

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
Ústav akvakultury

Diplomová práce

Dynamika ichtyofauny vybraných toků v oblasti CHKO
Šumava

Autor: Bc. Petr Antonín

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

Místo a rok odevzdání: České Budějovice, 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra rybářství a myslivosti
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr ANTONÍN

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Rybářství

Název tématu: Dynamika ichtyofauny vybraných toků v oblasti CHKO
Šumava

Zásady pro vypracování:

Malé vodní toky jsou přirozeným zdrojem juvenilních jedinců ryb našich hlavních řek. Typickou oblastí takto dotovaných říčních systémů rybí násadou byla Šumava. Meliorační zásahy do šumavské krajiny přerušily většinu zdrojů přirozené obnovy většiny původních říčních druhů ryb. Populace ryb vázaných svým výtěrem a životním prostorem vhodným pro rozvoj embryonálních a juvenilních jedinců na drobné vodní toky zaznamenaly výrazný pokles abundance i biomasy. Výrazně poklesla biodiverzita těchto toků. Vlivem prováděných revitalizačních zásahů dnes dochází nejen k fyzické obnově těchto toků, ale tyto začínají postupně plnit i funkci přirozené obnovy ichtyofauny na Šumavě. Hlavním cílem práce je porovnat vodní prostředí ve vybraných tocích. Zhodnotit stav rybího společenstva a stanovit indexy biodiverzity, ekvitability a dominance ichtyofauny. V průběhu sledování bude zjištěn zastoupení a variabilitu vodních bezobratlých a zoobentosu, zmapovat výskyt makrovegetace v toku a jeho okolí. V neposlední řadě budou zjišťovány fyzikální a chemické vlastnosti vody a rychlost proudění.

Rozsah grafických prací: 15 - 25 tabulek a grafů
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Adámek, Z. a kol., (1995): Rybářství ve volných vodách, East publishing, Praha, 205s. ISBN 80-7187-008-0
Baruš, V., Oliva, O., et al. (1995) Mihulovci - Petromyzontes a Ryby - Osteichthyes.1 Academia, Praha, 623s. ISBN 80-200-0500-5
Baruš, V., Oliva, O., et al. (1995) Mihulovci - Petromyzontes a Ryby - Osteichthyes.1 Academia, Praha, 698s. ISBN 80-200-0218-9
Just, T. a kol., (2003): Revitalizace vodního prostředí, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 144s. ISBN 80-86064-72-7
Just, T. a kol., (2005): Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi, 3. ZO ČSOP Hořovicko, Praha, 359s. ISBN 80-2396351-1
Helman, G., S., a kol. (1999): The Diversity of Fishes, Blackwell Science 528s. ISBN 0-86542-256-7
Cowx, I., G., (1994): Rehabilitation of Freshwater fisheries, Blackwell scientific, 486, ISBN 0-85238-195-6

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.
Katedra rybářství a myslivosti

Datum zadání diplomové práce: 11. února 2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Stužentská 13
370 05 České Budějovice

prof. Ing. Miroslav Soch, CSC.
děkan

L.S.

doc. Ing. Petr Hartvich, CSC.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 4. března 2009

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma „ **Dynamika ichtyofauny vybraných toků v oblasti CHKO Šumava**“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU (viz. opatření rektora R 83). Zveřejnění je elektronickou formou v databázi STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 15. 5. 2010

.....

Petr Antonín

Poděkování

Všem, kteří se přičinili na vzniku této práce, bych rád poděkoval. Tento dík patří především:

Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za odborné vedení, užitečné rady a konzultace při zpracování této diplomové práce.

Ing. Janu Procházkovi Ph.D. za odbornou pomoc a poskytnutí hydrologických dat ze sledovaných povodí.

Bc. Eduardu Boušemu za odbornou pomoc při zpracování dat.

Bc. Heleně Turkové za češtinářskou korekci textů.

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
2.1. HISTORIE ÚPRAV VODNÍCH TOKŮ	12
2.1.1. Revitalizace ve světě.....	13
2.1.2. Revitalizace v České Republice.....	14
2.2. METODY ÚPRAV VODNÍCH TOKŮ	15
2.2.1. Regulace.....	15
2.2.2. Revitalizace.....	15
2.2.2.1. Úkoly revitalizací vodního prostředí.....	16
2.2.3. Renaturace.....	16
2.2.3.1. Samovolná renaturace.....	16
2.2.3.2. Renaturace povodněmi	17
2.3. REVITALIZAČNÍ ÚPRAVY VODNÍCH TOKŮ.....	17
2.4. TECHNICKÉ PARAMETRY REVITALIZACÍ.....	18
2.4.1. Průtočná kapacita koryta	18
2.4.2. Trasa koryta.....	19
2.4.3. Podélný profil koryta.....	20
2.4.4. Příčný profil koryta.....	20
2.4.5. Objekty v korytě.....	21
2.4.5.1. Kláda ve dně	22
2.4.5.2. Kamenné pásy.....	22
2.4.5.3. Prahy, skluzy.....	22
2.4.5.4. Boční výhony.....	22
2.4.6. Stabilita koryta.....	23
2.4.7. Doprovodná vegetace.....	23
2.4.7.1. Údržba vegetace	24
2.5. PROVOZ A ÚDRŽBA REVITALIZACÍ	24
2.5.1. Práce v období po dokončení výstavby.....	25
2.5.2. Práce nastupující po delším časovém odstupu.....	25
2.5.3. Práce prováděné trvale	25
2.5.4. Informační a výchovné využití revitalizací.....	26
2.6. REVITALIZACE JAKO SOUČÁST PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY	26
3. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OŽIVENÍ TOKU A OBNOVA MIGRAČNÍ PROSTUPNOSTI TOKŮ	27
3.1. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OŽIVENÍ TOKU	27
3.1.1. Morfologie vodního toku	27
3.1.1.1. Členitost koryta	27
3.1.1.2. Úkryty.....	29
3.1.1.3. Čistota vody	30
3.1.2. Chemicko-fyzikální vlastnosti vody	30
3.1.2.1. pH a jeho vliv na ryby.....	30
3.1.2.2. Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě	31
3.1.2.3. Obsah oxidu uhličitého	31
3.1.2.4. Teplota vody	31
3.1.2.5. Proudění vody	32
3.2. OBNOVA MIGRAČNÍ PROSTUPNOSTI VODNÍCH TOKŮ PRO VODNÍ ORGANISMY	32
3.2.1. Význam migrací pro ryby a další vodní organismy.....	32
3.2.2. Schopnost ryb překonávat překážky v toku.....	33
3.2.3. Priority při zprůchodňování vodních toků.....	33
3.2.4. Rybí přechody.....	34
4. VODNÍ ORGANISMY HORSKÝCH POTOKŮ	34
4.1. BEZOBRATLÍ	34
4.1.1. Jepice (Ephemeroptera)	35
4.1.2. Pošvatky (Plecoptera)	35

4.1.3. Chrostíci (<i>Trichoptera</i>)	35
4.1.4. Koryši (<i>Crustacea</i>).....	36
4.2. OBRATLOVCI.....	36
4.2.1. Pstruh obecný forma potoční.....	36
4.2.2. Vranka obecná.....	37
5. DOTAČNÍ PROGRAMY	38
5.1. SMĚRNICE MŽP ČR O POSKYTOVÁNÍ FINANČNÍCH PROSTŘEDKŮ	38
5.2. PROGRAM REVITALIZACE ŘIČNÍCH SYSTÉMŮ	38
5.3. OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	39
5.4. PROGRAM PÉČE O KRAJINU	41
5.5. PROGRAM PODPORA OBNOVY PŘIROZENÝCH FUNKCÍ KRAJINY.....	42
6. METODIKA.....	43
6.1. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ	43
6.1.1. Mlýnský potok.....	44
6.1.2. Horský potok.....	45
6.1.3. Bukový potok.....	45
6.2. METODIKA SLEDOVÁNÍ.....	46
7. VÝSLEDKY	49
7.1. MLÝNSKÝ POTOK	49
7.1.1. Revitalizační úpravy na Mlýnském potoce.....	49
7.1.2. Ichtyofauna.....	50
7.1.3. Délko-hmotnostní vztah.....	52
7.1.4. Druhová biodiverzita.....	53
7.1.5. Ekvitabilita	54
7.1.6. Věková struktura ichtyofauny	55
7.1.7. Bezobratlí	57
7.2. HORSKÝ POTOK.....	57
7.2.1. Ichtyofauna.....	57
7.2.2. Věková struktura ichtyofauny	58
7.2.3. Bezobratlí.....	59
7.3. BUKOVÝ POTOK	59
7.3.1. Ichtyofauna.....	59
7.3.2. Věková struktura ichtyofauny	60
7.3.3. Bezobratlí.....	61
7.4. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ	62
7.4.1. Ichtyofauna.....	62
7.4.2. Chemicko-fyzikální vlastnosti vody	62
7.4.3. Vegetace	65
8. DISKUZE	66
9. ZÁVĚR.....	69
10. POUŽITÁ LITERATURA	71
11. SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ, GRAFŮ A PŘÍLOH	76
12. PŘÍLOHY.....	78

1. Úvod

Malé vodní toky jsou přirozeným zdrojem juvenilních jedinců ryb našich hlavních řek. Typickou oblastí takto dotovaných říčních systémů rybí násadou byla Šumava. Meliorační zásahy do šumavské krajiny přerušily rovnováhu v rozmnožování většiny původních říčních druhů ryb. Populace ryb vázané svým životním cyklem na drobné vodní toky zaznamenaly významný pokles abundance a biomasy. Na takto ovlivněných tocích výrazně klesla i biodiverzita.

Prakticky po celé 19. a 20. století byly významnou vodohospodářskou činností v krajině technické úpravy potoků, řek a jejich niv. Vedle odvodňování zamokřených ploch byla hlavním motivem těchto zásahů ochrana před povodněmi. Jednalo se především o lokálně působící pasivní ochranu, založenou na soustředění povodňových průtoků do kapacitních koryt a hrázových systémů (Just, 2005).

Cílem revitalizace vodních toků je obnova nebo zlepšení jejich přírodních funkcí. Prioritním předpokladem pro revitalizaci vodního ekosystému je vyhovující kvalita vody (LUSK, 1995). Mezi akvatickými a terestrickými ekosystémy existují vzájemná intenzivní působení, a proto musí být veškeré toky v krajině posuzovány jako funkční celek. Rozsáhlé propojení vazeb toků s jejich okolím musí být zohledněno především v zemědělsky využívaných inundačních územích (JUNEK, 1989).

Na základě podkladů a analýz Ministerstva životního prostředí ČR a jeho organizací byl usnesením vlády ČR č. 373 ze dne 20. května 1992 přijat Program revitalizace říčních systémů, jehož hlavním úkolem bylo zvýšit schopnost krajiny zadržovat vodu.

Cílem Programu revitalizace říčních ekosystémů bylo napravování důsledků rozsáhlého narušení vodního režimu krajiny. Nejedná se dominantně o problematiku znečištění toků, ale především o obnovu vodního režimu v povodí vodních toků a o obnovu ekosystému (Vrána, 2004). Součástí tohoto programu se stala i revitalizace Mlýnského potoka na podzim roku 1998.

Vhodným indikátorem změn po provedených revitalizacích vodních toků je rybí osídlení.

Cílem mé práce bylo posoudit vliv revitalizačních zásahů v korytě Mlýnského potoka na rybí společenstvo v letech 1997 - 2009 . Na základě vyhodnocení ichtyologických průzkumů před a po provedené revitalizaci posoudit její přínos pro populaci ryb Mlýnského potoka. V průběhu sledování byly zjišťovány základní chemické a fyzikální vlastnosti vody.

2. Literární přehled

2.1. Historie úprav vodních toků

Dnešním úpravám toků předcházela v dávném středověku úprava řek a z nich výstavba kanálů, kterými se přiváděla voda pro závlahy. Například o nejstarší vyspělé Sumerské kultuře, která vznikla v období okolo roku 3000 před n.l. v údolí řek Eufratu a Tigrisu je známé, že upravovali řečiště toků a budovali závlahové kanály (Raplík, 1989).

Již od středověku probíhaly vodohospodářské zásahy do vodních toků a to v souvislosti s budováním mlýnů, pil a hamrů. Doba největších zásahů nastala na konci 19. století. Povodně v 90. letech 19. století přispěli k rozvoji protipovodňových úprav vodních toků. Z krajiny se začaly ztrácet potoky a říčky a jejich místo zaujímaly upravené vodní toky, svodnice a kanály. Další rozvoj souvisel se zaváděním kolektivní zemědělské velkovýroby v 50. a 60. letech 20. století. Vrcholem těchto úprav pak byla 70. a 80. léta 20. století (Just, 2003).

Způsob, jakým se regulace toků provádějí, se skoro nemění. Zdokonalilo se betonování svahových opevnění a používání železo betonu, v němž se zavádí užívání svařovaného pletiva. V Československu nejlepším stavebním materiálem zůstávala lomová dlažba na drn. Provádění regulací toků bylo usnadněno hlavně rozvojem strojů pro zemní práce a bylo podporováno rozmachem veškerého vodního hospodářství ve všech kulturních státech. V ČSSR se provedly velké nebo soustavné úpravní práce na Labi, Vltavě, Cidlině, Moravě, Bečvě, Ostravici, Tise, Váhu a Nitře s účely hlavně plavebními, ochrannými a zemědělskými.

Je pravda, že moderní zemědělskou výrobu, stejně jako ochranu aglomerací a komunikací apod. si nelze představit bez regulací a s nimi souvisejících úprav vodních toků. Těmito úpravami však zasahujeme velmi vážně do přirozeného vodního režimu jednotlivých oblastí a je třeba si uvědomit, že prakticky všechny tyto zásahy vyvolávají negativní dopady na rybí společenstvo, na její kvalitativní a kvantitativní složení (Adámek, 1995).

Rozsáhlé celoplošné do změny vodního prostředí v naší krajině postupně přesáhly únosnou míru. Tyto změny začaly vyvolávat potřebu revitalizací (Just, 2003).

Dlouhodobé domácí i zahraniční zkušenosti ukazují, že většina v minulosti provedených úprav vodních toků nerespektovala ani základní ekologické vazby v prostředí, a proto v řadě případů požadované cíle úpravy byly dosaženy pouze částečně a v mnoha případech se projevil trvale negativní vliv na stabilitu ekosystému (Oglesby a kol., 1972).

2.1.1. Revitalizace ve světě

Vodohospodářské revitalizace se v pokročilých zemích rozvíjejí zhruba od 70. let 20. století. Jako součást snah o rekonstrukci narušené krajiny a obnovení jejího přírodě blízkého stavu probíhají v Británii a v USA. Zvláště v britském pojetí jsou silné biologické aspekty revitalizací. Nám nejbližší a do našich podmínek nejlépe přenosné nacházíme v Německu, Rakousku a Švýcarsku (Just, 2003).

Pozoruhodné stavby se odehráli v Dánsku na řece Skjern (obr. 1), ta byla revitalizována v délce 20 km (<http://jarojaromer.cz/ofic/skjern.pdf>). Dále řeka Brede v intenzivním hospodářství byla revitalizovaná včetně vytvoření rozsáhlých meandrů.

Největším projektem v Německu je bez pochyby revitalizace řeky Isary v Mnichově, revitalizace byla rozdělena do pěti úseků (http://ekologie.upol.cz/ku/rreo/bavorsko/texty/Isara_nad_Mnichovem.pdf).

V zemích Evropské unie nalézají v současné době revitalizační snahy oporu ve Směrnici 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000, stanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále jen Rámcová směrnice). Dle této směrnice je cílem uvést všechny vodní toky do dobrého stavu jednak po stránce ekologické, jednak z hlediska kvality vody. Známkou dobrého ekologického stavu jsou příznivé podmínky pro přirozené formy oživení, jeho vzorem jsou vodní toky nenarušené činností člověka (Just, 2005).



Obrázek 1. Průběh revitalizačních prací někdy v roce 2000 - Dánsko

- vpravo ještě nezasypaný odvodňovací kanál, vlevo obnovované přírodě blízké koryto. (Foto Dr. Bent Lauge Madsen)

2.1.2. Revitalizace v České Republice

V Čechách se revitalizace začaly rozvíjet po roce 1990. Jejich hlavním nástrojem jsou krajinotvorné programy Ministerstva životního prostředí (Just, 2003).

Revitalizační úpravy byly zahájeny již v 80. letech minulého století se snahou zmírnit negativní dopady tvrdé regulace a necitelných meliorací v krajině. Základem je Instrukce č. 26 Mze ČSR vydaná v roce 1891, o hospodaření v ochranných pásmech vodních zdrojů, jakosti drenážích vod a budování předzdrží (Pokorný, 2009).

Přístup k revitalizacím se od roku 1992 během let postupně vyvíjel, zpočátku se jednalo pouze o technické zásahy, později se k revitalizacím vodních toků začalo přistupovat komplexněji (Vrána a Dostál, 2004).

Na rozdíl od sousedního Německa se podélné revitalizace v České republice zatím omezují na drobné toky. Souvisí to samozřejmě s objektivní potřebou zlepšovat stav právě drobných toků, velkou měrou postižených nevhodnými úpravami (Just, 2005).

Zákon o vodách ukládá správcům vodních toků povinnost provádět vodohospodářské revitalizace. § 47, odst. 2, definuje správu vodních toků jako soubor povinností, a mimo jiné v písmenu f) uvádí povinnost „obnovovat přirozená koryta vodních toků, zejména ve zvláště chráněných územích a v územních systémech ekologické stability“.

Zemědělská vodohospodářská správa, Regionální kancelář České Budějovice spravuje 7241 km drobných vodních toků, z nichž je 2261 km upravených. Tento

region patří historicky, ale i z hlediska dnešního pohledu a zejména svou členitostí hydrologické sítě k velice zajímavým, a z hlediska vodohospodářského k nejsložitějším regionům ČR (Hart, 2001).

Postupem času se v České republice rozvíjí revitalizační práce většího rozsahu, připravuje se revitalizace říčky Stropnice.

2.2. Metody úprav vodních toků

2.2.1. Regulace

Technické úpravy, prováděné především ve 20. století, spočívaly v napřimování, prohlubování a tím vynuceného opevňování koryt vodních toků.

Regulace ve většině případů způsobila zrychlení odtoku povodňových průtoků a větší škody v níže položených územích. Důsledkem zahloubení a odvodňování niv je zmenšení zásob podzemní vody a biologická degradace niv. Při úpravách byly nevratně zničeny nejcennější říční, potoční a mokřadní biotopy a výrazně se zhoršily podmínky pro samočištění vody. (<http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/revitalizace-vodnich-toku.html>)

Nepříznivý vliv regulací spočívá především v tom, že v napřiměném korytě dochází ke zkrácení břehové linie, k redukci ekologické rozmanitosti toku (zánik tůňek, tišin) a ke zmenšení vodní plochy, což nutně vede ke snížení produktivity vodního prostředí. Tato základní negativita jsou násobena ještě celou řadou dalších vyvolaných jevů, z nichž nejvýznamnější jsou zrychlení odtoku vody z krajiny, snížení celkového objemu vody, likvidace břehových porostů a zánik záplavových území, významných pro reprodukci ryb a život raných vývojových stádií. (Adámek a kol., 1995)

2.2.2. Revitalizace

Pod pojmem revitalizace toků se rozumí činnost, kterou se zajišťují a obnovují základní biologické funkce recipientů (Pokorný, 2009).

Revitalizace je obnova v minulosti nevhodně technicky upravených koryt vodních toků směrem k původnímu, přírodě blízkému stavu. (<http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/revitalizace-vodnich-toku.html>)

Revitalizační stavby jsou velmi specifickými akcemi, které by měly vytvořit iniciační stádium pro další samovolnou revitalizaci toku. Další změny trasy koryta jsou výsledkem korytotvorné činnosti toku, což je činnost účelná a bránění této přirozené činnosti je proti smyslu revitalizačních opatření (Just, 2003).

Revitalizace v širším smyslu se rozumějí takové zásahy, které se snaží posílit přírodní a krajinné hodnoty a současně příznivé vodohospodářské funkce vodního prostředí (Just, 2005).

Revitalizaci („znovuoživení“) chápeme v případě říčních systémů jako proces, kdy dojde technickou nebo samovolnou úpravou koryta vodního toku a celé nivy k obnovení přírodního (přirozeného) stavu dříve narušeného lidskou činností. Revitalizací vodního toku (nivy, říčního systému) se rozumí stavební a koncepční (managementové) opatření, přibližující upravený tok k přírodnímu stavu. (Prach a Pithart, 2003).

2.2.2.1. Úkoly revitalizací vodního prostředí

1. obnova přirozenějšího charakteru koryt vodních toků a jejich niv. Obnova tlumivého povodňového rozlivu v nivách.
2. obnova či vytváření tůní a mokřadů
3. obnova starých říčních ramen a tůní. Podpora přirozených forem povodňové retence.
4. revitalizace nevhodně odvodněných ploch, opatření pro podporu vsakování vody a tvorby zásob podzemní vody, rehabilitace pramenišť.
5. revitalizační obnova, rekonstrukce nebo výstavba malých vodních nádrží

2.2.3. Renaturace

2.2.3.1. Samovolná renaturace

Samovolná renaturace spočívá zejména v zanášení upravených koryt splaveninami, v zarůstání bylinami a dřevinami a postupném rozpadu umělých opevnění, příčných objektů a dalších technických prvků v korytech. Součástí denaturačních procesů jsou také erozní změny koryt (Just, 2003).

2.2.3.2. Renaturace povodněmi

Přírozená koryta a nivy může průběh povodní přetvářet, nemění však jejich podstatu. Naopak upravená koryta a nivy mohou povodně ovlivňovat zásadnějším způsobem. V případě částečně upraveného koryta bez souvislého tuhého opevnění může povodní vytvořená soustava nánosů a břehových nátrží do značné míry obnovit přírodě blízký průběh trasy, příčný a podélný profil koryta a tím v podstatě koryto revitalizovat. Příznivý je zejména tlumivý rozliv v nivách. Proto by odstraňování povodňových nánosů a nátrží mělo být prováděno jen v naprosto nezbytné míře (Just, 2003).

2.3. Revitalizační úpravy vodních toků

Cíle obnovy nivních ekosystémů musí být v souladu se zachováním či posílením jejich funkcí, těmi jsou retence vody, akumulace živin, akumulace uhlíku, tvorba klimatu a udržování či zvyšování biodiverzity krajiny (Prach a Pithart, 2003).

Navrhovat a realizovat obnovu vodního režimu blízkého přírodě v kontextu celého povodí, jehož se týká. Diferencovat ochranu před velkými vodami podle toho, zda jde o usměrnění záplav nebo o zabránění ničivým účinkům povodní. Podporovat funkci ekosystémů údolních niv a mokřadů, prosazovat ekologicky žádoucí hospodaření na zemědělských plochách v údolní (zejména zaplavované) nivě. Obnovovat přírozené retenční prvky, suché poldry, drobné vodní nádrže. Nepřipustit zatrubňování vodních toků, obnovit nevhodně zatrubněné toky. Při projektování a realizaci všech vodohospodářských staveb či úprav vytvářet podmínky pro rozvoj stanovišť živočichů a rostlin podmíněných vodou (např. pobřežní rákosiny, mokřady) a podmínky pro migraci ryb (např. rybí přechody u jezů). (<http://www.ochranaprirody.cz/res/data/020/003292.pdf>)

Přednostně by se měli revitalizovat vodní toky v minulosti zatrubněné nebo jinak nadměrně regulované, napravovat důsledky systematického odvodnění a podporovat zakládání i obnovu drobných rybníků, nádrží a mokřadů na zemědělské půdě s převahou mimoprodukčních funkcí. Vytvořit podmínky pro účinnější řešení vlastnických vztahů při naplňování vládního programu Revitalizace říčních systémů.

2.4. Technické parametry revitalizací

2.4.1. Průtočná kapacita koryta

Závisí na velikosti a tvaru příčného průřezu a na drsnosti a sklonu koryta (Just, 2003). Koryto by mělo být dimenzováno tak, aby bez vybřežení provedlo pouze průtok např. půlletý nebo jednodenní. (Vrána, 2004)

Zuna zjistil rozsáhlými měřeními průtočných profilů neupravených koryt (Vrána, 2004), že průtočnost potoků nížin bývá menší než Q1, průtočnost přírodních potoků pahorkatin a podhorských potoků se pohybuje okolo hodnoty Q1. U bystřin a horských potoků byla s ohledem na značný podélný sklon koryta zjištěna v některých případech průtočnost v rozmezí Q1 až Q5. Na základě těchto zjištění se doporučuje uvažovat jako korkotvorný průtok:

- pro nížinné potoční tratě průtok v rozmezí Q30d až Q1
- pro tratě podhorských a horských potoků na úrovni Q1

(Just, 2005)

Kapacitu revitalizovaného koryta drobného vodního toku v lukách a podobných plochách je vhodné navrhovat v rozmezí Q 30d až nanejvýš Q 1. Větší průtoky se rozlévají do nivy. V případě neobdělávané půdy, mokřadů a lužních hájů je problém kapacity prakticky bezpředmětný a koryto může mít menší kapacitu než Q30d (Just, 2003).

Při revitalizaci je vybudování příliš velkého koryta zásadní chybou. A to z hlediska jeho stability, neboť nadměrně velké a zahloubené koryto ve větší míře soustřeďuje proudění a při větších rychlostech proudění je více vymíláno stranovou a hloubkovou erozí, a tedy mívá tendenci ještě více se zahlubovat (Just, 2005).

Návrhový průtok pro kapacitu koryta volíme dle charakteru okolí:

Druh kultury, zástavba	Q_N
historické centrum měst, unikátní his. památky	$Q_{100} - Q_{1000}$
souvislá městská zástavba, průmysl	$Q_{50} - Q_{100}$
důležité liniové stavby - dálnice, železnice	$Q_{50} - Q_{100}$
cenná orná půda - vinice, chmelnice, sady, osady	$Q_{20} - Q_{50}$
pole, zahrady - dle plodin	$Q_5 - Q_{20}$
louky, lesy	$Q_1 - Q_5$

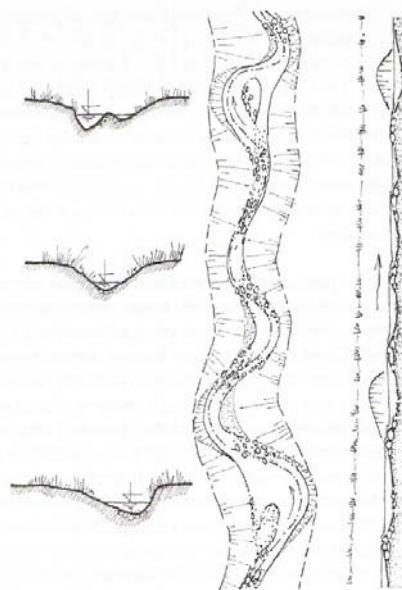
2.4.2. Trasa koryta

Při revitalizaci drobných vodních toků je dobrou metodou napodobování přirozených nebo přírodě blízkých koryt toků, existujících ve srovnatelných podmínkách (Just, 2003), (obr. 2.).

Změna trasy upraveného vodního toku se navrhuje vždy, kdy je to možné. Je vhodné ji měnit, zejména vyžadují-li to další funkce vodního toku nebo je-li možné při revitalizační úpravě využít původního nezasypaného odstaveného koryta. Při návrhu změny trasy koryta by měly být dle možností vytvořeny podmínky pro samovolné utváření a formování trasy podle přírodních podmínek (Ehrlich a kol., 1996).

Trasa nemusí být vždy meandrující – směrové vedení musí odpovídat podmínkám lokality. Meandrování není podmínkou a zásadou úspěchu. K meandrování dochází v přírodě jen tehdy, pokud koryto prochází hlinitopískitým nebo štěrkopískovým aluviem dostatečné mocnosti a plošné rozlohy. Délka trasy by měla odpovídat sklonu, který bude stabilní bez dodatečných objektů a těžkého opevnění (Vrána, 2004).

Obrázek 2. Trasa koryta (Just, 2003)



Trasa, příčný a podélný profil revitalizačního koryta (podle publikace Flüsse und Bäche, München 1989). Tůň ve vrcholech oblouků, brody v přechodech mezi oblouky.

2.4.3. Podélný profil koryta

Střídání pasáží s větším a menším sklonem dna, resp. hladiny, je vhodné z více ohledů. Soustřeďuje větší spád, a tedy potřebu odolnějšího provedení do kratších částí koryta. Rozčleňuje koryto ekologicky, vytváří místa proudná i klidová (Just, 2005).

Naskytá se i možnost členit podélný sklon koryta příčnými objekty – prahy a stupni. Při revitalizacích by však měly být příčné objekty, soustřeďující spád, využívány uvážlivě. Mají totiž i podstatné nevýhody, např. ochuzení koryta o důležité proudové úseky a migrační překážky. Přírozeným poměrům lépe odpovídá proudový úsek, zdrsněný a zpevněný přírozeně tvárným materiálem – balvanitý či kamenitý skluz nebo širší kamenitý práh (Just, 2003).

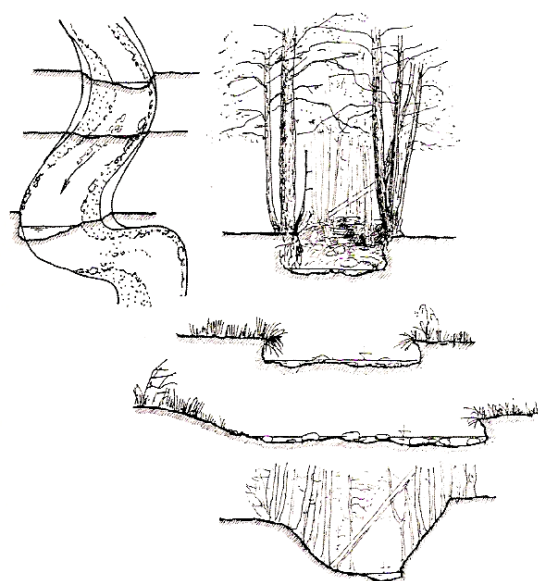
2.4.4. Příčný profil koryta

Přírodní koryta bývají většinou široká a relativně mělká, v příčném průřezu výrazně členitá. Členitost přírodních koryt tvoří střídání hloubek, materiálu dna, přítomnost velkých kamenů a dřev, kořenové systémy v březích (obr. 3.), (Just, 2005).

Přírozená koryta potoků a říček mají nejčastěji v příčném řezu tvar pekáče, jehož šířka je několikanásobkem hloubky. Poměr šířky k hloubce koryta se u stabilních koryt běžně pohybuje v rozmezí 4:1 až 10:1. Poměrně ploché dno je členěné v proudová místa, tůně a naplaveninové mělčiny (Just, 2003).

Prostorové uspořádání a stabilitu příčného profilu koryta má umožnit jeho další vývoj. Koryto nemá být prizmatické, v příčném profilu geometricky pravidelné.

Obrázek 3. Příčný profil dna (Just, 2005)



Příčné profily přírodních koryt potoků. Nejběžnější je tvar širokého pekáče se strmými až převislými břehy. Příroda zná také složený tvar s kynetou pro běžné průtoky.

V obloucích má mít nesymetrický tvar odpovídající přirozenému vývoji koryta s maximální hloubkou a strmějším svahem u konkávního břehu, s bermou a plošším svahem u břehu konvexního (Ehrlich a kol., 1996).

2.4.5. Objekty v korytě

Objekty v korytě by měly být pružné. Nevhodné jsou stupně bez tůně nad i pod přelivovou hranou. Dřevěné stupně většinou časem podtékají nebo obtékají při březích. Kamenné stupně fungují pouze při větších průtocích, jinak jen cedí vodu (pokud nedojde k jejich zanesení splaveninami). Izolovaně vložené kameny zvyšují drsnost, zachycují sedimenty a vytvářejí podmínky pro uchycení mikroorganismů. Kamenné výhony musí být stabilizovány zeminou, jinak protékají a nemají velký efekt. Výhony v tvrdém korytě, nemají efekt, protože tok se tím ještě zrychlí a dno v proudnici zůstává bez splavenin (Vrána, 2004).

Ideální návrh revitalizovaného koryta je takový, který se obejde bez spádových objektů, protože podélný sklon toku je změnou délky trasy upraven do takového sklonu, který zajistí nevymílací rychlost. Z tohoto pohledu je ideální vkládat pouze stabilizační objekty, které fixují trasu v důležitých profilech, ale nevytvářejí výškové skoky. Použití objektů vhodného spádu a konstrukce je účelné u podhorských a horských potoků a bystřin, pokud to vyplývá z morfologie toku (Vrána a Dostál, 2004).

Okolnosti ukazují, že pokud již mají být použity v revitalizacích příčné objekty, tak jenom za určitých podmínek, a spíše se bude jednat o objekty nízké nebo se spádem rozloženým do určité délky (skluzy).

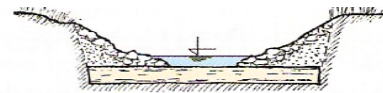
Podmínky pro použití objektů v korytě:

- výška volně přepadajícího vodního proudu nepřesahující za běžných průtoků 0,2 m
- dobrá spolupráce s přirozeným materiálem koryta, tedy jistá míra přízpusobivosti
- přiměřená pracnost a nákladovost

2.4.5.1. Kláda ve dně

Nejčastěji hrubá kláda místního původu, vložená do úrovně dna (obr. 4.). Jejím hlavním úkolem je stabilizace dna proti podélným posunům (Just, 2005).

Obrázek 4. Kláda ve dně (Just, 2003)



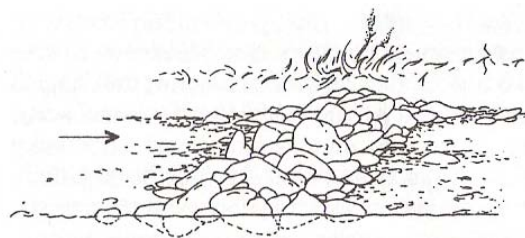
2.4.5.2. Kamenné pásy

Jsou umístěny ve dně a zpravidla i ve svazích koryta vytvořeny z větších kamenů, vyčnívajících nad úroveň dna nejvýše jednou třetinou, spíše však vložených do úrovně dna (Just, 2005).

2.4.5.3. Prahy, skluzy

Jsou vhodné pro změkčení, stabilizaci a podélné rozčlenění koryta. Tyto objekty jsou převážně tvořeny převážně lomovým kamenem různých velikostí (obr. 5.), (Just, 2005).

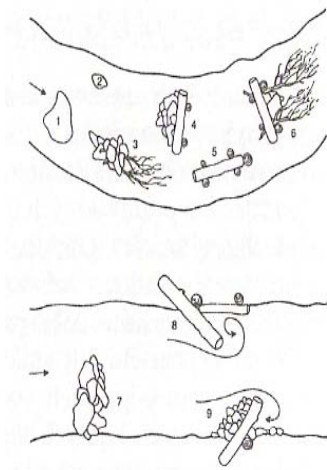
Obrázek 5. Kamenný stupeň (Adámek, 1995)



Jejich přednosti jsou prakticky stejné jako u kamenitých jízků, k výhodám patří i skutečnost, že nebrání migracím ryb (Adámek, 1995).

2.4.5.4. Boční výhony

Jsou-li do koryta vkládány výhony, platí zásada, že ve tvrdě opevněném korytě nemají význam. Zmenšují průtočný profil a rychlost proudění je pak dokonce větší (i když se proudnice vlní). Jsou-li výhony kamenné, je vhodné pohodit zeminou a drnem, aby došlo k jejich stabilizaci vegetací, urychlí se tím sedimentace v jejich proudovém stínu a jejich zapojení do prostředí (Vrána, 2004).



Různé typy drobných úprav v korytě toku a boční výhony: roztroušené balvany (1) a kameny (2), kořeny nebo větve zajištěné kameny (3), kulatina s kameny (4), kulatina ve směru proudu (5), kombinace větví a kulatiny (6), boční výhony z kamene (7), kulatiny (8) a jejich kombinace (9)

Obrázek 6. Boční výhony (Adámek, 1995)

2.4.6. Stabilita koryta

ON 736512 definuje stabilitu koryta jako schopnost koryta toku zachovávat hloubku a tvar příčného profilu i směr (Raplík, 1989).

Koryto je třeba stabilizovat, ale stabilizace by měla být přiměřená významu a využití toku a okolí (Vrána, Dostál, 2004).

Přinejmenším mimo zastavěná území by se měly revitalizace obejít bez umělých opevnění kamennými dlažbami, rovnáninami, tvárniciemi a podobnými konstrukcemi. V první řadě je třeba využívat tvarování koryt, zajišťujícího maximální přirozenou stabilitu. Pro nezbytnou a odůvodněnou dodatečnou stabilizaci pak používat přírodě blízké způsoby opevnění (Just, 2005).

2.4.7. Doprovodná vegetace

Součástí revitalizace vodního toku musí být i projekt výsadby doprovodné vegetace. Podstata projektu je obnova a doplnění břehových a doprovodných porostů podél jednotlivých prvků hydrologické sítě, tvořící základní kostru ekologické stability v krajině (Vrána, 2009).

Revitalizace dbají vhodného, místního původu, genetické čistoty a dobrého zdravotního stavu sadbového materiálu. Kvalitu a původ musejí garantovat odborné školkařské závody. Vhodná druhová skladba je věcí návrhu ozelenění (Just, 2003).

V první řadě je třeba chránit stávající zeleň, která se přirozeně vyvíjí, a využívá samovolného zarůstání z náletů a vegetativní obnovu. Tato zeleň, která

uspěje v přírodním výběru, zpravidla dobře vyhovuje místním podmínkám a nejlépe prospívá. Tento způsob ozeleňování je také nejlacinější (Just, 2005).

Obnova břehových výsadeb např. po provedené technické revitalizaci vlastního toku by měla jednoznačně respektovat přirozené druhové složení. To platí bezvýhradně pro otevřenou krajinu. Vzhledem ke snadnému šíření vodním tokem se totiž mohou rozmanité exotické druhy stát hrozbou v budoucnosti (Prach a Pithart, 2003).

Vlastní výsadba se provádí ve formě přirozeně a nepravidelně skupinového porostu. Skupinový porost dřevin umožní zachovat osvětlení toku sluncem, které je důležité pro funkci potočního biotopu a také pro zachování samočisticí funkce toku (Vrána, 2009).

Je vhodné vysazovat dřeviny a keře tzv. různověké, aby bylo dosaženo co největší vegetační pestrosti (Kender, 2000).

2.4.7.1. Údržba vegetace

V období přísušků je nutné sazenice zalévat, v závislosti na vláhových podmínkách stanoviště a typu sazenic minimálně 3 až 6x ročně. Dále je nutno sazenice alespoň 1 až 2x ročně ožínat (zejména v prvních 3 letech po výsadbě). Dodavatelská firma zajišťující výsadbu dřevin musí zaručit minimálně tříletou garanci na kvalitu provedených výsadeb. Cílovým stavem je vytvoření kvalitního porostu dřevin s bohatou vnitřní strukturou a vertikálním členěním, který vytvoří významný prvek v okolní krajině a zajistí plnohodnotnou funkčnost prvků systému ekologické stability krajiny (Vrána, 2009).

2.5. Provoz a údržba revitalizací

Podélné revitalizace koryt a niv ve volné krajině by v žádném případě neměly směřovat k náročným sadovnickým nebo dokonce architektonickým kompozicím, jejichž dlouhodobé udržování bude představovat namáhavý a nákladný boj s přírodou (Just, 2005).

2.5.1. Práce v období po dokončení výstavby

- Péče o výsadbu dřevin

viz 2.4.7.1. Údržba vegetace

- Sečení ploch

Jen ve skutečně potřebném rozsahu a po nezbytnou dobu

- Korekce dotváření revitalizovaných koryt

Korekce především potlačuje nežádoucí vývoj koryt, hlavně hloubkovou erozi (Just, 2003).

2.5.2. Práce nastupující po delším časovém odstupu

- Vyklízení ochranných sedimentačních tůní nebo předprostoru nádrží

Závisí na intenzitě zanášení

- Těžba usazenin z malé vodní nádrže

Dle intenzity zanášení

- Pěstební probírky mladých porostů

Po běžných krajinářských výsadbách, prováděných v hustých skupinách, následuje pěstební probírky.

- Udržovací probírky břehových porostů

Jednorázově by se nemělo vybírat víc než 10% kmenů, výběr by neměl stírat různověkost a tvarovou členitost porostů (Just, 2003).

2.5.3. Práce prováděné trvale

- Kontrola a údržba hrází a jejich objektů

Dle manipulačního řádu

- Sečení trvalých luk
- Eliminace invazivních rostlin

Jedná se především o křídlatky, bolševníky, netykavky a další nežádoucí rostliny. Pokud souvisle obsadí břeh potoka, znemožní obnovu žádoucích břehových porostů (Just, 2003).

Dlouhodobě by revitalizované vodní toky a jejich nivy měly žít přirozenými procesy a k jejich udržování v přirozeném stavu by mělo být potřeba co nejméně technické údržby. (Just, 2005)

2.5.4. Informační a výchovné využití revitalizací

Revitalizační stavba běžně přístupná veřejnosti by měla být opatřena tabulí nebo podobným zařízením, informující o základních charakteristikách díla a zejména o jeho významu pro přírodu, krajinu a vodní hospodářství. Výstižné obrazové schéma je vhodnější než rozsáhlé texty, které bude sotva kdo celé číst. Pokud byla výstavba podpořena dotací revitalizačního programu, mělo by to být rovněž uvedeno. Revitalizační dílo může být spojeno s naučnou stezkou (Just, 2003).

2.6. Revitalizace jako součást protipovodňové ochrany

Revitalizační opatření se mohou v souvislosti s ochranou před povodněmi uplatňovat ve třech různých pozicích. Mohou přímo přinášet ochranné účinky tím, že zpomalují postup povodňových vln koryty, podporují tlumivé rozlivy povodní v nivách, zadržují části povodňových průtoků v hloubených nebo hrázovaných objektech částečně přírodního charakteru nebo koryto přírodě blízkého charakteru odvádějí povodňové průtoky mimo ohrožené oblasti. Druhý okruh představují opatření, která pouze změkčují, zpřirodňují nezbytné technické protipovodňové objekty úpravy a objekty, jako jsou například kapacita koryta v intravilánech. Třetí okruh tvoří kompenzační revitalizační opatření. Vznikají jako náhrada za újmy na přírodním prostředí nebo na prostorech přirozených rozlivů, ke kterým dochází při budování nezbytných protipovodňových opatření (Just, 2005).

Obecně připadají v úvahu zejména následující opatření:

- Podpora přirozeného tlumivého rozlivu povodní v nivě a zpomalování jeho postupu
- Revitalizační úpravy kapacitních koryt v intravilánech
- Vytváření přírodě blízkých ochranných koryt pro odvádění nebo odváděných povodňových průtoků
- Obnova povodňově průtočných potočnic a říčních pásem

- Podpora povodňové retence v nivách hloubením objemných sníženin
- Zadržování části povodňových vod ve vícefunkčních, polosuchých poldrech
- Podpora a usměrňování plošného rozlivu a zpomalování povodní nízkými zemními valy
- Odstraňování povodňových překážek
- Revitalizační opatření kompenzující nepříznivé dopady technických protipovodňových opatření na přirozené rozlivové plochy a na přírodu

3. Faktory ovlivňující oživení toku a obnova migrační prostupnosti toků

3.1. Faktory ovlivňující oživení toku

Cílem revitalizací koryt by tedy neměla být snaha o vytvoření jakéhosi univerzálního biotopu pro nepřírozně široké spektrum druhů živočichů, ale rekonstrukce toků tak, aby vznikaly biotopy nabízející vhodné podmínky pro druhy, které se v dané geografické oblasti, nadmořské výšce apod. přirozeně vyskytují (Just, 2005).

3.1.1. Morfologie vodního toku

3.1.1.1. Členitost koryta

Členitost vodního toku je jedním z nejdůležitějších faktorů, rozhodujících o jeho oživení. Členitost meliorovaných, popřípadě dlážděných koryt s jednotnou hloubkou vody a často silným proudem je minimální (Just, 2005).

- Příčný profil

Členitost příčného profilu souvisí s velikostí omočeného profilu a s četností úkrytů, proudových stínů apod. (Just, 2003).

- Podélný profil

Pro život ryb je velmi vhodné, dá se říci žádoucí, střídají-li se v toku úseky s proudící vodou s úseky klidovými, tzv. proudové stíny mají pro ryby mimořádný význam (Šlezinger, 2005).

Střídání míst s různě silným proudem je důležitým předpokladem pro bohaté oživení koryta, protože umožňuje život širšímu spektru živočichů – mnoho druhů živočichů je vázáno na proudné úseky toku (larvy některých druhů jepic, některé druhy ryb atd.), mnoho druhů naopak přednostně vyhledává klidnější úseky. V rychleji proudících a kamenitých úsecích toků dochází k lepšímu prokysličování vody, což má vliv na chemismus toku a jeho ekologické vlastnosti. V klidnějších úsecích dochází k usazování sedimentů, na které je vázáno značné množství druhů živočichů (Just, 2005).

- Dno

Charakter dnového substrátu, který musí odpovídat jednak přirozenému potenciálu vodního toku (jistě není účelné uměle vytvořit v toku takový substrát, který první větší voda odnese nebo překryje), a současně by měl vyhovovat požadavkům cílových druhů organismů, pro které chceme vytvořit prostředí (Just, 2003).

Má rozhodující význam pro výskyt vyšších vodních rostlin a řas a dále pro druhové složení bentálních společenstev, především larev vodního hmyzu. Členité dno poskytuje rybám kromě potravní nabídky i možnosti úkrytů a mikrostanoviště s minimální rychlostí proudění. (Kender, 2000). Platí, že čím pestřejší je charakter dna, tím více druhů organismů jej v krátké době po ukončení revitalizace osídlí (Kvítek, 2005).

Na substrátu dna závisejí i vhodná místa pro rozmnožování vodních živočichů, především ryb (Just, 2003).

- Břeh

Významné jsou jeho sklony, stabilita a morfologická pestrost. U břehů můžeme rozlišit dvě zóny, a to podvodní a nadvodní (vzdušnou). Z hlediska diverzity ekologických podmínek pro rybí populace lze za optimální považovat stabilní břehy s maximálně členitou podvodní částí. Utváření břehů je dáno především geologickým podložím, a tak je potřeba úpravy břehů provádět i s ohledem na zvýšení jejich pestrosti a členitosti. Vhodné je, když nadvodní část břehu je porostlá, protože tak dochází k prorůstání kořenů i do podvodní části. Břehy jsou tak přirozeně zpevňovány a je zároveň zvyšována jejich pestrost (tvorba úkrytů pro ryby), (Kender, 2000).

3.1.1.2. Úkryty

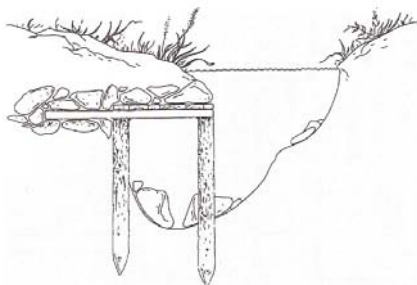
Jeden z nejdůležitějších faktorů, rozhodujících o budoucím oživení toku, je přítomnost různých úkrytů pro vodní živočichy (Just, 2005).

a) Přirozené úkryty

- **Kameny** – prostory pod nimi slouží v toku jako úkryt
- **Kořenové systémy** stromů nejen zpevňují břehy vodních toků, ale také vytváří obrovské množství úkrytů pro živočichy.
- **Podemleté břehy** – velmi významné úkryty a odpočinková zóny pro ryby a další vodní organismy.
- **Napadané větve a kameny** - slouží nejen jako úkryty, ale zpomalují proud a umožňují vznik tůní.
- **Napadané listy stromů** – vrstvy opadaného listí mohou být vhodným prostředím k zimování některých druhů vodních živočichů.

b) Umělé úkryty

- **Převíslé břehy** – vhodné pro dostatečně vodnaté toky s vyšším sloupcem vody (obr. 7 a 8).



Obrázek 7. Převíslý břeh (Adámek, 1995)

- **Rybí úkryt ve vývaříšti**



Obrázek 8. Úkryt ve vývaříšti (Adámek, 1995)

3.1.1.3. Čistota vody

Podle Kvítka (2005) je pro zdárný rozvoj organismů v revitalizovaném toku na prvním místě rozhodující kvalita vody, ta musí splňovat následující kritéria:

- musí být dodržen, případně zlepšen kyslíkový režim toku
- ve vodě se nesmí vyskytovat toxické ani nijak škodlivé látky, které by omezovaly normální rozvoj života v toku
- voda musí být přístupná slunečnímu záření takovým způsobem, aby mohly probíhat běžné asimilační pochody v toku. Souvislý zápoj vodní vegetace, jmenovitě vyšších vodních rostlin, pobřežního pásma na malých tocích je proto zcela nevhodný.

3.1.2. Chemicko-fyzikální vlastnosti vody

Mezi chemické vlastnosti vody patří obsah plynů ve vodě, reakce vody, salinita vody, obsah biogenních prvků a organických látek ve vodě (Dubský, 2003).

3.1.2.1. pH a jeho vliv na ryby

Reakce pH je záporným logaritmem množství disociovaných H⁺ iontů ve vodě. Vzhledem k tomu, že přírodní vody obsahují chemické sloučeniny, které ovlivňují stupeň disociace vody, dochází ke změně reakce na kyselou, pH nižší než 7 nebo zásaditou, pH vyšší než 7 (Hartman, 1998).

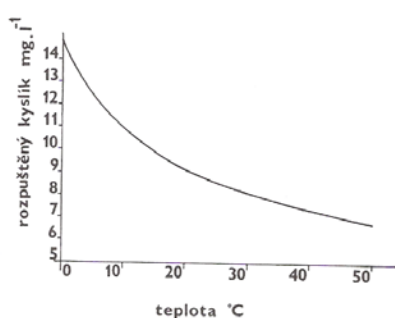
Kyselou vodu snášejí lépe ryby lososovité. Jde patrně o určitou adaptaci na podmínky horských toků, kde se někdy projevuje nižší pH v důsledku přítékající vody z rašelinišť nebo výluhem z jehličí. Nepřímé působení pH spočívá v uvolňování toxického dvojmocného železa nebo hliníku v kyselé oblasti (Sukop, 2006).

Optimální hodnota pH vody pro naše ryby se pohybuje v rozmezí 6,5 – 8,5, poškození a úhyn lze pozorovat u lososovitých ryb při pH nad 9,2 a pod 4,8 (Hanel, Lusk, 2005).

3.1.2.2. Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě

Je jedním z nejdůležitějších plynů ve vodě. Obsah kyslíku ve vodě závisí na teplotě vody a na atmosférickém tlaku. Čím vyšší je teplota vody, tím je obsah kyslíku nižší a naopak (obr. 9.) (Dubský, 2003).

Kyslík se stanovuje jodometrickou titrační analýzou (dle Winklera) nebo potenciometricky pomocí dimetrů. Pro ryby, jikry, váčkový plůdek ryb a vodní bezobratlé živočichy je nebezpečné nejen nízké nasycení vody kyslíkem, ale také přesyčení kyslíkem (Hartman, 1998).



Obrázek 9. Vztah kyslíku rozpuštěného ve vodě k teplotě

3.1.2.3. Obsah oxidu uhličitého

Oxid uhličitý je pro život ve vodě stejně důležitý jako kyslík. Je nepostradatelný pro fotosyntézu vodních rostlin. Do vody se dostává rozkladem organických látek, dýcháním vodních živočichů a rostlin a v malé míře i difúzí z atmosféry (Dubský, 2003).

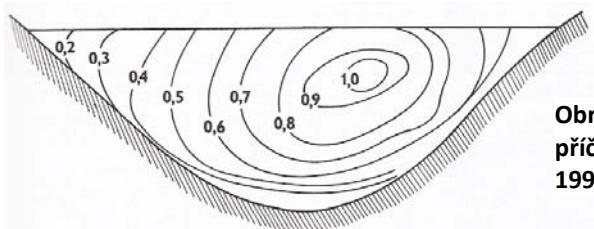
3.1.2.4. Teplota vody

Teplota vody ovlivňuje, spolu s atmosférickým tlakem, obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě. Má zásadní význam pro koloběh látek ve vodě a pro život ryb a vodních organismů, protože bezprostředně ovlivňuje důležité životní pochody, jako intenzitu látkové výměny, příjem potravy, rozmnožování apod. (Dubský, 2003).

Podle ekologické valence rozlišujeme druhy eurytermní a stenotermní. Stenotermní druhy jsou v našich podmínkách prakticky všechny studenomilné druhy např. některé druhy pošvatek, jepic atd. (Hartman, 1998).

3.1.2.5. Proudění vody

Rychlost proudění závisí na spádu, šířce a hloubce toku (obr. 10.). Ovlivňuje obsah kyslíku ve vodě, způsob života ryb a tvar jejich těla. Má také vliv na druhové složení vodních organismů a ryb v podélném i příčném profilu toku (Dubský, 2003).



Obrázek 10. Znázornění rozdílné rychlosti toku vody v příčném profilu řeky pomocí koeficientů (Hartman, 1998)

3.2. Obnova migrační prostupnosti vodních toků pro vodní organismy

3.2.1. Význam migrací pro ryby a další vodní organismy

Migrace ryb patří k jejich základním biologickým projevům umožňující obnovu, udržení a rozvoj druhové diverzity rybího osídlení přirozenou cestou (Hanel, Lusk, 2005).

Součástí revitalizačních opatření je také obnovení oboustranné migrační prostupnosti koryta. Překážky pro pohyb ryb a dalších vodních živočichů v toku představují zejména příčné stavby, vzdouvací objekty a dále místa s nedostatečnou hloubkou vodního sloupce (Just, 2003).

Migrace, pravidelné stěhování, tahy, přesuny organismů určitým směrem za určitým cílem, z určitého důvodu. Postihují obvykle výraznou část populace a většinou následuje zpětný návrat. Migrace jsou podmíněny potravně, klimatickými poměry nebo rozmnožováním (Pokorný, 2004).

- Podélná migrační prostupnost

vodního prostředí patří k významnému revitalizačnímu opatření. Migrační bariéry, které tvoří příčné stavby (různé typy jezů), je možno zprůchodnit různými typy rybích přechodů (Hanel/Lusk, 2005).

- Příčná migrační prostupnost

Patří k základním revitalizačním opatřením u vodních toků s vyvinutým rozsáhlým záplavovým územím (Hanel/Lusk, 2005).

3.2.2. Schopnost ryb překonávat překážky v toku

Schopnost překonávat překážky v toku mají jednotlivé rybí druhy různou. Odpovídá prostředí, ve kterém ryby žijí a kterému se během evoluce přizpůsobily. Překážky překonávají ryby v zásadě dvěma způsoby, a to proplutím nebo skokem. Je možné říci, že většina našich ryb s výjimkou pstruha a lososa (větší jedinci pstruha potočního mohou zdolávat výškový rozdíl až 1 m, pro většinu pstruhů je však nepřekonatelný již stupeň o výšce 0,7 m) zdolává překážky proplouváním, některé druhy vyloženě nejsou skoku schopny překonat (Just, 2005).

Vlivy, které ovlivňují překonání překážky skokem:

- vodní stav
- velikost, druh, tvar, příčné překážky
- velikost jedince
- zdravotní stav jedince
- dostatečné místo pod překážkou (možnost se rozplavat)

3.2.3. Priority při zprůchodňování vodních toků

Na základě Státního programu ochrany přírody a krajiny ČR byl v roce 2000 schválen ministerstvy životního prostředí a zemědělství Akční plán výstavby rybích přechodů pro roky 2000 – 2010 do něj byly zařazeny dvě oblasti, a to Labe od Hřenska po Brandýs nad Labem s přítoky Kamenicí a Ohří po Nechanické přehradě, a Moravu od státní hranice po Hodonín a Dyje po Novomlýnské nádrže (Just, 2005). Celkové náklady na realizaci Akčního plánu byly odhadnuty na 300 mil. Kč.

Zákon 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů v § 15 odst. 6 ukládá vlastníkům vodních děl jejich zprůchodňování při výstavbě nebo změnách.

3.2.4. Rybí přechody

Přechod rybí, také rybovod či rybí přesmyk, je to zařízení, stavba, konstrukce, která umožňuje rybám překonat překážky (stupeň, jez, přehradu, aj.) bránící ve volné migraci (Pokorný, 2004).

Rybí přechody či přesmyky jsou stavby a všechna zařízení, která umožňují rybám i dalším vodním živočichům přeplavávat překážku ve vodním toku. Mají splňovat dvě základní kritéria určující míru průchodnosti. Hledisko kvalitativní – umožňuje migraci co největšímu počtu druhů v nejširším velikostním spektru a hledisko kvantitativní – zajistit průchod podstatné části všech migrující jedinců (Hartvich, 1997).

4. Vodní organismy horských potoků

Horský potok je tok horských a podhorských oblastí, často ještě s velkým spádem (do 20 promile), koryto je již stabilizované a v širším údolí tvoří meandry. Průtoky bývají ještě často rozkolísané (Adámek, 1995).

4.1. Bezobratlí

Biocenóza vázaná na podklad. Patří do ní mikroorganismy, rostliny zakořeněné na dně nebo připevněné k různým podkladům, živočichové žijící na dně, ve vrstvě sedimentů i na jiném pevném podkladu (Pokorný, 2004).

Podle velikosti můžeme bentos dělit:

- mikrobentos – do velikosti 0,1 mm
- mesobentos – 0,1 až 2 mm
- makrobentos- nad 2 mm

Podle příslušnost k říši rostlinné či živočišné jej dělíme na fytobentos a zoobentos. Druhové zastoupení zoobentosu tekoucích vod je mnohem pestřejší než druhové zastoupení zoobentosu stojatých vod. Druhové složení v tekoucích vodách je určeno rychlostí proudu. V proudných částech toku můžeme na kamenech nalézt

larvy chrostíků, jepic či pošvatek. Mnohé druhy aktivně driftují, zejména při nepříznivých životních podmínkách (změna teploty, nedostatek kyslíku, přehušnění). Drift je významnou součástí potravy ryb. Zoobentos tekoucích vod osídluje dno do značné hloubky, což těmto organismům umožňuje přestát zvýšené průtoky vody, vymrznutí nebo vyschnutí toku, tyto vrstvy dna nazýváme hyporeál (Hartman, 1998).

4.1.1. Jepice (*Ephemeroptera*)

Dospělé jepice jsou velmi jemný hmyz, 3 až 40 mm dlouhý. Mají velmi jemná křídla, v klidu složená svisle nad tělem. Zadeček má na konci dva štěty a p q p ř uprostřed i kratší paštět. Nepřejímají potravu, a žijí proto jen několik hodin, nejvýše několik dnů. Většinu života stráví ve vodě v larválním stádiu (Hartman, 1998). Dospělci žijí jako suchozemský hmyz jen velmi krátce. Larvy jepic žijí ve všech typech stojatých i tekoucích vod (Heteša a Sukop, 1985).

4.1.2. Pošvatky (*Plecoptera*)

Tvarem těla se larvy pošvatek podobají larvám jepic, charakteristickým rozlišovacím znakem je však přítomnost pouze dvou štětů na konci zadečku. S pošvatkami se setkáváme nejčastěji ve neznečištěných tocích pstruhového a lipanového pásma. Jejich výskyt je spolehlivým ukazatelem kvalitní čisté vody. Larvy pošvatek jsou cennou a vyhledávanou potravou ryb, hlavně lososovitých. V horských nevelkých tocích žijí drobnější larvy rodů jako např.: *Protonemura*, *Amphinemura*, *Nemoura*, *Brachyptera*, *Leuctra* (Adámek, 1989).

4.1.3. Chrostíci (*Trichoptera*)

Larvy chrostíků žijí v nejrůznějších typech vod. Řada druhů si staví přenosná pouzdra, ta jsou často druhově specifická zhotovená z rozmanitého materiálu. Jiné druhy si schránku nestavějí a žijí volně buď v sítích zhotovených ze sekretu slinných žláz, nebo v chodbičkách na povrchu předmětů. Druhy stavějící si schránky

označujeme jako erucyformní druhy bezschránkaté jako campodeoidní. Chrostíci tvoří významnou součást potravy ryb (Sukop,2006).

4.1.4. Koryši (*Crustacea*)

Nejběžnějším zástupcem vodních koryšů žijících ve studených, čistých vodách je blešivec potoční (*Gammarus fossarum*), živící se převážně býložravě. Blešivci jsou výbornou potravou ryb, zejména lososovitých. Obsahují hodně karotenu, takže ryby, které se jimi živí mají maso narůžovělé barvy a jejich jikry jsou intenzívně žluté až oranžové. Kromě toho se mohou blešivci významně podílet i na samočisticích pochodech ve vodách tím, že konzumují zbytky rostlinných i živočišných organismů (Sukop, 1998).

4.2. Obratlovci

4.2.1. Pstruh obecný forma potoční (*Salmo trutta morpha fario*) Linnaeus, 1758

Rozšířen je v studených, prokysličených vod a jezer s kamenitým a štěrkovitým dnem od Španělska až po Ural (Terofal, 1997).

Je to nejvýznamnější ryba horských a podhorských potoků a řek. Na našem území je původní druh (Pokorný, 1998).

Původním a charakteristickým prostředím pstruha obecného f. potoční jsou vodní toky – potoky, říčky a řeky, které podle klasifikace zavedené Fričem (1872c) souhrnně označujeme jako tzv. pstruhové pásmo, zčásti pak úseky ležící pod ním označované jako pásmo lipanové (Baruš a Oliva, 1995).

Můžeme se s ním setkat i v nížinách, ale jen za předpokladu, že je zde chladná, dostatečně kyslíkatá a proudivá voda – je to ryba značně přizpůsobivá. Je velmi náročný na obsah kyslíku ve vodě. Dobře se mu daří v prostředí s obsahem kyslíku 9 – 11 mg.l⁻¹. Nebezpečné je kolísání obsahu kyslíku, zvláště pak jeho dlouhodobý pokles pod 6 mg.l⁻¹. Důležitou životní podmínkou je také teplota vody. Za optimální považujeme teploty v rozsahu 10 – 15°C. Při dostatku kyslíku snese krátkodobé oteplení až na 20°C. Pstruh potoční je ryba stanovištní. Stanoviště

opouští pouze v době výtěru, popř. při kolísání vodního stavu nebo nedostatku potravy. Po výtěru se pstruzi zpravidla vracejí na původní místo (Pokorný, 1998).

Lusk et al. (1983) začlenil pstruha k rybám v podstatě stanovištním s teritoriálními nároky.

Výtěr probíhá, v závislosti na teplotě vody a světelných podmínkách, od poloviny října do začátku prosince. Na výtěr vytahují ryby proti proudu do mělčích úseků toků s písčitém dnem (Pokorný, 1998). Jedna jikernačka uvolňuje 0,5 až 3 tis. jiker (Dubský, 2003).

Potravu pstruha obecného tvoří živočišné organismy, především vodní a suchozemští bezobratlí, v menší míře pak i obratlovci, především menší ryby, žáby a menší savci (Baruš a Oliva, 1995).

V mládí se živí pstruh potoční především drobnou vodní zvířenou, především zooplanktonem a bentickými organismy. Starší pstruzi přijímají larvy chrostíků, jepic, pošvatek, červy a měkkýše, v letním období také suchozemský hmyz. Později konzumují i drobné ryby (Pokorný, 1998).

Pstruh obecný je v našich vodách posuzován jako ryba krátkověká, dožívá se v průměru stáří 3-5 roků, jedinci vyššího stáří jsou již málo početní a v rámci populace spíše výjimkou (Lusk et al., 1983).

4.2.2. Vranka obecná (Cottus gobio) Linnaeus, 1758

Rozšířena je v mělké, prokysličené prudce tekoucí vody pstruhového pásma, pobřežní zóny alpských jezer (do výšky 2200 m) s písčitém nebo šterkovitým dnem. Hojně rozšířená v západní, střední a východní Evropě (Terofal, 1997).

Dimerzální, potamodromní sladkovodní druh tolerující brakickou vodu. Obývá horské a podhorské potoky a jejich mělčí úseky s členitým, kamenitým dnem. Její přítomnost prokazuje vysokou kvalitu toku a vhodnost pro chov lososovitých a liánovitých ryb (Hanel a Lusk, 2005).

Vytírá se nejčastěji v březnu a v dubnu. Jikry klade zpravidla na spodní stranu kamenů. Jikernačka uvolňuje 100 až 900 kusů lepkavých jiker žlutooranžové barvy (Dubský, 2003).

Živí se především bentickými organismy. V malé míře konzumuje i jikry a plůdek lososovitých ryb. Roste pomalu. Je krátkověká. Dožívá se zpravidla asi 8 let.

Vranka obecná je považována za indikátor kvality vody. Ve větším počtu slouží jako potrava pro lososovité ryby. Je to zákonem chráněný druh (Dubský, 2003).

V denní dobu se obvykle ukrývá pod kameny, je aktivní ve večerních a nočních hodinách. Úkryt opouští pouze při vyrušení a opět se na nejbližším místě ukrývá. Pohybuje se krátkými poskoky (Baruš a Oliva, 1995).

5. Dotační programy

5.1. Směrnice MŽP ČR o poskytování finančních prostředků

V souladu s bodem II. /1 usnesení č. 373 z 20. května 1992 vydává MŽP ČR Směrnici k zajištění úkolů vyplývajících z PRŘS ve vztahu k poskytování finančních prostředků pro jeho naplnění. Směrnice vychází zejména ze zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, zákona ČNR č. 138/1973 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, zákona ČNR č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů, zákona ČNR č. 284/1992 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech ve znění pozdějších předpisů. Směrnice upravuje postup při uplatňování žádosti o zařazení navrhovaných akcí do PRŘS, způsob projednávání žádostí o přidělování finančních prostředků a jejich čerpání, vymezuje subjekty, které mohou být žadatelem o poskytnutí finančních prostředků, vymezuje činnost, na kterou mohou být finanční prostředky uvolněny v rámci PRŘS, vymezuje způsob financování a kontrolní mechanismy (Směrnice MŽP ČR, 1999).

5.2. Program revitalizace říčních systémů

Program revitalizace toků byl zahájen v důsledku škod v naší krajině a po značném narušení vodního režimu v období kolektivizace zemědělství. První opatření vyplynula z usnesení vlády ČR č. 373/1992 Sb. Metodickým řízením bylo pověřeno MŽP ČR a za období let 1992 – 2003 bylo na revitalizaci říčních systémů vynaloženo 2,9 mld. Kč (Pokorný, 2009).

Cílem programu bylo podpořit obnovu přírodního prostředí i zdrojů užívaných člověkem. Program měl napomáhat zvýšení biologické rozmanitosti, příznivému uspořádání vodních poměrů a takovému uspořádání funkčního využití

území, které zajišťuje ochranu přírodních i kulturních hodnot krajiny. Program se soustředil na revitalizaci přirozené funkce vodních toků, zakládání a revitalizaci prvků ÚSES vázaných na vodní režim, odstraňování příčných překážek na tocích, revitalizaci retenčních schopností krajiny a výstavbu a obnovu ČOV a kanalizací včetně zakládání umělých mokřadů. ([http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPKVF5L7YG9](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPKVF5L7YG9)).

5.3. Operační program životního prostředí

OP ŽP na období 2007 – 2013 zahrnuje pro ČR částku 180 mld. Kč (Pokorný, 2009).

Operační program Životní prostředí (OP ŽP) nabízí v období let 2007-2013 možnost realizace široké škály opatření investičního i neinvestičního charakteru. Jedná se o program primárně financovaný z fondů EU, kofinancovaný z národních zdrojů a ukládající příjemci podpory povinnost finanční spoluúčasti ve výši minimálně 10 % z celkových způsobilých výdajů. Celkem je na OP ŽP z evropských fondů alokováno 4,92 miliardy Euro, tedy 18,4 % veškerých finančních prostředků určených z fondů EU pro Českou republiku.

OP ŽP se člení celkem na osm prioritních os:

prioritní osa 1 - Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní

prioritní osa 2 - Zlepšování kvality ovzduší a snižování emisí

prioritní osa 3 - Udržitelné využívání zdrojů energie

prioritní osa 4 - Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží

prioritní osa 5 - Omezování průmyslového znečištění a environmentálních rizik

prioritní osa 6 - Zlepšování stavu přírody a krajiny

prioritní osa 7 - Rozvoj infrastruktury pro environmentální vzdělávání, poradenství a osvětu

prioritní osa 8 - Technická pomoc

Řízení a garanci OP ŽP zajišťuje Řídící orgán - Ministerstvo životního prostředí ČR (MŽP ČR). Zprostředkujícím subjektem je Státní fond životního

prostředí ČR (SFŽP ČR). Příjem žádostí o podporu provádí krajská pracoviště SFŽP a v prioritní ose 6 také Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR). Formulář žádosti vyplňuje žadatel v elektronickém prostředí aplikace Bene-fill. Termíny podávání žádostí jsou zveřejňovány formou výzvy na portálu OP ŽP - www.opzp.cz. Pro správné podání žádosti je nezbytné seznámení s Implementačním dokumentem, Směrnicí MŽP č. 5/2008 a Závaznými pokyny pro žadatele.

Z pohledu AOPK ČR jsou hlavní typy opatření zahrnuty zejména v celé prioritní ose 6 a prioritních osách 1 (podoblasti podpory 1.1.1 a 1.3.2) (<http://www.dotace.nature.cz/voda-tituly/op-zp-6-4-revitalizace-vodnich-toku.html>).

Prioritní osa 1

Hlavním cílem prioritní osy 1 Operačního programu Životní prostředí (OP ŽP) - Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní - je zlepšení stavu povrchových a podzemních vod, zlepšení jakosti a dodávek pitné vody pro obyvatelstvo a snižování rizika povodní. Projekty v prioritní ose 1 lze realizovat na území celé ČR, a to ve třech oblastech podpory:

oblast podpory 1.1 – Snižování znečištění vod

oblast podpory 1.2 – Zlepšení jakosti pitné vody

oblast podpory 1.3 – Omezování rizika povodní

(<http://www.dotace.nature.cz/op-zp-osa-1-programy.html>)

Prioritní osa 6

Hlavním cílem prioritní osy 6 Operačního programu Životní prostředí (OP ŽP) – Zlepšování stavu přírody a krajiny – je zastavení poklesu biodiverzity a zvýšení ekologické stability krajiny. Projekty v prioritní ose 6 lze realizovat na území celé ČR kromě hlavního města Prahy, a to v šesti oblastech podpory:

oblast podpory 6.1 – Implementace a péče o území soustavy Natura 2000

oblast podpory 6.2 – Podpora biodiverzity

oblast podpory 6.3 – Obnova krajinných struktur

oblast podpory 6.4 – Optimalizace vodního režimu krajiny

oblast podpory 6.5 – Podpora regenerace urbanizované krajiny

oblast podpory 6.6 – Prevence sesuvů a skalních řícení, monitorování geofaktorů a následků hornické činnosti a hodnocení neobnovitelných přírodních zdrojů včetně zdrojů podzemních vod.

Příjem žádostí vykonávají krajská střediska AOPK ČR a krajská pracoviště SFŽP. AOPK ČR zároveň nabízí možnost bezplatných konzultací prostřednictvím svých krajských středisek. Celá prioritní osa 6 je realizována prostřednictvím individuálních projektů. Okruh relevantních žadatelů o podporu.

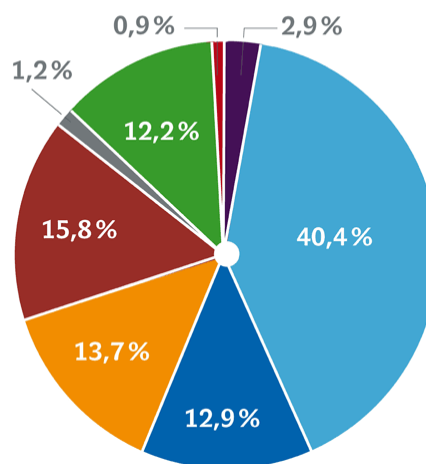
(<http://www.dotace.nature.cz/op-zp-osa-6-programy.html>)

Podíl jednotlivých Prioritních os v OPŽP

- 1 Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní
- 2 Zlepšení kvality ovzduší a snižování emisí
- 3 Udržitelné využívání zdrojů energie
- 4 Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží
- 5 Omezování průmyslového znečištění a snižování environmentálních rizik
- 6 Zlepšování stavu přírody a krajiny
- 7 Rozvoj infrastruktury pro environmentální vzdělávání, poradenství a osvětu
- 8 Technická pomoc

PODÍL JEDNOTLIVÝCH PRIORITNÍCH OS V OPŽP

- 1 Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní
- 2 Zlepšení kvality ovzduší a snižování emisí
- 3 Udržitelné využívání zdrojů energie
- 4 Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží
- 5 Omezování průmyslového znečištění a snižování environmentálních rizik
- 6 Zlepšování stavu přírody a krajiny
- 7 Rozvoj infrastruktury pro environmentální vzdělávání, poradenství a osvětu
- 8 Technická pomoc



(<http://www.opzp.cz/sekce/16/strucne-o-op-zivotni-prostredi/>)

5.4. Program péče o krajinu

Dotační program vyhlášený Ministerstvem životního prostředí poskytuje neinvestiční prostředky až do výše 100 % vynaložených nákladů na vlastní realizaci

opatření, přičemž se předpokládá postupné naplňování a realizaci opatření, která povedou k udržení a systematickému zvyšování biologické rozmanitosti. Program je zaměřen na provádění drobného managementu a dělí se na tři samostatné podprogramy lišící se vzájemně způsobem financování a rozsahem prováděných opatření:

Podprogram pro naplňování opatření vyplývajících z plánů péče o zvláště chráněná území a jejich ochranná pásma a zajišťování opatření k podpoře předmětů ochrany ptačích oblastí a evropsky významných lokalit (PPK chráněná území)

Podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí (PPK volná krajina).

Podprogram pro zabezpečení péče o ohrožené a handicapované živočichy (PPK handicapy) (<http://www.dotace.nature.cz/ppk-programy.html>).

5.5. Program Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny

Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK) je národní dotační program MŽP podporující investiční i neinvestiční záměry realizující adaptační opatření zmírňující dopady klimatické změny na vodní, lesní i mimolesní ekosystémy, dále Agentuře ochrany přírody a krajiny České republiky a správám národních parků umožňuje realizovat opatření vyplývající z plánů péče o zvláště chráněná území, ze souhrnu doporučených opatření pro ptačí oblasti, záchranných programů a programů péče pro zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů. V neposlední řadě slouží k financování monitoringu a podkladových materiálů. Na jednoleté i víceleté realizace je poskytována dotace až do výše 100% celkových nákladů akce. V rámci programu se počítá s rozdělením řádově desítek milionů korun ročně (<http://www.dotace.nature.cz/popfk-programy.html>).

6. Metodika

6.1. Charakteristika území

Všechna tři povodí Mlýnského, Bukového a Horského potoka se nachází v oblasti Svatotomášské (příloha č. 1.) vrchoviny a náleží k povodí Dunaje. Mají srovnatelnou plochu, nadmořskou výšku i prostorovou orientaci. Významným způsobem se však liší v současném způsobu hospodaření (tab. 1.) (Procházka a kol., 2001).

Sledované povodí náleží do Šumavské soustavy, která zahrnuje převážně horský a podhorský reliéf vltavsko-dunajské oblasti Českého mezihorského bloku v jižních a jihozápadních Čechách. Rozlišují se v ní 2 podsoustavy: Českoleská podsoustava a Šumavská hornatina, a to na základě orografických poměrů, podmíněných tektonickým vývojem (Czudek, 1972).

Chráněná krajinná oblast Šumava (dále jen CHKO) o rozloze 1630 km² (po zřízení národního parku 982 km²) byla vyhlášena až 27. 12. 1963. V roce 1990 byla na Šumavě vyhlášena biosférická rezervace UNESCO (<http://www.retour.cz/mesta/zeleznaruda/np.htm>).

Podnebí Šumavy má přechodný ráz mezi klimatem oceánickým a kontinentálním, tj. má poměrně malé roční výkyvy teplot a poměrně vysoké srážky se stejným rozložením během celého roku (Chábera et al., 1987).

Současné pastviny i louky byly využívány pouze jako pastviny. Hospodaří zde firma Kerin Praha s.r.o., která získala statut ekologického zemědělství za rok 1998. Louky se využívají jako jednosečné s následným spásáním. Na pastvinách je na 79 hektarech přibližně 150 kusů masného skotu (plemena Česky červenostrakatý, Hereford a Holštýn a jejich kříženci) při zatížení pastvin 0,7 VDJ/ha (Prošková, 1999).

	Mlýnský potok	Horský potok	Bukový potok
Plocha povodí (ha)	214,1	201,7	264,4
Poměr les: bezlesí	1:10	1:0,6	
Nadmořská výška (m.n.m)	784-884	826-1026	809-1026
Převažující orientace	JZ, SV	J-JZ,SV-V	
Způsob hospodaření na bezlesí	polointenzivní pastviny, sečené louky (195,6ha)	extenzivní sečené a neobhosp. plochy (56,4 ha)	extenzivní sečené a neobhosp. plochy

Tabulka 1. Charakteristika sledovaných toků (Procházka a kol., 2001)

6.1.1. Mlýnský potok

Jedná se o hraniční tok, státní hranici tvoří v délce 4,17 km. Nachází se v katastrálním území obce Pasečná mezi údolní nádrží Lipno a státní hranicí s Rakouskem. Jedná se o levostranný přítok Grosse Mühl. Sledovaná část povodí Mlýnského potoka o rozloze 214,1 ha se rozprostírá v nadmořské výšce 784-884 m, převažující svahová orientace povodí je JZ a SV. Pouze 18,5 ha (9%) plochy povodí je porostlé lesem (jedná se převážně o smrkové monokultury), 195,6 ha zaujímá bezlesí (91%). Bezlesí je 78 % zemědělsky využíváno jako jednosečné louky a polointenzivní pastviny (131,8 ha), 15 % bezlesí tvoří nevyužívané zemědělské plochy (obr. 11.). Zbývající část povodí pokrývá zástavba, zahrádky, zemědělské objekty a silnice (Procházka a kol., 1999).

Číslo hydrologického povodí Mlýnské potoka je 4-04-01-004 a plochou přibližně 9 km².

Obrázek 11. Mlýnský potok (foto Autor)



6.1.2. Horský potok

Sledované povodí o rozloze 201,7 ha se

Obrázek 12. Horský potok (foto Autor)

nachází v nadmořské výšce 826-1029 m n.m. (podle Procházky a kol. 2004). Horský potok vzniká na jižním svahu Vítkova kamene. Protéká naším územím jihovýchodním směrem v délce 8,6 km a přibírá zleva Bukový potok, zprava Mlýnský potok.



Velikost povodí Horského potoka na našem území měří 29,35 km (Chábera, 1987). Na povodí Horského potoka plošně vzrostly lesní porosty, zůstaly však zde plochy bezlesí extenzívně obhospodařované (kosené louky) a navíc zde

vznikly plochy přirozené sukcese (obr. 12.) (Procházka a kol., 2008). Průměrná rychlost proudění je 43 l/s. Trasa toku je zvlněná, šířka toku se pohybuje kolem 1 m. Výška vodního sloupce kolem 0,5 m. Substrát dna je štěrkovitý. Dno koryta v úseku, kde jsou prováděny kontrolní odlovy, je „hladké“ bez balvanů, příčných překážek, tůní apod.

6.1.3. Bukový potok

Sledované území povodí Bukového potoka o rozloze 264,4 ha se nachází v nadmořské výšce 809-1026 m n. m. (Podle Procházky a kol., 2006).

Obrázek 13. Bukový potok (foto Autor)

Na povodí Bukového potoka se dříve zemědělsky hospodařilo, dnes 95% plochy povodí pokrývá sekundární les s převahou smrku (obr. 13.), (Procházka a kol., 2004).



Průměrná rychlost proudu je kolem 41

l.s-1. Trasa toku je zvlněná, šířka se pohybuje do 1 m, hloubka toku do 0,5 m. Substrát dna je štěrkovitý. Morfologická členitost toku je pestřejší, než je tomu v případě Horského potoka. Najdeme zde úseky proudivé i tišinné.

6.2. Metodika sledování

+Hodnocení vlivu revitalizačních úprav na druhové a velikostní složení rybí obsádky Mlýnského potoka bylo provedeno podle odlovů ryb před revitalizací a po provedení revitalizačních úprav. Odlovy byly pravidelně prováděny od roku 1997 až do roku 2009.

Obrázek 14. Lov elektrickým agregátem (foto Autor)

Kontrolní odlovy ryb (obr. 14.) na Mlýnském, Bukovém a Horském potoce se provádí od roku 1997 vždy na podzim, od roku 2004 dvakrát do roka a to v jarním a podzimní období (Laboratoř aplikované ekologie ve spolupráci s Katedrou rybářství na ZF JU v Českých Budějovicích / Fakulta rybářství a ochrany vod). Zájmový úsek v délce obvykle 100 m se prolovuje přenosným elektrickým agregátem (stejnoseměrný proud 220 – 300 V, 0,4 – 1,2 A) a to dvakrát za účelem získání



přesnějších výsledků. Odlov ryb byl proveden brodivým způsobem, směrem proti proudu. Ulovené ryby byly uloženy do čisté vody, aby se rychle zotavily. Následně byly zjišťovány základní údaje odlovených ryb z prvního odlovu – ryby byly druhově determinovány a byla zjišťována délka, která se měřila za pomoci pravoúhlého měřidla z umělé hmoty „standard length“ a to od nejpřednějšího výběžku rybcce až po nejzazší část ošupeného trupu ocasního násadce (Holčík, 1998). Zjištěné výsledky jsou přepočítávány na 1000 m délky.

U odlovených ryb bylo provedeno druhové určení, byla zjištěna jejich délka těla a hmotnost je dopočítávána dle délko-hmotnostního vztahu, který byl vyjádřen logaritmickou rovnicí lineární závislosti hmotnosti na délce těla ryby. Rovnice byla převzata od Pivničky (1981) a zjednodušena do tvaru:

$$w = a \cdot L^b$$

w – hmotnost

L – délka těla

a, b - koeficienty

Po změření byly ryby vráceny zpět do toku. Zjištěné výsledky v početnosti a biomase ryb byly přepočteny na 1 km délky toku (Hartvich, 2003). Odhad celkové abundance ryb ve sledovaných lokalitách byl vypočten podle Sebera et Le Crena, 1967, ze dvou následných lovů:

$$S = (C_1^2 - C_2) / (C_1 - C_2)$$

S - celkový počet ryb v lokalitě

C1 - počet ryb z prvního odlovu

C2 - počet ryb z druhého odlovu

Biodiverzita bývá v širším smyslu chápána jako celkový počet druhů vyskytujících se na konkrétním vymezeném prostoru (Lusk, 1998). Hodnocení společenstva a to jak druhové skladby (pestrosti), tak i počtu jedinců jednotlivých druhů. Používá se k hodnocení rybích společenstev. Hodnoty se pohybují v rozmezí 0,5 – 2,5, přičemž nejnižší bývá u méně početných společenstev. Pro biodiverzitu byl použit vzorec dle Shannon – Weaver:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{N_i}{N} \right) \ln \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

N – celkový počet všech ryb

N_i – počet jedinců jednoho druhu

S – počet druhů

Ekvitabilita, druhová vyrovnanost, je tvořena počtem jedinců jednotlivých druhů tvořících biocenózu (společenstvo). Nejvyšší ekvitabilita by nastala v případě, kdyby jednotlivé druhy byly zastoupeny stejným počtem jedinců.

$$E = H'/\log S$$

Dominance (D) vyjadřuje se v procentech, přičemž lze stanovit jak početní dominanci (podíl abundance jedinců jednotlivých druhů z celkové abundance jedinců ichtyocenózy), tak i hmotnostní dominanci (podíl hmotnostní abundance jednotlivých druhů na hmotnost biomasy všech členů biomasy).

$$D = n*100/S (\%)$$

Údaje o průtocích byly získány z automatické měřicí stanice, která průběžně registruje výšku hladiny na měrném profilu (PROCHÁZKA, et al., 2001). Chemické a fyzikální vlastnosti vody jsou zpracovávány Laboratoří aplikované ekologie.

7. Výsledky

7.1. Mlýnský potok

7.1.1. Revitalizační úpravy na Mlýnském potoce

V roce 1966 byla provedena úprava toku jako součást odvodnění okolních pozemků a sloužila jako hlavní odvodňovací prvek v dané lokalitě. Do toku byly zaústěny kanály z okolních odvodňovacích systémů. Vlastní koryto bylo hluboké v průměru 1,2 m a bylo opevněno betonovými prefabrikáty. Došlo k radikální změně biotopu toku tak, že byl potlačen rozvoj vodní fauny a flóry. (Projekt Revitalizace toku 030 Pasečná – Mlýnský potok, září-říjen 1996).

Částečná revitalizace, tj. úprava ve stávajícím korytě toku proběhla v období od 1. srpna do 17. listopadu 1998. Stavbu projektovala firma Projekta, projektové a stavební sdružení se sídlem v Táboře. Vlastní výstavbu provedl Agrostav a. s., výsadby zeleně firma Asakon Č. Budějovice, investorem a stavebním dozorem byla Státní meliorační správa Územní pracoviště Č. Krumlov. Během realizace výstavby probíhaly po 14 dnech kontrolní dny, na kterých byli přítomni zástupci Státní meliorační správy, Agrostavu a. s., Správy NP a CHKO Šumava, Zemědělské fakulty JU, OÚ Přední Výtoň, AOPK Č. Budějovice, Kerin s.r.o. Praha (uživatel pastvin v povodí).

Cílem stavby byla revitalizace Mlýnského potoka. Navržená opatření měla podle projektu obnovit základní parametry potočního biotopu, zpomalit odtok vody z krajiny, zvýšit samočisticí schopnost vody a obnovit život v korytě toku (Procházka a kol., 1999). Revitalizace proběhla na úseku dlouhém 1692 m. Nejprve byl vyčištěn levý břeh toku od submersní vegetace. Následovalo odstranění betonových prefabrikátů, výstavba propustku, jednotlivých objektů a opevnění, výměna drenáží a nakonec znovu osázení a osetí břehů. Revitalizační úpravy probíhaly 3,5 měsíce. V rámci revitalizace byla rovněž provedena výměna svodných drénů za trubky z PVC v celkové délce 2010 m.

K přírodě blízké úpravě byly použity 4 typy stavebních prvků:

1. práh se skluzem – celkově jich bylo vybudováno 5 ks. Účelem práhu se skluzem je

zvýšení hladiny toku, drsnosti koryta a migrační průchodnosti pro ryby (příloha č. 2.). Dále dochází k rozvlnění iniciace průběhu proudnice a následnému snížení sklonu toku.

2. Rybí útulek – bylo postaveno celkem 26 rybích útulků. Rybí útulky zajišťují rybám možnosti úkrytu, místa pro odpočinek a zejména existence při menších průtocích vody. Kamenné stupně – bylo jich vybudováno 27. Jejich funkce je zajistit stabilitu dna toku a přispět k prokysličování vody (příloha č. 3.)

3. Kamenné boční výhony – bylo jich vybudováno celkem 53. Kamenné výhony se zařazují do toků, které jsou napřímeny a mají nahradit funkci přirozených meandrů (příloha č. 4.). Jejich účelem je rozvlnit proudnici a vytvářet proudové stíny, důležité pro oživení toku (Cowx, Welcomme 1998 in Hartvich a kol., 2003).

Zásah ve vlastním korytě vedl:

1. k mírnému zvýšení hloubky vody v potoce jak prohloubením koryta (vytrhání panelů), tak zvednutím hladiny (výstavba objektů)
2. ke zvýšení členitosti a drsnosti dna toku, k mírnému rozvlnění proudnice
3. částečně k vytvoření podmínek pro nástup mokřadní vegetace
4. k okamžitému návratu ryb

Za nepříliš pozitivní lze považovat následující body:

1. nedošlo ke změně hlubokého zaklesnutí toku, čímž se udržuje nízká hladina podzemní vody
2. zůstala nezměněna trasa toku, což neumožní vznik přirozené potoční nivy a tvorbu meandrů
3. tím, že byla v povodí ponechána resp. obnovena odvodňovací drenáž, je nízkou hladinou podzemní vody určen profil půdy se střídavým vysušením a zamokřením
4. kolísáním hladiny podzemní vody po srážce a v době sucha dochází k urychlení mineralizace a k následnému vyplavování látek (zejména alkálií a dusičnanů) z půdy, dochází k okyselování půdního substrátu (Ripl, 1996 in Procházka a kol., 1996)

7.1.2. Ichtyofauna

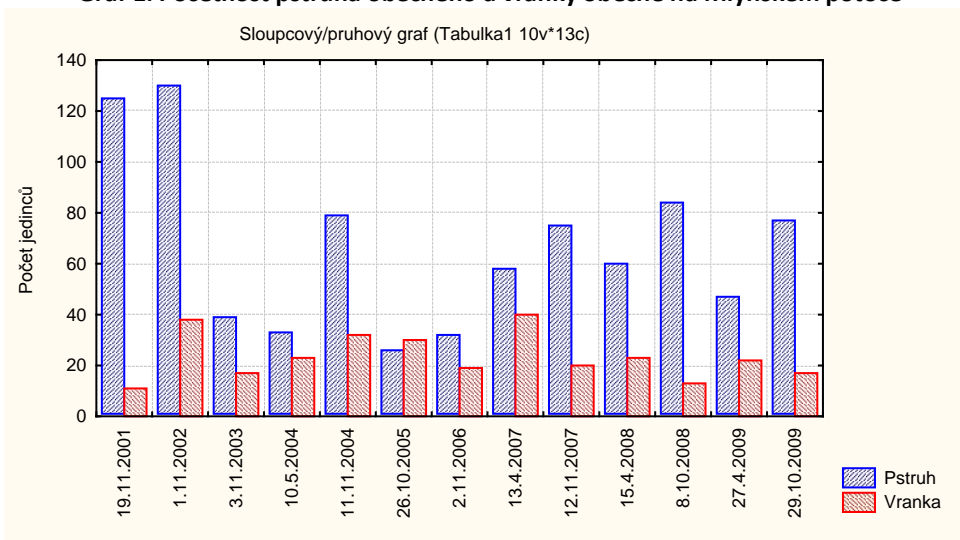
V Mlýnském potoce žijí dva druhy ryb a to pstruh obecný forma potoční (*Salmo trutta morpha fario*) a vranka obecná (*Cottus gobio*). V porovnání s Horským a Bukovým potokem je zde rybí obsádka početnější. Pstruh obecný se v potoce před

revitalizací vyskytoval jen ojediněle (v roce 1997 byla početnost 45 ks/km toku a biomasa 0,22 kg/km toku, v roce 1998 byla početnost 0 ks/km a biomasa 0 kg/km), (Hartvich, a kol., 2003). Stav upraveného toku rybám zřejmě nevyhovoval, jelikož betonové opevnění dna a břehů rybám neposkytovaly vhodné životní podmínky. Zlomovým bodem se stal podzim roku 1998, kdy byly na Mlýnském potoce provedeny revitalizační úpravy. První odlov po dokončení revitalizačních prací byl proveden 13.11 1998. Podařilo se ulovit 12 ks pstruha o celkové hmotnosti 353 g. Od tohoto roku až do roku 2002 počet jedinců a jejich biomasa vzrůstala, poté nastal pokles v početnosti. Velikost odlovených jedinců pstruha obecného se pohybuje od 10 – 230 mm. V posledních letech se zvýšil počet větších jedinců i početnost jedinců pstruha obecného.

Vranka obecná byla poprvé ulovena v roce 2001 a stala se pravidelnou součástí úlovků i její ichtyomasa postupně narůstá. Odlovené vranky dosahovaly délek od 18 do 130 mm.

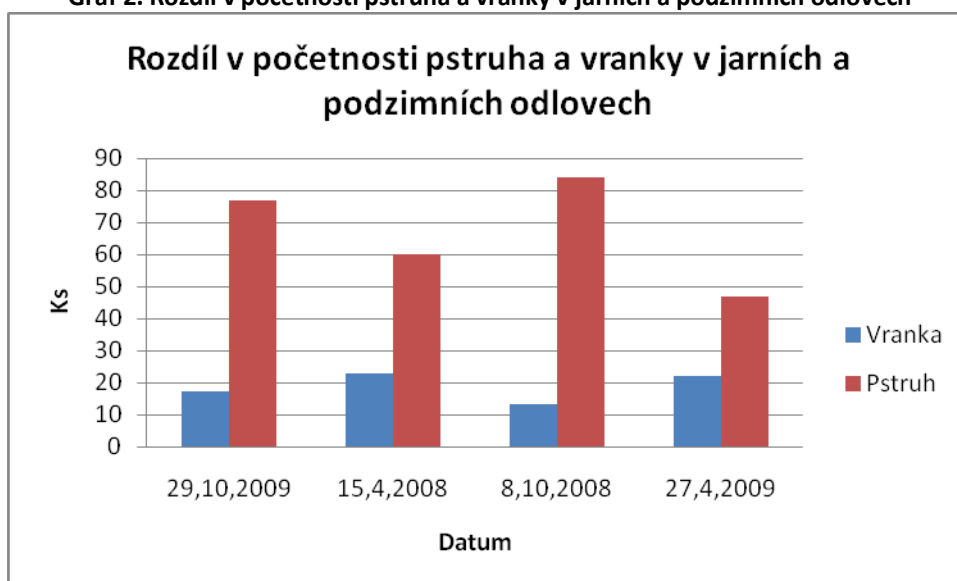
Pokud srovnáme vývoj početnosti pstruha potočního a vranky obecné v Mlýnském potoce, je patrné, že s nárůstem početnosti vranky obecné klesá početnost pstruha obecného (Graf 1.).

Graf 1. Početnost pstruha obecného a vranky obecné na Mlýnském potoce



Početnost pstruha obecného je vyšší v podzimních odlovech a nižší v jarních odlovech (Graf 2.). Početnost vranky obecné je v opačném trendu jako u pstruha. Pstruh se vytírá na podzim (od poloviny října do prosince), z tohoto důvodu si lze vysvětlit větší početnost právě v podzimních odlovech. Naopak vranka se vytírá v jarním období.

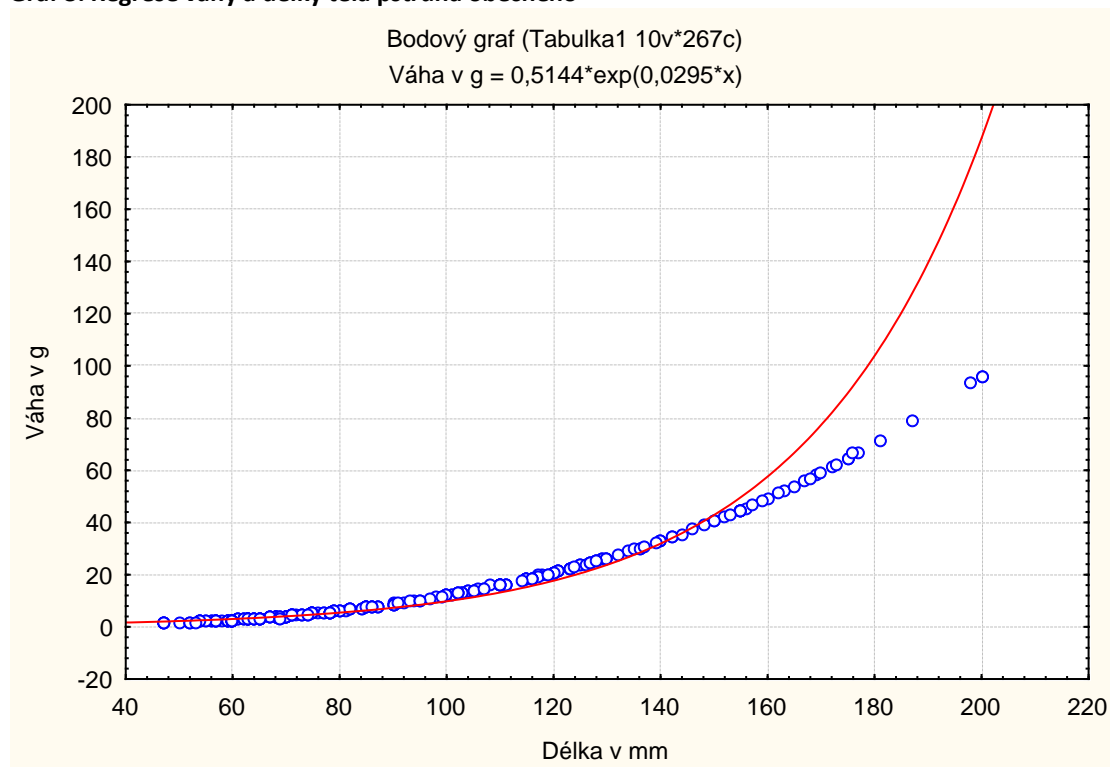
Graf 2. Rozdíl v početnosti pstruha a vranky v jarních a podzimních odlovech



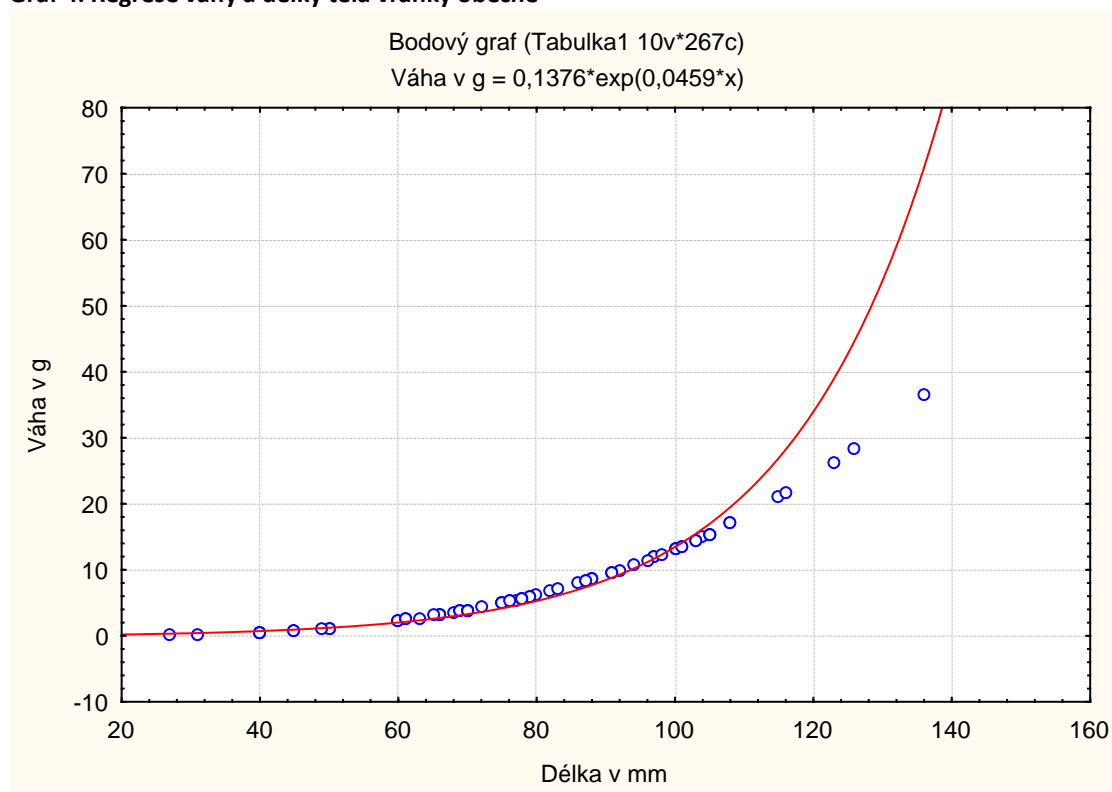
7.1.3. Délko-hmotnostní vztah

Graf 3. a 4. znázorňuje statisticky průkaznou změnu růstu hmotnosti od délky 150 mm u Pstruha obecného a od 110 mm u Vranky obecné. Zmenšuje se tempo růst délky těla a zvyšuje se rychlost růstu hmotnosti.

Graf 3. Regrese váhy a délky těla pstruha obecného



Graf 4. Regrese váhy a délky těla vranky obecné



7.1.4. Druhov^á biodiverzita

Druhov^á biodiverzita na Mlýnském potoce odpovídá svými hodnotami pstruhovému společenstvu (méně početnější společenstva), (Graf 5). Nízké hodnoty pod 0,5 jsou způsobena menším počtem jedinců jednoho či druhého druhu. "

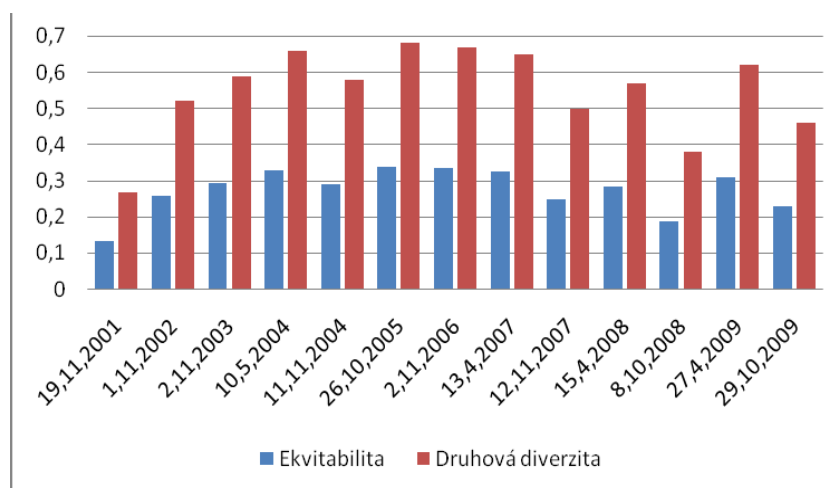
Graf 5. Druhová biodiverzita – Mlýnský potok



7.1.5. Ekvitabilita

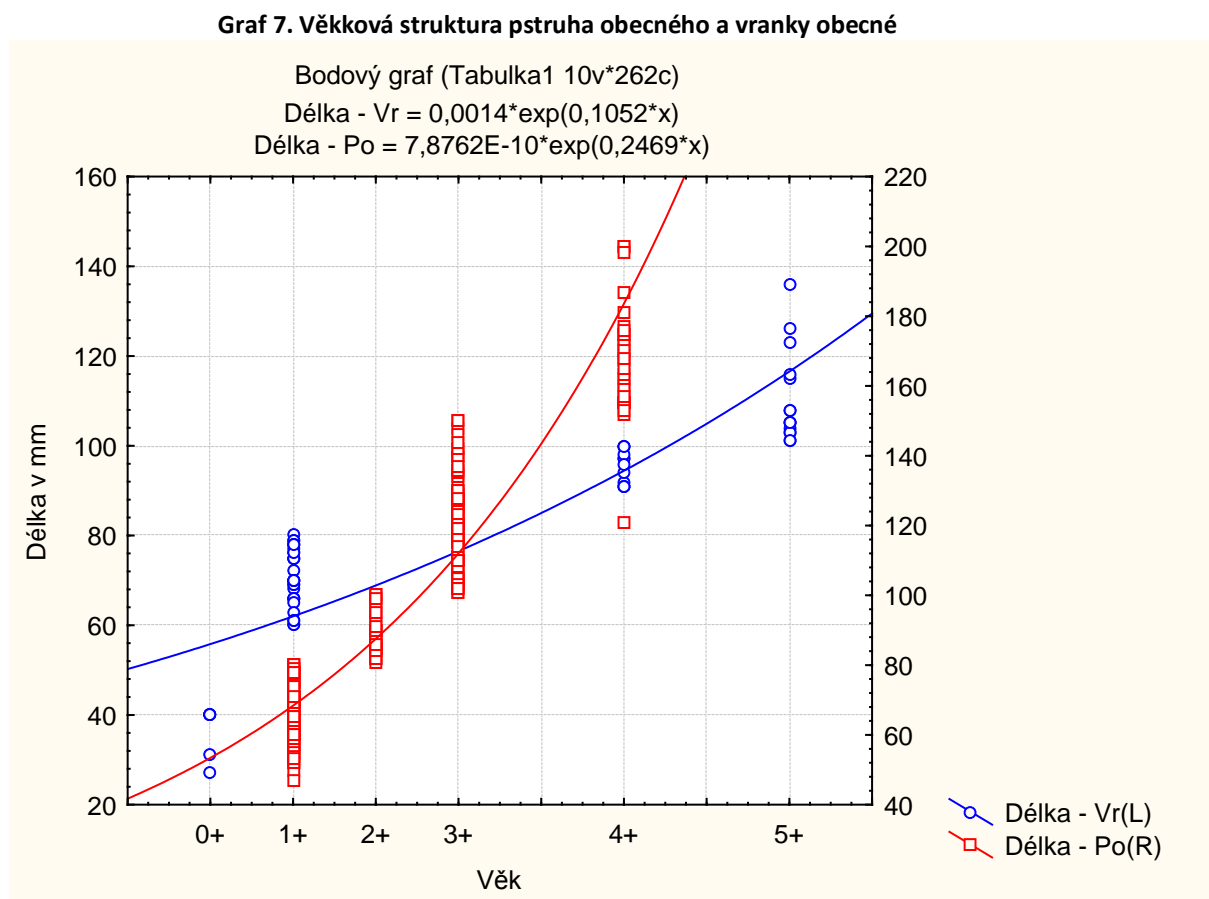
Hodnoty ekvitability jsou přímo úměrné k poměru mezi jednotlivými druhy (Graf. 6). Vyšší hodnoty ekvitability na Mlýnském potoce jsou dosaženy tehdy, když se zvyšuje počet jedinců vranky obecné a tím se vyrovnává poměr mezi vrankou a pstruhem.

Graf 6. Druhová biodiverzita – Mlýnský potok



7.1.6. Věková struktura ichtyofauny

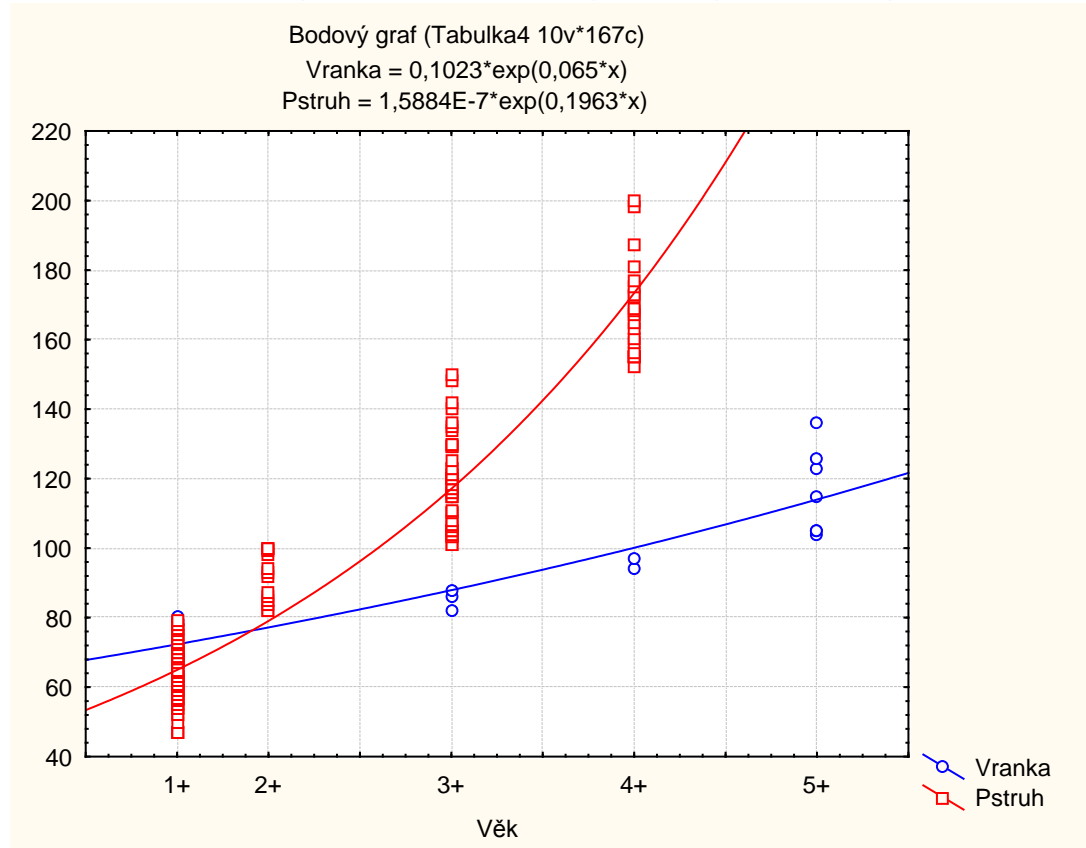
Byla dopočítána na základě délky těla ryby (mm) pomocí programu Pasgear 2 a vyhodnocena statistikou (Graf 7.).



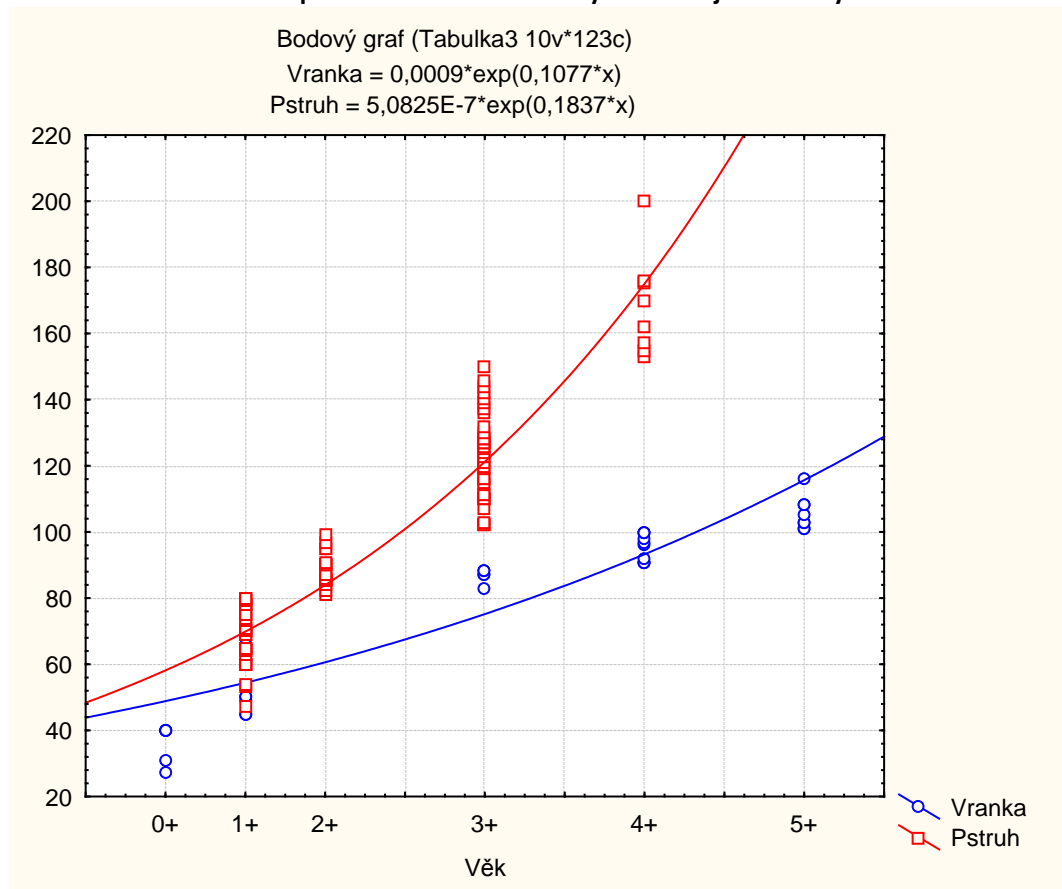
Větší počet starších jedinců pstruha obecného (3+ a 4+) se vyskytuje v podzimních odlovech (Graf 8.), to jen dokazuje migraci starších jedinců v Mlýnském potoce v podzimních měsících, kdy dochází k přirozenému výtěru pstruha. Pstruh pohlavně dospívá ve 2. až 3. roce mlíčáci a ve 3. až 4. roce jikernačky (Dubský, 2003). V jarních odlovech (Graf 9.) je výskyt starších jedinců pstruha (4+) je velice sporadický.

Vranka se vyskytuje v jarních i podzimních odlovech ve srovnatelných počtech i věkových skupinách.

Graf 8. Věkková struktura pstruha obecného a vranky obecné – podzimní odlovy



Graf 9. Věkková struktura pstruha obecného a vranky obecné – jarní odlovy



7.1.7. Bezobratlí

Je patrné, že v jarním a letním období se v potoce vyskytuje mnohem více organismů, než je tomu na podzim (tab. 2.), (Černý, 2007).

Tabulka 2. Celkový počet druhů a jedinců bezobratlých organismů (Černý, 2007)

Mlýnský potok	11.10.2005	25.10.2005	4.5.2006	6.6.2006
Suma organismů	426	275	1535	1999
Suma taxonů	19	10	27	25

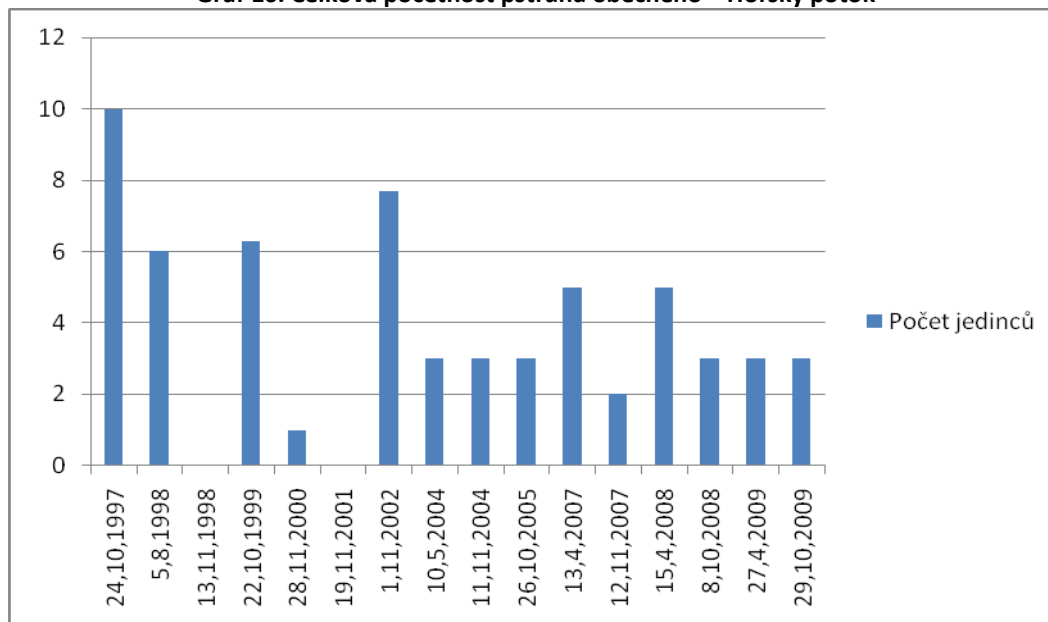
Dominantní druhy zoobentosu na Mlýnském potoce jsou *Gammarus fossarum*, *Gammarus fossarum*, *Potamophylax nigricornis*.

7.2. Horský potok

7.2.1. Ichtyofauna

V úlovcích z Horského potoka se vyskytuje pouze pstruh obecný. Jeho početnost i ichtyomasa je nízká a při každém odlovu je různá (Graf. 10). V posledních odlovech se početnost pstruha ustálila a vyrovnala. Velikost odlovených jedinců se pohybuje od 50 do 200 mm.

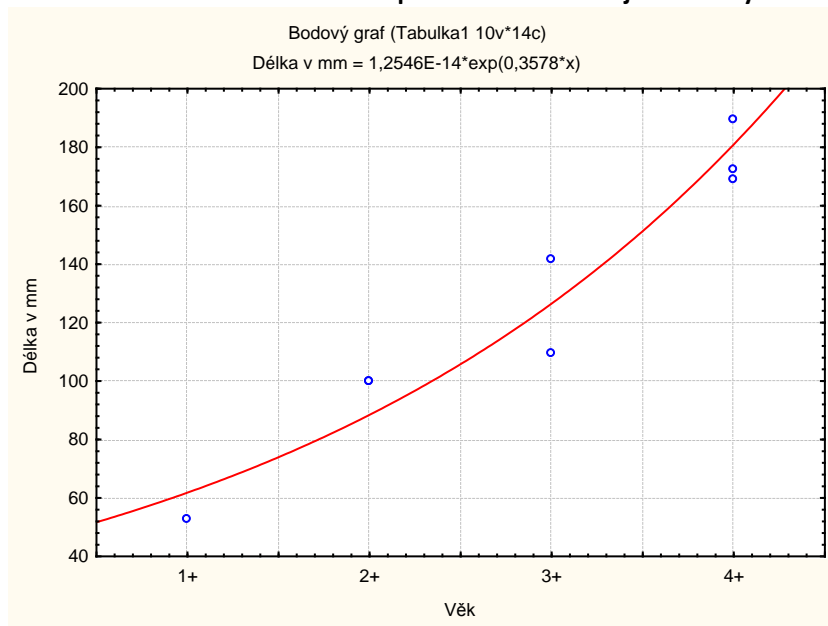
Graf 10. Celková početnost pstruha obecného – Horský potok



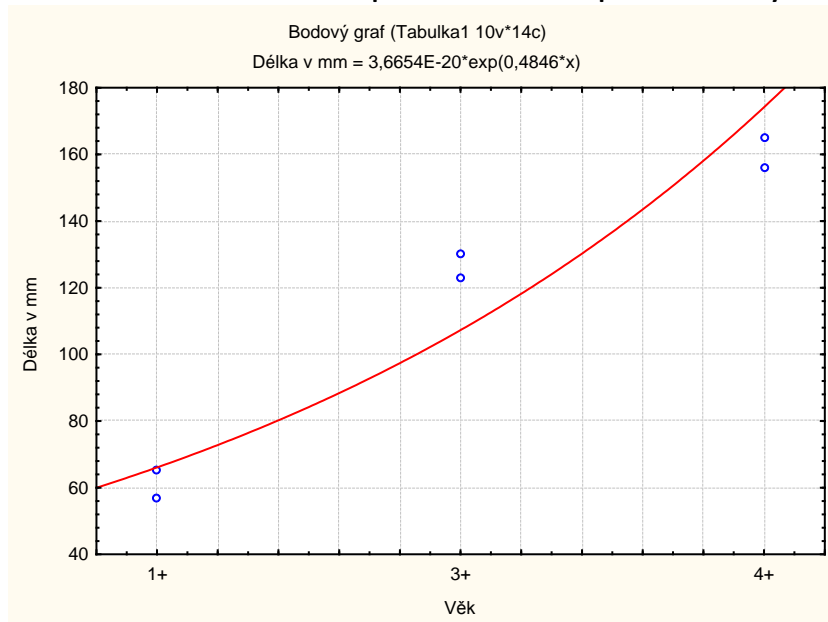
7.2.2. Věková struktura ichtyofauny

Na Horském potoce je věkové složení opačné než u Mlýnského potoka. V jarních odlovech se vyskytuje větších počet starších jedinců a v podzimních odlovech zase méně.

Graf 11. Věková struktura pstruha obecného – jarní odlovy



Graf 12. Věková struktura pstruha obecného – podzimní odlovy



Další údaje (druhová biodiverzita, ekvitabilita), na Horském potoce nelze počítat, z důvodu výskytu jen jednoho druhu.

7.2.3. Bezobratlí

Počet ulovených organismů a počet zjištěných druhů je oproti (tab. 3.) Mlýnskému potoku značně nižší, stejně jako u Mlýnského potoka je zde patrný početní rozdíl v počtu organismů i druhů v podzimním a letním období (Černý, 2007).

Tabulka 3. Celkový počet druhů a jedinců bezobratlých organismů

Horský potok	11.10.2005	25.10.2005	4.5.2006	6.6.2006
Suma organismů	29	90	129	130
Suma taxonů	10	10	21	18

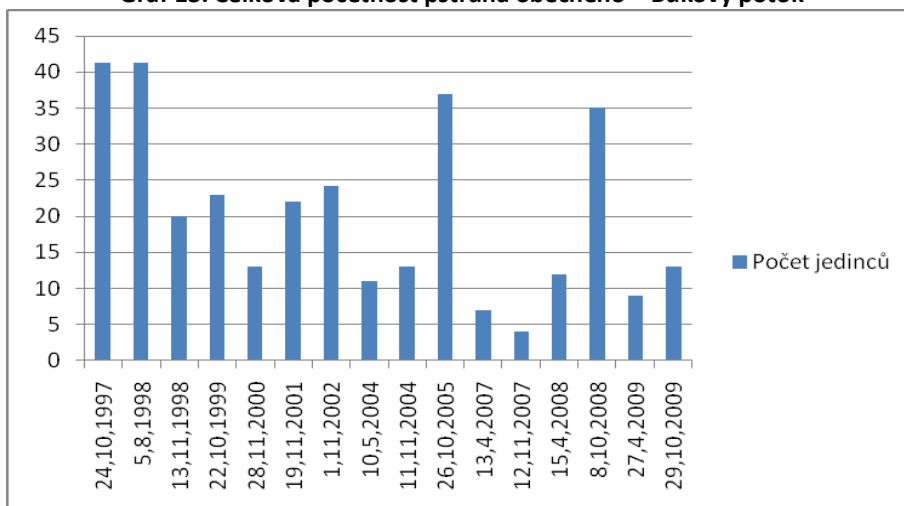
Dominantní druhy zoobentosu na Horském potoce jsou *Gammarus fossarum*, *Leuctra nigra*, *Anitella obscurata*.

7.3. Bukový potok

7.3.1. Ichtyofauna

V Bukovém potoce jsou zaznamenávány pouze úlovky pstruha, počty ulovených jedinců a zejména ichtyomasa kolísá (Graf. 13). Větší počet odlovených jedinců se vyskytuje v podzimních odlovech. Délky těl ulovených pstruhů se pohybují od 30 do 198 mm.

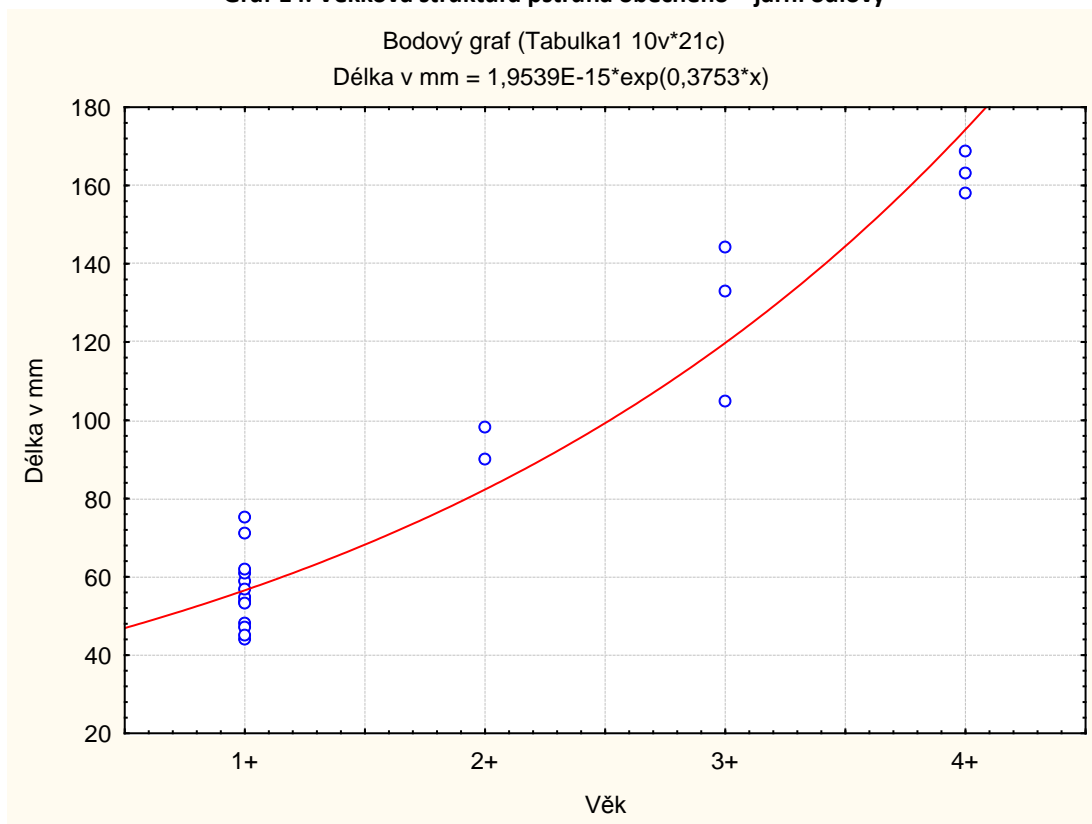
Graf 13. Celková početnost pstruha obecného – Bukový potok



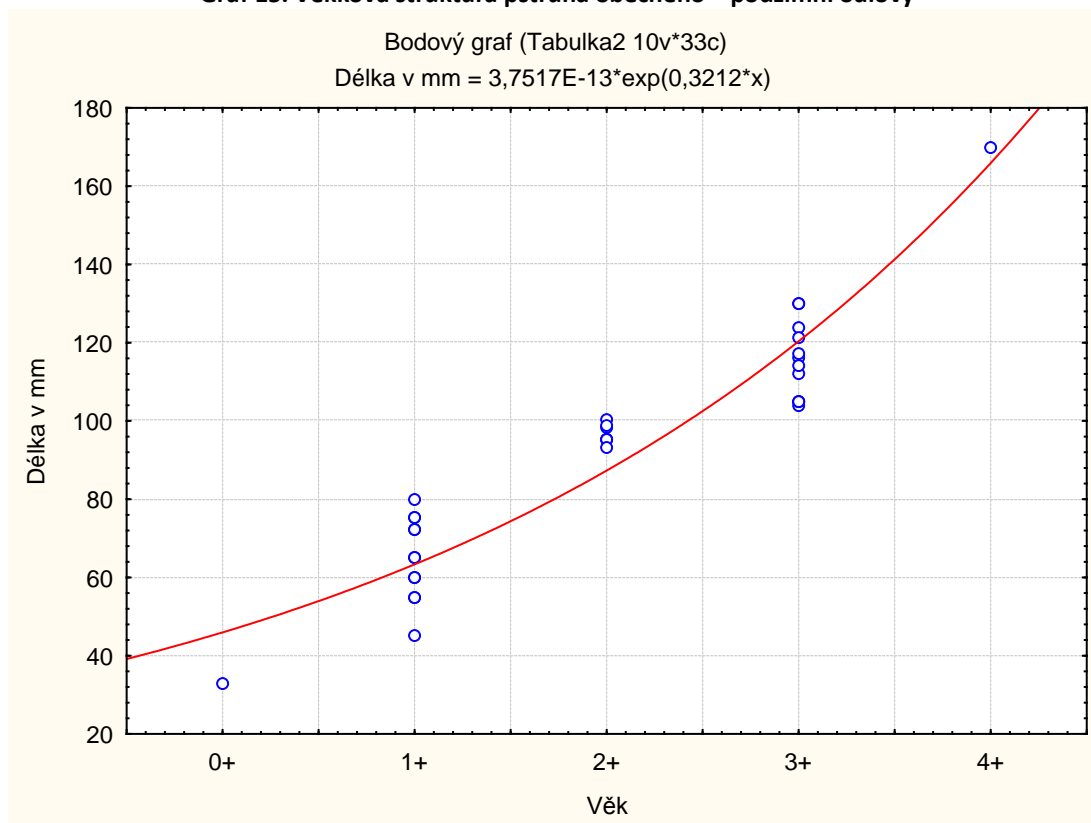
7.3.2. Věková struktura ichtyofauny

Větší počet starších jedinců pstruha obecného v Bukovém potoce se vyskytuje v podzimních odlovech (Graf 14 a 15).

Graf 14. Věková struktura pstruha obecného – jarní odlov



Graf 15. Věková struktura pstruha obecného – podzimní odlovy



7.3.3. Bezobratlí

V Bukovém potoce byl zaznamenán podobný počet druhů makrozoobentosu, jako v Horském potoce, rovněž i počty jedinců jednotlivých druhů jsou podobné (tab. 4.), (Černý, 2007).

Tabulka 4. Celkový počet druhů a jedinců bezobratlých organismů

Bukový potok	11.10.2005	25.10.2005	4.5.2006	6.6.2006
Suma organismů	63	67	148	137
Suma taxonů	15	18	16	14

Dominantní druhy zoobentosu na Bukovém potoce jsou *Gammarus fossarum*, *Nemoura* sp., *Brachyptera risi*.

7.4. Porovnání výsledků

7.4.1. Ichtyofauna

Pokud srovnáme výsledky odlovů ve sledovaných tocích, zjistíme, že největší zastoupení rybího společenstva je právě v revitalizovaném Mlýnském potoce. Nejmenší počet odlovených ryb (pstruha obecného) bylo v Horském potoce a následkem toho je tu i nejmenší ichtyomasa (tab. 5).

Tabulka 5. Ichtyomasa na sledovaných tocích

Datum	Celková ichtyomasa (g) BP	Celková ichtyomasa (g) MP	Celková ichtyomasa (g) HP
26,10,2005	1293	1258	41
2,11,2006	167,9	803	65
12,11,2007	78,3	2477	29
15,4,2008	241,1	1226	55,6
8,10,2008	217,1	1497	25,5
27,4,2009	43,7	824	29,1
29,10,2009	183,5	1338	21,3

Biodiverzita na Horském a Bukovém potoce je nulová, jelikož se zde vyskytuje jen jeden druh (pstruh obecný). Na Mlýnském potoce se až do třetího roku vyskytoval jen pstruh obecný, proto je biodiverzita taktéž nulová. V dalších letech pozvolna stoupá v důsledku výskytu dalšího druhu (vranka obecná) a je typická pro rybí společenstva pstruhového pásma.

8.4.2. Chemicko-fyzikální vlastnosti vody

Průměrné průtoky na srovnávaných tocích jsou poměrně vyrovnané, nejvodnatější bylo v průměru povodí Mlýnského potoka (59 l.s^{-1}), srovnatelně pak povodí Horského a Bukového potoka (40 , resp. 41 l.s^{-1}), (tab. 6).

Tabulka 6. Průtoky za období 2000-2007 (Procházka, 2006)

	Mlýnský	Horský	Bukový
Průměr	59	43	41
Minimum	7,5	6,6	7,8
Maximum	935	359	281
Směrodatná odchylka	114	48	41

Celkový obsah rozpuštěných látek vyjádřený jako vodivost, stejně jako průměrné koncentrace hydrogenuhličitanů (KNK), dusičnanů, vápníku, hořčíku, sodíku, draslíku a chloridů byly statisticky významně vyšší ve vodě Mlýnského potoka než ve vodách Horského a Bukového potoka. To dokladuje základní statistika souboru dat o chemismu odtékající vody z jednotlivých povodí v tabulce (tab. 7), potvrzená i výsledky statistického testu s použitím Tukeyho testu na prokázání rozdílnosti s 5 % hladinou významnosti mezi povodími. Tabulka uvádí i statistický soubor koncentrací látek ve srážkách stanovených váženým průměrem za roky 1999 – 2007 ze stanice Pasečná (Procházka, 2009).

Tabulka 7. Základní statistika chemismu odtékající vody na závěrných profilech, rozdílnost mezi povodími v období let 1999 – 2007 (v mg.l⁻¹, vodivost v μS.cm⁻¹, KNK v mmol). (Procházka, 2009)

Parameter	Precipitation			Mlýnský			Horský			Bukový			ANOVA F; P
	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	
Conductivity	327	32.4	21.0	128	90.9	16.8	130	42.7	7.5	128	36.0	4.2	978.52***
pH	337	5.31	0.6	135	6.38	0.3	135	6.09	0.4	134	6.06	0.6	20.65***
Alkalinity	303	0.18	0.1	134	0.46	0.1	133	0.20	0.1	130	0.15	0.1	282.72***
NO ₃ ⁻	331	2.03	1.6	135	7.39	2.7	133	2.01	1.1	133	1.40	0.5	374.13***
Ca ²⁺	336	0.98	1.2	125	7.75	2.4	126	3.20	1.4	125	2.36	0.7	379.46***
Mg ²⁺	335	0.22	0.4	126	1.62	0.5	126	0.88	0.5	126	0.67	0.3	152.53***
Na ⁺	336	0.43	0.4	125	3.76	1.1	126	2.71	0.9	126	2.78	0.9	45.47***
K ⁺	335	0.63	0.6	125	1.61	0.3	126	1.07	0.3	126	0.58	0.4	233.23***
NH ₄ ⁺	331	0.87	1.4	125	0.04	0.1	136	0.03	0.1	136	0.03	0.1	1.62 n.s.
Cl ⁻	332	1.11	2.1	135	1.66	1.1	136	1.01	0.6	134	0.86	0.5	38.60***
SO ₄ ²⁻	310	6.10	6.0	134	13.6	6.7	134	11.2	6.4	132	11.3	7.5	5.38**

N – Number of cases; \bar{x} – mean; SD – standard deviation; *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001; n.s. – not significant; degrees of freedom = 2 in each cases; one-way ANOVA was computed for streams only

Tabulka 8. Průměrné hodnoty pH, vodivosti a alkality na sledovaných povodích (Procházka, 2009)

	2008			2009		
	<i>pH</i>	<i>vodivost</i> [<i>uS/cm</i>]	<i>Alkal</i> [<i>mmol/l</i>]	<i>pH</i>	<i>vodivost</i> [<i>uS/cm</i>]	<i>Alkal</i> [<i>mmol/l</i>]
Mlýnský průměr	5.70	86.46	0.41	6.19	78.06	0.48
STD	0.08	10.55	0.06	0.61	20.06	0.12
Horský průměr	5.67	43.31	0.20	6.01	39.42	0.23
STD	0.42	4.10	0.06	0.55	10.24	0.14
Bukový průměr	6.11	37.38	0.18	6.15	31.06	0.17
STD	0.93	3.03	0.08	0.62	11.45	0.05

Hodnoty pH, vodivosti a alkality za poslední dva roky sledování ukazuje tab. 8.. Jednotlivé hodnoty jsou prakticky stálé. Vodivost na Mlýnském potoce ukazuje středně narušené povodí se zvýšenou mineralizací organických látek způsobenou porušením soustavy huminových látek schopných zadržet v půdě vlhkost (Ripl et al., 1996). Vodivost na Bukovém a Horském potoce odpovídá prakticky nenarušenému toku.

Podíl vody, který byla jednotlivá povodí v průběhu let 1999 – 2007 schopna zadržet se výrazně liší (tab. 9.). V povodí Horského a Bukového potoka bylo zadrženo z celkových srážek spadlých do povodí 42 resp. 55 % vody. U povodí Mlýnského potoka je podíl zadržené vody překvapivě výrazně nižší a to pouze 10 %. Tato hodnota by odpovídala spíše aridnímu oblastem, nebo oblastem s hustou zástavbou. Zde se dá předpokládat částečný vliv systematického odvodnění povodí a pravděpodobně také chyba měření za extrémních situací (povodeň 2002, jarní tání 2000, 2005, 2006 apod.), kdy jsou hodnoty průtoků spíše odhadem než měřením.

Tabulka 9. Vodní bilance modelových povodí za hydrologické roky 1999 – 2007 v mm. (Procházka, 2009)

		*1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	average	%
Mlýnský	input	900	1102	934	1285	897	935	839	857	970	969	
	output	810	1093	734	1244	775	811	755	771	873	874	10
Horský	input	937	1194	1007	1511	949	993	910	950	1150	1067	
	output	553	656	538	839	645	675	537	561	679	631	41
Bukový	input	937	1194	1007	1511	949	993	910	950	1150	1067	
	output	431	462	478	645	486	550	419	437	529	493	54

*roční odtok za rok 1999 byl odhadnut z pravidelných měření a z celkového srážkového úhrnu

7.4.3. Vegetace

Povodí Mlýnského potoka je zalesněno pouze z 16%, bezlesí je využíváno k pastvě. Trvalé travní porosty jsou dosévány s výraznějším zastoupením druhů *Lolium perenne*, *Agrostis tenuis*, *Trifolium repens*, *Hypericum maculatum*, *Rumex obtusifolius*, *Ranunculus repens*, *Achillea millefolium*, atd. Celá plocha bezlesí je odvodněná, meliorační detail zaústíuje do Mlýnského potoka.

Povodí Horského potoka je zalesněno z 64%, zbývajících 36% povodí je antropogenní bezlesí, zemědělsky využíváno je však jen 27% a to jako jednosečné louky s převládajícími druhy *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis*. Toto povodí není narušeno melioračním zásahem.

Povodí Bukového potoka je zalesněno z 97%. Ostatní plochy tvořící bezlesí jsou bohaté luční porosty s hlavním zastoupením druhů *Agropyron repens*, *Festuca pratensis*, *Phelum pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Holcus mollis*, *Veronica chamaedrys*. Koryto Bukového potoka přirozeně meandruje, místy se vytváří písčité terasy porostlé vesměs *Carex brizoides* (Projekta Tábor, 1997).

8. Diskuze

Revitalizace toku a zejména pak vybudování rybích úkrytů, bočních výhonů, kamenných skluzů apod. umožňuje rybám snáze přežít i období s extrémními průtoky. LUSK, 1990, HARTVICH, 1993 prokázali, že při ponechání panelů v korytu, dochází zvláště při vyšších průtocích ke strhávání a splavení ryb i ostatních živočichů do spodních úseků.

V revitalizovaném úseku Mlýnského potoka je voda zadržována kamennými stupni a prahovými skluzy i při nízkých letních průtocích. Vzniklé tůně umožňují rybám přežít i období sucha.

Při provádění revitalizace toku je nutné zvyšovat jeho migrační průchodnost a přihlížet zejména k určitým kritériím (LUSK, 1989, HOLČÍK, 1998):

- a) Vodní tok je základním prvkem ekologické stability v krajině, slouží jako biokoridor k uchování a obnově říční rozmanitosti.
- b) Revitalizace toků mají nezbytný časový rozměr a vyžadují značnou potřebu finančních prostředků. I dílčí vhodně zvolené revitalizační úpravy na delším úseku toku zpravidla přináší v krátkém časovém horizontu prokazatelný pozitivní efekt i pro větší část povodí.
- c) Je nutné preferovat úseky toku nejlépe zajišťující ochranu ekosystému pro obnovu a uchování populací kriticky ohrožených, silně ohrožených a ohrožených druhů (vyhláška č. 395/1992 Sb.). Je nutné posoudit a preferovat výskyt původních reofilních druhů charakteristických pro jednotlivé části toku.

Růst populace je zvětšování počtu jedinců v populaci. Závisí na rychlosti množení (natalitě), rychlosti vymírání (mortalitě), imigraci a emigraci (Losos, 1992). Růst biomasy pstruha obecného vykazuje strmý vzestup, po nejprudším růstu však nenásleduje stacionární fáze, ale prudký pokles. V posledních třech letech biomasa pozvolna stoupá a dalo by se říci, že má stagnující tendenci. Křivka růstu biomasy vranky obecné nevykazuje tak dramatické změny. První úlovek vranky byl zaznamenán 19. 11. 2001, poté následoval mírný vzestup a poslední odlovy vypovídají o mírném poklesu biomasy vranky obecné. Tento pokles lze vysvětlit nárůstem biomasy pstruha obecného. Dominantním druhem na Mlýnském potoce je pstruh obecný. Z věkové struktury pstruha obecného (Graf 8.) na Mlýnském potoce můžeme předpokládat přirozený výtěr starších (3+ a 4+) jedinců v podzimním

období. Pstruh pohlavně dospívá ve 2. až 3. roce mlíčáci a ve 3. až 4. roce jikernačky (Dubský, 2003).

V Horském potoce se početnost pstruha obecného v posledních letech poměrně vyrovnala a ustálila.

Kolísání početnosti a biomasy ryb v Bukovém potoce můžeme považovat za přirozené, což potvrzuje i Heteša a Sukop (1994): Hustota populace podléhá neustálým změnám. Kolísání četnosti je přirozená vlastnost populace a může se měnit buď v průběhu jednoho roku (oscilace), nebo v průběhu více let (fluktuace).

Podle Kendera (2002) je z hlediska rybích populací morfologická pestrost koryta velmi důležitá, protože např. jednotlivá vývojová popř. růstová stádia ryb mají rozdílné nároky na prostředí a umožňují zachování výskytu daného druhu v konkrétní lokalitě.

Ve sledovaných tocích je kvalita vody vysoká. O čemž svědčí i výskyt zástupců vodních brouků z čeledi Elmidae, jež jsou bioindikátory vysoké kvality a čistoty vody.

Teplota vody je ve sledovaných potocích srovnatelná, při jarních a podzimních odlovech se naměřené hodnoty pohybují od 6 do 10 °C. Hodnoty teplot měřené v době odlovů na jednotlivých lokalitách nevykazují významné rozdíly.

Rovněž i průtoky jsou celoročně stálé, ale v jednotlivých tocích různé. V Mlýnském potoce se průměrné průtoky pohybují kolem 59 l.s^{-1} , v Horském potoce je průtok kolem 43 l.s^{-1} a nejnižší průtoky vody jsou v Bukovém potoce, kde se pohybují kolem 41 l.s^{-1} . (číselné údaje podle Procházky a kol., 2006). Z hlediska průtoků je tedy pro ryby nejvhodnější koryto Mlýnského potoka.

Všechny tři zájmové potoky se liší stanovištními podmínkami. Mlýnský potok protéká pastvinou, díky revitalizačním úpravám je koryto Mlýnského potoku členitější, než je tomu u potoka Horského. Bukový potok je z hlediska členitosti toku dostačující a v poslední době vyrovnává, ne-li převyšuje členitost revitalizovaného Mlýnského potoka.

Zájmová část Horského potoka protéká zamokřenou loukou koryto je meandrující, mělké, s nedostatkem úkrytů pro ryby. Sledovaný úsek Bukového potoka protéká lesním porostem, koryto je meandrující, mělké, členité s přirozenými břehy a kameny v toku, které vytváří rybám přirozené úkryty. Srovnatelná členitost toku je dle mého soudu v revitalizovaném Mlýnském potoce, rybí útulky a tůňky vytvořené revitalizací umožňují rybám přečkat nízké průtoky vody. Na Mlýnském

potoce by mělo být vybudováno daleko více rybích úkrytů a dále by se měla zvýšit prostupnost toku, protože při nízkých průtocích nedovolují příčné stupně migraci ryb.

Dle mého názoru bylo použito zbytečně mnoho objektů v korytě (prahy se skluzu, kamenné skluzu), bylo by vhodné do toku umístit větší kameny, které by voda obtékala a za nimi se tvořila klidová místa pro vodní organismy.

Dalo by se říci, že revitalizace Mlýnského potoka patřila v době své realizace k zdařilým ekologickým projektům, ale po získání nových poznatků by bylo vhodné upravit tok a koryto Mlýnského potoka pro stabilní populace původního rybího společenstva pstruhového pásma.

9. Závěr

Provedená regulace na Mlýnském potoce v roce 1966 znamenala pro vodní organismy devastující účinky. Nejen napřímení toku, ale i vydláždění koryta a zahloubení toku do okolního terénu znemožnila život a další osídlení především ichtyofaunou.

Revitalizační zásahy provedené na Mlýnském potoce pomohly oživit tok. Betonová opevnění, ve kterých byl tok sevřen, byla odstraněna, submersní vegetace byla vysečena a podél koryta Mlýnského potoka byly vyřezány dřeviny.

Na toku bylo dosaženo vyšší členitosti (migračně prostupné jízky, tůně), zvýšila se drsnost dna a hloubka. Tyto úpravy revitalizačního typu využil vzápětí pro návrat pstruh obecný (*Salmo trutta morpha fario*) a po 3 letech (rok 2001) se objevila i vranka obecná (*Cottus gobio*). Biomasa pstruha v prvních letech pozvolna stoupala, poté prudce narostla a zase klesla. Fluktuace početnosti a biomasy rybích populací je zaznamenáváno i v odlovech z Horského a Bukového potoka.

V Horském a Bukovém potoce je početnost ryb menší než v Mlýnském potoce i když potravní nabídka i kvalita vody je srovnatelná. Horský potok je více zastíněn, koryto toku je hluboké, úzké a průtoky zde dosahují nižších hodnot, tím je zapříčiněno menší osídlení toku ichtyofaunou.

Průzkum makrozoobentosu v roce 2006 (Černý, 2007) ukázal relativně vysokou pestrost druhů i jedinců Mlýnském potoce. Můžeme se tedy domnívat, že revitalizace umožnila vytvořit vhodné podmínky pro přirozený rozvoj rybí populace i ostatních vodních živočichů v revitalizovaném úseku Mlýnského potoka.

Revitalizace tohoto potoka je řešena pouze jako revitalizace koryta toku a ne celého povodí. Jde o revitalizaci částečnou z důvodu toho, že koryto toku zůstává nepřirozené (napřímené), břehy zůstaly strmé, linie toku netvoří meandry charakteristické pro potoční nivy. Také některé skluzy se sklonem 1:5 byly za minimálních průtoků pro některé vodní organismy (vranka obecná) neprůchodné. Z důvodu migrační prostupnosti by neměly být malé jezové ve větším spádu než je několik decimetrů - sklon spádové plochy by měl být v rozmezí 1:10 až 1:20 (Just, 2003). Potok je, i když v menší míře, přírodě vzdálený nebo jen podmíněně blízký. Pro obnovu přirozeného toku Mlýnského potoka nebyly využity přímo ideální podmínky pro skutečnou revitalizaci, protože vlastníci pozemků nesouhlasili s rozvolněním koryta toku.

Výsadba na revitalizovaném potoce nebyla zvolena správně, místo řadové výsadby měla být zvolena výsadba skupinová. Výsadba by neměla být rovnoměrná po obou březích toku z důvodu nedostatečného proslunění toku (menší hustota osazení na jižním břehu), dále bylo nevhodně zvolené druhové zastoupení dřevin.

Finanční prostředky určené na revitalizaci byly využity na obnovu drenážního systému v celé nivě potoka, která byla nutná pro odpovídající biokoridor, se nenachází žádné stavby ani objekty, které by bylo nutno chránit před přirozenou činností toku.

Revitalizace je nutné udržovat, ale na Mlýnském potoce se tak neděje a v tomto důsledku se zvyšuje neprůchodnost toku a revitalizace tudíž ztrácí efektivitu pro vodní organismy především rybí společenstvo.

Z dosažených výsledků odlovů ryb je patrné, že částečná revitalizace Mlýnského potoka byla úspěšná zejména, se povedlo znovu oživit vodní tok.

Bylo by účelné revitalizační zásahy provádět na celých tocích, případně povodích, což výrazně přispěje k rozvoji, navrácení a stabilizaci původních rostlin i živočichů.

10. Použitá literatura

ADÁMEK, Z. *Rybářství ve volných vodách*. 1. vydání. Praha: Victoria publishing, 1995. 204 s. ISBN 80-7187-008-0

ADÁMEK, Z.; JIRÁSEK, J.; KRUPAUER, V. *Rybářství a ochrana vod: návody do cvičení*. Brno: VŠZ (Brno), 1989. 122 s.

BARUŠ, V.; OLIVA, O.; et al. *Mihulovci - Petromyzontes a Ryby – Osteichthyes: 1*, 1. vydání. Praha: Akademie věd ČR, 1995. 623 s. ISBN 80-200-0500-5.

BARUŠ, V.; OLIVA, O.; et al. *Mihulovci - Petromyzontes a Ryby - Osteichthyes: 2*, 1. vydání. Praha: Akademie věd ČR, 1995. 698 s. ISBN 80-200-0218-9.

COWX, I.G.; WELCOMME, R.L. *Rehabilitation of rivers for fish*. Great Britain : FAO, 1998. 260 s. ISBN 92-5-104018-4.

CZUDEK, T. *Geomorfologické členění ČSR. 1.vydání*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1972. 114 s.

ČERNÝ, V. *Hodnocení vlivu na životní prostředí – případová studie. Vliv revitalizace potoka na vývoj rybí sukcese*. České Budějovice, 2007. 70 s. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta Katedra agroekologie.

DUBSKÝ, K.; KOUŘIL, J.; ŠRÁMEK, V. *Obecné rybářství*. Praha: Informatorium, 2003. 308 s. ISBN 80-7333-019-9.

ERLICH, P., et al. *Metodické pokyny pro revitalizaci potoků*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1996. 67 s. ISBN 80-239-6398-8.

HANEL, L.; LUSK, S. *Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana*. Vlašim: PBtisk Příbram, 2005. 448 s. ISBN 80-86327-49-3.

HART, J. *Správa drobných malých toků a jejich revitalizace v Jihočeském regionu*. Vodní hospodářství. 2001, 3, s. 56-67.

HARTVICH, P., ŠAŠKOVÁ, M.: *Ichtyofauna Bedřichovského potoka v upraveném korytě a neregulovaném toku*. Sborník ZF Č. Budějovice, řada zootechnická 1, 1993: 83-94 s.

HARTVICH, P. *Hlavní typy rybích přechodů a jejich biotechnické funkce*. Vodňany : VÚRH, 1997. 10 s. ISBN 80-85887-87-7.

HARTVICH, P.; DVOŘÁK, P.; PROCHÁZKA, J. *Formování ichtyofauny Mlýnského potoka po provedené revitalizaci a po povodni v srpnu 2002*. *Collection of scientific paper, Faculty of Agriculture in České Budějovice: series for animal sciences*. 2003, Vol. 20, s. 169-174. ISSN 1212-558X

HETEŠA, J.; SUKOP, I. *Ekologie vodního prostředí. 1. vyd.* . Brno: VŠZ (Brno), 1994. 132 s. ISBN 80-7157-131-8.

HETEŠA, J.; SUKOP, I. *Aplikovaná hydrobiologie: 2. 1. vyd.* . Brno: VŠZ (Brno), 1985. 83 s.

HOLČÍK, J. *Ichtyológia*. Bratislava: Příroda, 1998. 310 s. ISBN 80-07-01035-1.

CHÁBERA, S., et al. *Příroda na Šumavě: přírodovědný průvodce*. České Budějovice : Jihočeské nakladatelství, 1987. 181 s., 72 s. obr. příl. s.

JUST, T. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny, 2003. 144 s. ISBN 80-86064-72-7.

JUST, T. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: ZO ČSOP Hořovicko, 2005. 359 s. ISBN 80-2396351-1.

JUNEK, J. Ekologické požadavky na úpravu malých vodních toků. Sborník konference Ekologické úpravy toků a rybářství 14 - 15.10. 1989: 13-18

KENDER, J. *Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. 1. vydání*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2000. 220 s. ISBN 80-7212-148-0.

KENDER, J. *Krajina a voda: kniha o krajinných programech*. Praha: Consult, 2002. 143 s. ISBN 80-902132-3-5.

KENDER, J. *Péče o krajinu : (krajinné programy Ministerstva životního prostředí)*. Praha: Consult, 2004. 191 s., [32] s. obr. příl. : il., mapy ; 31 cm s. ISBN 80-903482-0-3

KVÍTEK, T. *Využití a ochrana vodních zdrojů*. České Budějovice: ZF JU, 2005. 169 s. : obr., tab., samost. příl. CD s. ISBN 80-7040-773-5.

LUSK, S. *Biodiverzita ichtyofauny České republiky (II)*. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, 1998. 162 s. : il., tab., grafy s. ISBN 80-238-3192-5.

LUSK, S., et al. *Ryby v našich vodách*. Praha: Academia, 1983. 208 s.

LUSK, S. *Rybářství a úpravy vodních toků*. Brno: Hydroprojekt, 1990. 190 s. : obr., tb. ; 20 cm s. ISBN 80-900067-3-6.

LUSK, S. Renaturalizace vodních toků. Veronika tématické číslo - Ekologické aspekty změn v kulturní krajině, Brno, 1995: 12-13

LOSOS, B. *Cvičení z ekologie živočichů*. Brno: Masarykova univerzita, 1992. 229 s. ISBN 80-210-0518-1.

OGLESBY, C.L. Studies on the salt and water balance of *Nereis diversicolor*-II. Components of total sodium efflux . *Comparative Biochemistry and Physiology : Part A: Physiology*. 1.5.1972, 41, s. 765-790 . Dostupný také z WWW:

<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T2P-4867W2D-9T&_user=3508089&_coverDate=04%2F01%2F1972&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1332333743&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000060758&_version=1&_urlVersion=0&_userid=3508089&md5=b728b739a480e98db0db7ea3d80a1175>.

PIVNIČKA, K. *Ekologie ryb: odhady základních parametrů charakterizujících rybí populace*. 1. vyd. . Praha: Univerzita Karlova, 1981. 181 s.

POKORNÝ, J.; DVOŘÁK, J.; ŠRÁMEK, V. *Pstruhařství*. 2. vydání. Praha : Informatorium, 1998. 242 s. ISBN 80-86073-24-6.

POKORNÝ, J., et al. *Velký encyklopedický rybářský slovník*. 1. vyd. . Plzeň: Fraus, 2004. 649 s. : il. s. ISBN 80-7238-117-2.

POKORNÝ, J. *Vodní hospodářství: Stavby v rybářství*. Praha: Informatorium, 2009. 318 s. ISBN 978-80-7333-071-2.

PRACH, K.; PITHART, D.; FRANCÍRKOVÁ D. *Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách*. Třeboň: Botanický ústav AV ČR, 2003. 122 s. ISBN 80-86188-14-0.

PROJEKTA TÁBOR: *Revitalizace Mlýnského potoka.*, 1997 – Projekt, Tábor, 24 pp

PROCHÁZKA, J., HAKROVÁ, P., PRAŽÁKOVÁ, D., PECHAROVÁ, E., POKORNÝ, J. *Hodnocení revitalizace Mlýnského potoka I. – úvodní studie*. – Silva Gabreta, Sborník vědeckých prací ze Šumavy, Vimperk, 1999, 73 – 78 s.

PROCHÁZKA, J.; HAKROVÁ, P.; POKORNÝ, J. Vliv různého způsobu hospodaření na vývoj vegetace, toky energie, vody a látek v krajině na příkladu malých povodí. *AKTUALITY ŠUMAVSKÉHO VÝZKUMU* [online]. 2.– 4. dubna 2001, [cit. 2010-05-11]. Dostupný z WWW: <http://www.npsumava.cz/storage/31_34.pdf>.

PROCHÁZKA, J.; BROM, J.; VČELÁK, V.; WOTOVÁ, K. EH - Ekologie - společenstva: Atmosférická depozice a látkové toky různě obhospodařovaných malých povodí na Šumavě (2004). In *Atmosférická depozice 2004. Ústav pro hydrodynamiku AVČR, Prah*. Praha: Akademie věd České republiky, 2004. s. 63-68. Dostupné z WWW: <<http://www.isvav.cz/resultDetail.do?rowId=RIV%2F60076658%3A12220%2F04%3A00005520!RIV%2F2005%2FMSM%2F122205%2FN>>

PROCHÁZKA, J., et al *HOLISTIC CONCEPT OF LANDSCAPE ASSESSMENT: : CASE STUDY OF THREE SMALL CATCHMENTS IN THE ŠUMAVA MOUNTAINS*. Bratislava: Ekológia, 2006. s. 5-17. Dostupné z WWW: <<http://www.highbeam.com/doc/1P3-1160626181.html>>.

PROCHÁZKA, J.; BROM, J. Výsledek RIV/60076658:12220/08:00009580 : Porovnání a dlouhodobý trend látkových toků tří malých povodí na Šumavě (2008). In . *Hydrologie malého povodí 2008*. Praha : Ústav pro hydrodynamiku AVČR, 2008. s. 8. Dostupné z WWW: <<http://www.isvav.cz/resultDetail.do?rowId=RIV%2F60076658%3A12220%2F08%3A00009580!RIV09-MSM-12220>>. ISBN 978-80-87117-03-3.

PROCHÁZKA, J.; BROM, J.; PECHAR, L. The comparison of water and matter flows in three small catchments in the Šumava Mountains. *Agriculture journals - Soil and Water Research* [online]. 2009, 4, [cit. 2010-05-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.agriculturejournals.cz/publishedArticle?journal=SWR&volume=4&firstPage=S75>>.

PROŠKOVÁ, N. *Funkce a ekologická stabilita travních porostů v malém povodí*. České Budějovice: Č. Budějovice: ZF JU, 1999. 114 s., grafy, foto, tab., mapy s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta Katedra agroekologie.

RAPLÍK, M.; VÝBORA, P.; MAREŠ, K. *Úprava tokov*. Bratislava: Alfa, 1989. 639 s. ISBN 80-05-00128-2.

SUKOP, I. *Aplikovaná hydrobiologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. 143 s. ISBN 80-7157-290-X.

SUKOP, I. *Ekologie vodního prostředí*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. 199 s. ISBN 80-7157-923-8.

ŠLEZINGR, M. *Stabilizace říčních ekosystémů*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. 353 s. ISBN 80-7204-403-6.

ŠTĚPÁNEK, M., et al. *Hygienický význam životních dějů ve vodách*. Praha: Avicenum, 1976. 587 s.

TEROFAL, F. *Sladkovodní ryby v evropských vodách*. Praha: Ikar, 1997. 286 s. : il. s. ISBN 80-7202-140-0

VRÁNA, K. *Revitalizace krajiny*. České Budějovice: ZF JU, 2009. 150 s. ISBN 978-80-7394-160-4.

VRÁNA, K., et al. *Revitalizace malých vodních toků: součást péče o krajinu*. Praha: Consult, 2004. 60 s. ISBN 80-902132-9-4.

[Http://jarojaromer.cz/](http://jarojaromer.cz/) [online]. 2006 [cit. 2010-05-12]. Revitalizace řeky a nivy. Dostupný z WWW: <<http://jarojaromer.cz/ofic/skjern.pdf>>.

Http://ekologie.upol.cz [online]. 2005, 2006 [cit. 2010-05-12]. Isara nad Mnichovem - ochrana přirozeného vývoje řeky, dílčí revitalizace, obnova migrační prostupnosti. Dostupné z WWW: <http://ekologie.upol.cz/ku/rreo/bavorsko/texty/Isara_nad_Mnichovem.pdf>

Http://www.dotace.nature.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. Revitalizace vodních toků. Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/revitalizace-vodnich-toku.html%29>>.

Http://www.ochranaprirody.cz [online]. 1998 [cit. 2010-05-12]. STÁTŇÍ PROGRAM OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. Dostupné z WWW: <<http://www.ochranaprirody.cz/res/data/020/003292.pdf>>.

Http://www.dotace.nature.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. OP ŽP (6.4) - Revitalizace vodních toků. Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/voda-tituly/op-zp-6-4-revitalizace-vodnich-toku.html>>.

Http://www.dotace.nature.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. Operační program Životní prostředí (Osa 1). Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/op-zp-osa-1-programy.html>>.

Http://www.dotace.nature.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. Operační program Životní prostředí (Osa 6). Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/op-zp-osa-6-programy.html>>.

Http://www.opzp.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. Stručně o OP Životní prostředí. Dostupné z WWW: <<http://www.opzp.cz/sekce/16/strucne-o-op-zivotni-prostredi/>>.

Http://www.dotace.nature.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. Program péče o krajinu. Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/ppk-programy.html>>.

Http://www.dotace.nature.cz [online]. © 2010 [cit. 2010-05-12]. Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny. Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/popfk-programy.html>>.

Http://www.retour.cz [online]. © 1996 - 2007 [cit. 2010-05-12]. Národní park a CHKO Šumava. Dostupné z WWW: <<http://www.retour.cz/mesta/zelezna-ruda/np.htm>>.

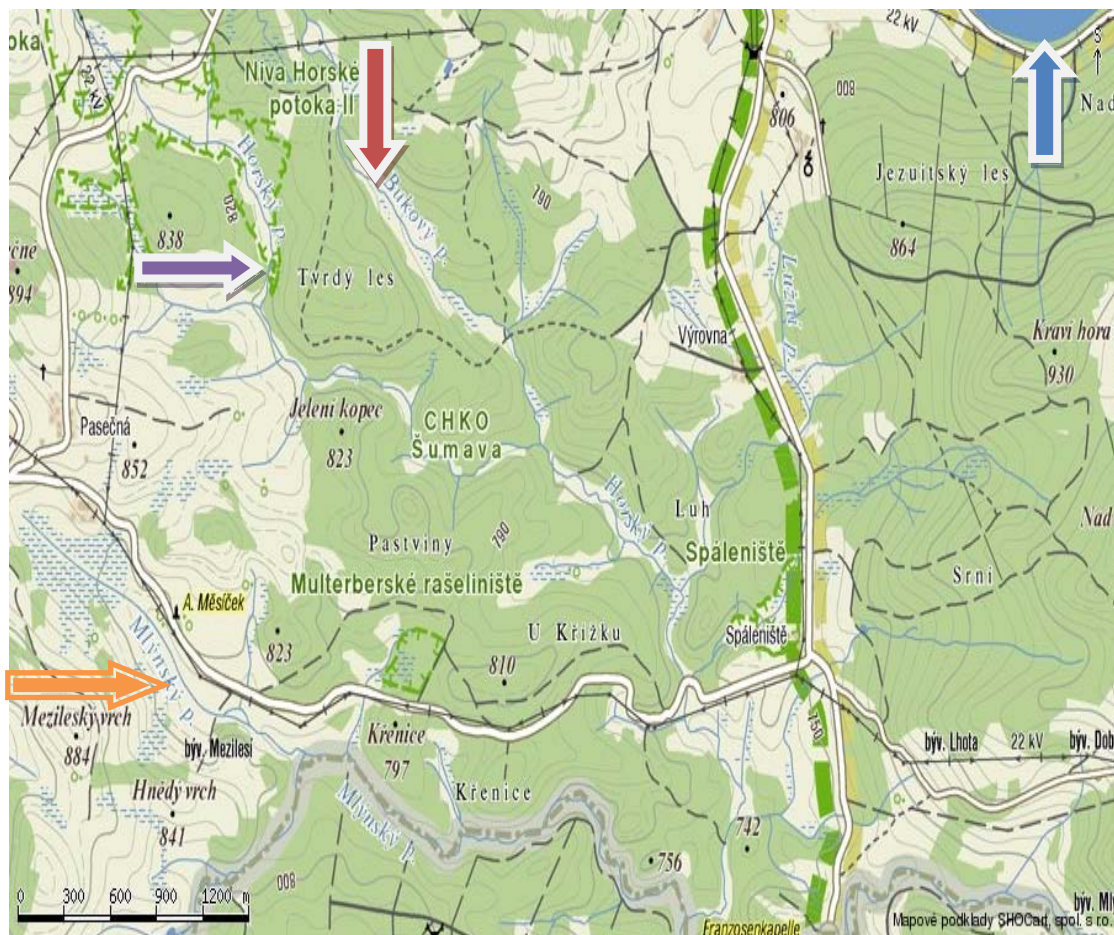
11. Seznam tabulek, obrázků, grafů a příloh

Tabulka 1. Charakteristika sledovaných toků (Procházka a kol., 2001).....	44
Tabulka 2. Celkový počet druhů a jedinců bezobratlých organismů (Černý, 2007) ..	57
Tabulka 3. Celkový počet druhů a jedinců bezobratlých organismů.....	59
Tabulka 4. Celkový počet druhů a jedinců bezobratlých organismů.....	61
Tabulka 5. Ichtyomasa na sledovaných tocích	62
Tabulka 6. Průtoky za období 2000-2007 (Procházka, 2006).....	62
Tabulka 7. Základní statistika chemismu odtékající vody na závěrných profilech, rozdílnost mezi povodími v období let 1999 – 2007 (v mg.l ⁻¹ , vodivost v μS.cm ⁻¹ , KNK v mmol). (Procházka, 2009)	63
Tabulka 8. Průměrné hodnoty pH, vodivosti a alkality na sledovaných povodích (Procházka, 2009)	64
Tabulka 9. Vodní bilance modelových povodí za hydrologické roky 1999 – 2007 v mm. (Procházka, 2009)	65
Graf 1. Početnost pstruha obecného a vranky obecné na Mlýnském potoce.....	51
Graf 2. Rozdíl v početnosti pstruha a vranky v jarních a podzimních odlovech	52
Graf 3. Regrese váhy a délky těla pstruha obecného	52
Graf 4. Regrese váhy a délky těla vranky obecné.....	53
Graf 5. Druhová biodiverzita – Mlýnský potok.....	54
Graf 6. Druhová biodiverzita – Mlýnský potok.....	54
Graf 7. Věkková struktura pstruha obecného a vranky obecné.....	55
Graf 8. Věkková struktura pstruha obecného a vranky obecné – podzimní odlovy .	56
Graf 9. Věkková struktura pstruha obecného a vranky obecné – jarní odlovy.....	56
Graf 10. Celková početnost pstruha obecného – Horský potok	57
Graf 11. Věkková struktura pstruha obecného – jarní odlovy	58
Graf 12. Věkková struktura pstruha obecného – podzimní odlovy.....	58
Graf 13. Celková početnost pstruha obecného – Bukový potok.....	60
Graf 14. Věkková struktura pstruha obecného – jarní odlovy	60
Graf 15. Věkková struktura pstruha obecného – podzimní odlovy.....	61
Obrázek 1. Průběh revitalizačních prací někdy v roce 2000 - Dánsko.....	14
Obrázek 2. Trasa koryta (Just, 2003).....	19
Obrázek 3. Příčný profil dna (Just, 2005)	20
Obrázek 4. Kláda ve dně (Just,2003).....	22
Obrázek 5. Kamenný stupeň (Adámek, 1995).....	22
Obrázek 6. Boční výhony (Adámek, 1995)	23
Obrázek 7. Převíslý břeh (Adámek, 1995).....	29
Obrázek 8. Úkryt ve vývařišti (Adámek, 1995)	29
Obrázek 9. Vztah kyslíku rozpuštěného ve vodě k teplotě	31
Obrázek 10. Znázornění rozdílné rychlosti toku vody v příčném profilu řeky pomocí koeficientů (Hartman, 1998	32
Obrázek 11. Mlýnský potok (foto Autor)	44

Obrázek 12. Horský potok (foto Autor)	45
Obrázek 13. Bokový potok (foto Autor)	45
Obrázek 14. Lov elektrickým agregátem (foto Autor)	46
Příloha 1. Lokalizace sledovaných toků.....	78
Příloha 4. Kamenný boční výhon (Cowx and Welcomme, 1998)	79
Příloha 2. Prah se skluzem (Cowx and Welcomme, 1998).....	79
Příloha 3. Rybí útulek (Cowx and Welcomme, 1998)	79
Příloha 5. Početnost ryb a ichtyomasa (Mlýnský potok)	80
Příloha 6. Celková početnost ryb a ichtyomasa (Horský potok)	80
Příloha 7. Celková početnost ryb a ichtyomasa (Bukový potok).....	81
Příloha 8. Měřicí stanice – Mlýnský potok (foto Autor).....	81
Příloha 9. Měření rychlosti proudění (foto Autor)	82
Příloha 10. Dřevěný prach ve dně – Mlýnský potok (foto Autor).....	82
Příloha 11. Kamenitý skluz – Mlýnský potok (foto Autor)	83
Příloha 12. Pstruh obecný – Mlýnský potok (foto Autor)	83
Příloha 14. Horský potok (foto Autor)	84
Příloha 13. Vranka obecná – Mlýnský potok (foto Autor)	84
Příloha 15. Bukový potok (foto Autor).....	84

12. Přílohy

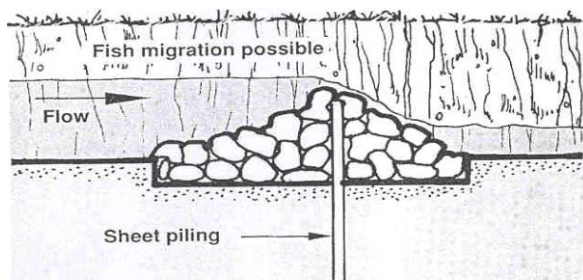
Příloha 1. Lokalizace sledovaných toků



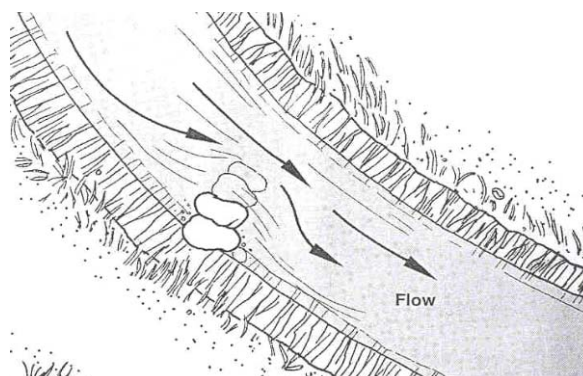
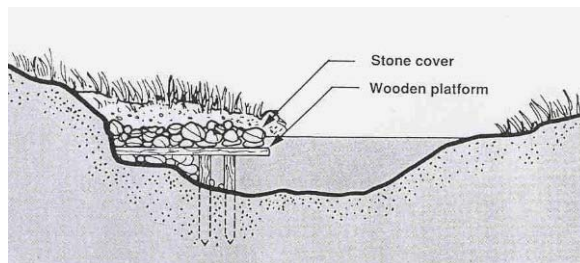
 ÚN Lipno  Bukový potok

 Mlýnský potok  Horský potok

Příloha 2. Prah se skluzem (Cowx and Welcomme, 1998)



Příloha 3. Rybí útulek (Cowx and Welcomme, 1998)



Příloha 4. Kamenný boční výhon (Cowx and Welcomme, 1998)

Příloha 5. Početnost ryb a ichtyomasa (Mlýnský potok)

Datum	Ks/100m	g/100m	Ks/1 km	Kg/1 km
24.10.1997	4,5	23,3	45	0,233
5.8.1998	0	0	0	0
13.11.1998	12	353	120	3,53
22.10.1999	38,3	1203,3	383	12,033
28.11.2000	34	1445	340	14,45
19.11.2001	136	2745	1360	27,45
1.11.2002	168	3030	1680	30,30
3.11.2003	56	1271	560	12,71
10.5.2004	56	752	560	7,52
11.11.2004	111	2203	1110	22,03
26.10.2005	56	1258	560	12,58
2.11.2006	51	803,8	510	8,038
13.4.2007	98	2214	980	22,14
12.11.2007	95	2477	950	24,77
15.4.2008	83	1226,83	830	12,268
8.10.2008	97	1497,7	970	14,97
27.4.2009	69	824,79	690	8,24
29.10.2009	94	1338,81	940	13,88

Příloha 6. Celková početnost ryb a ichtyomasa (Horský potok)

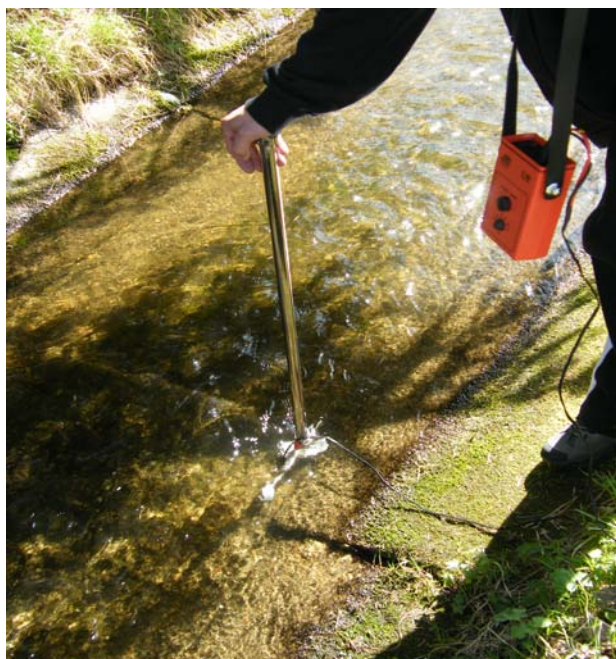
Datum	Ks/100m	g/100m	Ks/1 km	Kg/1 km
24.10.1997	10	120	100	1,2
5.8.1998	6	90	60	0,9
13.11.1998	0	0	0	0
22.10.1999	6,3	85	63	0,85
28.11.2000	1	10	10	0,1
19.11.2001	0	0	0	0
1.11.2002	7,7	343	77	3,43
10.5.2004	3	36	30	0,36
11.11.2004	3	35	30	0,35
26.10.2005	3	41	30	0,41
13.4.2007	5	73	50	0,73
12.11.2007	2	29	20	0,29
15.4.2008	5	55,6	50	0,556
8.10.2008	3	25,5	30	0,255
27.4.2009	3	29,1	30	0,291
29.10.2009	3	21,3	30	0,213

Příloha 7. Celková početnost ryb a ichtyomasa (Bukový potok)

Datum	Ks/100m	g/100m	Ks/1 km	Kg/ 1 km
24.10.1997	41,2	1111,2	412	11,112
5.8.1998	41,2	540	412	5,40
13.11.1998	20	253	200	2,53
22.10.1999	23	542	230	5,42
28.11.2000	13	307	130	3,07
19.11.2001	22	364	220	3,64
1.11.2002	24,2	458,6	242	4,586
10.5.2004	11	124	110	1,24
11.11.2004	13	241	130	2,41
26.10.2005	37	1293	370	12,93
2.11.2006	7	167,9	70	1,67
12.11.2007	4	78,3	40	0,78
15.4. 2008	12	241,1	120	2,41
8.10.2008	35	217,1	350	2,17
27.4.2009	9	43,7	90	0,43
29.10.2009	13	183,5	130	1,83

Příloha 8. Měřicí stanice – Mlýnský potok (foto Autor)





Příloha 9. Měření rychlosti proudění (foto Autor)

Příloha 10. Dřevěný prach ve dně – Mlýnský potok (foto Autor)



Příloha 11. Kamenitý skluz – Mlýnský potok (foto Autor)



Příloha 12. Pstruh obecný – Mlýnský potok (foto Autor)



Příloha 13. Vranka obecná – Mlýnský potok (foto Autor)



Příloha 14. Horský potok (foto Autor)

Příloha 15. Bukový potok (foto Autor)



Vliv revitalizačních úprav malých toků na rybí společenstvo

Effect of the revitalization adjustments of small stream on fish society

Bc. Petr Antonín¹

¹Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod

Abstract:

The objective of my work was to consider the effect of the Mlýnský potok revitalization on its fish society. My work is based on the ichthyological researches made before and after the revitalization. The brook is situated at the Šumava mountain between the Lipno reservoir and the border with Austria. The revitalisation had a positive effect on biodiversity, abundance and fish biomass. At the same time are here described individual requirements for successful revitalization water stream and in particular fishes, to the these streams. In my work compare achieved results of postponements fishes of the three tracked brooks Horský, Bukový and Mlýnský.

Key words: revitalization, Mlýnský potok, brown trout, bullhead, abundance

Souhrn:

Cílem mé práce bylo posoudit vliv revitalizace Mlýnského potoka na rybí společenstvo, na základě ichtyologických průzkumů před a po provedené revitalizaci. Potok je situován mezi údolní nádrží Lipno a státní hranicí s Rakouskem na Šumavě. Provedená revitalizace pozitivně ovlivnila druhovou diverzitu, početnost a biomasu ryb. Zároveň jsou zde popsány jednotlivé požadavky pro úspěšnou revitalizaci vodních toků a pro návrat živočichů, především ryb, do těchto toků. V mé práci porovnávám dosažené výsledky z kontrolních odlovů ryb ze tří sledovaných potoků Horského, Bukového a Mlýnského.

Klíčová slova: revitalizace, Mlýnský potok, pstruh obecný, vranka obecná, početnost