘÍRODĚ BLÍZKÉ RYBÍ PŘECHODY	25
6.3	TECHNICKÉ RYBÍ PŘECHODY	26
6.4	RYBÍ KANÓN	27
<u>7</u>	<u>VEGETAČNÍ DOPROVOD</u>	28
7.1	BŘEHOVÝ POROST	29
7.1.1	DOPROVODNÝ POROST	30
7.1.2	TRAVNÍ POROST	30
7.1.3	DRUHOVÁ SKLADBA POROSTŮ	30
<u>8</u>	<u>IDEOVÝ NÁVRH REVITALIZACE ÚSEKU SVRATKY</u>	32
8.1	ŘEKA SVRATKA V BRNĚ	32

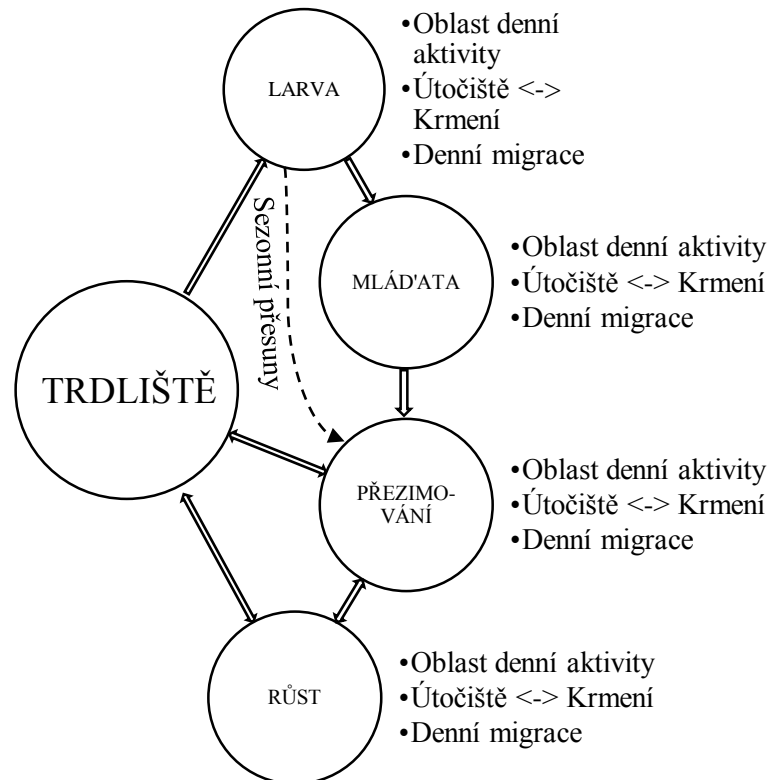
8.2 RYBÍ OSÁDKA	33
<u>9 NÁVRH OPATŘENÍ</u>	<u>33</u>
9.1 SVRATKA 1	34
9.2 JEZ KOMÍN	36
9.3 SVRATKA 2	37
9.4 JEZ KAMENNÝ MLÝN	39
9.5 STARÉ BRNO	40
9.6 SVRATKA 3	41
9.7 JEZ PŘÍŽRENICE	43
9.8 SOUTOK	44
<u>10 ZÁVĚR</u>	<u>46</u>
<u>11 ZDROJE</u>	<u>47</u>
<u>12 SEZNAM TABULEK</u>	<u>49</u>
<u>13 SEZNAM OBRÁZKŮ</u>	<u>49</u>
<u>14 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ</u>	<u>50</u>

1 ÚVOD

Revitalizace z lat. *re-* znovu a *vitalis-* životný, životaschopný, je obnova v minulosti nevhodně technicky upravených koryt vodních toků do stavu bližšího přirozenému. Se zájmem o vodohospodářství spojené s prvními pokusy o revitalizaci řek se můžeme setkat již u Římanů 100 let před Kristem. Postupem času, s rozvojem civilizace, techniky a nárůstem populace došlo k různým úpravám toků. Umělé napřimování a prohlubování vodních toků nejvíc poznamenalo minulé století. Tyto technické úpravy měly za následek zrychlení odtoku povodňových průtoků a větší škody v níže položených územích. Úpravami došlo nevratně k zničení nejcennějších říčních, potočních a mokřadních biotopů a také k poklesu samočisticí schopnosti vody v krajině. Cílem této práce je nastínění komplexního řešení revitalizace říčního toků s primárním ohledem k užitkovým a krajinářským efektům. Zvýšení biodiverzity, migrační propustnosti, zvýšení zeleně v krajině a obnova ryb v toku budou hlavním programem a náplní následujících stránek. [1]

2 RYBÍ HABITAT

Termín habitat definujeme jako místo, kde rybí druh dokáže přežít bez specifických potřeb. Rybí ekologie by se měla skládat z několika životních etap. Jsou to: domov pro potěr, úkryt pro jikry, útočiště pro dorost, přezimovací úkryt a domov pro dospělé jedince. Migrace mezi jednotlivými místy je vymezena různými bariérami na toku. Mezi hlavní hrozby patří výlovy, přehrady, betonové kanály, znečištění vody, čerpání podzemní vody, městské tepelné ostrovy a další produkty urbanizace. V posledních letech jsou novou hrozbou také nálety kormoránů. [1]



Obr. 2.1 Schéma funkčních jednotek rybiho biotopu [1]

Hlavní složky rybiho habitatu z hlediska biologických procesů a kontroly biotopů: [1]

1. Reprodukce

- a. Přístup k třecím zónám
 - zajištění vhodné hloubky a rychlosti vody
 - absence barrier bránících v pohybu
- b. Tření
 - vhodný třecí substrát
- c. Líhnutí vajíček

- stabilní substrát
 - zajištění vhodné teploty, obsahu kyslíku a pohybu vody
2. Krmení a růst
- a. Dostupnost krmiva
 - břehová a vodní vegetace
 - substrát vhodný pro tvorbu bezobratlovců
 - zásoby cizorodých organických materiálů
 - b. Nejlepší využití energie pro dospívání a příjem potravy
 - úkryt a stín, například balvany a/ nebo kmeny stromů
 - rozmanitost proudění
 - tůňovo- bystřinné sekvence
 - vodní a břehová vegetace
 - přiměřený teplotní rozsah
3. Vlastní ochrana
- a. před přemístěním proudem
 - úkryt a optická izolace

2.1 POŽADAVKY PRO LOSOVÉ VODY

Lososové vody definujeme jako povrchové vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro život ryb lososovitých (*Salmonidae*) a lipana (*Thymallus thymallus*). [2]

Seznam druhů ryb vyskytujících se v losových vodách na území ČR: [3]

- a) hlavatka obecná (podunajská) (*Hucho hucho*)
- b) jelec jesen (*Leuciscus idus*)
- c) jeseter malý (*Acipenser ruthenus*)
- d) kapr obecný (*Cyprinus carpio*)
- e) lín obecný (*Tinca tinca*)
- f) lipan podhorní (*Thymallus thymallus*)
- g) ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*)
- h) parma obecná (*Barbus barbus*)
- i) podoustev říční (nosák) (*Vimba vimba*)
- j) pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*)
- k) pstruh obecný (*Salmo trutta*)
- l) siven americký (*Salvelinus fontinalis*)
- m) mník jednovousý (*Lota lota*)
- n) losos obecný (atlantský) (*Salmo salar*)

- o) úhoř říční (*Anguilla anguilla*)
p) amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*)

Primární požadavky jsou přístup a vhodnost reprodukčních míst tzv. trdlišť. U nich bychom měli klást důraz na rychlost proudění, teplotu a přístup kyslíku. Obzvláště klíčová je úmrtnost vajíček po oplodnění. Dodržováním těchto zásad můžeme zvýšit životnost a počet ať již vysazovaných nebo migrujících druhů horních pásem. Faktory ovlivňující odhodlanost ryb pro protiproudění migraci zahrnují: fyziologickou připravenost ke tření, říční průtok, zbarvení vody a teplota vody. Typickým představitelem tohoto pásma našich zeměpisných délek je pstruh duhový, dožívající se v průměru 5 – 9 let života. Hlavní zdroj potravy u menších nebo nedospělých jedinců se skládá z larev jepic, chrostíků, pošvatek a pakomárů, blešivců a jiných vodních bezobratlovců. U dospělých jedinců nesmí chybět v jídelníčku menší ryby (střevle, vranka, hrouzek, tloušť apod.). Velké exempláře preferují ryby a to včetně jedinců vlastního druhu. V současnosti stavy pstruha obecného v rámci ČR nenávratně klesají. [1]

Tab. 2.1 Názorný růst pstruha na vybrané lokalitě (Divoká Orlice 1964 - 40 exemplářů) [4]

Věk (roky)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Celková délka (mm)	68	136	182	223	263	308	340	364	384

2.2 POŽADAVKY PRO KAPROVÉ VODY

Kaprové vody definujeme jako povrchové vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro život ryb kaprovitých (*Cyprinidae*) nebo jiných druhů jako je štika (*Esox lucius*), okoun (*Perca fluviatilis*) a úhoř (*Anguilla anguilla*). [2]

Seznam druhů ryb vyskytujících se v daném pásmu na území ČR: [3]

- a) bolen dravý (*Aspius aspius*)
- b) candát obecný (*Stizostedion lucioperca*)
- c) hlavatka obecná (podunajská) (*Hucho hucho*)
- d) jelec jesen (*Leuciscus idus*)
- e) jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*)
- f) jeseter malý (*Acipenser ruthenus*)
- g) kapr obecný (*Cyprinus carpio*)
- h) lín obecný (*Tinca tinca*)
- i) lipan podhorní (*Thymallus thymallus*)
- j) ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*)
- k) parma obecná (*Barbus barbus*)
- l) podoustev říční (nosák) (*Vimba vimba*)
- m) pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*)
- n) pstruh obecný (*Salmo trutta*)
- o) siven americký (*Salvelinus fontinalis*)

- p) sumec velký (*Silurus glanis*)
 q) štika obecná (*Esox lucius*)
 r) úhoř říční (*Anguilla anguilla*)
 s) mník jednovousý (*Lota lota*)
 t) losos obecný (atlantský) (*Salmo salar*)
 u) amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*)

Tab. 2.2 Přehledná tabulka možností a požadavků k reprodukci 16 představitelů kaprovitých ryb [1]

<i>Druh</i>	<i>Hloubka (cm)</i>	<i>Rychlost vody (cm/s)</i>	<i>Průměr substrátu (Φ mm)</i>	<i>Vegetace</i>	<i>Optimální teplota (°C)</i>
Cejn velký	proměnlivá	<20	>5	zblochan, šípatka, leknín	12-20
Ouklejška pruhovaná	14-20	20-50	20-100	chybějící	>15
Parma obecná	14-22	35-49	20-50	chybějící	>14
Cejnek malý	proměnlivá	<20	lhostejný	vodní rostliny, hygropyty	16-25
Ostroretka stěhovavá	10-25	50-110		řasy	
Kapr obecný	proměnlivá	<5	lhostejný	ostřice, zblochan, rákos	
Hrouzek obecný		10-80	3-30	vodní rostliny	>17
Jelec tloušť	10-30	15-75	>5	vodní rostliny	14-20
Jelec jesen			písek	vodní rostliny	
Jelec proudník	25-40	20-50	30-250	vodní rostliny,	6-9

Sřevle potoční	10-25	25-45	20-100	vodní rostliny	chybějící
Plotice obecná	15-45	35-60	50-150	pramenička, vodní mor, vrba, skřípina	14-8
Lín obecný	proměnlivá	<20		stolístek, ponořená pobřežní vegetace	20-24
Podoustev řiční	<50	>20	kameny, písek	(občasná)	

3 REVITALIZACE TOKŮ NA ÚZEMÍ ČR

Program revitalizace říčních systémů se naplno rozběhl 20. května 1992 roku po schválení usnesení vlády České republiky č. 373/1992 Sb. Program revitalizace říčních systémů. Vynaložené finanční prostředky na podporu tohoto programu od roku 1992 až do 2003 vyšplhaly k částce 3 mld. korun. Revitalizace mohou provádět obce a města, případně majitelé pozemků. Hlavní rozsah revitalizačních prací by však měli provádět správci vodních toků. Revitalizace podporují – převážně stoprocentními dotacemi – programy resortu životního prostředí. V letech 1992 až 1997 to byl Program revitalizace říčních systémů, nyní Operační program životní prostředí. Program byl rozdělen na 3 fáze: [5]

1. **generace** – původní trasa, původní profil koryta, původní opevnění koryta. Nově přibýly spádové objekty, tůně a prohlubně
2. **generace** – nová trasa, nové mělci koryto, odstranění opevnění
3. **generace** – komplexní řešení údolní nivy a její napojení na okolí

Finanční zdroje na revitalizace: [6]

1. Operační program Životního prostředí (OP ŽP) 2014-2020

- revitalizace a podpora samovolné renaturace vodních toků a niv
- 80% pokrytí nákladů a 100% pokrytí u opatření vyplývajících z Plánů oblastí povodí (plánu dílčích povodí)
- 2,6 mld. EUR poskytnuto evropskými fondy
- uplatnění na celém území ČR mimo území hlavního města Prahy
- určeno pro právnické osoby, obce, města, kraje, občanská sdružení, nestátní neziskové organizace a další

2. Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (115 164)

- národní dotační program MŽP zlepšování přirozené funkce vodních toků včetně obnovy jejich migrační propustnosti a revitalizace nivy
- 100% pokrytí nákladu na jednoleté i víceleté realizace, výše částky je max. 1 mil Kč
- uplatnění na celém území ČR
- určeno pro fyzické osoby a právnické osoby, obecně prospěšné organizace, svazky obcí, příspěvkové organizace, organizační složky státu, státní organizace a státní podniky

3. Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (115 162)

- uplatnění na Zvláště chráněných územích (ZCHÚ), povodích a Evropský významných lokalitách (EVL)
- určeno pro AOPK ČR, Správy Národních Parků

4. Podpora zemědělských vodních toků – Program MZe 129 a 190

- Podpora je poskytována na výdaje, které nejsou způsobilé z hlediska OP ŽP na přípravu a zabezpečení akcí a na výdaje spojené s přípravou, realizací a dokončením akcí krajinných programů (které nejsou hrazeny MŽP).
- 100% pokrytí nákladů na státní majetek pod správou státních podniků Povodí
- uplatnění na celém území ČR
- určeno pro Povodí, s.p.

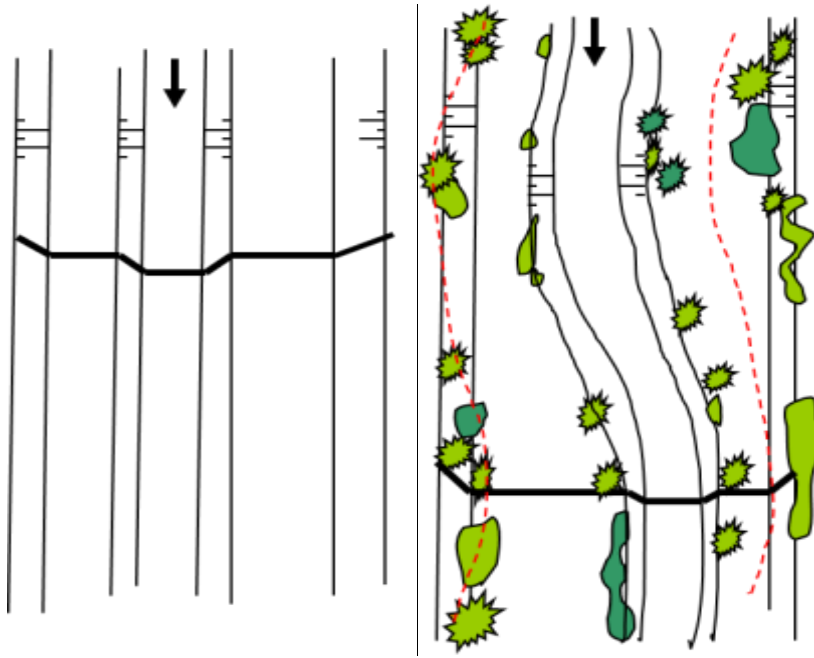
4 REVITALIZACE ŘÍČNÍCH KORYT

Každá obnova musí vycházet z identifikace vlastnosti habitatu, který se snažíme zlepšit. Koryto revitalizovaného toku by mělo odpovídat lokalitě a vodnosti. Z kapacitních důvodů a možnosti gravitačního zaústění odvodnění se často setkáváme s výrazným zahloubením upravených koryt. Proto vhodnější úpravou je mělčí a užší koryto vzhledem k lepšímu zapojení do krajiny a lépe koresponduje s hladinou podzemní vody v okolí. Samozřejmostí je dimenzování na návrhový průtok, ale nesmíme přitom opomenout minimální průtok (Q_{330d}). Při tomto průtoku by úprava měla být stále ještě funkční. [5]

4.1 REVITALIZACE ČÁSTEČNÁ

Řeší obnovu koryta pouze po břehovou hranu. Typickou součástí je odstranění nevhodných objektů a realizace vhodného vegetačního doprovodu profundálního pásma, především pak pat svahů tvořících břehy toku a dna říčního koryta. [7]

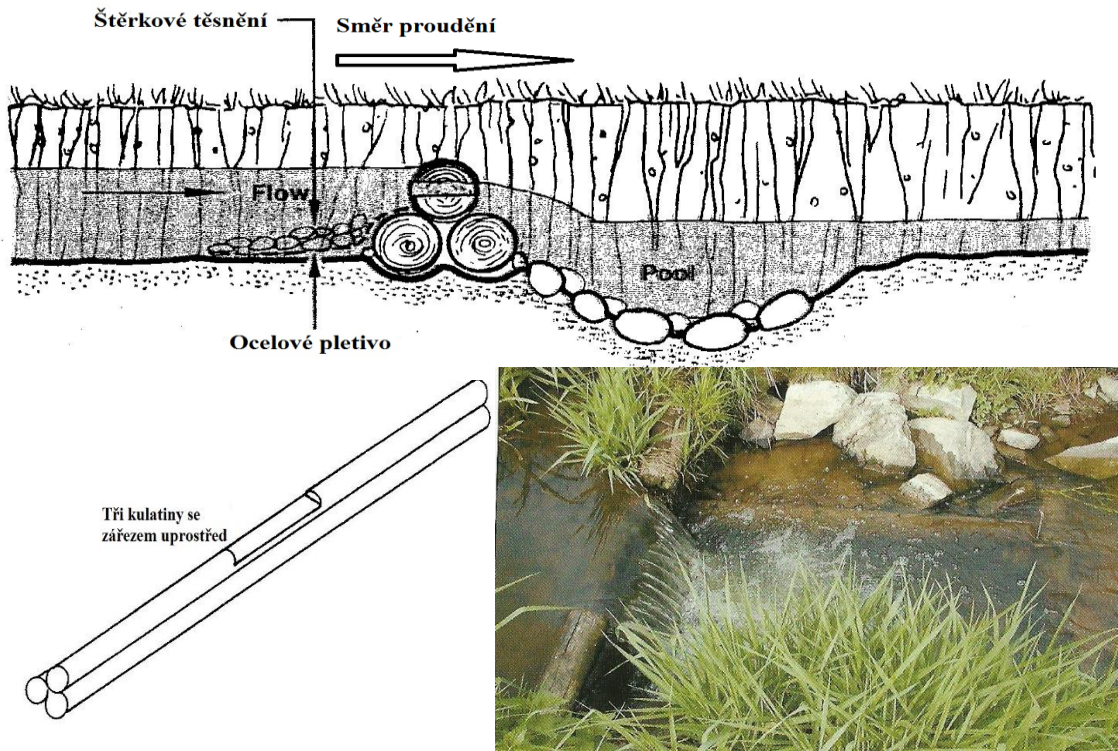
Uvnitř průtočného profilu je možné realizovat změny sklonu svahů, pomocí návrhu „stěhovavé“ kynety, či pouze posunem kynety pokusit vyvolat dojem přirozenějšího vedení koryta. Využitelné je rovněž členění koryta ostrůvky, balvany, vhodným umístěním skupin břehové vegetace apod. Následující obrázky prezentují některé z možností revitalizačních opatření částečných revitalizací. [7]



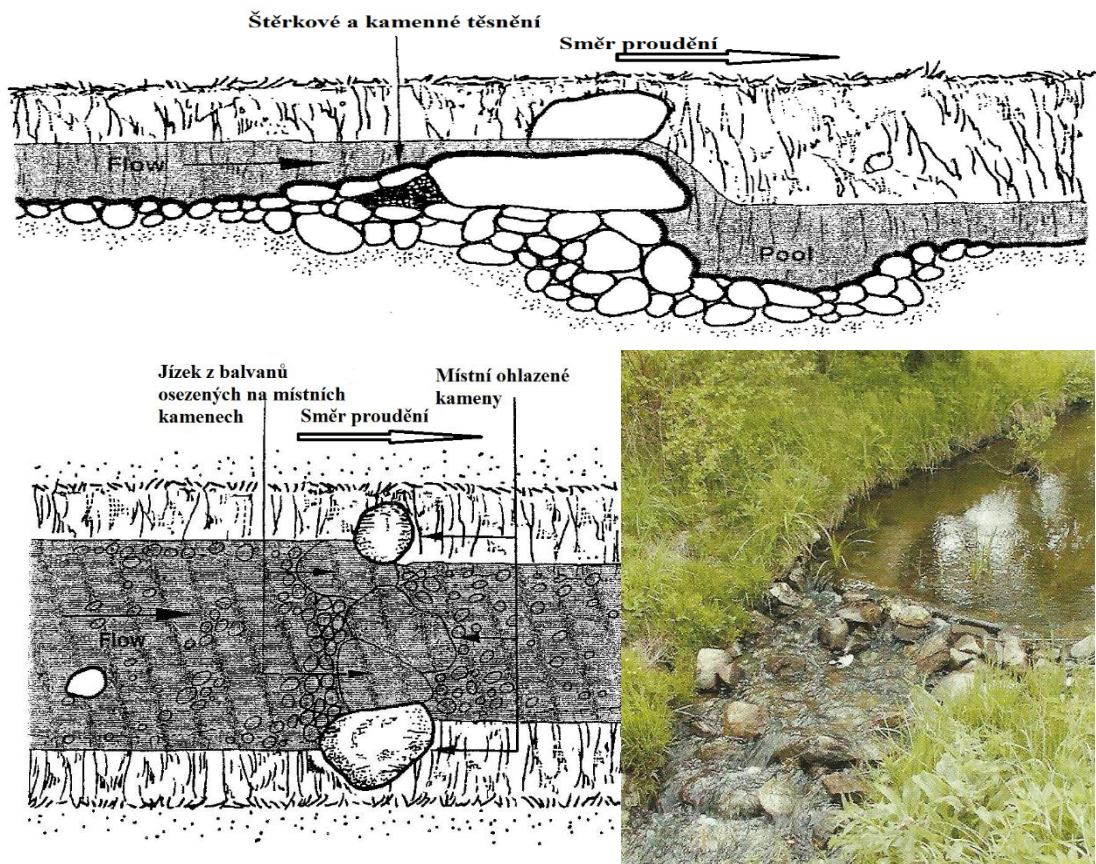
Obr. 4.1 Schéma zachycující původní napřímené koryto vodního toku a koryto po částečné revitalizaci. (půdorysy) [7]

4.1.1 VZDOUVACÍ OBJEKTY MENŠÍCH TOKŮ

Ideální koncept revitalizovaného koryta je za stavu bez spádových objektů a jiných překážek, kdy podélný sklon toku je upraven do takového sklonu, který zajistí nevymílací rychlost. Avšak většina případů počítá s návrhem pružných spádových objektů. Jedná se o menší vzdouvací objekty tzv. jízky. Nad i pod přelivnou stěnou jízku je optimální vytvořit tůň. Dřevěné prahy výšky do 0,3 m je účelné zřizovat z kulatiny, dostatečně zapuštěné do břehů. Kulatiny zavázat min. 1,5 m do břehů nebo postačí zapřít a zatížit kameny. Jako těsnění mezi dvojitou stěnou kulatiny je ideální jílovitá zemina s pískem. Nevýhodou dřevěných stupňů je, že většinou začnou podtékat nebo obtékat při březích. Druhá možnost vzduť počítá s využitím stupňů z kamenné rovnaniny. Veškerý použitý materiál by měl být přírodní a místní. U kamene by se v ideálním případě mělo jednat o kameny sbírané ze sousedních úseků koryt, případné snosy z polí apod. Zcela nevhodné je drčené, ostrohranné kamenivo nebo kamenivo stejné drsnosti. Kamenné stupně fungují pouze při větších průtocích, v opačném případě cedí vodu. Jako těsnící vrstva postačí plastová folie. Její použití k těsnění těchto objektů je velmi rozporuplné. V krátkém časovém horizontu obvykle přináší dobré výsledky, ale postupem času dojde k porušení folie a unášení po proudu. Velice vhodným prvkem jsou tůně před a za těmito objekty. Tůně přispívají k přežití organismů v suchých obdobích. V tomto případě postačí prosté rozšíření a zahloubení koryta. Těžké opevnění tůně je prvek navíc, obvykle postačí stabilizovat profil vtoků a výtoků. [5]



Obr. 4.1.1a Provedení dřevěného jízku s tůňkou a vývarem. (řez, půdorys, fotografie) [1] [5]

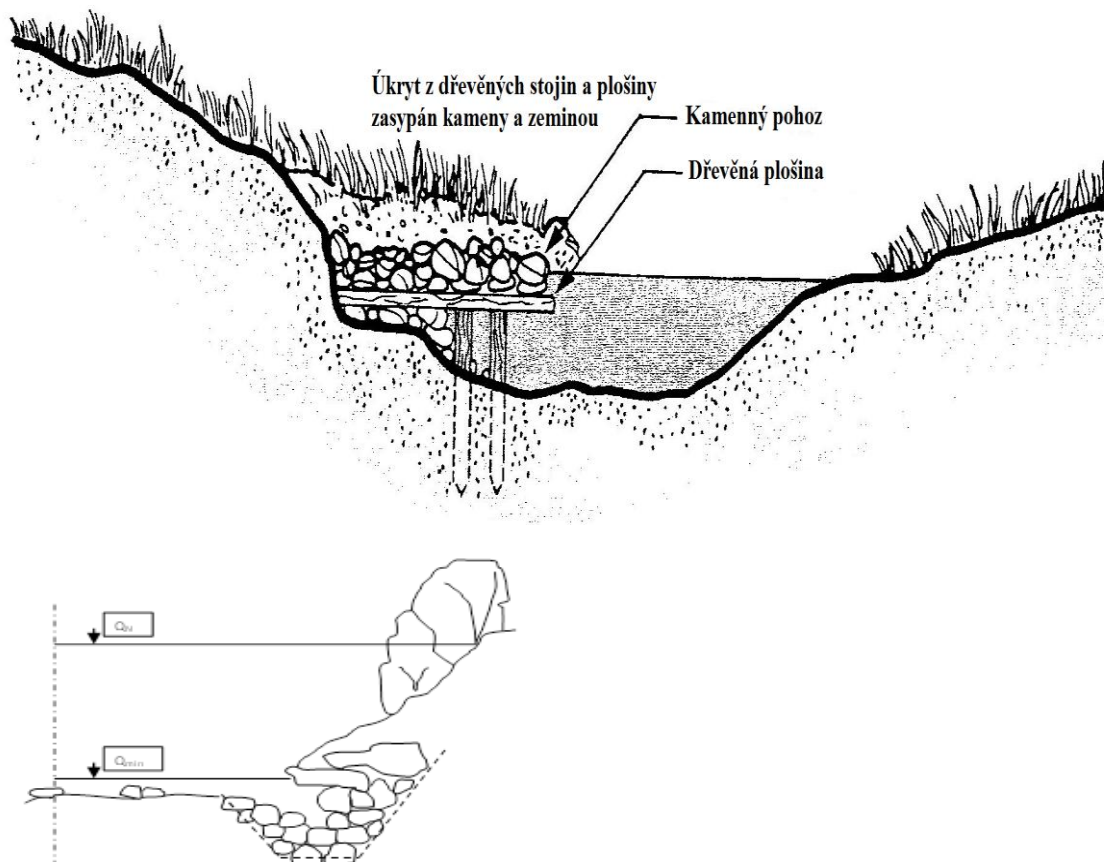


Obr. 4.1.1b Provedení kamenného jízku (řez, půdorys, fotografie) [1] [5]

4.1.2 RYBÍ ÚKRYT

V částečné úpravě koryta by tento prvek určitě neměl chybět. Rybám poskytuje místo pro odpočinek a výrazně posiluje diverzitu rybí osádky. Největší výhodou tohoto opatření plyne z kombinace biotechnického opevnění břehu toku a zároveň úkrytu pro ryby. Samotná konstrukce paty svahu s rybím úkrytem se neobejde bez několika doporučení: [5]

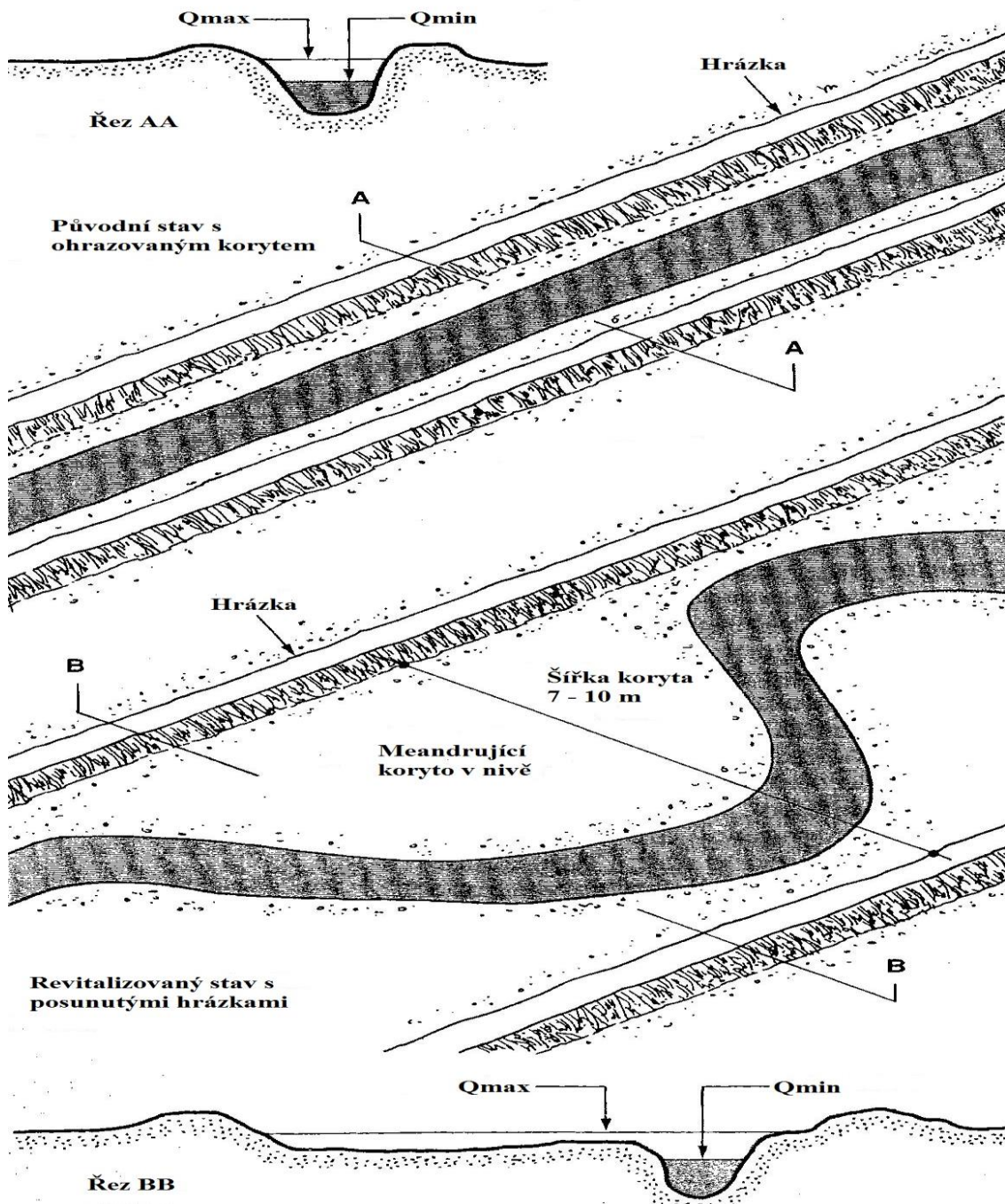
- Kameny pro úkryt vyskládat tak, aby v patě svahu vznikla dutina překrytá v horní části větším plochým kamenem nebo deskou.
- Dno prohlubně je vhodné umístit pod úroveň dna v toku, tak aby během zhoršených podmínek hladina vody v dutině byla na úrovni 0,3 – 0,5 m.
- Rybí úkryt realizovat po krátkých úsecích (3 – 5 m).
- Z důvodu proplachování dutiny a vymývání nánosů je vhodnější umístit úkryt v konkávně oblouku (konvexní neboli „náplavová“ strana oblouku je zde zcela nevhodná).
- V přímé trati ideální umístění v místě přechodu konkávy oblouku v přímou nebo v místě zúžení toku.
- Materiálová kombinace dřeva a kamene. Ideální je ostrohranné lomové kamenivo o průměru min cca 0,3 - 0,5 m. Dřevěné prvky z důvodů tlení dřeva při namáčení a vysychání musí být ponořeny pod hladinu odpovídající Q_{330d} .



Obr. 4.1.2 Provedení ryбіho úkrytu v patě svahu. [1]

4.2 REVITALIZACE ÚPLNÁ

Řeší celý rozsah dílčího povodí revitalizovaného toku, nebo alespoň oblast aluvia. Do tohoto typu revitalizace tedy spadá mimo úpravy ve vlastním korytě a jeho břehové hraně rovněž širší část nivy, hospodaření na přilehlých pozemcích, atp. Tento typ revitalizací se plánuje zpravidla v souvislosti s dalšími krajinářskými opatřeními (realizace ÚSES, KPÚ, atp.). Dle zákona 114/1992 Sb. každý vodní tok je chráněn jako VKP, které zahrnuje pásmo 50 m na obě strany. Je žádoucí (pokud to dovolují majetkové poměry území), aby bylo toto pásmo využíváno pro potřeby revitalizací. Častou metodou úplné revitalizace je návrat k přirozenému tvaru a vedení říčního koryta, včetně úpravy inundace. [7]



Obr. 4.2 Úplná revitalizace říčního koryta (řezy a půdorysy) [1]

5 RYBÍ MIGRACE

Je to snaha o zmírnění nebo vyhýbání se vlivu variability okolního prostředí. Ryby vyhledávají takové prostředí vhodné po dobu vývoje nové generace, které zajistí maximální úspěšnost přežívání jiker. Většina druhů ryb vyskytujících se v ČR migruje v rámci sladkovodního prostředí. Migrace mezi mořem a sladkými vodami a opačně v ČR se týkají lososa obecného a úhoře říčního. [8]

5.1 DIADROMNÍ MIGRACE

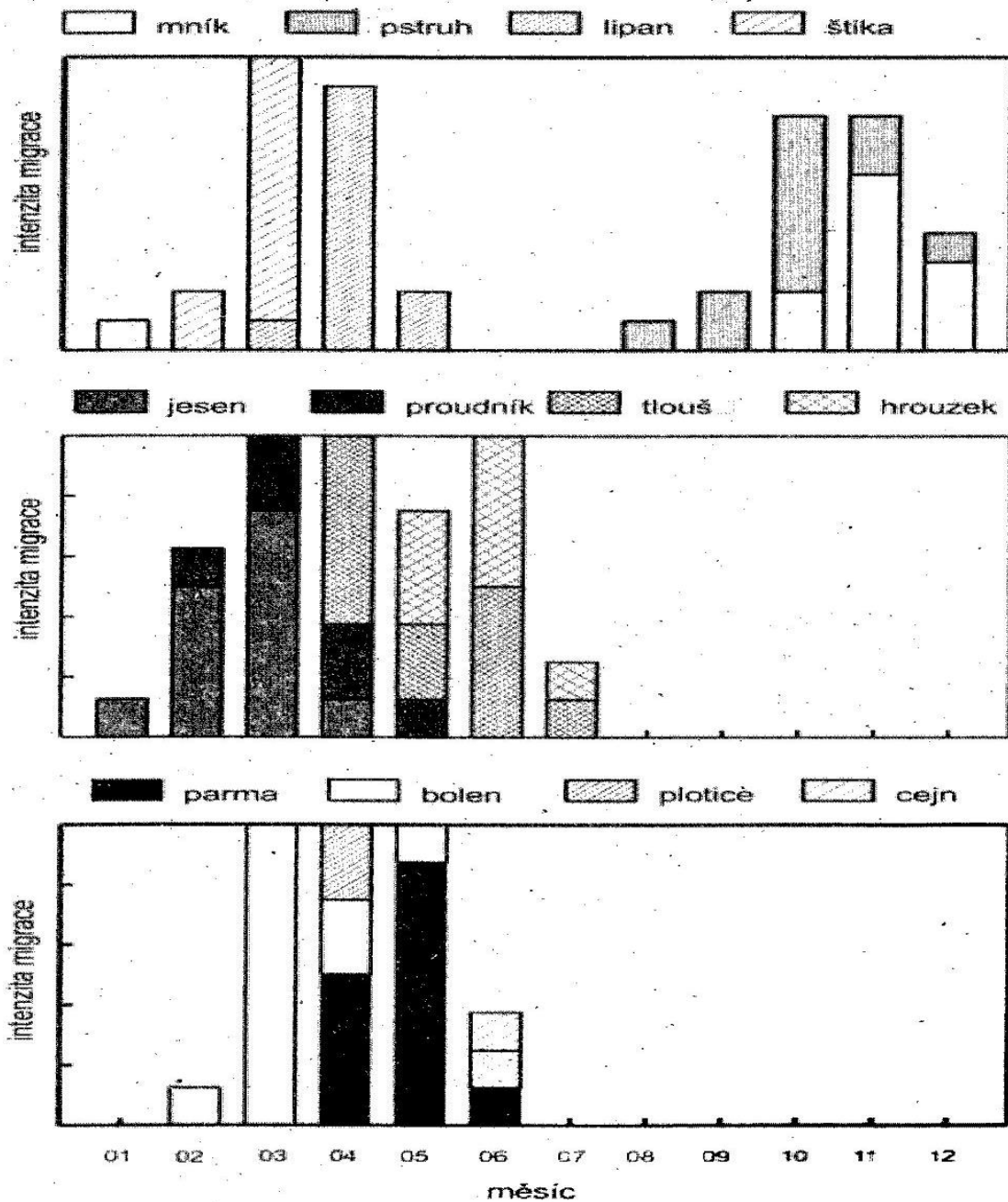
Je typem migrace směrem k mořskému prostředí a týká se diadromních druhů, které moře v určité části životního cyklu využívají. Katadromní ryba jako je úhoř říční se rozmnožuje v moři a dospívá ve sladkých vodách. Opačný jev doprovází anadromní druhy, které se rozmnožují ve sladkých vodách a moře využívají ke znásobení rychlosti svého růstu. V současnosti tyto migrace můžeme sledovat u úhořů a lososů na Labi v úseku státní hranice – Ústí nad Labem. Tyto ryby se v řekách pohybují z místa na místo i během kratších tahů, které nesouvisí s diadromní migrací a jsou řízeny stejnými mechanismy, na které reagují ostatní sladkovodní druhy ryb. Mezi tyto podněty patří hledání potravy, úkrytu, struktura sociálního prostředí nebo běžné sezónní změny prostředí. [8]

5.2 POTAMODROMNÍ MIGRACE

Jedná se o migraci v říčních systémech, a proto je obzvláště důležitá z hlediska geografických poměrů ČR. Přirozený gradient říční sítě a variabilita průtoků vyvolávají u ryb potřebu neustále se pohybovat z místa na místo. Oba faktory mají v důsledku různou dostupnost úkrytů a potravních stanovišť. Změny prostředí také mohou mít vliv na celkovou kondici ryby a energetickou rezervu, jak je známo alespoň u anadromních salmonidů. První studie migrace pro hospodářské využití se především týkaly pstruhů a lososů. Informace o stavech a pohybech takových ryb, jako jsou např. plotice obecná, parma říční, jelec proudník, jelec tloušť, mník jednovousý nebo cejn velký, se objevily až na samotném závěru 20. století. První práce o migracích druhů jako bolen dravý, jelec jesen a sumec velký se objevily dokonce až počátkem 21. století. Lín obecný, perlín ostrobřichý, cejn perleťový a sinný, ouklejka pruhovaná, ostrucha křivočará, oba druhy chráněných drsků a všechny druhy hrouzků jsou pořád neprobádané. Důležitou a nejpočetnější formou migrace je tzv. drift. Jedná se o transport v raných vývojových stádiích, která unáší proud vody tisíce kilometrů daleko. Po vylíhnutí a vyspění jedinců do fáze, se část z nich snaží dostat zpět. Druhy ryb trvale žijících a rozmnožujících se na území ČR není příliš účelné rozdělovat na migrující a stacionární. Obecně totiž platí, že různí jedinci stejného druhu, často i z jedné populace, jsou schopni setrvat několik měsíců na úseku pouze desítky metrů dlouhém nebo se ve stejném čase přemístit o stovky kilometrů. [8]

5.3 REPRODUKČNÍ MIGRACE

Jsou nejdelší a všeobecně bývají načasovány prodloužením nebo zkrácením intervalu denního světla. Většina našich druhů ryb migruje právě v kalendářně definovaném jarním období. Protiproudní migraci na přelomu října a listopadu můžeme pozorovat u pstruha obecného. [8]



Obr. 5.3 Schéma popisující průběh reprodukčních migrací u běžných druhů ryb během ročního cyklu [8]

5.4 POTRAVNÍ A ONTOGENETICKÝ PODMÍNĚNÉ MIGRACE

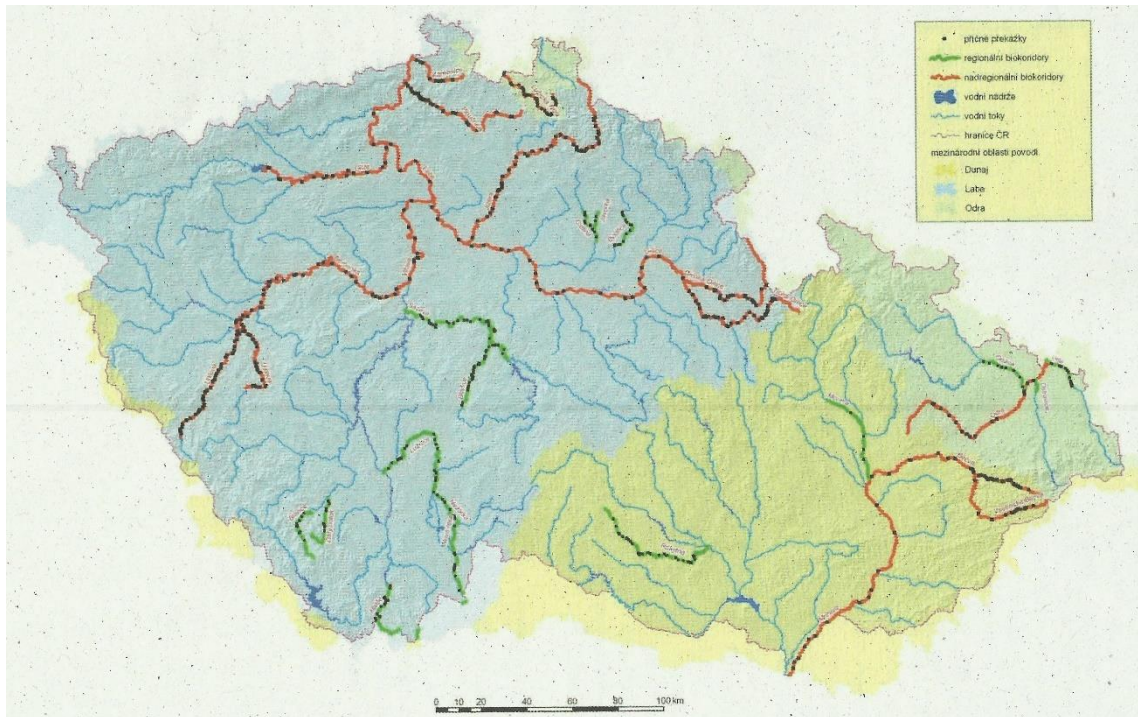
Tato migrace je nejtěžší ke své identifikaci. Problém nastává v okamžiku, když ryba migruje pouze za cílem nalezení a získání potravy. Nejlepší prokazatelná potravní migrace je u pstruha obecného do horských toků. Ostatní kaprovité ryby a sumci migrují přes noc, kdy plavou několik kilometrů jedním směrem a do rána jsou zase zpět ve svém úkrytu. [8]

5.5 ÚKRYTOVÁ MIGRACE

Jsou většinou spojeny s periodickou změnou životních podmínek. Na začátku zimního období se pstruzi stěhují do níže položených oblastí, kde nacházejí vhodné nepromrznuté hlubší tůně a nižší rychlosti proudění pro menší spotřebu energie. [8]

6 REVITALIZACE PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK V TOKU

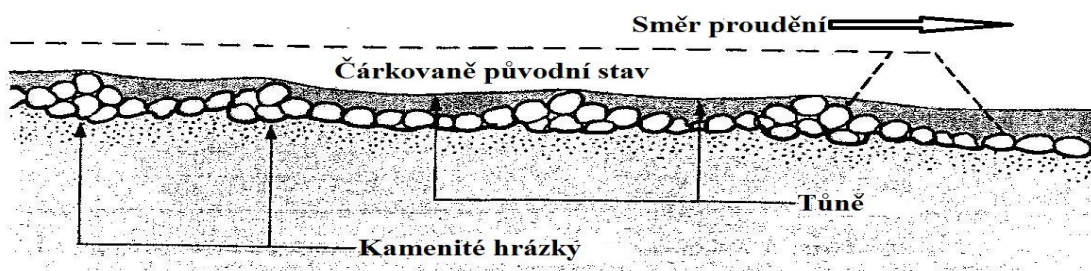
Schopnost pohybu ryby napříč korytem často znemožňuje výstavba nových vodních děl. Stupně, jezy, přehrady, hráze, malé vodní elektrárny, propustky, úseky s tvrdým opevněním a malou hloubkou jsou rybami vnímány jako překážky. Migračně prostupný vodní tok nebo úsek toku je takový, v němž spádové, hydraulické, hydrologické fyzikální a chemické parametry umožňují bezpečnou obousměrnou migraci ryb. Tento požadavek lze docílit různými metodami spadajícími pod revitalizaci koryta. [8]



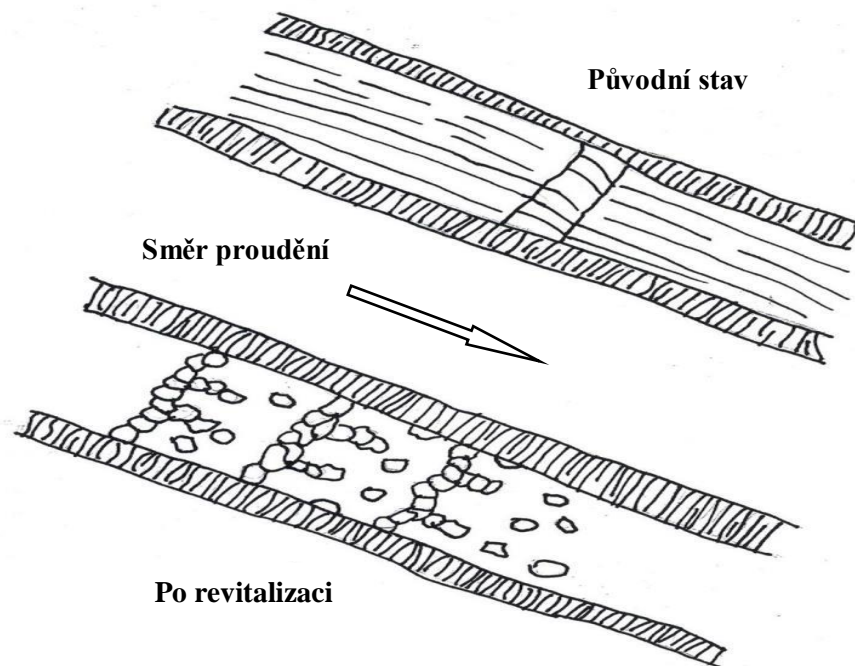
Obr. 6 Mapa ČR zobrazující zprůchodnění říční sítě v nadnárodních a národních migračních koridorech [8]

6.1 ODSTRANĚNÍ PŘÍČNÉ PŘEKÁŽKY

Nejjednodušší a neekologičtější postup je příčnou bariéru zcela odstranit: Opatření lze provést pouze v úseku, kde jez nebude dále využíván pro primární účely jako je náhon pro malou vodní elektrárnu, odběr vody, redukce podélného sklonu nivelety dna koryta. V případě odstranění takové stavby nastává obnovení biotopu včetně třecích ploch. V místě odstranění vznikne kamenitá kaskáda rozdělená na hrázky a tůňky. Výhoda tohoto opatření je vysoká funkčnost a taky estetická stránka při použití místního materiálu. [9]

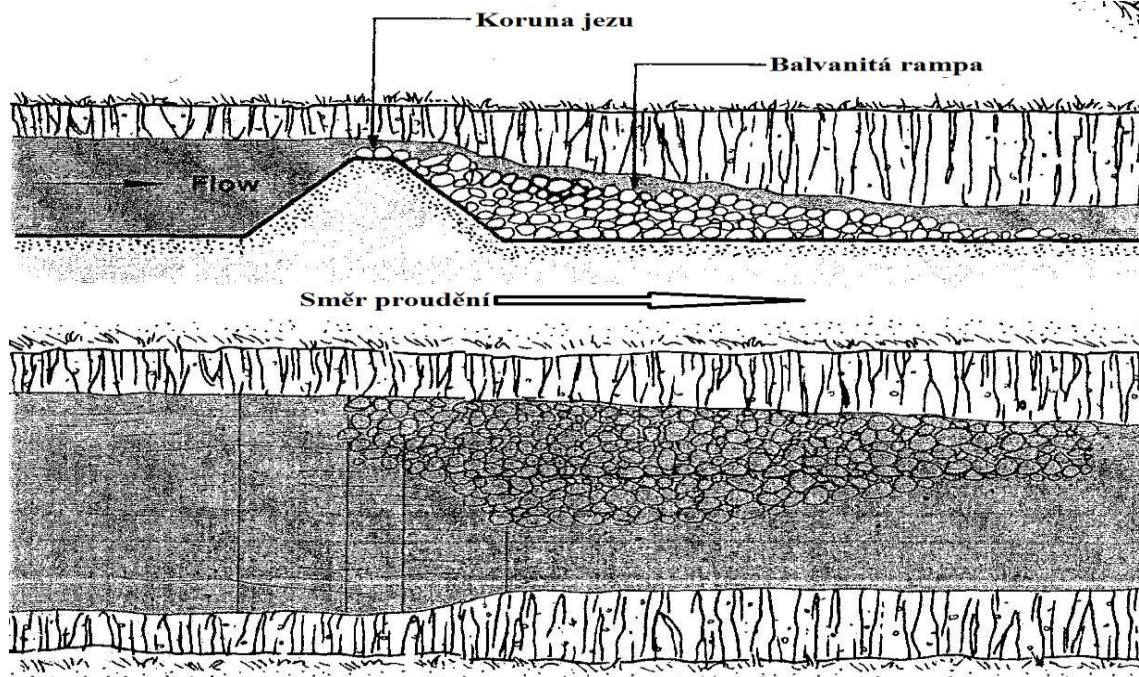


Obr. 6.1a Schéma nahrazení původního jezu balvanovým skluzem (řez) [1]



Obr. 6.1b Schéma nahrazení původního jezu balvanitou kaskádou (půdorysy) [1]

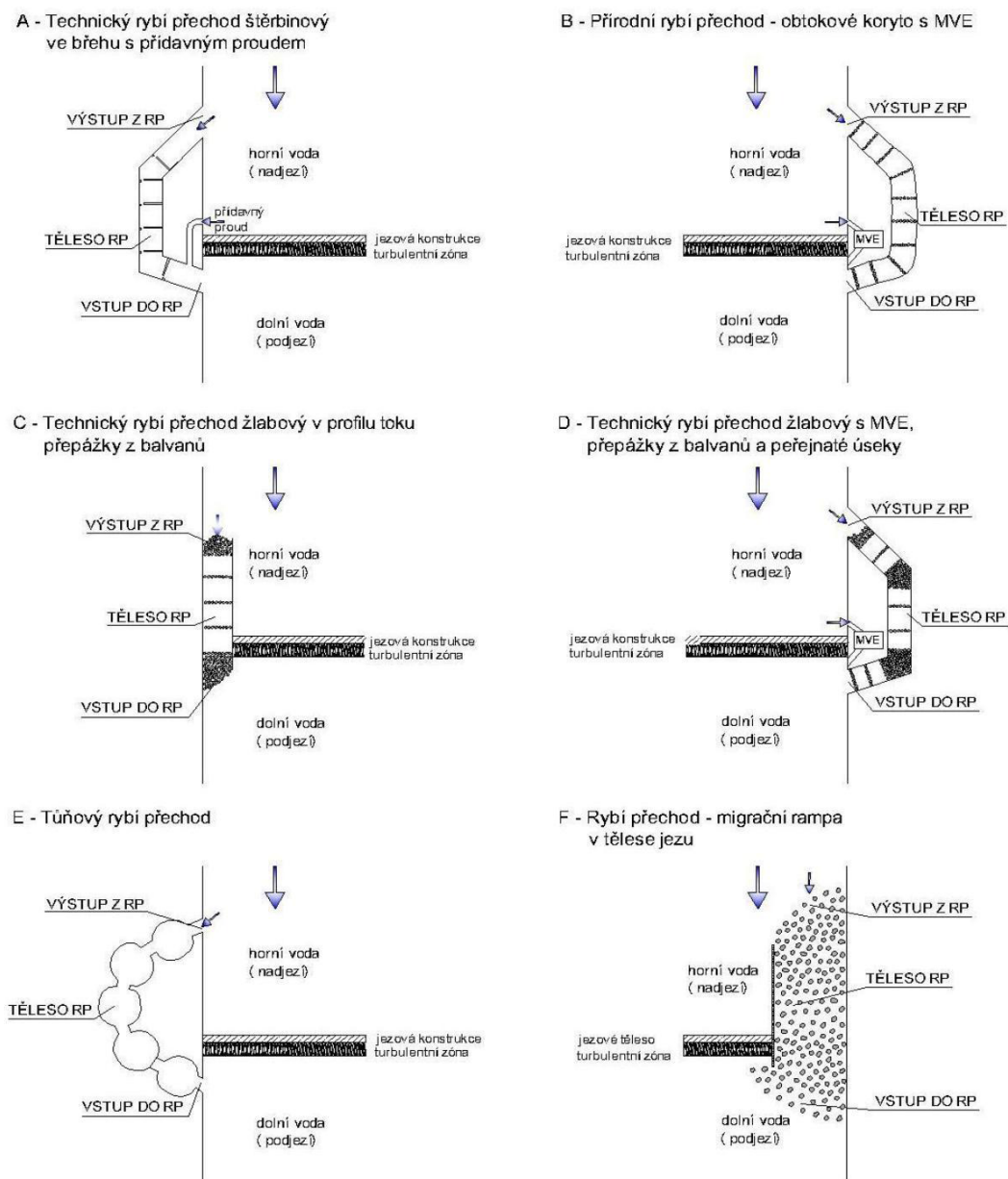
Druhá možnost existuje v kompromisu mezi odstraněním příčné překážky a výstavbou rybiho přechodu. Jez nebo spadový stupeň zůstává ponechán v původním stavu, ale do půlky přelivné hrany jezu zasahuje navrstvená balvanitá rampa z přírodního kamene. Tímto dosáhneme vysoké migrační prostupnosti. Umístěním přechodu přímo na jezu zjednodušíme rybám orientaci během migrace. [9]



Obr. 6.1c Schéma balvanité rampy (fish slope) na stávající jezové konstrukci (půdorys a řez) [1]

6.2 PŘÍRODĚ BLÍZKÉ RYBÍ PŘECHODY

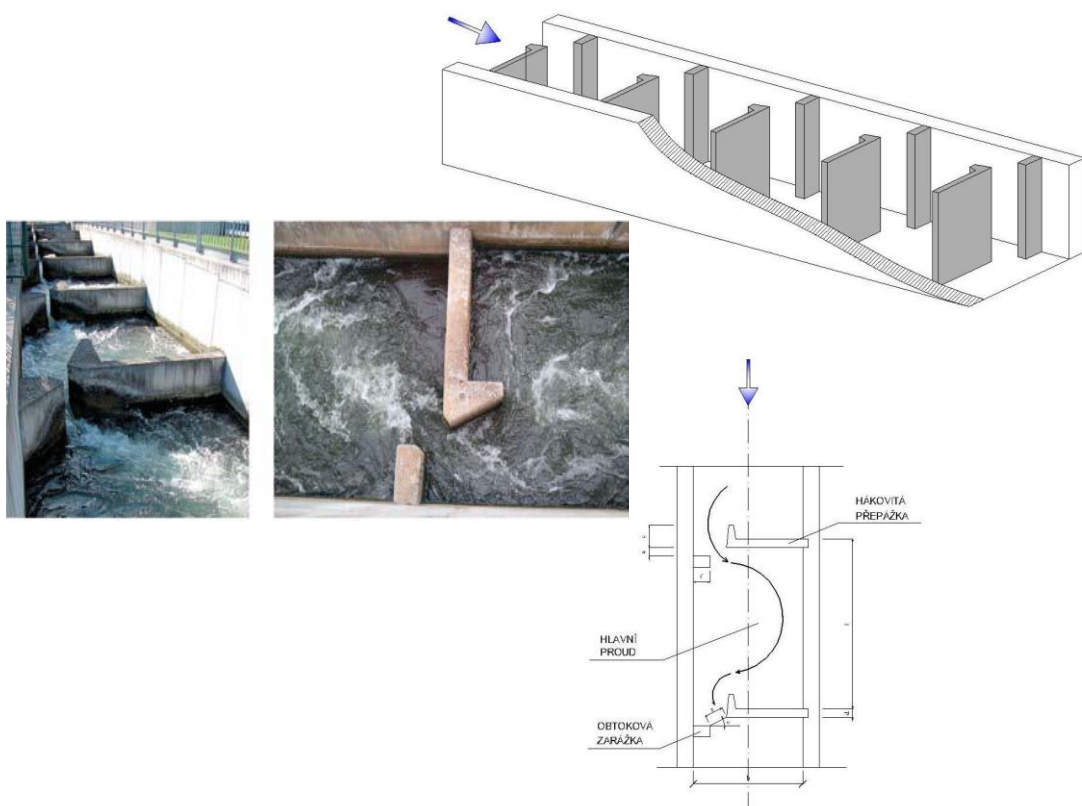
Všude tam, kde jakákoliv manipulace nebo zásah do provozu jezu není žádán, se obvykle provádí výstavba rybího přechodu. První skupinou jsou přírodě blízké rybí přechody. Tyto RP jsou svým charakterem, vnitřním uspořádáním, strukturou a prouděním vody velmi blízké přírodním poměrům, a proto by měly mít přednost před technickými RP. Jejich výstavba je podmíněna použitím přírodních materiálů. Prvním ze skupiny přírodě blízké RP je obtokové koryto. Svým návrhem obchází migrační bariéru a spojuje podjezí s nadjezím bočním vedením. Pro menší toky s nízkými výškovými rozdíly je nejvhodnější alternativou dnová peřej. Jedná se o uměle vybudovaný peřejnatý úsek v celé šířce toku. Třetí možnosti přírodě blízké RP je tzv. migrační rampa. Je tvořena většími kameny a balvany, které jsou pevně ukotveny na betonovém základu. [9]



Obr. 6.2 Rybí přechody různého typu a lokalizace (půdorysy) [9]

6.3 TECHNICKÉ RYBÍ PŘECHODY

Poslední rozsáhlou skupinou jsou technické RP. Výstavba technických rybích přechodů nevyžaduje použití přírodních materiálů. Jsou sice ekonomické, ale neestetické a někdy je i sporná jejich funkčnost. Proto je více než vhodné dodržovat všechny doporučení a zásady spojené s výstavbou technických RP. Stejně jako přírodě blízké RP se technické skládají s více typů. První z nich je žlabový rybí přechod. Jedná se o betonový žlab vyskládaný betonovými příčkami. Příčky mohou být taky z balvanů nebo speciálních kartáčů. Další skupinou jsou kombinované RP, které kombinují prvky přírodního a technického RP. Mezi speciální přechody patří komůrkový RP, Denilův RP, výtah pro ryby, přechody pro juvenilní úhoře, lososy, mořské pstruhy a další z moře migrujících druhů. U všech zmíněných RP je důležité stanovit vhodný průtok a dodržet pozvolný sklon. [9]



Obr. 6.3 Štěrbinový rybí přechod (půdorysy a fotografie) [8] [9]

Tab. 6.3 Srovnání účinnosti rybích přechodů podle Bunta a kol. (2011) [8]

účinnost tratě	typ rybího přechodu				
		balvanitý	štěrbinový	komůrkový	Denilův
rozpětí hodnot	[%]	0–100	0–100	0–100	0–97
průměr / medián	[%]	70 / 86	45 / 43	40 / 34	51 / 38
atraktivita vstupu					
průměr / medián	[%]	48 / 50	63 / 80	77 / 81	61 / 57
celková účinnost	[%]	43	44	43	62

6.4 RYBÍ KANÓN

Zajímavou novinkou ze světa technologií je tzv. lososí kanón americké firmy Whoosh Innovations, který si dokáže poradit s „libovolně“ vysokou překážkou, a dostat ryby úspěšně na druhou stranu. Jev, ke kterému dochází během přemístění ryby, jde jednoduše přirovnat k principu velkého vysavače. Migrující ryba je nalákána k ústí kanónu prouděním vody. Následuje vcucnutí vstupním otvorem nasávacího zařízení a podtlakem v hladkém potrubí je rybu dopravena až k cíli. Příklad je schopný transportovat maximálně 40 ryb za minutu až na vzdálenost 250 m včetně zákrutů. Samotné ryby se trubicí pohybují rychlostí do 10 m/s (36 km/h), ale údajně přepravu potrubím zvlhčovaným drobnou vodní mlhou snášejí velmi dobře. Fungující rybí kanón eliminuje většinu zranění, která lososi při přeskokoch proti proudu utrpí (a tím zabraňuje i šíření infekcí). Další výhodou pak je, že senzorické zařízení připojené k rybímu kanónu může konstantně monitorovat, jaké druhy a poddruhy ryb (včetně těch nepůvodních či chráněných) řekou v tomto směru plynou. [10] [11] [12]



Obr. 6.4 Rybí kanon v praxi (schéma a fotografie) [12]

7 VEGETAČNÍ DOPROVOD

Nedílnou součástí každé revitalizace je obnova říční vegetace. Vegetační doprovod vodních toků tvoří primární základ územních systémů ekologické stability (ÚSES) a splňuje několik zásadních funkcí: [13]

- **Protierozní, protiabrazní** – před účinky proudící vody, před ledochodem, vlnobitím a jinými prvky
- **Protideflační** – ochrana před zanášením říčního koryta větrem transportovaným materiálem z okolních pozemků
- **Ochranná** – před zarůstáním, či zanášením říčního koryta
- **Kvalita vody** – vliv na samočisticí schopnost vodního toku
- **Útočiště fauny** žijící v těsné blízkosti vodních ploch
- **Estetická**
- **Produkční**
- **Tvorba přirozeného biokoridoru**
- **Rekreační**
- **Hygienická**

Každé úpravě nebo rekonstrukci břehového a doprovodného porostů předchází analýza současného stavu. Velice praktická metoda vyhodnocení vegetace spočívá v podrobné rekognoskaci posuzované části břehu. Posuzovaný úsek rozdělíme na dílčí úseky max. do 100m. Následující tabulka popisuje metodu hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu posuzovaného úseku. [13]

<i>Podíl poškozených nebo nevhodných dřevin</i>	<i>[%]</i>	<30	30-60	>60
<i>Počet vegetačních pater</i>	<i>[-]</i>	3	2	1
<i>Šířka vegetačního pásma (od přibližné úrovně Q_a)</i>	<i>[m]</i>	>10	7-10	<7
<i>Druhová rozmanitost dřevin</i>	<i>[-]</i>	>7	4-6	<3
	<i>počet bodů</i>	1	2	3

Relativní hustota porostů :

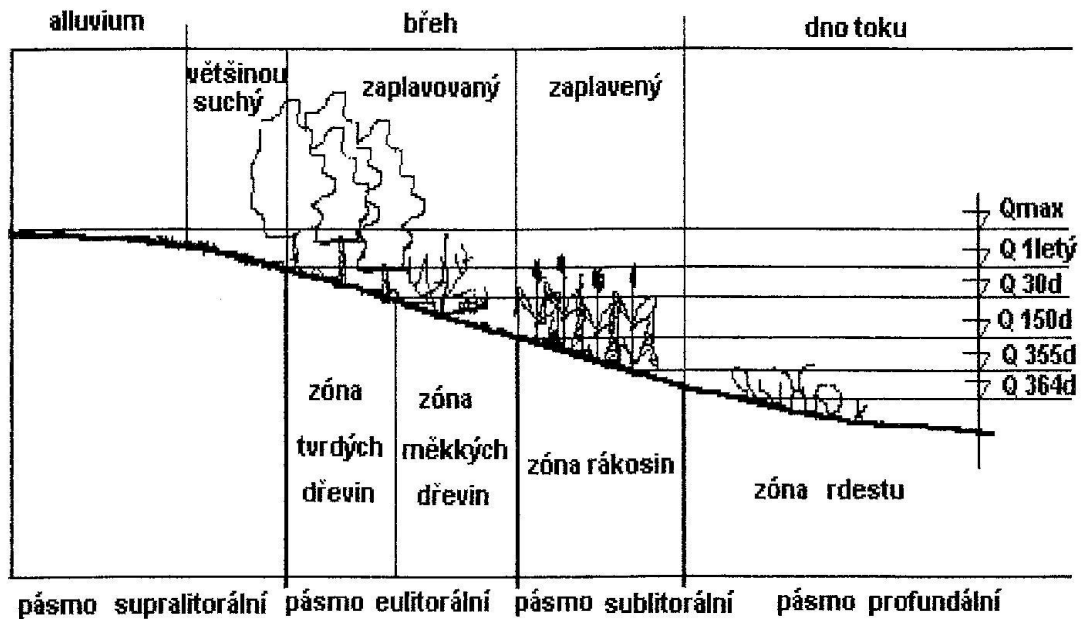
souvislý porost s místními průhledy na hladinu	1
střední a velké skupiny porostů	2
bez porostů, malé skupinky, solitery	3

Hodnocený úsek začleníme dle součtu získaných bodů do třech kategorií:

5-6 bodů => **vegetační doprovod v dobrém stavu**

7-8 bodů => **v úseku jsou nutné úpravy, dosadby**

nad 9 bodů => **nutné rozsáhlé zásahy, případně celková obnova**



Obr. 7a Schéma rozmístění břehové vegetace (řez) [13]

- **profundální pásmo:** permanentně zatopená část břehů, osídlená vodními rostlinami volně plovoucími, ponořenými, zakořeněnými i nezakořeněnými – okřehek, rdest, aj.
- **sublitorální pásmo:** zóna rákosin – zde se vyskytují rákos, puškvorec, šmel okoličnatý a další.
- **eulitorální pásmo:** široké rozpětí, v nižší části rdesno, rákos, orobinec, blíže max. hladině měkké dřeviny – vrby, olše, topol
- **supralitorální pásma:** nad úrovní návrhové hladiny, většinou suchá oblast, oblast doprovodných porostů dub lesní, jasan, javor, lípa...

7.1 BŘEHOVÝ POROST

Břehový porost stabilizuje svah, hranu svahu kynety a případně svahy berem. Samostatně stojící dřevina bez spolupůsobení s tuhým opevněním je k ničemu a stává se spíše překážkou během zvětšených průtoků. Každá výsadba by měla splňovat následující zásady: [13]

- Dřeviny uvnitř vodního toku s korunou nad úrovní břehové hrany upravujeme jako kmenové porosty.
- Optimální výška pro umístění stromů je 0,6 až 1,1 m nad hladinou průměrných průtoků vody během vegetačního období.
- Provádíme souvislou výsadbu, případně výsadbu větších skupin. Optimální vzdálenost mezi jednotlivými dřevinami v přímé trati a v konvexách oblouků je 2 m, v konkávních nebo příliš zakřivených obloucích je 1,3 až 1,7 m. Topoly vysazujeme ve všech částech koryta co 4 m včetně mezisadby jiných dřevin. Důraz klademe na ochranu břehů v konkávě.
- Sklony svahů volíme v rozmezí 1:2 až 1:15
- Kamenná patka dobře spolupůsobí s vhodným břehovým porostem jako ochrana paty svahu.

7.1.1 DOPROVODNÝ POROST

Podle možnosti dané lokality umísťujeme doprovodný porost za břehovými hranami. Z ekologického hlediska je neoptimálnější členitá výsadba ve více řadách a patrech. Ne všude lze tyto požadavky dodržet, proto snažíme se dodržet několik zásad: [13]

- Návrh minimálně dvouetážového porostu s využitím keřového patra.
- Tam, kde je místo, navrhujeme rozšíření porostů.
- Základ doprovodného porostu stanoví stromy přesahující na výšku 20 m.
- U jednořadé (alejové) výsadby volíme raději jeden druh dřevin
- Ovocné dřeviny nevysazujeme.
- Větší mezery mez vzrostlými skupinami stromů doplníme solitéry nebo nižšími stromy a keři.
- Keře vysazujeme od hranice sousedního pozemku minimálně 1 m a stromy 3 m.

7.1.2 TRAVNÍ POROST

Travní pokryv svahu břehu je důležitý pro zpevnění půdního povrchu a také pro protierozní účel. V dnešní době existuje několik metod setby travní směsi: [13]

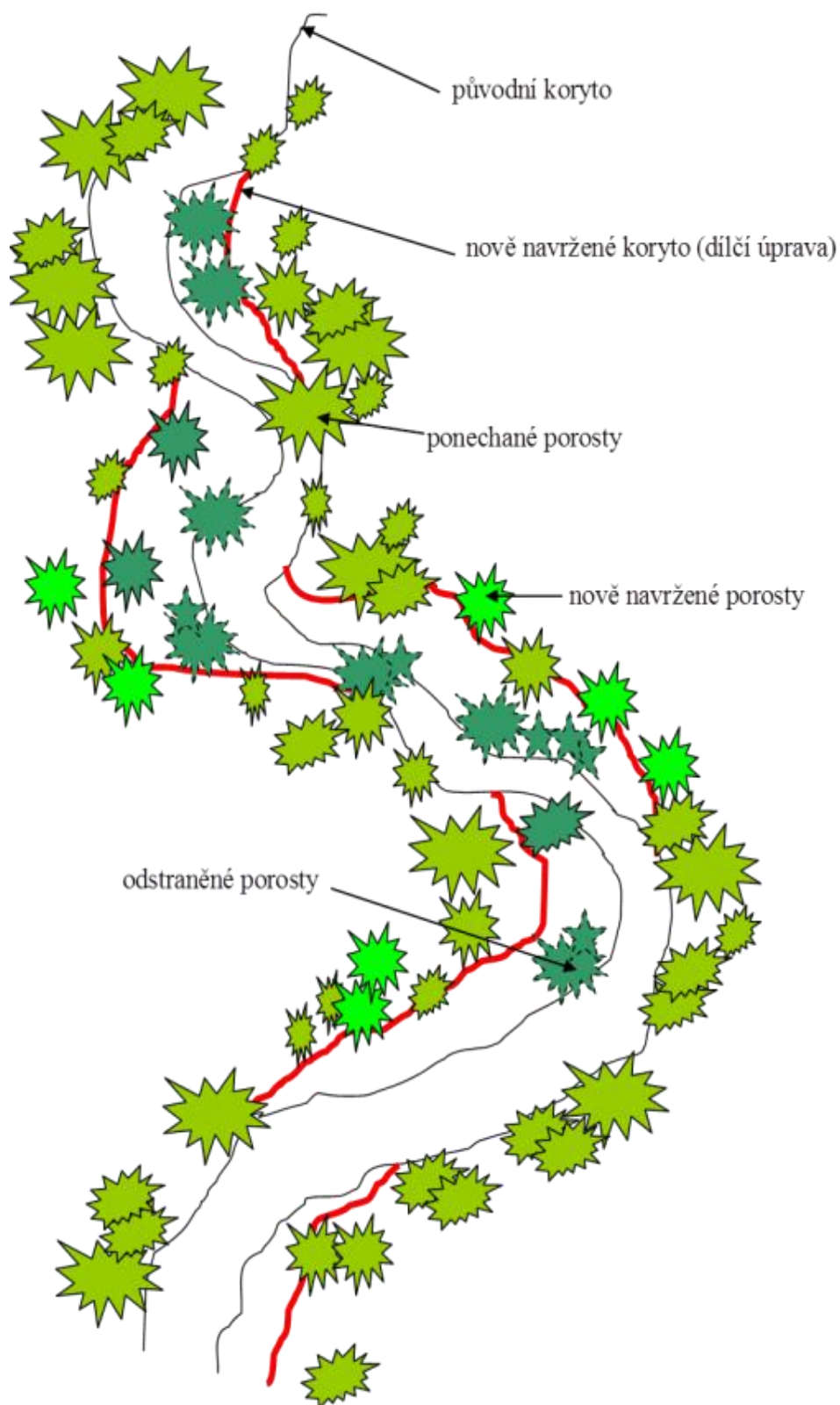
- Zakládání travních porostů výsevem
- Zakládání travních porostů drnováním
- Zakládání travních porostů hydroosevem
- Ostatní technologie

7.1.3 DRUHOVÁ SKLADBA POROSTŮ

U břehových porostů jsou nejužívanějšími dřevinami olše (*Alnus*), vrby (*Salix*), jasan (*Fraxinus*), javor (*Acer*), jilm (*Ulmus*), topol (*Populus*) aj. Z keřů jsou to keřové vrby (*Salix*), svída (*Cormus*), brslen (*Euonymus*), hloh (*Crataegus*), krušina (*Frangula*), a další. [13]

Doprovodné porosty pak mohou tvořit dřeviny jako jasan (*Fraxinus*), javor (*Acer*), jilm (*Ulmus*), lípa (*Tilia*), habr (*Carpinus*), dub letní (*Quercus robur*). Vtroušené pak bříza (*Betula*), třešeň ptačí (*Cerasus avium*), jeřáb (*Sorbus*). V podrostu pak například navrhujeme ptačí zob (*Ligustrum*), lísku (*Corylus*), zimoléz (*Lonicera*), a další. [13]

V rámci výsadby nového porostu bychom neměli zapomenout ponechat část původních porostů
Kombinace nové a původní vegetace bude mít příznivý účinek. Nové dřeviny by měly být striktně autochtonní – takové, které přirozeně souvisí a patří k dané lokalitě. [13]



Obr. 7b Revitalizace vodního toku s částečnou likvidací břehového porostu [7]

8 IDEOVÝ NÁVRH REVITALIZACE ÚSEKU SVRATKY

Řešený úsek řeky Svatky je ohraničen hrází Brněnské přehrady na horním konci a na dolním konci k. ú. Brno- Chrlice. Úsek je dlouhý 27,4 km a jeho plocha povodí činí 2891,987 km². Návrh je rozdělen na 4 úseky, které byly vhodné pro revitalizaci. Návrhové úseky vychází ze studie „Možnosti revitalizace údolních niv hlavních brněnských toků“, doplněné o ideový návrh revitalizace pro ryby. Situace znázorňují plochy určené pro revitalizaci charakteru městské zeleně i charakteru krajinné zeleně. Rozsáhlé revitalizace nivy jsou navrženy v prostoru Komínských luk, Žabovřeských luk a bývalém areálu vodáren (např. obnova Komínského potoka nebo vodácký kanál sloužící i pro migrační překonání jezu Kamenný mlýn). V úseku nad soutokem se Svitavou je navrženo rozšíření koryta snížením pravobřežní nivy. Návrh je doplněn o ideovou revitalizaci tří brněnských jezů. Vyřešení otázky migrační prostupnosti brněnské Svatky je klíčovým prvkem celého návrhu. [14] [15]

8.1 ŘEKA SVRATKA V BRNĚ

Řeka Svatka pramení severně od Žďáru nad Sázavou u obce Cikháj a vlévá se do vodní nádrže Nové Mlýny, kde stanoví největší levobřežní přítok Dyje. Svatka (do r. 1918 nazývaná Švarcava) i s hlavním přítokem Svitavou protéká brněnskou aglomerací, což mělo výrazný historický vliv na průběh úpravy koryt. Kvalita vody v celém řešeném úseku je na úrovni III. třídy – znečištěná voda, ačkoliv se v posledních letech mírně zlepšuje. Problematická je eutrofizace brněnské přehrady a každoroční výskyt sinic (zákaz koupání v letních měsících). Řeka Svatka je v dolní části částečně ohrazována. Nejvíce regulovaná je ve střední části, kde je provedena úprava v kolmých kamenných zdech. Horní úsek se charakterem blíží přirozenému toku. Břehové porosty Svatky jsou relativně kvalitní a významně se podílejí na přírodním vzhledu upravených úseků. [16] [14]

Hydrologické údaje pro hlásný profilu č.375, stanice Brno – Poříčí: [17]

Průměrný roční stav: **54** [cm]

Průměrný roční průtok: **7,76** [m³/s]

Tab. 8.1a M-denní průtoky [18]

<i>M-denní průtoky Q_m:</i>	30	90	180	270	300	330	355	364
<i>[m³/s]</i>	18,10	8,55	4,46	2,85	2,35	1,83	1,26	0,82

Tab. 8.1b N-leté průtoky [17]

<i>N-leté průtoky Q_N:</i>	1	5	10	50	100
<i>[m³/s]</i>	51,1	110,0	142,0	235,0	283,0

8.2 RYBÍ OSÁDKA

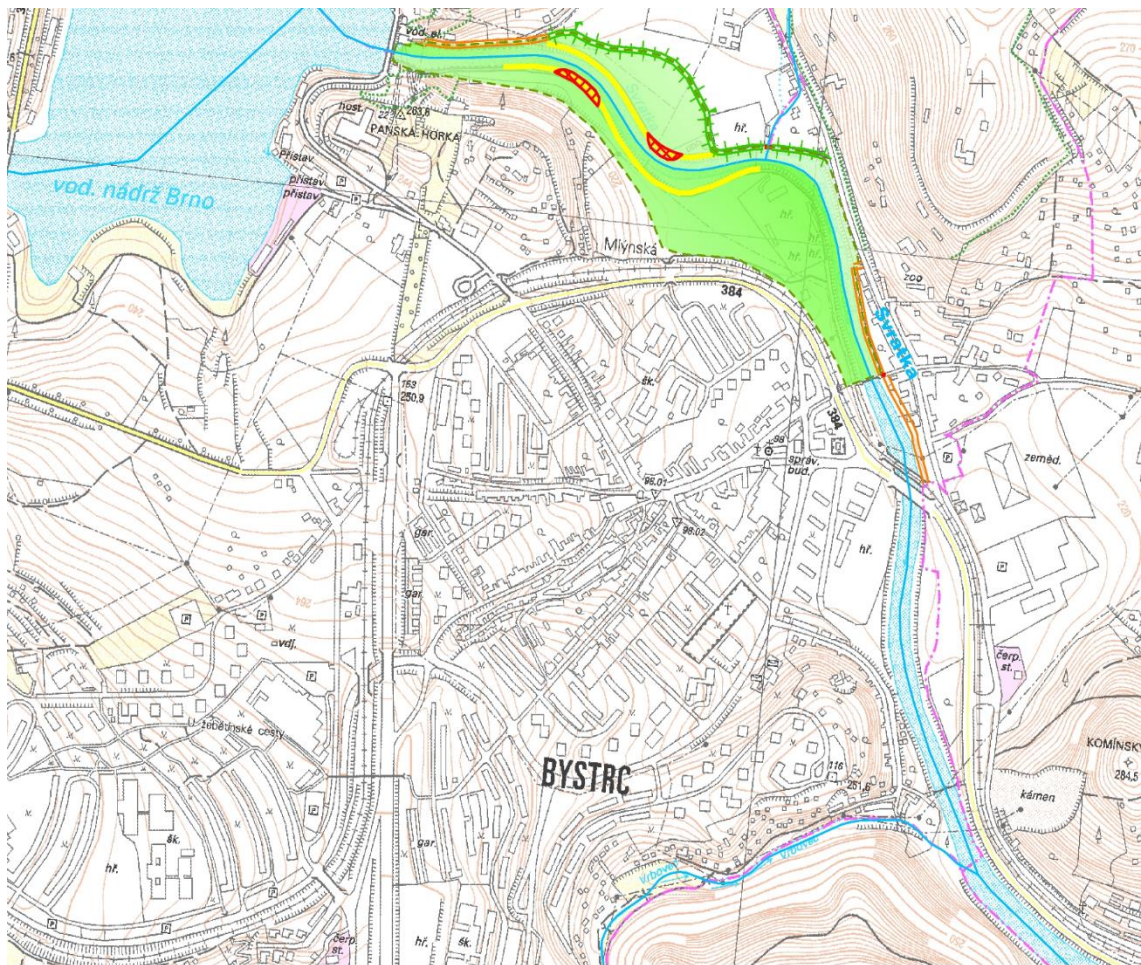
Řešený úsek spadá do úrovně mimopstruhových revírů. Od hráze Brněnské údolní nádrže (54,8 ř. km) až k po jez Kamenný mlýn (50,210 ř. km) patří pod MO Brno 2 (461 140 - SVRATKA 4). Od Kamenného mlýna (50,210 km) až k soutoku se Svitavou (40,711 km) patří pod MO Brno 1 (461 139 - SVRATKA 3). Celé území města Brna spadá do oblasti kaprových vod. Všechna dílčí povodí na území města Brna kromě povodí Svitavy až po soutok se Svatkou nesplňují přípustné hodnoty a nároky na kvalitu vod dle NV č. 71/2003. Podle vyhodnocení plánu oblasti povodí Dyje je celkový stav rybí fauny v řešeném úseku hodnocen jako nevyhovující. [19] [20] [14]

9 NÁVRH OPATŘENÍ









Obr. 9 Přehledná situace řešených úseků. Měřítko 1:40 000

9.1 SVRATKA 1



LEGENDA:

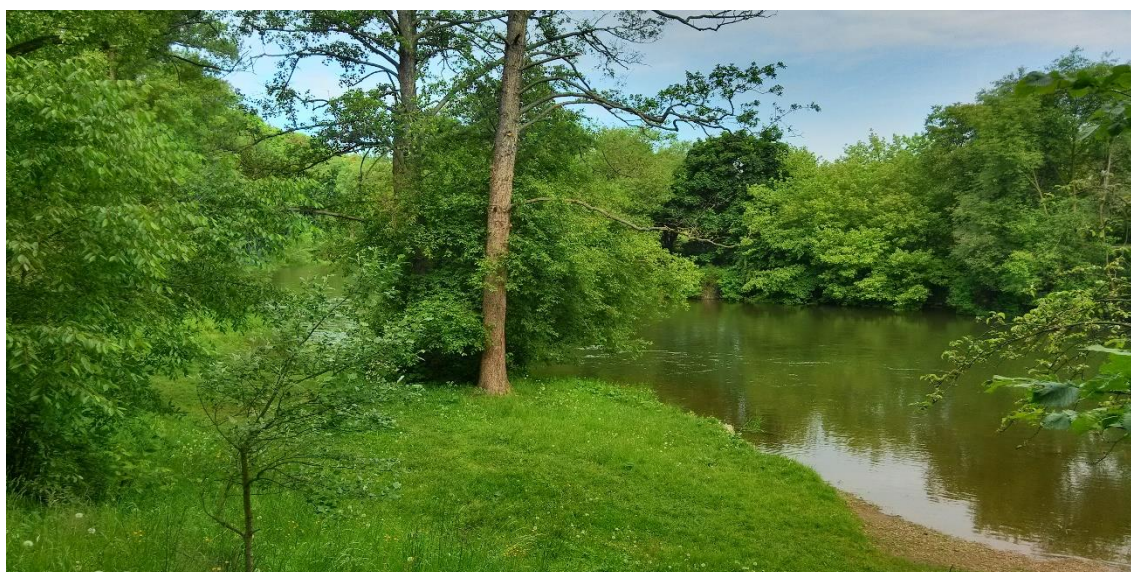
-  přírodě blízké PPO - zájmová plocha
-  migrační překážka, jez
- Návrh:**
-  snížení břehu - berma
-  zemní hráz
-  protipovodňová zídka
-  zóna rákosin

Obr. 9.1a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000

V tomto úseku je koryto lichoběžníkového tvaru. Šířka dna je v rozmezí 15 až 35 m, s proměnným sklonem svahů. Hloubka koryta dosahuje od 3,5 do 5,0 m. Kapacita koryta je 281 m³/s. Levý břeh koryta od přehrady až k prvnímu oblouku je v současnosti po rekonstrukci opevněn kamennou dlažbou do betonu. V přímé je pata svahu vystlaná „gabionovými matracemi“. Tato část toku je nejvíce ovlivněná průtokem s MVE pod přehradou, což může mít negativní vliv na rybí populaci. Zónu tvrdých a měkkých dřevin v celém úseku hodnotím jako vitální, ale chybí zde klidová místa pro ryby. Sublitorální zóny, doplněné rákosem, puškvorcem nebo jinou místní vegetací, by z části vyřešily tento problém. Toto opatření počítá s návrhem dvou zón rákosin umístěných na bermách prvních dvou konvexních břehů. Zóny budou poskytovat dostatečný úkryt rybám před dravci. Mezi oblouky jsou také vhodná místa pro tůňovo- brodové sekvence.



Obr. 9.1b Revitalizovaný úsek pod přehradou (Svratka 1)



Obr. 9.1c Konvexní břeh v současném stavu (Svratka 1)



Obr. 9.1d Konvexní břeh s návrhem bermy a zóny rákosin (Svratka 1)

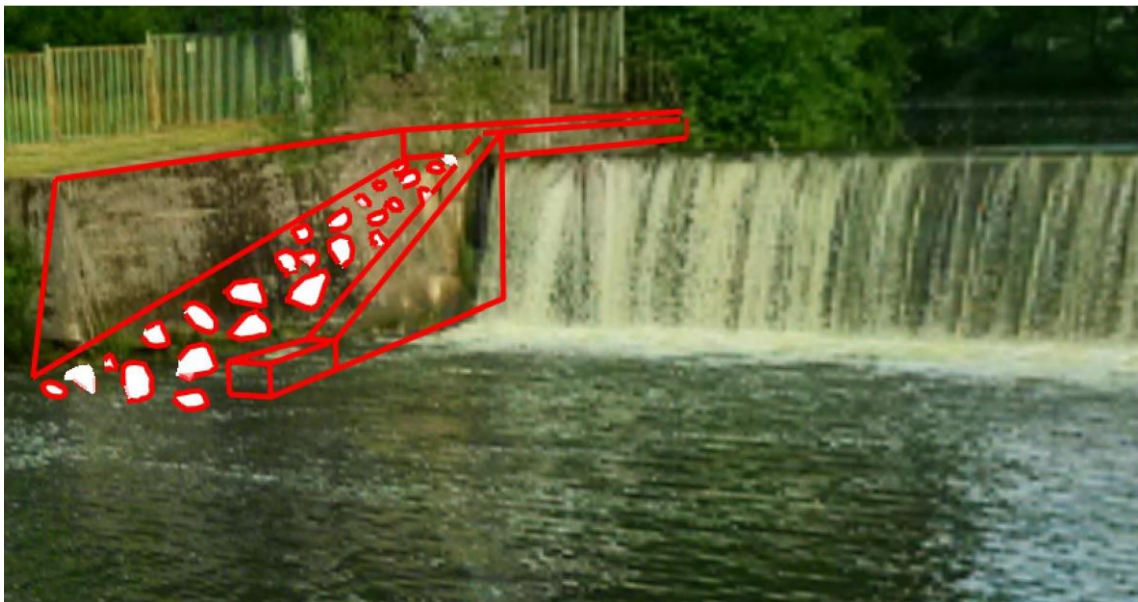
9.2 JEZ KOMÍN

(52,700 ř. km)



Obr. 9.2a Jez Komín – současný stav

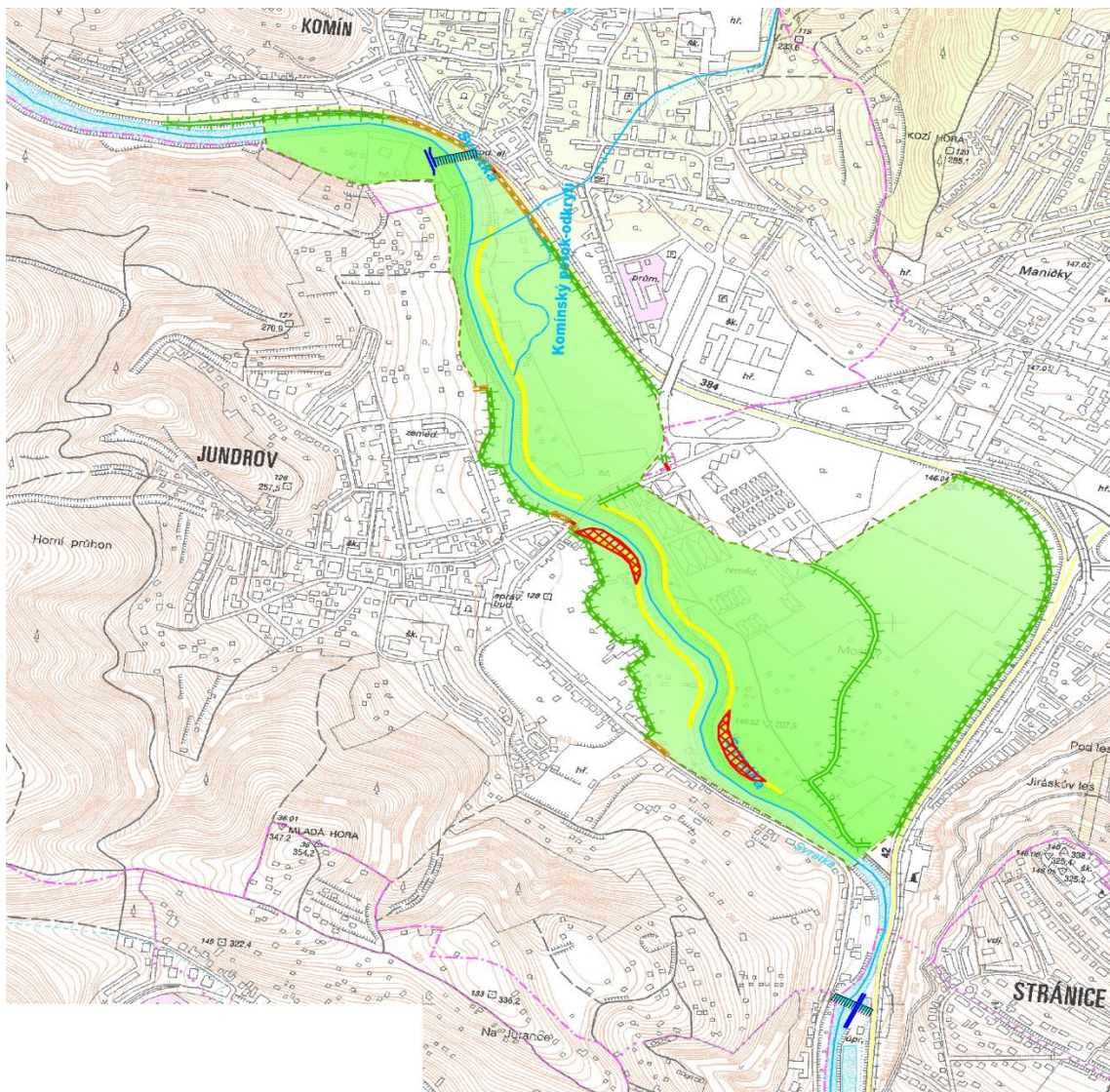
První migrační překážka se nachází v městské části Brno- Komín. Jez Komín je betonový s ocelovou klapkou o výšce 1,1 m, rozdělenou na dvě části. Na levém břehu a v střední části řeky se nachází MVE z 1923 roku. Po rozsáhle rekonstrukci elektrárna dnes zásobuje 200 domácností a současně slouží jako vyrovnávací zdroj pro elektrárnu na Brněnské přehradě. Je osazena dvěma Kaplanovými turbínami. [21]



Obr. 9.2b Jez Komín – Návrh možného umístění rybího přechodu

Po rekonstrukci MVE na levém břehu je stavební zásah do stability elektrárny nevhodný. Jediné vhodné místo pro připojení rybího přechodu se nachází na pravé straně jezu. Řešení počítá se zrušením šikmého betonového opevnění a nahrazení kamenitým rybím přechodem. Přechod bude řešen jako kamenitý skluz se středně dlouhým korytem.

9.3 SVRATKA 2



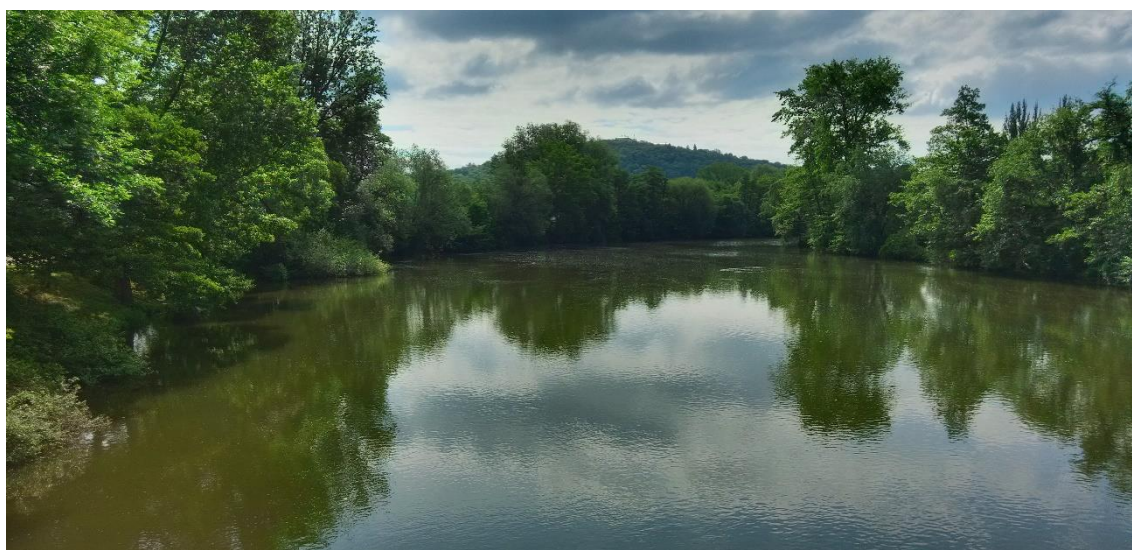
- LEGENDA:**
- přírodě blízké PPO - zájmová plocha
 - migrační překážka, jez
 - Návrh:**
 - snížení břehu - berma
 - zemní hráz
 - mobilní hrazení, stavidlo
 - zóna rákosin
 - rybí přechod

Obr. 9.3a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000

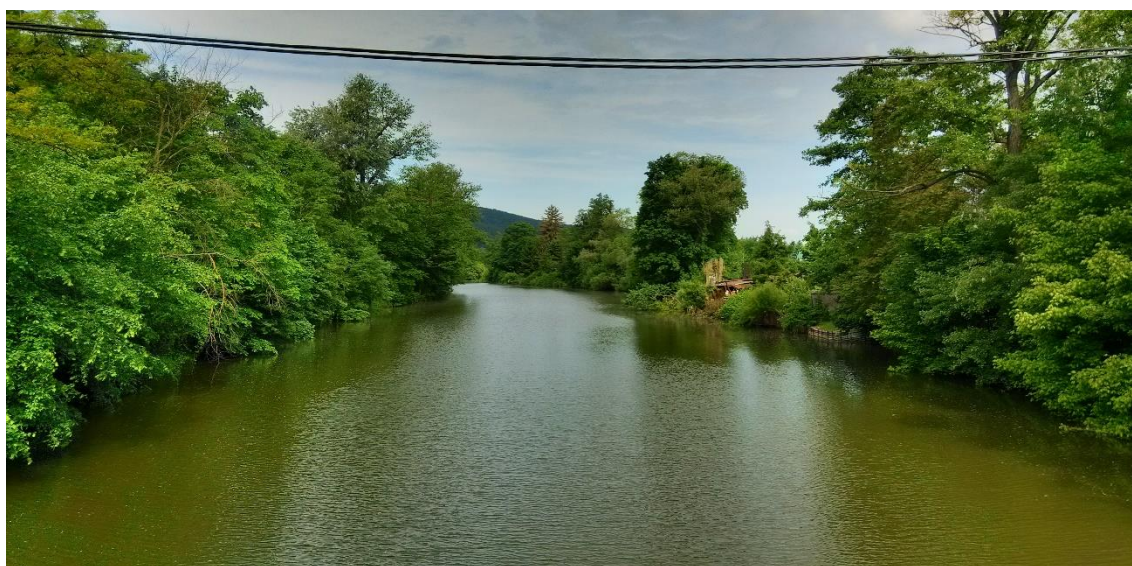
V tomto úseku má koryto lichoběžníkový tvar o šířce ve dně v rozmezí 23 až 35 m, s proměnnými sklony břehů. Hloubka koryta dosahuje 4,5 až 5,5 m. Kapacita koryta je pro levý břeh 145 m³/s, pro pravý 125 m³/s. Od jezu Komín až po poslední oblouk před jezem Kamenný mlýn má řeka meandrující charakter, který poskytuje dostatek prostoru pro bohatou biocenózu. Břehový porost je druhově rozmanitý a zároveň poskytuje stín a potravu rybám. I zde se nachází dvě vhodná místa pro umístění sublitorálních zón v podobě rákosin. Navrhované bermy poskytují možnost k vytvoření šterkových lavic vhodných pro rybí reprodukci nebo také jako loviště pro rybáře.



Obr. 9.3b Pohled z kominské lávky (Svratka 1)



Obr. 9.3c Přírodní koryto řeky v úseku Jundrov- Stránice (Svratka 1)



Obr. 9.3d Zarůstající břehový porost (Svratka 1)

9.4 JEZ KAMENNÝ MLÝN

(50,210 ř. km)



Obr. 9.4a Jez Kamenný mlýn – současný stav

Jedná se o kombinovaný jez, který byl vybudován v letech 1925-1926. Konstrukce pomocí Stoneyová stavidla vzdouvala vodu pro místní úpravnu pitné vody v Pisárkách. Pevná část je široká 36 m a nachází se na pravé straně. Pohyblivá konstrukce s vyhraditelnou šterkovou propustí má výšku 4,9 m a šířku 12 m. V roce 1983 jez prošel rozsáhlou opravou a nyní má kapacitu Q_{100} . [15]



Obr. 9.4b Jez Kamenný mlýn – Návrh možného umístění rybiho přechodu

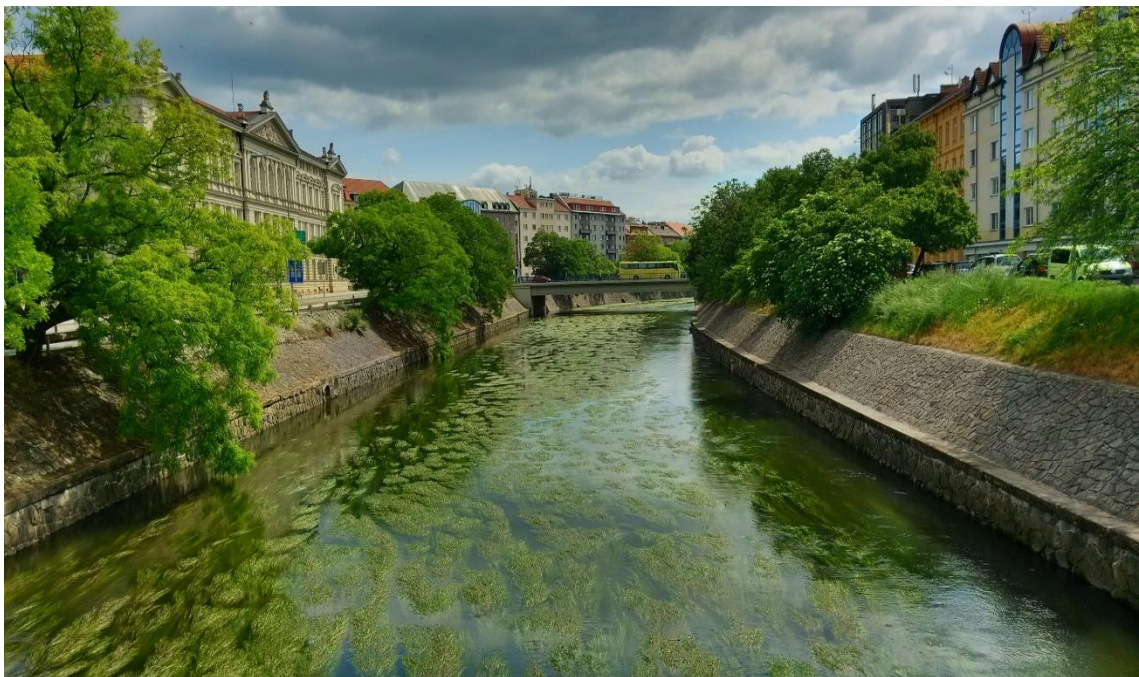
Potom, co v 2013 roce pisárecká úpravna vody ukončila svůj provoz, pohyblivá hradicí konstrukce pouze vzdouává vodu. Existuje rozsáhlá studie výstavby vodáckého kanálu, který by fungoval díky boční propusti Kamenného jezu. Řešení protiproudni migrace počítá s návrhem technického betonového rybiho přechodu. Konkrétně bude navržen betonový šterbinový RP s šířkou 4 m a dostatečnou délkou pro pohodlnou protiproudni migraci.

9.5 STARÉ BRNO

Koryto má částečně přirozený charakter v prostoru areálu Favoritu Brno a částečně je upravené na dvojité lichoběžníkové koryto o šířce ve dně rovné 25 m, s oboustrannou bermou o šířce 5 m. Celková hloubka koryta je 4,5 m. Kapacita koryta je cca 210 m³/s. V okolí areálu Riviéra se nacházel bývalý vakový jez Riviéra, který stanovil další migrační překážkou na toku Svratky. Situace se značně zlepšila po zrušení jezu a nahrazení jej kaskádovými stupni. Směrem do středu města se řeka z přírodního charakteru mění na vysoce urbanizované prostředí. Koryto je zde v kamenných nábrežních zdech o šířce dna rovné 25 m a hloubce koryta v rozmezí 4,5 až 6 m. Kapacita koryta je zde 281 m³/s. Úsek je ubohý na bohatý a vitální vegetační doprovod. Vyskytují se zde pouze solitérní doprovodné dřeviny.

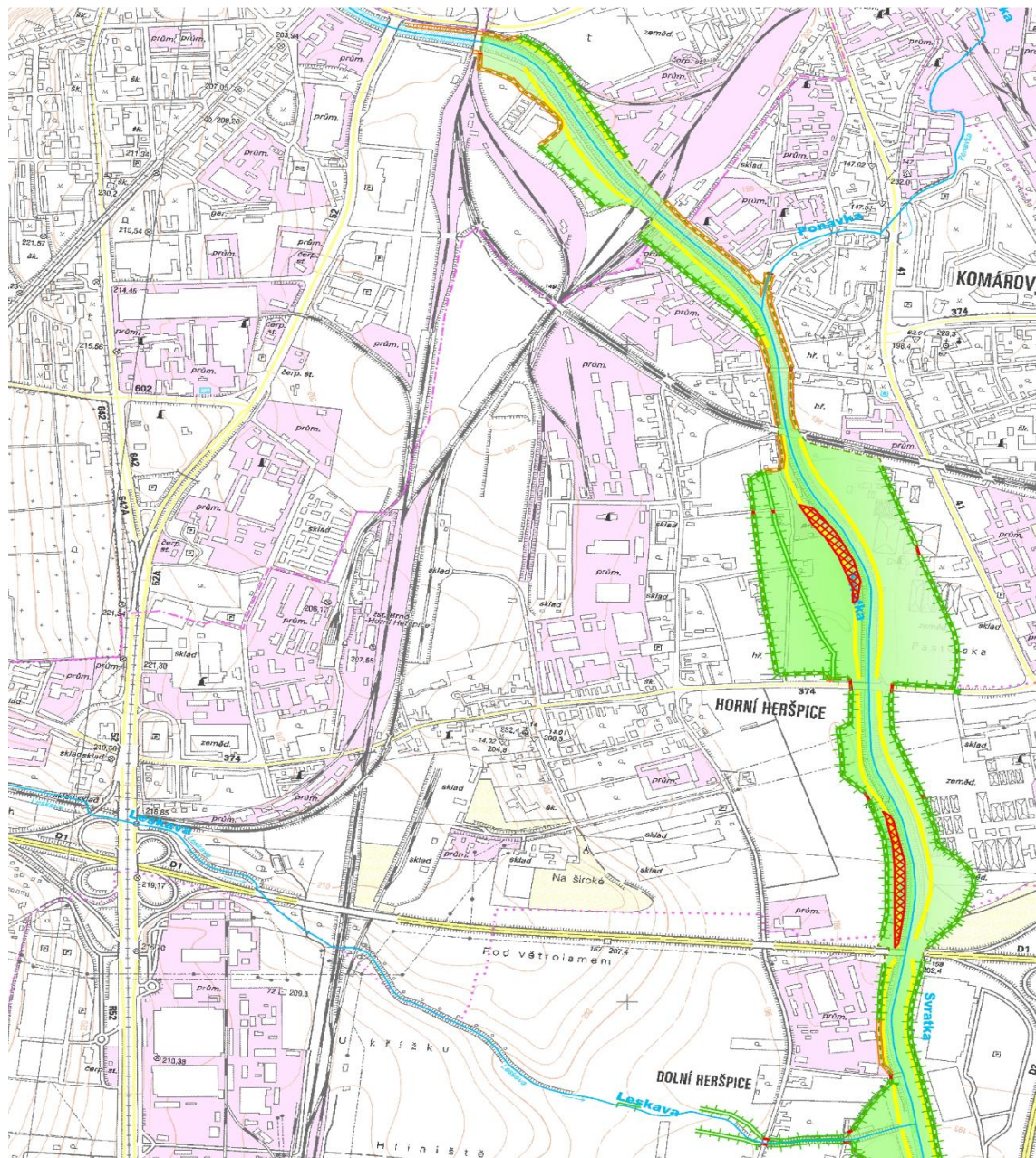


Obr. 9.5a Bývalý vakový jez Riviéra je v současnosti migračně prostupný (Staré Brno)



Obr. 9.5b Zarůstající koryto invazivní křídlatkou v ulici Poříčí (Staré Brno)

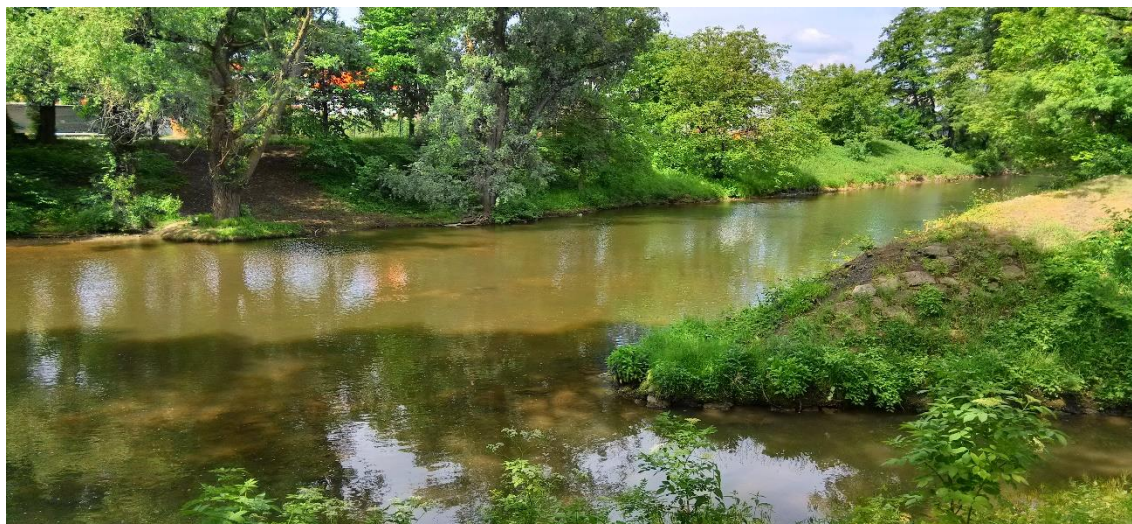
9.6 SVRATKA 3



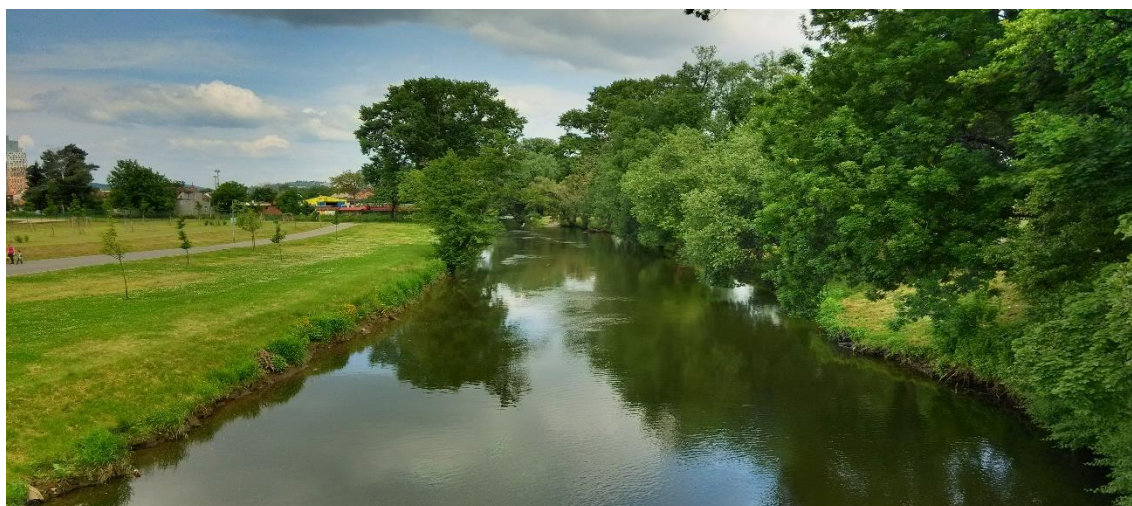
LEGENDA:
přírodě blízké PPO - zájmová plocha
migrační překážka, jez
Návrh: snížení břehu - berma
zemní hráz
protipovodňová zídka
mobilní hrazení, stavidlo
zóna rákosin

Obr. 9.6a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000

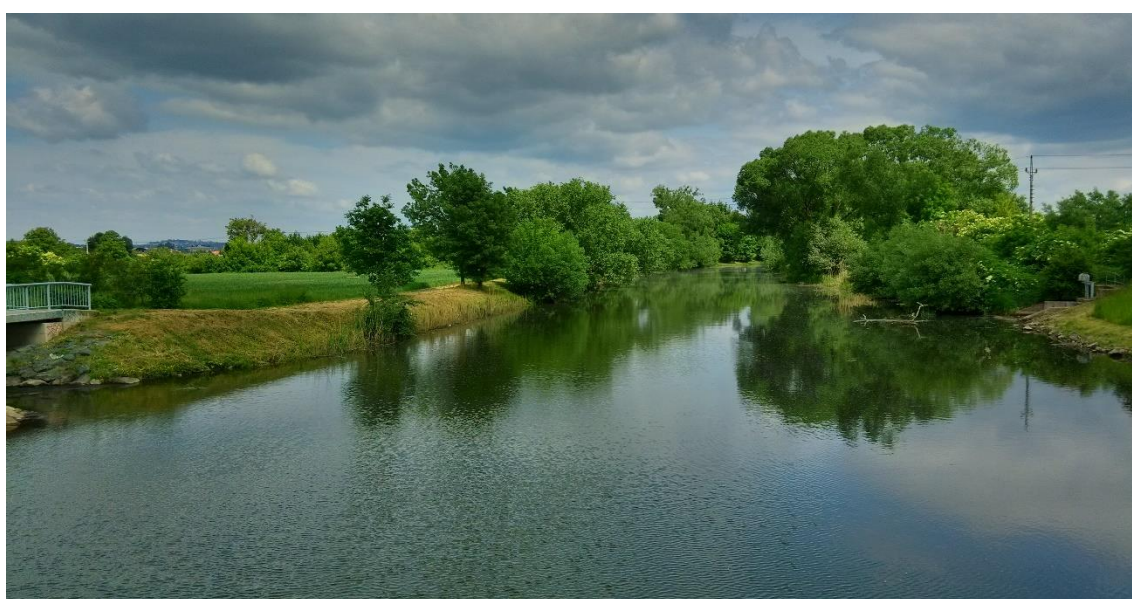
Koryto má zde tvar jednoduchého lichoběžníku o šířce dna v rozmezí 16 až 23 m a sklonech svahů 1:2. Hloubka koryta dosahuje 5 až 6 m. Kapacita koryta je v tomto úseku jen cca 145- 210 m³/s. V tomto přirozenějším úseku se řeka opět klikatí v meandrující podobě. Protipovodňový návrh počítá se snížením břehů a vytvořením berm po obou stranách. V tomto případě se naskýtá možnost využití bermy pro tvorbu rákosinových zón. V současnosti zde probíhá postupná revitalizace břehů a přilehlých cyklostezek. Bohužel revitalizace má za následek úbytek původních dřevin. Častým úkazem je zatravnění až k hraně vodní hladiny.



Obr. 9.6b Soutok Svratky a Ponávky na Komárově (Svratka 3)



Obr. 9.6c Proběhla revitalizace pravého břehu s cyklostezkou (Svratka 3)



Obr. 9.6d Pohled z jezu Přízřenice na Přízřenický náhon (nalevo) a závlahový kanál (napravo)
(Svratka 3)

9.7 JEZ PŘÍŽRENICE

(40,840 ř. km)



Obr. 9.7a Jez Přížrenice – současný stav

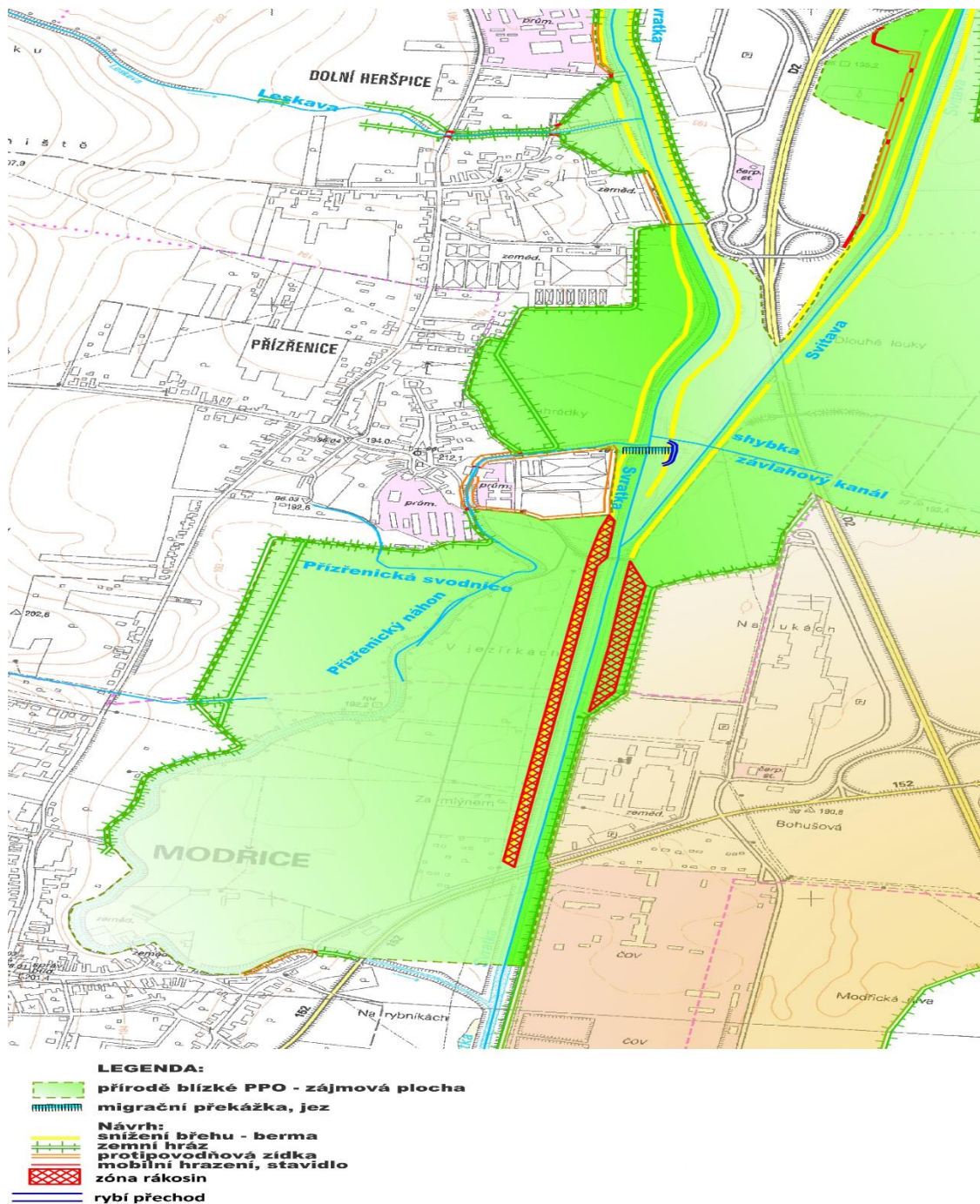
Jedná se o betonový kombinovaný jez s tabulovými uzávěry (oprava v r. 1992). Na pravém břehu v nadjezí se nachází mlýnský náhon Přížrenice. Náhon protéká Přížrenicemi, Modřicemi a po cca 3,4 km se opět vrací do Svratky již mimo hranice města Brna. Náhon slouží pro závlahy a pro MVE Modřice. Přížrenický jez vzdouvá hladinu Svratky pro místní náhon. [15]



Obr. 9.7b Jez Přížrenice – Návrh možného umístění rybiho přechodu

Pro zprůchodnění přížrenického jezu existují dvě možná řešení. První počítá s vhodnou úpravou mlýnského náhonu Přížrenice. Vzhledem k tomu, že koryto je v soukromém vlastnictví a náhon prochází MVE Modřice, je tato varianta problematická. Druhá možnost existuje v realizaci rybiho přechodu. Přechod bude stát na levém břehu, kde je větší volný prostor. Bude se jednat o betonový obtokový RP s dostatečně hlubokými tůňmi. Dno koryta se opevní kamenivem a doplní po stranách doprovodnou vegetaci. Přechod může sloužit rybám i jako trvalé útočiště, zdroj potravy nebo plocha pro tření.

9.8 SOUTOK



Obr. 9.8a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000

Od soutoku Svratky se Svitavou se koryto výrazně nemění. Má tvar lichoběžníku o šířce dna 20 až 25 m a sklony svahů koryta 1:2. Hloubka koryta po korunu oboustranných hrází je v rozmezí 5 až 7m. Vlastní koryto je kapacitní na průtok 352 m³/s. Tato lokalita je potenciálně nejvhodnějším místem pro oživení říční fauny a flory. Na pravém břehu se naskýtá dostatečně velký prostor pro tvorbu mokřadů nebo meandrů. V současnosti je tento říční úsek v špatném stavu. Snížením břehů a rozdělením na kynetu a dvě postranní bermy, bychom dosáhli zvětšení kapacity koryta. Na bermách by pak šlo vytvořit přirozenější prostředí obohacené o sublitorální pásma.



Obr. 9.8b Soutok Svatky se Svitavou. V dále je patrný Přízřenický jez (Soutok)



Obr. 9.8c Pohled na ohrazované koryto směrem k modřické ČOV (Soutok)

10 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce nabízí přehled v oblasti revitalizace toků pro ryby. Popisuje základní postupy pro zlepšení rybí fauny v našich řekách. Revitalizovaný rybí biotop by se měl skládat z míst pro reprodukci, krmení, růst a také ochranných míst. V první části jsem se zaměřil na vymezení rybích požadavků rozdělených podle lososových a kaprových vod. Lososovité ryby obývají horní pásma našich řek, kde koryta mají turbulentní proudění s menším průtočným profilem a větším spádem. Dominantními druhy jsou zde pstruh obecný, siven americký a pstruhem duhový. Narazit zde můžeme také na lipana, vranku obecnou a pruhoploutvou, střevli, mřenku a mnoho dalších. Naopak kaprovité ryby žijí v nížinných pásmech našich řek, kde koryta často meandrují a rozlévají se v širokých nivách. Typickými představiteli těchto vod jsou všechny kaprovité ryby doplněné štikami, okouny a úhoři.

Revitalizace na území ČR probíhaly v 3. etapách od 1992 roku. První generace byly vymezené na obnovu v původní trase koryta. Teprve třetí etapa řešila zapojení obnovy do krajiny. Komplexní revitalizace toků řeší víc opatření najednou:

- Snížení kapacity koryta na korytotvorný průtok, rekonstrukce iniciálního tvaru trasy koryta včetně střídání brodů a tůň dle geomorfologické analýzy.
- Obnova korytotvorných procesů bez projevu akcelerované eroze.
- Obnova přirozené nivní vegetace včetně struktury nivních a odstavených ramen min. v meandrovém pásu.

Ideový návrh řeší revitalizaci řeky Svratky v Brně s ohledem na vodní živočichy. Lokalita je rozdělena do čtyř částí a doplněna o možnosti zprůchodnění hlavních migračních překážek. Část těchto opatření má řeka Svratka úspěšně za sebou. Z hlediska migrace je protiproudě neprůchodná. Zprůchodnění brněnských jezů se dá dosáhnout pomocí navržených opatření v podobě výstavby rybích přechodů.

Práce popisuje základní možnosti revitalizace toků pro ryby v České Republice. Dále se zabývá problematikou rybí migrace a jejím řešením. Všechny poznatky jsou pak aplikované v ideovém návrhu.

11 ZDROJE

- [1] 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.
- [2] *Povrchové vody, které jsou nebo se mají stát trvale vhodnými pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů*. 2003. Dostupné také z: http://heis.vuv.cz/data/spusteni/popisy/ISVS_DatoveSoubory/narizeni_71-2003.pdf
- [3] *Český rybářský svaz: II. Způsob měření délky ryb a nejmenší lovné míry vybraných druhů ryb v rybářském revíru*. 2015. Dostupné také z: http://www.rybsvaz.cz/?page=rybarsky_rad
- [4] Pstruh obecný. *Moravský rybářský klub* [online]. 1996 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: http://www.mrk.cz/r/atlas/atlas_ryb/bezostni/lososoviti/pstruh_obecný/
- [5] *Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu*. Praha: Consult, 2004, 60 s. ISBN 80-902-1329-4.
- [6] *Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu: Revitalizace vodních toků* [online]. b.r. [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/revitalizace-vodnich-toku.html>
- [7] *Revitalizace a rekultivace v regionálním rozvoji: iRevitalizace vodních toků, migrační prostupnost* [online]. 2010 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: http://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=53217
- [8] 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.
- [9] *TNV 75 2321: ZPRŮCHODŇOVÁNÍ MIGRAČNÍCH BARIÉR RYBÍMI PŘECHODY*. Praha: MZe ČR, 2011.
- [10] DOHNAL, Radomír. *Migrace ryb: místo rybiho přechodu rybi kanon* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/migrace-ryb-misto-rybiho-prechodu-rybi-kanon>
- [11] LÁZŇOVSKÝ, Matouš. *To jste asi ještě neviděli. Kanon na lososy má usnadnit migraci ryb* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: http://technet.idnes.cz/kanon-na-prepravu-ryby-0bs-/tec_technika.aspx?c=A141125_151125_tec_technika_mla
- [12] WHOOSH INNOVATIONS LLC. *Fish Passage* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://whoosh.com/>
- [13] ŠLEZINGR, Miloslav. *Vegetační doprovod vodních toků a nádrží*. Vyd. 2., upr. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002, 129 s. ISBN 80-720-4269-6.

- [14] Průvodní list útvaru povrchových vod Plánu oblasti povodí Dyje 2010 - 2015: Svratka po soutok s tokem Svitava. *Plán oblasti povodí Dyje* [online]. 2009 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/inf_listy/prilohy/D047.pdf
- [15] POVODÍ MORAVY, S.P. *Revitalizace údolní nivy hlavních brněnských toků: Revitalizace toku a nivy včetně řešení migrační prostupnosti*. Brno, 2012.
- [16] Významné řeky: Řeka Svratka. *Povodí Moravy, s.p.* [online] 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vyznamne-vodni-toky/>
- [17] Evidenční list hlásného profilu č.375. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307205
- [18] POVODÍ MORAVY, S.P. *M-denní průtoky stanice Brno - Poříčí* .: Vodohospodářský dispečink, 2015.
- [19] 461 140 - SVRATKA 4. *Moravský rybářský klub* [online]. 2009 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://www.mrk.cz/rybarske-reviry.php?id=1437>
- [20] 461 139 - SVRATKA 3. *Moravský rybářský klub* [online]. 2009 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://www.mrk.cz/rybarske-reviry.php?id=1436>
- [21] SCHREIER, Martin. Rekonstrukce malé vodní elektrárny v Brně-Komíně je u konce. Vyrábí elektřinu pro 200 domácností. In: *Tiskové zprávy* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné také z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/4943.html>
- [22] ATELIER FONTES, S.R.O. *Studie: Možnosti revitalizace údolních niv hlavních brněnských toků*. Brno, 2006.

12 SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Názorný růst pstruha na vybrané lokalitě (Divoká Orlice 1964 - 40 exemplářů) [4]	13
Tab. 2.2 Přehledná tabulka možností a požadavků k reprodukci 16 představitelů kaprovitých ryb [1]	14
Tab. 6.3 Srovnání účinnosti rybích přechodů podle Bunta a kol. (2011) [8]	26
Tab. 8.1a M-denní průtoky [18]	32
Tab. 8.1b N-leté průtoky [17]	32

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Schéma funkčních jednotek rybního biotopu [1]	11
Obr. 4.1 Schéma zachycující původní napřímené koryto vodního toku a koryto po částečné revitalizaci. (půdorysy) [7]	17
Obr. 4.1.1a Provedení dřevěného jízku s tůňkou a vývarem. (řez, půdorys, fotografie) [1] [5]	18
Obr. 4.1.1b Provedení kamenného jízku (řez, půdorys, fotografie) [1]	18
Obr. 4.1.2 Provedení rybního úkrytu v patě svahu. [1]	19
Obr. 4.2 Úplná revitalizace říčního koryta (řezy a půdorysy) [1]	20
Obr. 5.3 Schéma popisující průběh reprodukčních migrací u běžných druhů ryb během ročního cyklu [8]	22
Obr. 6 Mapa ČR zobrazující zprůchodnění říční sítě v nadnárodních a národních migračních koridorech [8]	23
Obr. 6.1a Schéma nahrazení původního jezu balvanovým skluzem (řez) [1]	23
Obr. 6.1b Schéma nahrazení původního jezu balvanitou kaskádou (půdorysy) [1]	24
Obr. 6.1c Schéma balvanité rampy (fish slope) na stávající jezové konstrukci (půdorys a řez) [1]	24
Obr. 6.2 Rybní přechody různého typu a lokalizace (půdorysy) [9]	25
Obr. 6.3 Štěrbínový rybní přechod (půdorysy a fotografie) [8] [9]	26
Obr. 6.4 Rybní kanon v praxi (schéma a fotografie) [12]	27
Obr. 7a Schéma rozmístění břehové vegetace (řez) [13]	29
Obr. 7b Revitalizace vodního toku s částečnou likvidací břehového porostu (půdorys) [7]	30
Obr. 9 Přehledná situace řešených úseků. Měřítko 1:40 000	33
Obr. 9.1a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000	34
Obr. 9.1b Revitalizovaný úsek pod přehradou (Svratka 1)	35
Obr. 9.1c Konvexní břeh v současném stavu (Svratka 1)	35
Obr. 9.1d Konvexní břeh s návrhem bermy a zóny rákosin (Svratka 1)	35
Obr. 9.2a Jez Komín – současný stav	36
Obr. 9.2b Jez Komín – návrh možného umístění rybního přechodu	36
Obr. 9.3a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000	37
Obr. 9.3b Pohled z kominské lávky (Svratka 1)	38
Obr. 9.3c Přírodní koryto řeky v úseku Jundrov- Stránice (Svratka 1)	38
Obr. 9.3d Zarůstající břehový porost (Svratka 1)	38

Obr. 9.4a Jez Kamenný mlýn – současný stav	39
Obr. 9.4b Jez Kamenný mlýn – Návrh možného umístění rybího přechodu	39
Obr. 9.5a Bývalý vakový jez Riviéra je v současnosti migračně prostupný (Staré Brno)	40
Obr. 9.5b Zarůstající koryto invazivní křídlatkou v ulici Poříčí (Staré Brno)	40
Obr. 9.6a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000	41
Obr. 9.6b Soutok Svratky a Ponávky na Komárově (Svratka 3)	42
Obr. 9.6c Proběhla revitalizace pravého břehu s cyklostezkou (Svratka 3)	42
Obr. 9.6d Pohled z jezu Přízřenice na Přízřenický náhon (nalevo) a závlahový kanál (napravo) (Svratka 3)	42
Obr. 9.7a Jez Přízřenice – současný stav	43
Obr. 9.7b Jez Přízřenice – Návrh možného umístění rybího přechodu	43
Obr. 9.8a Podrobná situace s návrhem revitalizačních opatření pro ryby. Měřítko 1:10 000	44
Obr. 9.8b Soutok Svratky se Svitavou. V dálí je patrný Přízřenický jez (Soutok)	45
Obr. 9.8c Pohled na ohrazované koryto směrem k modřické ČOV (Soutok)	45

14 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ÚSES ...	Územní systém ekologické stability
KPŮ ...	Komplexní pozemková úprava
VKP ...	Významné krajinné prvky
RP ...	Rybí přechod
MVE ...	Malá vodní elektrárna
ř. km ...	Říční kilometr
ČOV ...	Čistírna odpadních vod