

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

Bakalářská práce  
**Ichtyofauna vybraných úseků v povodí Jizery**

**Autor:** Martin Chytrý

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

**Studijní program a obor:** B4103 Zootechnika, rybářství

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník:** 3.

České Budějovice, 2013

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci 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 bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 2. května 2013

Podpis: .....

## **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Petrovi Dvořákovi, Ph.D. za metodické vedení, cenné rady a připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Kamilovi Farskému ze správy CHKO Jizerské hory a panu doc. Ing. Petrovi Hartvichovi, CSc za pomoc při místních šetřeních.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin CHYTRÝ**  
Osobní číslo: **V10B024P**  
Studijní program: **B4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Rybářství**  
Název tématu: **Ichtyofauna vybraných úseků v povodí Jizery**  
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Rybí společenstva v tocích Jizerských hor mají převážně salmonidní charakter s hojným výskytem ohrožených a chráněných druhů ryb a kruhoústých. Vlivem antropogenní činnosti docházelo k narušení přirozeného životního prostředí a přerušení volných migračních tras ryb. Došlo k degradaci původních rybích společenstev a bylo nutné je doplňovat, mnohdy ne příliš vhodným způsobem dosazování nepůvodních druhů a i jedinců z jiných povodí. Proto se i do těchto lokalit volných toků dostaly spolu s žádoucími druhy ryb i druhy nepůvodní a dokonce i invazní. Díky programu péče o krajinu a revitalizačním zásahům (např. výstavba rybích přechodů) postupně dochází k zprůchodňování toků pro ryby a přirozené obnově a stabilizaci rybích společenstev. Vytvoření ucelené samostatné populace vodních organismů je nejlepším ukazatelem vhodně zvoleného revitalizačního zásahu do toku.

Cílem bakalářské práce je provést monitoring rybích společenstev vybraných lokalit na tocích Jizerských hor. Monitoring rybích společenstev bude prováděn odlovem pomocí elektrického agregátu neseného na zádech typ FEG 1500, který pracuje s napětím 150-300 V. Bude zjišťována druhová abundance, velikostní variabilita, diverzita, ekvitabilita, dominance a další základní charakteristiky rybího společenstva. Morfologický charakter toku bude zahrnovat popis lokality, rychlost proudu, základní chemické a fyzikální vlastnosti protékající vody apod.

Biologické hodnocení vybraných lokalit (ichtyologický průzkum, aktuální posouzení stavu ichtyocenóz v předmětných úsecích toku) a stanovení základních morfologických charakteristik toku provede student ve spolupráci s pracovníky CHKO Jizerské hory.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran  
Rozsah pracovní zprávy: 15 - 20 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

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.  
HOLČÍK J., HENSEL K., 1971: Ichtyologická příručka. Obzor Bratislava. 217 s.  
ŘÍHA J., 1986: Lov ryb elektřinou, druhé přepracované vydání, Vydal Český rybářský svaz v Praze ve vydavatelství Naše vojsko, n. p., Praha 192 s.  
HARTVICH, P., DVOŘÁK, P., HOLUB, M., PROCHÁZKA, J., (2003): 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  
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  
ŠVÁTORA, M. (2004): Ichtyofauna CHKO Jizerské hory - současný stav a perspektivy. ISBN 80-213-1244-0

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.  
Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: 2. prosince 2011  
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2013

  
prof. Ing. Otomar Liška, DrSc.  
děkan

L.S.

  
Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.  
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Literární přehled</b> .....	<b>10</b>
2.1 Charakteristika vodních toků .....	10
2.2 Rybí pásma.....	11
2.2.1 Pstruhové pásmo .....	12
2.2.2 Lipanové pásmo .....	13
2.2.3 Parmové pásmo.....	15
2.3 Ichtyofauna CHKO Jizerské hory .....	16
2.3.1 Popis vybraných zástupců ichtyofauny.....	18
2.3.1.1 Pstruh obecný f. potoční ( <i>Salmo trutta m. fario</i> ) .....	18
2.3.1.2 Parma obecná ( <i>Barbus barbus</i> ).....	20
2.3.1.3 Střevle potoční ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ) .....	22
2.3.1.4 Vranka obecná ( <i>Cottus gobio</i> ) .....	23
2.4 Migrace ryb .....	25
2.4.1 Typy migrací.....	26
2.4.2 Základní migrační charakteristiky ryb .....	30
2.4.3 Popis reprodukčních migrací ryb .....	30
2.4.3.1 Ryby pstruhového a lipanového pásma.....	31
2.4.3.2 Ryby parmového pásma .....	32
2.4.4 Migrační bariéry a stav vodních toků z hlediska migrační prostupnosti ..	34
2.5 Rybí přechody .....	36
2.5.1 Typy rybích přechodů .....	37
2.5.1.1 Přírodě blízké RP .....	37
2.5.1.2 Technické RP .....	42
2.5.2 Zásady správné konstrukce všech typů rybích přechodů.....	46
2.6 Lov ryb elektrickým agregátem .....	49
2.6.1 Základní popis elektrického agregátu .....	50
2.6.2 Působení elektrického pole na ryby .....	51
2.6.3 Zásady lovu elektrickým agregátem .....	52

<b>3. Materiál a metodika .....</b>	<b>53</b>
3.1 Charakteristika lokality .....	53
3.2 Metodika šetření.....	57
3.3 Stanovované charakteristiky zjištěné ichtyofauny .....	59
<b>4. Výsledky .....</b>	<b>62</b>
4.1 Odlovy 12. a 14. září 2011 .....	62
4.2 Odlovy 20. a 22. června 2012 .....	65
4.3 Odlovy 17. a 19. září 2012 .....	69
4.4 Odlov 7. října 2012 .....	69
<b>5. Diskuze.....</b>	<b>74</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>77</b>
<b>7. Přehled použité literatury .....</b>	<b>78</b>
<b>8. Přílohy .....</b>	<b>86</b>
<b>9. Abstrakt.....</b>	<b>90</b>
<b>10. Abstract.....</b>	<b>91</b>

# 1. Úvod

Řeka Jizera je nejvýznamnějším pravostranným přítokem řeky Labe. Její hydrologické pořadí je 1-05-01-001. Její název je starobylý, keltského původu. Podle toku bylo pojmenováno pohoří Jizerské hory. Řeka propojuje území Krkonoš, Jizerských hor a Českého ráje, přičemž tvoří osu celého území.

Jizera pramení na jihovýchodní straně hory Smrk v Jizerských horách, v nadmořské výšce přibližně 885 m. Vlastní pramen leží zřejmě na polské straně hory. Jizera dále protéká Národní přírodní rezervací Rašeliniště Jizery a v délce přibližně 15 km tvoří česko-polskou hranici. Dále teče po hranici Krkonošského národního parku, Podkrkonoším a následně přetíná Ještědsko-kozákovský hřbet. Po celou dobu má řeka bystřinný charakter. Až k Turnovu se tak střídají úseky s velkým spádem a kamenitým dnem s klidnějšími partiemi. Směrem od Turnova řeka protéká otevřenou krajinou, kde má spíše mírný spád. V nadmořské výšce 169 m se v Lázních Toušeň mezi Brandýsem nad Labem a Čelákovici vlévá do Labe. Délka toku je 164,6 km a plocha povodí má 2 193 km<sup>2</sup>. Průměrný průtok v ústí je 25,5 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Řeka Jizera protéká celkem osmi městy. Mezi levé přítoky patří Mumlava, Huťský potok, Jizerka, Chuchelský potok, Oleška, Mlýnský potok, Zbytský potok, Vrátský potok, Široký potok, Stebenka, Libuňka, Podhájský potok, Žehrovka, Nedbalka, Veselka, Kněžmostka a Klenice. Naopak pravými přítoky jsou Jizerka, Hrádecký potok, Jílovecký potok, Kamenice, Žernovník, Huntířovský potok, Vranský potok, Frýdštejnský potok, Vazovecký potok, Čtveřínský potok, Příšovka, Pěncínský potok, Mohelka, Zábrdka, Bělá, Čistý potok, Dalovický potok, Strenický potok, Bezenský potok a Zdětínský potok.

Jizera patří mezi nejčistší řeky v České republice. Slouží proto jako zdroj pitné vody. Vodu z ní čerpají úpravny v Benátkách nad Jizerou a Sojovicích a vodárna v Káraném poblíž soutoku Jizery s Labem je jednou z největších zásobáren pitné vody pro Prahu. Zlepšení čistoty vody v Jizeře ještě výrazně podpořil projekt „Čistá Jizera“. Ten se týkal celkem pěti největších měst Pojizeří a byl rozdělen na dvě části. První je „Čistá Jizera I“ pro města Turnov, Semily a Jilemnici a druhou „Čistá Jizera II“ pro Rokytnici nad Jizerou a Lomnici nad Popelkou. Náklady přesáhly 1 miliardu korun, přičemž 540 milionů představovala dotace státního fondu životního prostředí a Fondu soudržnosti Evropské unie. Zbytek částky uhradil investor stavby Vodohospodářské sdružení Turnov a jednotlivá města.



Ani Jizeře se ale nevyhnulo tisícileté působení lidské činnosti. Na březích byla vybudována města a vesnice, vystavěno bylo nespočet průmyslových objektů, jako jsou mlýny nebo vodní elektrárny, které využívají sílu řeky. Jizeru překlenuly desítky mostů a lávek. Pouze začátek horní části toku byl těchto změn ušetřen, neboť je předmětem ochrany přírody v rámci CHKO Jizerské hory a KRNAP (liberecky-kraj, 2012).

Na řece Jizeře je vystavěno přibližně 36 jezů, které plní svou funkci, přičemž zprůchodněných jich je jen malá část. Tyto objekty vytvářejí migrační bariéry, dělí podélnou kontinuitu toku, prostřednictvím jezových zdrží, způsobují zánik původních částí řeky s následnou změnou přirozeného rybího společenstva (Lusk, 1999). V příloze Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR, je řeka Jizera uvedena, jako tok labské větve s návrhem na opatření pro obnovu populace úhoře říčního (*Anguilla anguilla*).

Cílem mé bakalářské práce bylo, pomocí elektrického agregátu, provést monitoring rybího společenstva řeky Jizery v oblasti nově vybudovaného rybího přechodu v Turnově, zhodnotit jeho technické provedení a ověřit jeho funkčnost. Prostupnost rybího přechodu byla hodnocena na základě sledování migrací jednotlivých druhů ryb a zjištěných populačních charakteristik, jako je druhové abundance, velikostní variabilita, diverzita, ekvitabilita a dominance.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Charakteristika vodních toků

Vodní toky jsou přirozené systémy, které odvádějí vodu po zemském povrchu přirozenými nebo částečně technicky upravenými koryty z vyšších poloh do poloh nižších, přičemž v převážné většině ústí do moře (Baruš a Oliva, 1995a). Pokud bylo koryto vytvořeno zcela lidskou činností, nejedná se o vodní tok, ale o vodní kanál.

Vlastní systém vodního toku, který tvoří jeho povodí, začíná jedním nebo více prameny, ty přecházejí v pramenné stružky a kapiláry, které mohutní a vytvářejí potoky, říčky a řeky. Spád koryta vodního toku se v důsledku nerovnosti terénu mění, což zásadně ovlivňuje rybí osídlení jednotlivých úseků toku (Lusk a kol., 1992).

Vodní toky dynamicky ovlivňují okolní krajinu svoji korytotvornou činností. Erodují a následně odnášejí pevné částice ze břehů či dna a při velkých průtocích i z příbřežní zóny. Transportované látky se následně ukládají v klidnějších částech toků (Hanel a Lusk, 2005).

Baruš a Oliva (1995a) uvádí, že vodní toky mají z rybářského hlediska značný význam, protože převážná část sladkovodních ryb jsou druhy říční.

Vodohospodářské členění vodních toků dle charakteristických znaků, jako je velikost povodí a spád toku (dle Adámka a kol., 1995):

- a) **bystřiny** - kratší horské toky s povodím do 50 km<sup>2</sup> a značným spádem (i více než 20 ‰);
- b) **horské potoky** - toky horských a podhorských oblastí se spádem do 20 ‰, koryto toku je již stabilizované a v širších údolích vytváří meandry. Průtoky zde bývají často velmi rozkolísané;
- c) **potoky** - vodní toky typické pro pahorkatiny, někdy jsou i v nižších polohách, se spádem nejvýše 10 ‰, často tvoří meandry. Průtoky bývají už vyrovnanější, při přívalových deštích se však mohou značně rozvodnit;
- d) **říčky** - toky se středně velkým povodím větším než 100 km<sup>2</sup>, vytvářejí přechod mezi potokem a řekou;

- e) **řeky** - převážně nížinné toky s povodím od 150 do 2 000 km<sup>2</sup>. Spád koryta je velmi malý (0,1 – 2 ‰), k rozkolísání průtoků dochází nejčastěji při silných déletrvajících deštích nebo při jarním tání sněhu.

Z hlediska rybářského obhospodařování můžeme toky rozdělit na potoky, říčky a řeky. Ovšem existuje celá řada výjimek, jako jsou potoky v nižších polohách „tloušťového“ charakteru nebo pstruhové revíry na řekách pod údolními nádržemi (Adámek a kol., 1995).

## 2.2 Rybí pásma

Jednotlivé druhy ryb se nevyskytují v celém toku řeky, ale osídlují obvykle jen určité partie, které jim nejlépe vyhovují (Hanel, 1992). Druhy ryb charakteristické pro horní úseky vodních toků jsou obvykle krátkověké, samotářské a potravu přijímají většinou jen v krátkém časovém intervalu. Naopak v dolních úsecích toků převažují dlouhověké hejnové druhy, které potravu přijímají po celý den (Adámek a kol., 1995). Na základě těchto rozdílných charakteristik byly vodní toky rozděleny na rybí pásma.

První, kdo se pokusil o klasifikaci rybích pásem, byl před více než sto lety český zoolog prof. Antonín Frič, který popsal pstruhové, parmové a cejnové rybí pásmo. Později bylo mezi pstruhové a parmové pásmo doplněno ještě pásmo lipanové. Tato klasifikace se ujala a používá se dodnes. Vedle druhu, po němž je pásmo pojmenováno, je pro něj charakteristický i výskyt jiných druhů ryb se shodnými životními nároky. Hranice jednotlivých pásem jsou jen pomyslné, přičemž četné druhy žijí ve více pásmech a nelze je tak zařadit pouze do jednoho pásma (Dyk, 1952).

V dnešní době se sice toto rozdělení stále používá, ale nejpočetnější druhy, které byly typické pro daná pásma a určovaly jejich název, jsou dnes často zastoupeny jen velmi málo nebo se v daném pásmu ani nevyskytují.

V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsána rybí pásma, jejichž rybí zástupci se shodují s druhy ryb vyskytujícími se ve sledovaném úseku řeky Jizery.

### 2.2.1 Pstruhové pásmo

Pstruhové pásmo je tvořeno především horskými bystřinami a potoky s chladnou a na kyslík bohatou vodou, kde hlavním rybím druhem je pstruh obecný forma potoční (*Salmo trutta m. fario*). V nárostech a zoobentosu převládají chladnomilné druhy, které jsou náročné na kvalitu a čistotu vody. Díky velkému spádu se pstruhové pásmo také vyznačuje erozí dna a břehů a transportem materiálu. Obecná charakteristika pstruhového pásma je uvedena v Tab. 1.

Tab. 1 Charakteristika pstruhového pásma (dle Adámka a kol., 1995).

Charakter toku	bystřina, potok
Dno	kamenité až balvanité, místy štěrkovitý substrát, popř. hrubý písek
Spád	cca 3 ‰
Typ proudění	turbulentní
Šířka toku	do 10 m
Teplota vody	15 – 18 °C
Koncentrace O <sub>2</sub>	9 – 14 mg·l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
BSK <sub>5</sub>	do 2,2 mg·l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Oblast výskytu	nad 500 m n. m. s průměrnou roční teplotou pod 7 °C
Bezobratlí	blešivci ( <i>Gammarus sp.</i> ), larvy jepic ( <i>Ephemera sp.</i> , <i>Caenis sp.</i> , <i>Epeorus sp.</i> ), pošvatek ( <i>Perla sp.</i> , <i>Isoperla sp.</i> , <i>Nemoura sp.</i> ), chrostíků ( <i>Neureclipsis sp.</i> , <i>Limnephilus sp.</i> ), rak říční ( <i>Astacus astacus</i> )
Vegetace	vodní mech zdrojovka ( <i>Montia sp.</i> ) pramenička ( <i>Fontinalis sp.</i> )
Zástupci ryb a mihulí	pstruh obecný f. potoční ( <i>Salmo trutta m. fario</i> ) siven americký ( <i>Salvelinus fontinalis</i> ) pstruh duhový ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) lipan podhorní ( <i>Thymallus thymallus</i> ) vranka obecná ( <i>Cottus gobio</i> ) vranka pruhoploutvá ( <i>Cottus poecilopus</i> ) střevle potoční ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ) mřenka mramorovaná ( <i>Barbatula barbatula</i> ) mihule potoční ( <i>Lampetra planeri</i> )

Početnost a biomasa ryb ve pstruhových pásmech se liší podle charakteru toku a jeho polohy. V horních úsecích horských bystřin a potoků je potravní nabídka velmi malá, a proto i abundance ryb, která je často zastoupená pouze jedinci pstruha obecného, dosahuje nejvýše několik set kusů a biomasa několik desítek kilogramů na jeden hektar plochy. V nižších, na potravu bohatších částech toku s mírnějším spádem jsou tyto hodnoty však několikanásobně vyšší. Početnost zde může dosahovat až 10 000 ks ryb na hektar a biomasa 500 i více kg na hektar. Roční produkce pstruhového pásma je také velice proměnlivá dle charakteru toku, pohybuje se však od 20 do 200 kg na hektar (Adámek a kol., 1995).

### **2.2.2 Lipanové pásmo**

Typické lipanové pásmo vzniká na větších potocích a říčkách v podhůří, pahorkatinách a vrchovinách. Vůdčím druhem tohoto pásma je lipan podhorní. Rychlost proudu je vlivem menšího spádu nižší, tvoří se zde proto klidnější úseky s tůněmi, kde se ukládají jemné sedimenty. Vyskytují se zde často také vodní rostliny. V důsledku vyšší teploty vody a vyšší úživnosti je zoobentos druhově a početně pestřejší a bohatší. Pstruzi zde mají vlivem dostatku potravních ryb lepší růstové podmínky. Charakteristiku lipanového pásma uvádí Tab. 2.

Tab. 2 Charakteristika lipanového pásma (dle Adámka a kol., 1995).

Charakter toku	říčka
Dno	štěrkové, písčité s kameny
Spád	1,5 – 3,0 ‰
Typ proudění	laminární
Šířka toku	10 – 15 m
Teplota vody	18 – 20 °C
Koncentrace O <sub>2</sub>	7 – 11 mg·l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
BSK <sub>5</sub>	do 3 mg·l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Oblast výskytu	400 – 600 m n. m. s průměrnou roční teplotou okolo 8 °C
Bezobratlí	blešivci ( <i>Gammarus sp.</i> ), larvy motýlic ( <i>Calopteryx sp.</i> ), pakomárů ( <i>Chironomus sp.</i> ), muchničků ( <i>Simulium sp.</i> ), jepic ( <i>Ephemera sp.</i> , <i>Caenis sp.</i> , <i>Epeorus sp.</i> ), pošvatek ( <i>Perla sp.</i> , <i>Isoperla sp.</i> , <i>Nemoura sp.</i> ), chrostíků ( <i>Neureclipsis sp.</i> , <i>Limnephilus sp.</i> ), rak říční ( <i>Astacus astacus</i> ), kamomil ( <i>Ancylus sp.</i> )
Vegetace	hvězdoš ( <i>Callitriche sp.</i> ) lakušník ( <i>Batrachium sp.</i> )
Zástupci ryb	lipan podhorní ( <i>Thymallus thymallus</i> ) pstruh obecný f. potoční ( <i>Salmo trutta m. fario</i> ) pstruh duhový ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) jelec tloušť ( <i>Squalius cephalus</i> ) jelec proudník ( <i>Leuciscus leuciscus</i> ) ostroretka stěhovavá ( <i>Chondrostoma nasus</i> ) mník jednovousý ( <i>Lota lota</i> ) ouklejka pruhovaná ( <i>Alburnoides bipunctatus</i> ) střevle potoční ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ) mřenka mramorovaná ( <i>Barbatula barbatula</i> ) hrouzek obecný ( <i>Gobio gobio</i> )

V lipanových pásmech dosahuje abundance až několik tisíc kusů ryb a biomasa 500 kg na hektar. Průměrná roční produkce je zde mezi 150 – 200 kg na jeden hektar (Adámek a kol., 1995).

### 2.2.3 Parmové pásmo

Je typické pro přechodně nížinné řeky s širokým mělkým korytem. Dno bývá štěrkopísčité s většími kameny. V tůních a zátokách se vytváří sedimenty. Voda může být mírně zakalená. V letním období se zde voda dosti prohřívá. Charakteristiku parmového pásma uvádí Tab. 3.

Tab. 3 Charakteristika parmového pásma (dle Adámka a kol., 1995).

Charakter toku	řeka
Dno	štěrkové, kamenité
Spád	0,8 – 1,5 ‰
Typ proudění	laminární
Šířka toku	10 – 20 m
Teplota vody	18 – 22 °C
Koncentrace O <sub>2</sub>	6 – 10 mg·l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
BSK <sub>5</sub>	do 3,5 mg·l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Oblast výskytu	250 – 400 m n. m. s průměrnou roční teplotou 8 – 9 °C
Bezobratlí	larvy pakomárů ( <i>Chironomus sp.</i> ), muchniček ( <i>Simulium sp.</i> ), jepic ( <i>Ephemera sp.</i> , <i>Caenis sp.</i> , <i>Epeorus sp.</i> ), chrostíků ( <i>Neureclipsis sp.</i> ), uchatka ( <i>Radix sp.</i> )
Vegetace	stolístek ( <i>Myriophyllum sp.</i> ) lakušník ( <i>Batrachium sp.</i> )
Zástupci ryb	parma obecná ( <i>Barbus barbus</i> ) ostroretka stěhovavá ( <i>Chondrostoma nasus</i> ) podoustev říční ( <i>Vimba vimba</i> ) jelec tloušť ( <i>Squalius cephalus</i> ) jelec proudník ( <i>Leuciscus leuciscus</i> ) jelec jesen ( <i>Leuciscus idus</i> ) mník jednovousý ( <i>Lota lota</i> ) ouklej obecná ( <i>Alburnus alburnus</i> ) hrouzek obecný ( <i>Gobio gobio</i> ) mřenka mramorovaná ( <i>Barbatula barbatula</i> ) plotice obecná ( <i>Rutilus rutilus</i> ) bolen dravý ( <i>Aspius aspius</i> )

Početnost ryb v parmovém pásmu dosahuje několika tisíc kusů na hektar a biomasa 500 – 1 000 kg na hektar. Maximální roční produkce se pohybuje v rozmezí 200 – 300 kg na hektar (Adámek a kol., 1995).

### 2.3 Ichtyofauna CHKO Jizerské hory

Ichtyofauna na území CHKO Jizerské hory byla ještě do nedávné minulosti málo prozkoumaná (Švátora a Farský, 2004). Mimo ostatní druhy ryb pstruhového pásma, jako např. vranky obecné a střevle potoční, byl pro tuto oblast typickým druhem pstruh obecný a nepůvodní siven americký.

Poprvé se siven americký začal chovat roku 1912 ve Mšeně nad Nisou a ve 30. letech byl vysazován do nádrží Souš a Bedřichov. Nadměrná acidifikace povrchových vod během 50. let způsobila vymizení sivena i pstruha z této oblasti i z výše položených toků Jizerských hor (Machek, 1946; Švátora a Farský, 2004). Následovalo opětovné vysazování obou druhů do místních vod, ale vždy bezúspěšně. Pozitivní vysazení sivena amerického proběhlo až v roce 1991 na přehradě Bědřichov a v roce 1996 na přehradě Suš (Šanda a Švátora, 2000). Siven zde vytvořil životaschopné populace s přirozenou reprodukcí. Zřejmě první úspěšné vysazení sivenů do nádrže Josefův Důl proběhlo v roce 1994 (Šanda a Švátora, 2002).

V minulosti výrazná acidifikace, ale i celkové zhoršení kvality vody a výstavba migračních bariér (jezy a MVE) velmi ovlivnily také výskyt dalších druhů ryb a to především střevle potoční, která na některých lokalitách úplně vymizela. Proto se v posledních letech po zlepšení kvality vody a zprůchodnění toků, přistupuje k obnově zaniklých populací střevle potoční a k nahrazování nepůvodního sivena amerického pstruhem obecným.

Mimo sivena amerického, který v horních úsecích řek s nízkou hodnotou pH zastupuje pstruha obecného, se Jizerské hory nevyhnuly ani dalším nepůvodním a invazním druhům ryb. Na rybnících a rybářských revírech se postupně šíří střevlička východní (*Pseudorasbora parva*) a karas stříbřitý (*Carassius gibelio*).

Zřejmě největší ichtyologický průzkum v oblasti Jizerských hor provedl M. Švátora a K. Farský v letech 2001 – 2004. Průzkum byl proveden na 90 profilech 50 malých vodních toků. Celkem byla prokázána přítomnost 18 druhů ryb a mihule potoční, přičemž zmiňovaný druh mihule a dalších 11 druhů ryb se vyskytovalo na území CHKO Jizerské hory (Švátora a kol., 2006). Seznam druhů ryb a mihulí zjištěných ichtyologickým průzkumem je uveden v Tab. 4.



Tab. 4 Seznam druhů ryb a mihulí zjištěných ichtyologickým průzkumem v letech 2000 – 2004 na území Jizerských hor (dle Švátory a Farského, 2004).

pořadí	druh
1	pstruh obecný f. potoční ( <i>Salmo trutta m. fario</i> )
2	siven americký ( <i>Salvelinus fontinalis</i> )
3	pstruh duhový ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )
4	lipan podhorní ( <i>Thymallus thymallus</i> )
5	štika obecná ( <i>Esox lucius</i> )
6	plotice obecná ( <i>Rutilus rutilus</i> )
7	jelec tloušť ( <i>Squalius cephalus</i> )
8	střevle potoční ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )
9	střevlička východní ( <i>Pseudorasbora parva</i> )
10	hrouzek obecný ( <i>Gobio gobio</i> )
11	lín obecný ( <i>Tinca tinca</i> )
12	karas obecný ( <i>Carassius carassius</i> )
13	mřenka mramorovaná ( <i>Barbatula barbatula</i> )
14	okoun říční ( <i>Perca fluviatilis</i> )
15	ježdík obecný ( <i>Gymnocephalus cernua</i> )
16	vranka obecná ( <i>Cottus gobio</i> )
17	mník jednovousý ( <i>Lota lota</i> )
18	úhoř říční ( <i>Anguilla anguilla</i> )
19	mihule potoční ( <i>Lampetra planeri</i> )

## 2.3.1 Popis vybraných zástupců ichtyofauny

### 2.3.1.1 Pstruh obecný f. potoční (*Salmo trutta m. fario*)



Obr. 1 Pstruh obecný f. potoční (Foto: autor).

Pstruh obecný má protáhlé vřetenovité tělo, ze stran mírně zploštělé, dokonale přizpůsobené životu v silných proudech. Mezi hřbetní ploutví, která se nachází přibližně uprostřed těla a ocasní ploutví je tuková ploutvička. Ocasní ploutev je u juvenilních jedinců vykrojená, u dospělých ryb zakončena rovně. Prsní a břišní ploutve jsou kratší a zaokrouhlené. Zbarvení pstruha obecného formy potoční (viz Obr. 1) je poměrně dosti proměnlivé v závislosti na prostředí a to nejen mezi jednotlivými populacemi, ale i mezi jedinci v rámci jedné populace. Hřbet a boky mívá šedohnědé až zlatohnědé, přičemž hřbet je tmavší a boky směrem k břichu světlají. Břicho je bílé či nažloutlé, někdy šedavé. Od postranní čáry směrem ke hřbetu se vyskytují tmavé až černé skvrny, které zasahují i na horní část skřelí až k oku. Pod postranní čarou jsou skvrny karmínově červené či rezavohnědé v počtu 10 – 30 a mají bílé nebo nažloutlé lemování. Mladí jedinci mívají na bocích namodralé neohraničené ostrůvky. Samice mají širší a nižší tělo

s okrouhlým břichem. Hlava bývá u samic spíše zaoblená, zatímco u větších samců je zašpičatělá delší s mohutnou spodní čelistí, která je často hákovitě zakončená.

Jde o demerzální euryhalinní druh, který žije v horních partiích potoků, říček a řek a je typickým zástupcem pstruhového pásma. Pstruh obecný je stanovištní druh s teritoriálními nároky (Hanel, 2001). Vyžaduje čistou chladnou a na kyslík bohatou vodu, pevné dno a hodně úkrytů. Pstruh je významným bioindikátorem kvality vody a prostředí. Vyhýbá se otevřenému vodnímu sloupci, jeho stanovištěm jsou proudové stíny u dna za kameny, v příbřežní zóně a pod kořeny. V průběhu dne vyčkává na svém stanovišti a za potravou se vydává pouze v podvečer a v noci (Hanel a Lusk, 2005). Jako potrava mu slouží vodní bezobratlí, chrostíci, pošvatky, jepice, korýši, máloštětinatci i měkkýši. Velcí jedinci loví menší ryby popřípadě žáby (Lusk a kol., 1992).

Pstruh obecný f. potoční dorůstá obvykle do velikosti 25 – 40 cm a kusové hmotnosti 0,25 – 0,6 kg, výjimečně délky 60 – 80 cm a hmotnosti 3 – 6 kg (Baruš a Oliva, 1995a). Jde o krátkověkou rybu, dožívající se 3 – 5 let, vzácně až 10 let. Pohlavně dospívá ve 2. – 4. roku života, samci zpravidla o rok dříve než samice. Výtěr probíhá v říjnu až prosinci, kdy pstruzi vytahují proti proudu do vyšších poloh. Při reprodukčních migracích je pstruh schopen překonat skokem překážky vysoké i 115 cm a rychlost proudu do  $4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Hanel a Lusk, 2005). Samice na trdlišti vytlouká oválnou až 50 cm dlouhou jamku, ve které probíhá výtěr. Během výtěru jsou oplozené jikry pohyby těla překrývány vrstvou písku. Jikry jsou žlutooranžové až oranžové barvy a jejich průměrná velikost je 4,5 – 5 mm (Kouřil a kol, 2008). Relativní plodnost u našich populací obvykle kolísá v rozmezí 2 000 – 3 000 ks·kg<sup>-1</sup> hmotnosti jikernačky (Libosvářský a kol., 1971). Inkubační doba jiker se pohybuje v rozmezí od 500 do 530 d° (Pokorný a kol., 1998).

Pstruh obecný forma potoční se vyskytuje ve vodách celé Evropy. Mimo pstruhová a lipanová pásma nachází vhodné podmínky v tzv. sekundárním pstruhovém pásmu, které se vytváří pod velkými přehradami. Pstruh obecný se v našich vodách vyskytuje v současnosti ve dvou formách (morfách) – potoční a jezerní. Pstruh obecný je hospodářsky a především sportovně nejvýznamnějším a nejhodnotnějším druhem pstruhových vod (Baruš a Oliva, 1995a).

### 2.3.1.2 Parma obecná (*Barbus barbus*)



Obr. 2 Parma obecná (Foto: autor).

Tělo parmy (viz Obr. 2) je protáhlé, válcovitého tvaru, přičemž na břišní straně je zploštělé. Hřbet je za zátylkem obloukovitě prohnutý. Hlava je větší kuželovitá, zakončená kožnatým rypcem. Oči jsou menší, umístěné poměrně vysoko po stranách hlavy. Ústa jsou masitá, spodního postavení a opatřena dvěma páry vousků. Tělo je pokryto protáhlými neopadávými šupinami. Hřbetní ploutev je krátká vysoká a její poslední tvrdý paprsek je zesílený a ze zadní strany pilovitý. Ocasní ploutev je mohutná, hluboce vykrojená, často s delším spodním lalokem. Prsní a břišní ploutve jsou poměrně velké. Řitní ploutev je krátká protažená a zaoblená. Zbarvení těla je olivově zelené, boky jsou hnědavé nebo nazlátlé a břicho nažloutlé až bělavé. Hřbetní a ocasní ploutev je hnědozelená, ostatní ploutve jsou načervenalé. Juvenilní jedinci mají na těle rozmístěny tmavší skvrnky.

Parma je bentopelagický, potamodromní druh sladkých vod, který obývá proudné, na kyslík bohaté úseky podhorských a nížinných toků (Hanel a Lusk, 2005). Vyhýbá se úsekům s bahnitými sedimenty, přičemž preferuje tvrdé kamenité až šterkovité dno. Její početnost může v některých úsecích dosáhnout až  $3\ 000\ \text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$  a biomasa 600

kg·ha<sup>-1</sup> (Lusk a kol., 1992). Na některých lokalitách se parma dokáže přizpůsobit antropogenním vlivům, jako je výstavba přehradních nádrží nebo znečištění (Hanel a Lusk, 2005). Žije převážně u dna, kde vytváří početná hejna tvořená různě starými jedinci. Aktivní je především před bouřkou a při zakalené vodě. Před zimním obdobím se přemísťuje do hlubších úseků s úkryty a mírným proudem, kde zimuje. Parma je typický bentofág, který se živí převážně larvami chrostíků nebo jepic, vodními měkkýši či jinými bezobratlými dna. V menší míře konzumuje tak vláknité řasy a rozsivky a výjimečně i malé ryby. Potravu vyhledává ve štěrku a pod kameny, které obratně převrací.

Parma dorůstá do velikosti až 120 cm a hmotnosti 6 kg (Hanel a Lusk, 2005). Dyk (1952) ovšem popisuje úlovky parem z Lužnice o hmotnosti 8 kg a Holčík a Mihálik (1971) uvádějí hmotnost až 12 kg. Parma obecná je dlouhověký, pomalu rostoucím druhem dožívajícím se 15 – 25 let. V populacích do stáří 6 – 7 let výrazně převládají mlíčáci, a však jedinci starší 10 let jsou převážně jikernačky (Lusk a kol., 1992). Samci pohlavně dospívají ve 2 – 3 letech, samice o 1 – 2 roky déle. Parma obecná se vytírá od konce dubna do začátku června při teplotě vody 15 – 18 °C. Při tření se ryby shlukují do velkých hejn a podnikají dlouhé migrace proti proudu toku. Trdliště se vyznačují kamenitým dnem s rychlostí proudu 0,2 – 0,5 m·s<sup>-1</sup> a výškou vodního sloupce 0,5 – 0,7 m (Krupka, 1983). Na trdlištích zpravidla převažují mlíčáci (Dubský a kol., 2003). Parma je litofilní druh, který své jikry neukrývá. Relativní plodnost uvádí Krupka (1983) v rozmezí 36 000 – 85 000 jiker na 1 kg jikernačky. Vytřené jikry jsou středně lepkavé o velikosti 1,9 mm před a 2,4 mm po nabobtnání (Baruš a Oliva, 1995b). Inkubační doba je cca 130 d°.

Areál výskytu parmy se rozkládá na území západní a střední Evropy včetně Pyrenejského poloostrova. U nás je parma původním druhem vyskytujícím se v parmovém pásmu většiny toků. Pro svoji nevídanou bojovnost je atraktivní rybou pro sportovní rybáře. V poslední době v našich vodách ubývá, proto se přistoupilo k jejímu odchovu a vysazování do volných vod. Maso parmy je průměrné kvality. V červeném seznamu (Lusk a kol., 2011b) je parma obecná zařazena do kategorie téměř ohrožené (NT).



### 2.3.1.3 Střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*)



Obr. 3 Střevle potoční (Foto: autor).

Střevle potoční má delší vřetenovité tělo pokryté malými šupinami, které se nemusejí překrývat. Ploutve jsou mimo hřbetní a ocasní zaoblené. Hřbetní ploutev je posunuta dozadu. Samci mají prsní ploutve podstatně delší než samice. Postranní čára je většinou neúplná. Ústa mají polospodní postavení. Zbarvení bývá dosti variabilní. Hřbet je hnědozelené, boky jsou zelenožluté se zlatavým leskem. Na hřbetu i bocích bývají tmavé skvrny, které se mohou spojit až v 15 svislých pruhů nebo naopak v jeden podélný pás. Břišní strana těla je bělavá až nažloutlá. Samci jsou odlišně zbarveni i mimo tření avšak v době výtěru vynikají sytě zelenou barvou na bocích a červenou barvou kolem úst a při bazích párových ploutví a ploutve řitní (viz Obr. 3). V tomto období se u samců na hlavě vytváří také nápadná bílá třecí výrážka.

Střevle je demersální, potamodromní druh obývající sladké i brakické vody (Hanel a Lusk, 2005). Vyžaduje čisté, bohatě prokysličené oligotrofní vody pstruhového či lipanového pásma. Někdy se však vyskytuje i ve stojatých vodách jako jsou rybníky a nádrže. Upřednostňuje toky s kamenitým dnem a s úkryty tvořenými kořeny stromů a vodních trav. Velmi citlivá je na znečištění vody a proto svojí přítomností indikuje

neznečištěné prostředí s kvalitní vodou. Střevle potoční vytváří v toku početná hejna, která se zdržují v tůňkách a mimo hlavní proud. Dyk (1952) uvádí, že střevle mají velmi vyvinutý čich, který využívají pro shlukování se do hejn během noci. Jako potrava jí slouží larvy pakomárů, muchniček, pošvatek, ale i korýši a řasy.

Střevle potoční je krátkověký druh, který se dožívá maximálně 5 let. Roste velmi pomalu a dorůstá do velikosti 10 cm, Šimek (1959) uvádí z povodí Bobrůvky délku až 14 cm. Pohlavně dospívá ve 2. – 3. roce života. V období výtěru konají střevle krátké třecí migrace do mělčin s písčitým dnem. Výtěr probíhá od dubna do července a účastní se ho větší počet samců a samic. Samice se vytírají na dno nebo vodní rostliny v několika dávkách. Absolutní plodnost je až 2 500 jiker o velikosti 1 – 1,5 mm (Dubský a kol., 2003). Plůdek se kulí při teplotě 18 – 21 °C za 6 – 7 dnů.

Žije v Evropě a severní Asii mimo střední a jižní Itálii. Střevle se u nás vyskytuje v povodí Labe, Odry i Moravy, ale vzhledem k tomu, že je citlivá na kvalitu prostředí, tak není hojná. Střevle zhodnocuje drobnou, pstruhy opomíjenou potravu, přičemž sama tvoří potravu větším pstruhům (Lusk a kol., 1992). Ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. je střevle potoční zařazena mezi ohrožené druhy. Červený seznam mihulí a ryb (Lusk a kol., 2011b) řadí střevli potoční mezi druhy zranitelné (VU).

#### **2.3.1.4 Vranka obecná (*Cottus gobio*)**

Tělo vranky je protáhlé, vřetenovitého tvaru s velkou dorzoventrálně zploštělou hlavou (viz Obr. 4). Povrch těla je sliznatý, bez šupin. Ústa jsou široká s drobnými zoubky. Oči vranky jsou malé na temeni hlavy, chráněné zdvojenou rohovkou. Na skřelových víčkách jsou dva trny. Hřbetní ploutve jsou dvě, jasně oddělené. První je krátká a nízká, druhá je delší a vyšší. Břišní ploutve jsou posunuté dopředu pod mohutné prsní ploutve a svojí délkou nedosahují k řitnímu otvoru. Řitní ploutev je protažená. Ocasní ploutev je mírně zaoblená. Zbarvením se vranka dokáže přizpůsobit dnu toku, ve kterém žije. Hřbet mívá nejčastěji hnědý až šedý, boky hnědožluté a břicho světlé. V hřbetní části a na bokách je výrazné mramorování. Na všech ploutvích s výjimkou břišních jsou tmavé skvrnky vytvářející pruhy.



Obr. 4 Vranka obecná (Foto: autor).

Vranka patří mezi demersální, potamodromní sladkovodní druhy tolerující brakickou vodu (Hanel a Lusk, 2005). Žije v horských a podhorských potocích a říčkách s čistou vodou a členitým kamenitým dnem. Vranka nemá plynový měchýř, proto je špatný plavec a po dně se pohybuje skoky. Během dne je ukrytá pod kameny a aktivní bývá až večer. Přes den je aktivní pouze v době rozmnožování. Živí se menšími bentickými vodními organismy, jako jsou larvy jepic, chrostíků, pakomárů, muchničků nebo pošvatek a blešivci. Konzumuje také jikry a plůdek lososovitých druhů ryb (Dyk, 1952).

Vranka obecná je krátkověká ryba s pomalým růstem, dožívající se 8 – 10 let. Běžně dosahuje velikosti 10 – 15 cm (vzácně až 18 cm) a hmotnosti 10 – 30 g. Pohlavní dospělosti dosahuje v 1. – 3. roce života. Výtěr probíhá od března do dubna. Vranka je speleofilní druh ryby, takže jikry přilepuje na spodní stranu kamenů a do štěrbin mezi ně. Samec snůšku jiker pečlivě střeží. Lepivé jikry mají žlutooranžovou barvu. Průměrná velikost jiker je 1,7 – 2,6 mm (Baruš a Oliva, 1995b). Egert a kol. (1984) uvádí absolutní plodnost 100 – 300 jiker. Doba inkubace jiker trvá 30 – 40 d°.

Vranka se vyskytuje ve vodách větší části Evropy, až po severní Španělsko, jižní Švédsko a Anglii (Lusk a kol., 1992). U nás se vyskytuje od pstruhového až po střední



úseky parmového pásma. Vranka je bioindikátor kvality vody, a proto v důsledku regulace toků není příliš hojná. Tvoří potravu lososovitým rybám. Kříží se s vrankou pruhoploutvou. Ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. je uvedena jako ohrožený druh. V červeném seznamu (Lusk a kol., 2011b) je vranka obecná zařazena do kategorie zranitelné (VU).

## 2.4 Migrace ryb

Definic, které popisují migrace ryb je velké množství. Lusk a kol. (2011a) např. uvádí, že migrace ryb představují důležitou pohybovou aktivitu určitým směrem za určitým cílem nebo z nějakého podnětu či potřeby v průběhu životního cyklu jedinců daného druhu ryb ve vodním prostředí. Dubský a kol. (2003) popisuje, že migrace je geneticky zakódovaná vlastnost určitého druhu ryb, která podmiňuje pravidelné hromadné stěhování ryb na místa, která potřebuje daný druh k realizaci fyziologických potřeb. Podobnou definici uvádí i Northcote (1984), který píše, že migrace je pravidelně se opakující přesun větší části populace mezi několika prostředími. Slavík a kol. (2012a) ovšem uvádí, že migrace nemusejí být vlivem výkyvů podmínek v prostředí uskutečňovány pravidelně.

Rozsah migrací se liší nejen u jednotlivých druhů, ale i v rámci jednoho druhu u různých populací, přičemž se může pohybovat v rozmezí od několika desítek metrů až po tisíce kilometrů (Baruš a Oliva, 1995a). Nejznámějšími jsou migrace třecí, migrace na zimoviště, za potravou nebo migrace únikové. Tyto přesuny ryb v podélném profilu toku jsou základní podmínkou existence a prosperity populací resp. druhů (Slavík, 2002; Lusk a kol., 2011a). Jsou důležité především pro posílení fitness populace, udržení vnitropopulační genetické diverzity a pro zachování věkové struktury.

Většina druhů ryb migruje ve větších či menších hejnech a to často i jedinci žijící jinak samotářsky. Vytvořené hejno zajišťuje rybám ochranu před predátory, lepší orientaci při migraci a snazší nalezení cíle migrace – trdliště, potrava, zimoviště (Dubský a kol., 2003).

Zahájení a průběh migrací stimuluje či omezuje mnoho abiotických parametrů prostředí. Nejdůležitějšími parametry prostředí ovlivňujícími migrace ryb je teplota vody a průtok, přičemž teplota má funkci především prahovou a již zahájené migrace neovlivňuje (Horký a Slavík, 2006; Slavík a kol. 2012a). Dočasný vliv teploty popisují

také Lucas a Baras (2001) a dále uvádějí, že hlavním synchronizátorem migrací je roční světelný cyklus. Průtok je pro migrace také důležitý, protože s jeho změnou se mění rychlost proudění vody, která je hlavním orientačním nástrojem migrujících ryb. Vyšší rychlost proudění informuje ryby o proudnici toku a tedy o možné cestě po nebo proti proudu. Ryby lososovité na velikost průtoku reagují dle variabilních podmínek prostředí, zatímco ryby kaprovité se extrémním průtokům vyhýbají a migrují při průměrných průtocích (Slavík a kol., 2012a). Slavík a kol. (2006) z řeky Labe ale také uvádí, že se vzrůstajícím průtokem v řece počet kaprovitých druhů ryb v rybích přechodech stoupal, stejně jako celková početnost ryb a jejich velikost. Prchalová a kol. (2010) popisuje vliv počasí a tlaku na migrace ryb, kdy nejvíce ryb v rybím přechodu bylo zaznamenáno při zamračeném či deštivém počasí s hodnotami tlaku pod 1 010 hPa. Dalšími faktory ovlivňujícími rybí migrace je zákal, obsah kyslíku ve vodě, znečištění (Slavík, 1996; Vostradovský, 2005a) a také fáze měsíce (Slavík a kol., 2012b).

Migrující ryby jsou nenahraditelným hostitelským článkem životního cyklu velkých mlžů (Slavíková a kol., 2010). Larvy těchto mlžů, tzv. glochidie se přichycují na žábry ryb a tím se tak rozšiřují jejich populace v toku, které dokážou intenzivním filtrováním vody výrazně zlepšit její čistotu.

#### 2.4.1 Typy migrací

Migrace ryb můžeme rozdělit dle několika různých hledisek. Nejčastěji se dělí podle typu vodního prostředí (moře, sladké vody), ve kterém probíhají, účelu, časového rozložení a dle aktivity migrujících ryb. Obecně můžeme migrace rozdělit, podle směru, na poproudové a protiproudové.

Uvedené rozdělení migrací je upraveno dle různých autorů (Tortonese, 1949; Baruš a Oliva, 1995a; Dubský a kol., 2003; Lusk a kol., 2011a)

Typy migrací dle vodního prostředí, ve kterém probíhají:

- Monodromní (probíhají pouze v rámci jednoho prostředí)
  - *thalassodromní* – migrace probíhající pouze ve slané vodě
  - *potamodromní* – migrace probíhající pouze ve sladké vodě

- Diadromní (probíhají mezi slanou a sladkou vodou)
  - *katadromní* – ze sladké vody do moře – úhoř říční
  - *anadromní* – z moře do sladké vody – losos obecný (*Salmo salar*)
  - *amfidromní* – obousměrné – někteří hlaváči

Typy migrací dle účelu:

- Reprodukční

Jde o nejdůležitější migrace z hlediska existence populace či samotného rybího druhu. Souvisejí s vyhledáním substrátu a fyzikálně-chemických vlastností vody, které budou vhodné pro uložení a inkubaci jiker a bezproblémové přežívání plůdku a juvenilních stádií nového potomstva (Just a kol., 2005). Reprodukční migrace probíhají většinou v určitém období. Slavík a kol. (2012c) uvádí, že diadromní druhy můžeme v rybích přechodech očekávat v období od jara do podzimu, zatímco druhy potamodromní především na jaře a na podzim. Načasování tahů je ovlivněno hlavně prodloužením či zkrácením intervalu denního světla (Baras a Lucas, 2001) a teplotou vody, přičemž většina kaprovitých ryb začíná migrovat při teplotě 8 – 10 °C (Slavík a kol., 2012c). Rozsah migrací se u jednotlivých druhů velmi liší a je zakódován v jejich biologické charakteristice (Lusk a Lojkásek, 2009; Lusk a kol. 2011a).
- Potravní

Nejčastěji jde o krátké migrace, výjimečně jsou delší než migrace reprodukční. Většinou se opakují v intervalech a mívají denní či sezónní charakter. Dobře patrné jsou u nočních dravců, jako je candát obecný (*Sander lucioperca*) nebo sumec velký (*Silurus glanis*). Slavík a kol. (2007) uvádí potravní migrace u sumce dlouhé až 5 km.
- Kompenzační

Účelem těchto migrací je obnovit původní rovnoměrné rozmístění jedinců populace, které bylo narušeno v důsledku povodňových průtoků nebo znečištění (Lusk a kol., 2011a). Po povodni se ryby vracejí buď ze spodních úseků, kam byly splaveny nebo ze záplavové zóny, kde povodeň přečkaly

s menším energetickým výdajem. Zpětné migrace jsou označovány jako návrat domů „homing“. Návrat v delším časovém úseku lze nazvat procesem znovuosidlování, který je patrný především v úsecích, kde byla vybudována čistírna odpadních vod (Just a kol., 2003).

- Okupační

Pomocí okupační migrace některé druhy ryb rozšiřují svůj areál výskytu. Jde o aktivní šíření druhů do toků a povodí, kde se dosud nevyskytovaly. Pro naše území jsou okupační migrací známé druhy jako např. nepůvodní karas stříbřitý či hlaváč černoústý (*Neogobius melanostomus*) a z původních druhů candát východní (*Sander volgensis*), které k nám pronikly z Dunaje (Lusk a kol., 2008a; Lusk a kol., 2011c).

- Vývojové

Tyto migrace souvisejí s velikostí a růstem jedince. Podle růstu se mění jeho nároky na prostředí, jako je rychlost proudu, hloubka vody nebo velikost teritoria a proto se musí přemísťovat do úseků s optimálními životními podmínkami.

- Únikové

Jde o přesuny v důsledku působení nepříznivých vlivů, např. při výskytu predátora, nedostatku vody, nedostatku rozpuštěného kyslíku ve vodě nebo při znečištění vodního prostředí. Slavík (2000) uvádí zvýšené migrace ryb při změně podmínek ve vodním prostředí vlivem vypouštění vody z přehradní nádrže na řece Ohři.

- Na zimoviště

Cílem těchto migrací je vyhledání vhodného prostředí pro přečkání zimního období. Typické jsou např. pro reofilní kaprovité ryby jako je parma obecná nebo pro ryby okounovité včetně ježdíka žlutého (*Gymnocephalus schraetser*). Gaumert a kol. (2008) uvádí migrace na zimoviště i v průběhu zimního období a to v kanalizovaných tocích, kde vhodná místa pro přezimování chybí.

Typy migrací dle časového rozložení:

- Roční (probíhají v průběhu celého roku)
- Sezónní (ovlivněné ročním obdobím, např. přesuny na zimoviště)
- Diurnální (probíhají v průběhu 24 hodin)
  - *Horizontální*
    - krátké migrace mezi litorálem a pelagiálem
  - *Vertikální*
    - přesuny v rámci vodního sloupce (ve dne k hladině za potravou, v noci ke dnu do úkrytu)

Typy migrací dle aktivity migrujících ryb:

- Aktivní

Uskutečňují se pomocí aktivního pohybu ryby a je při nich tedy spotřebovávána energie. Energeticky nejnáročnější jsou reprodukční migrace, kdy jedinec může po výtěru v důsledku vyčerpání i uhynout. Při těchto migracích může být trasa přesunu aktivně měněna.
- Pasivní

Probíhají bez větších energetických výdajů, nejčastěji pomocí říčních nebo mořských proudů. Běžné se takto přemísťují jikry pelagofilních druhů ryb, raná vývojová stádia, případně i juvenilní jedinci jako smolti lososa obecného při tahu do moře (Baruš a Oliva, 1995a).
- Kombinované

Jde o migrace, v jejichž průběhu ryba využívá vodního proudu pro pasivní migraci a někdy musí migrovat aktivně. Příkladem můžou být larvy úhoře říčního, které při migraci k pobřeží využívají mořského proudu a do vnitrozemí migrují aktivně proti proudu (Dubský a kol., 2003).

## **2.4.2 Základní migrační charakteristiky ryb**

### Migrační potřebnost (MiP)

Proto, aby určitý rybí druh či populace mohla existovat a dobře prosperovat, musí mít především možnost bezproblémové reprodukce, dostatek životního prostoru, potravy a v případě nebezpečí možnost úniku. Ekologické nároky na prostředí se druh od druhu liší, stejně jako jejich biologické vlastnosti. Migrační potřebnost se od těchto vlastností a nároků odvíjí. U většiny druhů vzniká v souvislosti s reprodukcí, kdy je cílem najít vhodné prostředí pro zrození nového potomstva (Lusk a Lojkásek, 2009).

### Migrační výkonnost (MiV)

Migrační výkonnost uvádí jakou rychlost vodního proudu, popř. jak vysokou překážku v toku je jedinec schopen při migraci překonat. Tato výkonnost se liší dle druhu, ale i dle velikosti, kondice a pohlaví jedince. Významně ji ovlivňuje také teplota vody (Just a kol., 2003; Lusk a Lojkásek, 2009). Rychlost, kterou dokáže jedinec vyvinout, můžeme dle doby trvání rozdělit na rychlost maximální (skokovou), která trvá několik vteřin a průběžnou (maximální rychlost plavání), která může trvat až několik minut. Maximální rychlost plavání tvoří zpravidla 1/3 – 1/2 hodnoty rychlosti skokové (Just a kol., 2005).

## **2.4.3 Popis reprodukčních migrací ryb**

Znalost migrační potřebnosti a výkonnosti, včetně ekologických nároků souvisejících s reprodukcí, u jednotlivých druhů ryb je velice důležitá při navrhování objektů zajišťujících migrační zprůchodnění podélného profilu vodního toku (Lusk a kol., 2011a). Třetí migrace jsou u mnoha druhů nejrozsáhlejší, a proto je popis migračních charakteristik vybraných druhů v následující části zaměřen právě na ně.

### **2.4.3.1 Ryby pstruhového a lipanového pásma**

#### **Pstruh obecný**

Pstruzi zahajují třecí migrace proti proudu již začátkem srpna, přičemž nejintenzivnější jsou v září a říjnu, ale přetrvat mohou až do prosince (Mašek, 2000). Pstruh obecný je migračně výkonným druhem. Jeho protiproudové třecí migrace jsou výrazné a směřují často do přítoků toku (Lusk a Lojkásek, 2009). Tyto migrace většinou nepřesahují vzdálenost 1 km (Baruš a Oliva, 1995a). Ovidio a Philippart (2002) ovšem uvádějí pro evropské toky vzdálenost až do 30 km. Při migraci je schopen skokem překonat překážky o výšce až 1,15 m a krátkodobě může plavat rychlostí až  $4,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Hanel a Lusk, 2005; Hanel, 1995). V průběhu druhého roku života jedinci splouvají po proudu do větších toků (Lusk a kol., 2011a).

#### **Lipan podhorní**

Lipan se vytírá nejčastěji v druhé polovině dubna a v první polovině května. Pokud má možnost, tak vytahuje do přítoků, kde bývá teplejší voda (Baruš a Oliva, 1995a). Vyskytuje-li se v toku vhodný mikrohabitat pro tření, tak třecí migrace jsou dlouhé maximálně 1 km (Lusk a kol., 2011a). Ovidio a Philippart (2002) uvádějí délku migrací až do 5 km.

#### **Vranka obecná**

Vranka obecná se vytírá v březnu až dubnu, ale protože je její migrační výkonnost a potřebnost velmi malá, tak třecí migrace jsou v rozmezí maximálně desítek metrů. Migrace mohou mít větší rozsah například při nepříznivých hydrologických podmínkách jako je malý průtok (Lusk a kol., 2011a). Lusk a Lojkásek (2009) uvádějí, že vranka je schopná překonat rychlost proudu  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tudorache a kol. (2008) ovšem uvádí maximální rychlost plavání  $0,82 - 1,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . TNV 75 2321 (leden 2011) uvádí výšku skoku u vranky obecné 0,05 m.

## **Střevle potoční**

Výtěr střevlí probíhá v dubnu až červenci, kdy vykonávají krátké migrace v rozsahu stovek metrů (Hanel a Lusk, 2005; Lusk a kol., 2011a). Při migracích jsou schopné překonat stupně o výšce 10 – 15 cm (Horáček a kol., 2002), v některých případech až do 30 cm (Hartvich a Vostradovský, 2012). Střevle potoční je krátkodobě schopna překonat rychlost proudu do  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (Lusk a Lojkásek, 2009).

### **2.4.3.2 Ryby parmového pásma**

#### **Parma obecný**

Parma obecná se vytírá v období od května do začátku července. Patří mezi migračně výkonné ryby a podniká tak třecí migrace, při kterých vyhledává peřejnaté úseky. Migrace dosahují v přirozených tocích délky 1 – 2 km, ovšem v tocích upravených, bez proudných úseků, mohou být dlouhé až 30 km (Lusk a kol., 2011a). Vostradovský (2005a) uvádí, že parma může migrovat až na vzdálenost stovek kilometrů. Při překonávání překážky je parma schopná vyvinout skokovou rychlost až  $2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (Just a kol., 2005). Parma podniká v podzimním období také migrace na zimoviště, které jsou dle toku různého rozsahu.

#### **Ostroretka stěhovavá**

Výtěr ostroretky probíhá v jarním období a to od března do května, přičemž podniká masové třecí migrace (Baruš a Oliva, 1995b). Podobně jako parma patří mezi migračně výkonné druhy ryb. Délky třecích migrací se v závislosti na morfologii toku pohybují v rozmezí 1 – 20 km (Hartvich a Vostradovský, 2012). Ovidio a Philippart (2008) uvádějí vzdálenost přesahující dokonce 100 km. Skoková rychlost plavání se u ostroretky pohybuje v rozmezí  $1,6 – 3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , kdy je schopná skoku do výšky 0,35 m (TNV 75 2321, leden 2011).



### **Jelec tloušť**

V našich podmínkách se tloušť tře převážně v květnu a červnu v proudných úsecích s tvrdým dnem. Prchalová a kol. (2011) uvádí, že třecí migrace jsou velmi intenzivní v období od dubna do června, kdy jsou tloušťi nacházeni v rybích přechodech. Délky těchto migrací jsou závislé na charakteru toku. V neupravených tocích dosahují délky několika set metrů, v regulovaných tocích jsou výrazně delší (Lusk a kol., 2011a). Slavík a kol. (2012a) popisuje jarní migrace z úseku Labe dlouhé 11 km a podzimní až 24 km. Tloušť je schopen krátkodobě vyvinout rychlost až  $2,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Just a kol., 2005).

### **Jelec proudník**

Jelec proudník se vytírá koncem dubna a v květnu. Třecí migrace nejsou dlouhé, dosahují několika set metrů (Hartvich a Vostradovský, 2012). Lucas a kol. (2000) však uvádí migrace dlouhé až 21 km. Just a kol. (2005) udává skokovou rychlost plavání jelce proudníka  $2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### **Podoustev říční**

Podoustve se vytírají od konce dubna do začátku července. Třecí migrace směřují na proudné úseky toku a jejich délka může být až několik kilometrů (Lusk a kol., 2011a). Při skoku je podoustev schopná vyvinout rychlost až  $2,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Just a kol., 2005).

### **Mřenka mramorovaná**

Reprodukční období je u mřenky od května do července. Vzhledem k redukcii plynového měchýře je mřenka špatným plavcem a nepodniká proto dlouhé migrace. Jejich délka je řádově v desítkách metrů (Hartvich a Vostradovský, 2012). Tudorache a kol. (2008) uvádí maximální skokovou rychlost při teplotě vody  $10 - 15 \text{ }^\circ\text{C}$  v rozmezí  $1,08 - 0,84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### 2.4.4 Migrační bariéry a stav vodních toků z hlediska migrační prostupnosti

Migrační bariéry pro ryby a další vodní živočichy v toku nepředstavují jen příčné stavby, jako jsou jezy, stupně a přehrady, ale i mělké úseky s vysokými rychlostmi proudu – hladké skluzy, měrné tratě limnigrafů, dlážděné úseky nebo propustky (Just a kol., 2005; Slavík a kol., 2012a). Příčné stavby jsou však těmi nejčastějšími překážkami, které člověk na vodních tocích budoval pro odběr vody na závlahu či využití vodní energie již od středověku. Byla to díla různého typu a kvality ovšem ta nejvýznamnější byla postavena v posledních 150 letech.

Na vodních tocích hydrologické sítě ČR jsou evidovány tisíce příčných staveb různé výšky, přičemž více než 6 000 z nich je vyšších než 1 metr a není na nich vybudován rybí přechod. Tyto stavby zcela rozparcelovaly původní migračně prostupné říční systémy i jednotlivé vodní toky na dílčí úseky. Tím došlo k fragmentaci také populací jednotlivých druhů ryb, což mělo a stále má řadu negativních důsledků na jednotlivé rybí druhy i celá společenstva (Lusk a kol., 2011a; 2011d).

Vzdouvací objekty dělí podélnou kontinuitu vodních toků a tím znemožňují poproudové i protiproudové migrace ryb na vhodná trdliště. Prostřednictvím přehradních jezer a jezových zdrží, se výrazně mění říční prostředí. Zanikají původní proudné úseky toku a dochází k narušení pravidelného střídání mělčin a hlubších partií. Vzniklé dílčí fragmenty populací jednotlivých druhů nemají možnost volné migrace, čímž dochází k výraznému ohrožení genetické vnitropopulační diverzity a dlouhodobá schopnost přežívání populace může být negativně ovlivněna (MKOL, 1996; Lusk, 1999; Lusk a kol., 2008b).

Všechny tyto a některé další vlivy vedly v posledních padesáti letech k závažnému omezení výskytu a početnosti především druhů, pro které jsou charakteristické velké populace a dlouhé třecí migrace. Jde zejména o parmu obecnou, ostroretku stěhovavou, podoustev říční a některé další druhy rybiho společenstva *Barbus-Chondrostoma*, což se také projevilo výrazným poklesem jejich úlovků (Lusk a Halačka, 1995; Lusk a kol., 2003). Nejvíce však byly narušeny populace diadromních druhů ryb, které v rámci svého životního cyklu migrují za rozmnožováním mezi sladkovodním prostředím vodních toků a slanými vodami moří a oceánů. Právě losos obecný je asi zřejmě nejvýznamnějším a nejnámějším druhem, u kterého jsou příčné stavby uváděny, jako jeden z hlavních důvodů jeho vymizení (Andreska, 2010).

Pro porovnání a vyhodnocení situace týkající se počtu příčných staveb na jednotlivých řekách se používá tzv. „koeficient průchodnosti  $K_p$ “. Jde o délku toku v km dělenou počtem příčných staveb. Koeficient  $K_p$  tedy udává průměrnou vzdálenost mezi jednotlivými překážkami. Hodnoty  $K_p$  pro vybrané toky uvádí Tab. 5.

Lusk a kol. (2011a) uvádí, že nezbytné minimum by pro pstruhové pásmo mělo být alespoň 5 km nepřerušovaného toku se zachovaným říčním charakterem, 10 km pro pásmo lipanové, 20 km pro parmové a 30 km pro cejnové pásmo.

Tab. 5 Hodnoty „koeficientu průchodnosti  $K_p$ “ na vybraných tocích ČR (dle Luska a kol., 2011a).

Vodní tok	Délka toku [km]	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	$K_p$
Berounka	139,1	8 861	5,14
Chrudimka	104	873	4,24
Ploučnice	106,2	1 194	4,24
Sázava	224,6	4 349	3,63
Lužnice	150	4 226	3,85
Malše	89,5	979	3,84
Otava	113	3 778	4,04
Radbuza	111,5	2 179	3,38
Skalice	52,2	379	1,96
Svitava	97,3	1 147	2,65
Morava (ř. km 70 - 235)	165		9,7
Bečva (spojená)	61,2	1 626	5,56
Odra	131	5 209	8,7
Opava	118	2 089	2
Ostravice	64	827	3,6
Olše	72	1 115	2
Moravice	105	901	4,4

## 2.5 Rybí přechody

Význam migrační prostupnosti toků různými vodními stavbami narůstá nejen kvůli jejich rostoucí čistotě, ale také pod tlakem státní ekologické politiky, která je podporovaná snahou zachovat co nejpřirozenější průchodné vodní toky pro vodní organismy (Hartvich a kol., 1999a). Také v zákonu č. 254/2001 Sb. o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon), je v §15 odst. 6 uložena povinnost zabezpečit vodní díla tak, aby nevytvářely migrační bariéry pro pohyb ryb a vodních živočichů v obou směrech vodního toku. Migrační prostupnost je prezentována a především realizována, z dolních do horních úseků vodního toku, pomocí rybích přechodů (Lusk a kol., 2011d), které jsou v současnosti považovány za významný prvek přispívající k restauraci původní druhové diverzity rybích společenstev (Hartvich a kol., 2004).

Rybími přechody (RP), někdy také rybochody, nazýváme objekty (stavby, zařízení), pomocí kterých by ryby a další vodní živočichové měly být schopny překonat migrační bariéry (Hanel a Lusk, 2005; Pokorný, 2009; Hartvich a Vostradovský, 2012). Vlastní rybí přechod je přitom vnímán jako žlab, koryto nebo technologické zařízení pro protiproudové migrace ryb, jehož vstup, je vždy situován pod překážkou v dolní vodě a výstup nad překážkou v horní vodě (Slavík a kol., 2012a).

Rybí přechody by měly splňovat dvě základní kritéria, která určují míru jeho průchodnosti. Jde o hledisko kvalitativní, které představuje možnost migrace co největšímu množství druhů v širokém velikostním spektru a hledisko kvantitativní, které má zajistit průchod převážné části migrujících jedinců (Hartvich, 1997). Základem pro přípravu, návrh a realizaci zprůchodnění překážky je tedy znalost aktuální druhové skladby ichtyofauny daného vodního toku, stavu populací, popř. vymezení tzv. cílových druhů a jejich migrační potřebnosti (TNV 75 2321, leden 2011). Cílové druhy se stanovují, pokud nelze zajistit podmínky pro migraci všech druhů v toku, ovšem tím je omezena funkčnost RP.

Výstava rybích přechodů s následným zvýšením prostupnosti migračních bariér rozhodně neznamena návrat k přirozenému prostředí (MKOL, 1996), ale významně přispívá k zachování některých rybích druhů a ke zvýšení početnosti těch, které nenacházejí v oddělených částech toku vhodné prostředí k přežití (Vostradovský, 2005a).

### 2.5.1 Typy rybích přechodů

Rybí přechody vhodné pro podmínky střední Evropy, se dají rozdělit podle konstrukce na přírodě blízké, technické a kombinované, které mají prvky obou předchozích skupin (Just a kol., 2005). Základním dokumentem, který jednotlivé typy RP podrobně specifikuje je norma TNV 75 2321 „Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody“ z roku 2011.

Při výběru vhodného typu RP by mělo docházet ke konzultacím mezi techniky a biology, přičemž by výchozím materiálem měl být ichtyologický průzkum dané lokality (Vostradovský, 2005b). Z kvalitativního a také estetického hlediska se upřednostňují přírodě blízké typy RP.

Lusk a kol. (2011a) uvádí, že RP je plně funkční, pokud umožňuje migrace všem druhům a jedincům ryb, které mají potřebu se přesouvat z části toku pod překážkou směrem proti proudu do vyšších částí toku ležících nad překážkou.

#### 2.5.1.1 Přírodě blízké RP

Jde o RP, které jsou tvořeny původními přírodními prvky nebo napodobeninami přírodních segmentů říčního koryta, jako jsou balvanité peřeje, tůň nebo prahy, takže jsou velice blízké poměrům v přírodních tocích. V tělese RP se střídají proudivé a peřejnaté úseky, rychlosti proudu jsou tak variabilní, a proto jsou tyto RP většinou dobře funkční a zaručují obousměrnou prostupnost pro všechny druhy i převážnou část velikostního spektra ryb. (Hanel a Lusk, 2005; Lusk a kol., 2011a).

Výhodou RP tohoto typu je, že nenarušují krajinný ráz, poskytují množství odpočinkových zón pro ryby a také šetří náklady na výstavbu. V mnoha případech jsou z ekologického hlediska natolik vyhovující, že vytvářejí životní prostor vhodný pro osídlení rybami a bentosem (Hartvich a kol., 1999b).

Pro optimální funkčnost by přírodě blízké RP měly splňovat tato kritéria: variabilní proudění vody v příčném i podélném směru, maximální rychlost proudu u dna  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , střední rychlost proudu vody  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , velikostně odstupňovaný hrubý substrát dna se šterbinami, vrstva substrátu na dně minimálně  $0,25 \text{ m}$  a sklon RP  $1 : 20$  a více (Hartvich, 1997). Při rozhodování o typu RP, je v převážné většině případů nezbytné, považovat přírodě blízké RP za první volbu (Lusk a kol., 2011a).

### **Obtokové koryto (obchvat, bypass)**

Rybí přechody typu obchvatu se dají použít pro zprůchodnění různých migračních bariér, převážně se však budují na vysokých příčných překážkách. Kielar (2007) např. popisuje nově vybudovaný bypass na řece Limmat u města Wettingen v Německu, který je dlouhý 800 m a překonává výškový rozdíl 18 m. Obtoková koryta mohou být i značně dlouhá. Za zmínku stojí uvést např. 9 km dlouhý biokoridor vodního díla Žilina na řece Váh, jehož prostupnost sledovali Krajč a Chládecký (2008).

V podstatě jde o vybudování nového koryta, které vede mimo migrační bariéru, popř. až za malou vodní elektrárnu (MVE). Podle délky obtokového koryta a spádu se volí prvky, které napodobují přírodní útvary, jako jsou peřejnaté úseky, balvanité stupínky, prahy a tůně (Hanel a Lusk, 2005). Stavebními prvky jsou nejčastěji kameny různých velikostí uložené do betonu na podkladu zpevněném geotextílií.

Převážná část tělesa bypassu je tvořena systémem nádržek a tůní, které jsou odděleny balvanitými přepážkami, mezi kterými voda protéká při rozdílu hladin max. 0,2 m. Výška vodního sloupce by měla být na pstruhových vodách minimálně 0,5 m a na ostatních 0,8 m (Lusk a kol., 2011a). Šířka koryta bypassu by na menších a středních tocích měla dosahovat alespoň 1/3 šířky toku, přičemž by měl být zajištěn průtok ne menší, než je 1/3 průměrného ročního průtoku v původním korytě (Hartvich a kol., 1999b). Pokud je bypass delší než 10 m, tak by měl obsahovat odpočinkové tůně. Spád se volí v rozmezí 1 : 100 – 1 : 20 (Pokorný, 2009).

Výhodou těchto RP je jejich relativní nenáročnost na množství vody, nenarušují původní říční kontinuum a z biologického hlediska jsou vhodné pro migrace menších druhů ryb (vranky, mřenka, střevle i mihule), raků i bentosu. Nevýhodou je naopak velká náročnost na prostor (Vostradovský, 2005c). Dobrou funkčnost tohoto typu RP popisuje Hartvich a kol. (2004) z řeky Blanice v Bavorově. Obtokové koryto mohou některé druhy ryb osídlit trvale, popřípadě zde mohou nalézt i vhodné podmínky pro výtěr, což také potvrdil Klíma a kol. (2009) na RP Bulhary na řece Dyji.

### **Tůňový RP**

Tento RP je obdobou obtokového koryta, může však být postaven i jako součást tělesa jezu. Tvořen je kaskádou tůní, které jsou propojeny úzkým profilem v podobě kanálu. Rozdíl hladin v jednotlivých tůních je zajištěn buď peřejnatým prahem ve spojovacím kanálu, nebo několika řadami kamenných přepážek a neměl by být větší než

0,2 m. Výška vodního sloupce by v tůňích měla být minimálně 0,7 m a v propojovacích kanálech 0,3 m (Lusk a kol., 2011a). Tůňový RP je nenáročný na množství vody, často je však třeba zvýšit jeho atraktivnost lákavým proudem nebo upravit morfologii dna pod výtokem z RP (Hartvich a Vostradovský, 2012). Výhodou také je, že ryby nacházejí v tůňkách místo pro odpočinek a s vyšším výdajem energie překonávají jen krátké úseky mezi nimi. Podobně jako předchozí typ RP je náročný na prostor v blízkosti toku.

### **Migrační rampa**

Migrační rampy jsou vhodné pro zprůchodnění příčných překážek do výšky 3 m, na kterých je stálá hladina vzduší i při plném provozu MVE (Vostradovský, 2006b). Jedná se o betonovou konstrukci umístěnou kolmo do tělesa jezu, takže nevyžaduje prostor mimo koryto vodního toku. RP je tvořen nakloněnou rovinou s mírným spádem, ve které jsou v betonovém loži zakotveny řady velkých balvanů o délce hrany 0,6 – 1 m, vytvářející různě velké tůňky s požadovanými rozdíly hladin. Na dno se umísťují menší kameny pro zdrsnění dna a zpomalení proudu při minimální hloubce vody 0,3 – 0,4 m (Hartvich a Vostradovský, 2012). Spád by z hlediska dobré migrační prostupnosti měl být dle skladby migrujících ryb v rozmezí 12 : 1 – 22 : 1 (Hanel a Lusk, 2005). Vstup do RP je umístěn přímo ve vývaru jezu a vlastní těleso přechodu o šířce nejméně 3,5 m je vedeno proti proudu do nadjezí. Výstup z migrační rampy do horní vody by měl být otevřený, s možností zahrazení vhodným typem konstrukce, přičemž rychlost proudu zde nesmí být větší než  $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Lusk a kol., 2011a). Umístění rampy na jezu se volí dle charakteru toku a hlavní proudnice pod jezem.

Nevýhodou tohoto typu RP je, že ho není možné realizovat na pohyblivých příčných překážkách. Výhodou naopak je, že se při větších jarních průtocích sám dobře vyčistí od usazených sedimentů a při správné konstrukci plně vyhovuje migracím všech druhů a velikostním kategoriím ryb a jiných vodních živočichů po celý rok. Na velkých tocích by možným řešením bylo přebudování starých vorových propustí na migrační rampy (Vostradovský, 2006b). Nákres migrační rampy je na Obr. 5.

## **Alternativní možnosti zprůchodnění migrační bariéry**

### Dnová peřej

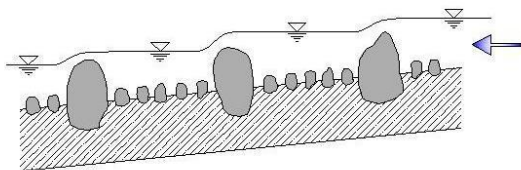
Tyto stavby se budují především na menších vodních tocích, kde je třeba zprůchodnit nízký stupeň, proto nejčastěji zaujímají celou šířku toku. Jde o RP, který svojí konstrukcí napodobuje přirozené peřejnaté úseky toku. Tvořen je převážně z velkých balvanů, které jsou usazeny do dna a vytvářejí kaskádu různých tůňek a peřejí. Při větších spádech se kameny mohou ukotvit do betonu. Pro zdrsnění dna se mezi velké balvany umísťují středně velké kameny. Pro zvýšení stability RP při velkých průtocích je nutné spodní část konstrukce zajistit většími kameny nebo dřevěnou konstrukcí. Pro zajištění migrační průchodnosti i při minimálních průtocích je vhodné zakřivit konstrukci dnové peřeje ke středu nebo k jednomu břehu a tím koncentrovat průtok do jedné části RP (Lusk a kol., 2011a; Hartvich a Vostradovský, 2012).

### Balvanitý skluz

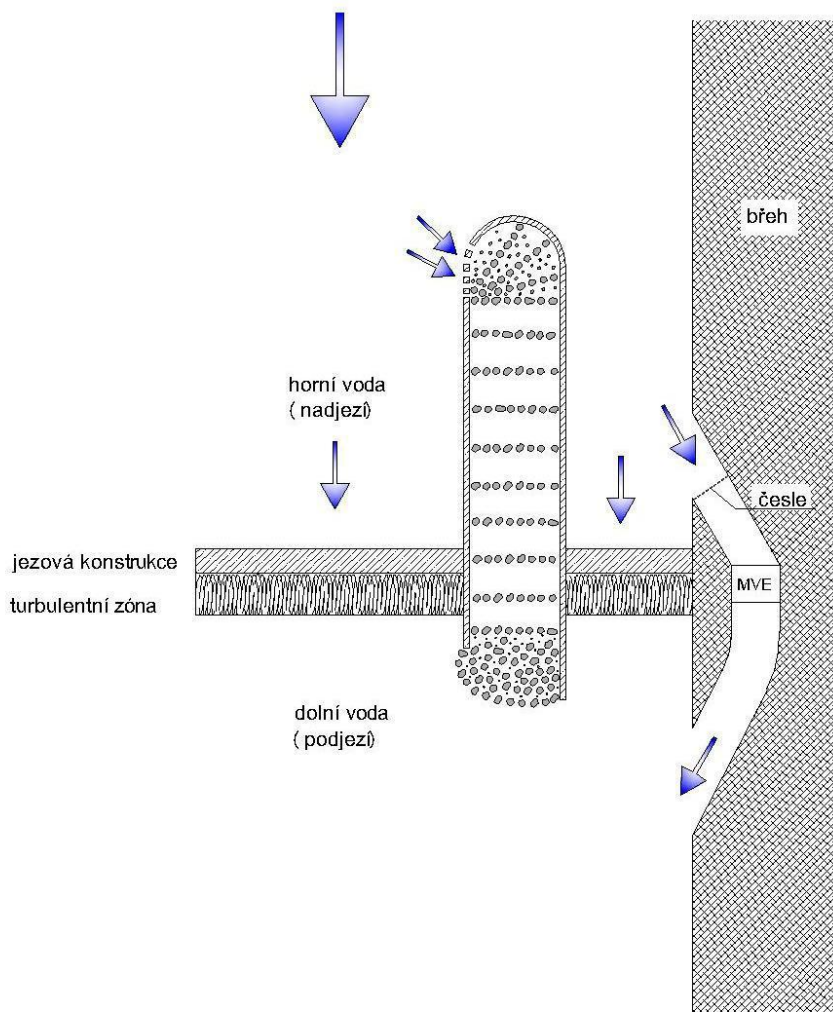
Balvanitým skluzem je vhodné nahradit kolmé příčné překážky na vodnatějších tocích. Při sklonu 1 : 15 a vhodném uspořádání kamenů nenarušuje kontinuitu toku a umožňuje obousměrné migrace ryb. Rychlost proudu ve skluzu by na pstruhových vodách neměla přesahovat  $1 - 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , na vodách mimopstruhových  $0,5 - 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Výška vodního sloupce v tělesu skluzu musí být alespoň 0,1 – 0,2 m. Důležité je kameny uspořádat tak, aby bylo zdrsnění dna maximální a vodní proud byl variabilní a vytvářely se proudové stíny. Při optimálních průtocích mohou některé druhy ryb balvanitý skluz trvale osídlit (Lusk a kol., 2011a). Budování těchto skluzů na horských bystřinách je většinou neefektivní, protože převážnou část roku jsou průtoky v toku tak malé, že voda skluzem protéká a nevytváří dostatečnou výšku vodního sloupce pro průchod ryb (Lusk a Lojkásek, 2009).



ŘEZ



PŮDORYS



Obr. 5 Migrační rampa v tělese jezu na řece Dyji (dle TNV 75 2321).

### 2.5.1.2 Technické RP

Budují se především na vysokých stupních, kde pro nedostatek místa nebo složitost stupně není možné vystavět některý z typů přírodě blízkých RP. Na výstavbu se používají různé materiály, jako je beton, kov, dřevo nebo plast. Základem technického RP je nakloněný betonový žlab, ve kterém jsou upevněny různé prvky, vytvářející podmínky umožňující proplutí přechodem. Používají se betonové nebo dřevěné příčky, balvanité přehrádky nebo vláknité kartáče.

Důležité je, aby sklon RP byl pozvolný, nejlépe 1 : 15 a menší a šířka žlabu u dna byla alespoň 1,2 m. Boční stěny RP mohou být kolmé nebo šikmé, vystavěné z betonu nebo z kamenů ukotvených v betonu. Rozdíl hladin mezi vodním tokem a výtokem z RP nesmí být větší než 0,15 – 0,2 m. Trať přechodu bývá většinou přímá, ale při nedostatku prostoru může být i několikrát lomená (Lusk a kol., 2011a).

Na tyto RP jsou kladeny následující biotechnické požadavky: ryby jsou do vstupu RP lákány a naváděny pomocí proudu vody vytékajícího z RP, uvnitř RP musí být zachovány hydraulické poměry, které odpovídají migrační výkonnosti jednotlivých druhů a věkových skupin ryb vyskytujících se v daném toku a výstup z RP musí být umístěn tak, aby nedocházelo ke splavování ryb zpět do podjezí nebo do míst odběru vody (Hartvich, 1997).

#### Komůrkový RP

Tento RP je tvořen řadou komůrek vzniklých přehrazením betonového žlabu. Každá přepážka má nejčastěji dva úhlopříčně umístěné otvory, kterými vzniká hladinové a dnové proudění vody. Rozdíl hladin mezi jednotlivými komůrkami nesmí být větší než 0,2 m. Délka jedné komůrky bývá obvykle 1,4 – 3 m a šířka 1 – 1,5 m (Hanel a Lusk, 2005). Just a kol. (2005) uvádí pro tento typ RP sklon 1 : 10, hloubku vody v komůrce 1,2 m, rozměry otvoru v přepážce 0,3 x 0,3 m, přičemž horní výřez by měl být situován tak, aby jím protékalo maximálně 25 % celkového průtoku rybím přechodem. Hartvich (1997) a Slavík a kol. (2012c) uvádějí řadu dalších modifikací a úprav komůrkového RP.

Průchodnost RP pro ryby se zvyšuje použitím hrubého štěrku na dno komůrek, popřípadě větších kamenů pevně ukotvených do dna. Výhodou tohoto přechodu je, že rozměry jsou standardizované, čímž se snižuje technická náročnost stavby (Hartvich a

kol., 1999c). Hlavními nevýhodami jsou změny proudění vody v tělesu RP při kolísání hladiny a také značné zanášení především spodních otvorů, což vyžaduje častou obsluhu (Just a kol., 2005; Vostradovský 2006a).

Komůrkový RP byl nejčastějším typem RP, který se budoval na počátku 20. století. Dle současných poznatků lze ale konstatovat, že jde o nejméně vhodný typ RP. Rybí přechod měl ve většině případů příliš velký spád, malé rozměry včetně otvorů v příčkách a byl druhově i velikostně selektivní (Slavík, 2002).

### **Denilův lamelový RP**

Jde o žlabový RP, jehož příčky jsou nejčastěji tvořeny ocelovými lamelami ve tvaru U, umístěnými pod ostrým úhlem. Přechod je určen pro migrace velkých lososovitých druhů ryb a je konstruován v podélném sklonu do 20 % (Slavík a kol., 2012c). V horní části lamel je větší průtok, který vytváří dostatečně velký lákavý proud pro navedení ryb do přechodu. Proudění vody je ovšem různorodé, turbulentní a zhoršuje tak orientaci ryb (Hartvich a kol., 1999c).

Výhodou tohoto RP je jeho možnost prefabrikace a tedy možnost využití ve stísněných prostorech. Nevýhodou je velice snadné zanášení lamel splávnin což vyžaduje jeho stálou obsluhu. Hlavní nevýhodou ovšem je, že migrující ryby nemají v lineární trase přechodu žádnou možnost odpočinku a musí jím tak proplout „v jednom tahu“. Je tedy patrné, že pro naše lososovité i kaprovité ryby tento RP není vhodný (Vostradovský, 2006c). Slavík et al. (2012a) uvádí, že ho lze použít jako doplňkový či provizorní RP při převádění vody v průběhu stavebních činností na vodních dílech na lososových vodách. Denilův lamelový RP u nás nebyl aplikován.

### **Štěrbínový RP (Vertical-Slot)**

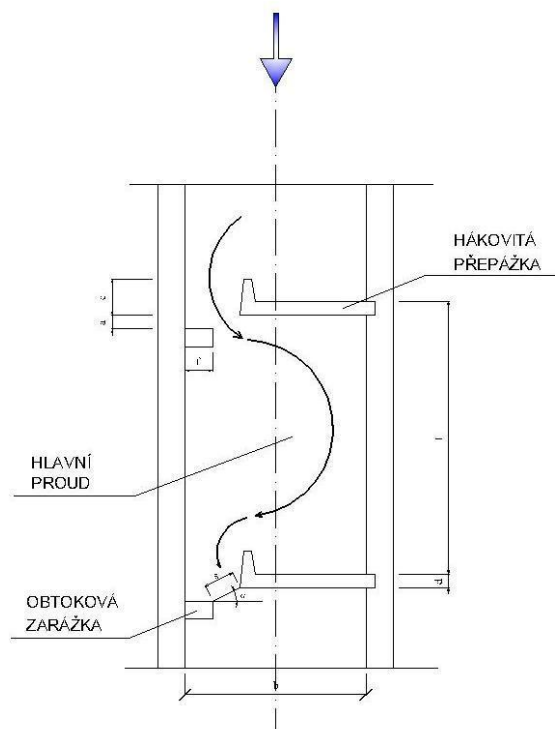
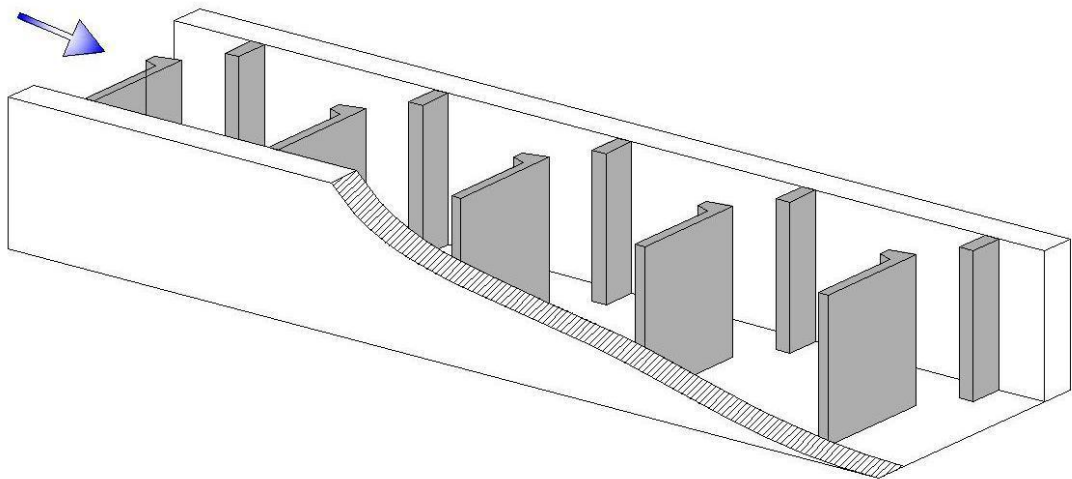
Štěrbínový RP je obdobná konstrukce jako přechod komůrkový, má však neúplné příčky se svislými štěrbinami o šířce 0,15 m a větší. Délka komor mezi příčkami by měla být přibližně 2 m a koryto vlastního RP by mělo mít šířku 1,2 – 1,5 m (Hanel a Lusk, 2005). Tento typ RP má několik modifikací. Staví se s jednou nebo dvěma štěrbinami, přičemž RP může mít standardní nebo meandrový tvar. Příčky jsou nejčastěji stavěny z betonu nebo tvrdého dřeva.

Pro evropské podmínky se používá RP s jednou štěrbinou mezi hákovitě zahnutou příčkou a krátkou zarážkou pod ní, která usměrňuje proud vody v komoře – viz Obr. 6

(Hartvich a Vostradovský, 2012). Na dno přechodu se vkládají větší kameny a hrubý substrát, který snižuje rychlost proudění vody a umožňuje tak průchod malým rybám i bentosu (Hartvich, 1997). Předností této konstrukce je, že RP je adaptivní na velké kolísání hladin v nadjezí (Slavík a kol., 2012c). Velkou výhodou je také to, že se nezanášá a neucpává jako ostatní typy RP a dobře se čistí (Lusk a kol., 2011a). Štěrbínový RP je v současnosti nejrozšířenějším a nejosvědčenějším technickým RP, kterým se často nahrazují málo či zcela nefunkční komůrkové RP (Vostradovský, 2006d). Souhrnný přehled základních parametrů RP je uveden v Tab. 6.

Tab. 6 Přehled základních parametrů pro štěrbínový RP a ostatní typy RP (dle TNV 75 2321).

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



Obr. 6 Štěrbinový RP (dle TNV 75 2321).

### Žlabový RP s přepážkami z kamenů

Přepážky RP jsou tvořené řadami kamenů zakotvených v betonu, mezi kterými jsou mezery široké 0,1 – 0,3 m. Velikost kamenů se volí vzhledem k šířce žlabu. Jednotlivé řady musí být vzdáleny nejméně 2 m (u RP konstruovaných pro lososa nejméně 3 m). Rozdíl hladin v komorách musí být maximálně 0,15 m. Výška vodního sloupce by měla

být 0,5 m až 0,75 m. Pro zachycení a stabilizování hrubých sedimentů se do dna mohou usadit větší kameny (Lusk a kol., 2011a).

### **Žlabový RP s kartáči**

Příčky tohoto typu RP jsou tvořeny bloky kartáčů s ohebnými plastovými vlákny o výšce 0,3 nebo 0,5 m, které jsou uspořádány do linií s mezerami odpovídajícími komůrkovým nebo šterbinovým RP. Spád RP by měl být velmi mírný, nejméně 1 : 26. Výška vodního sloupce bývá větší, pro parmové a cejnové společenstvo ryb v rozmezí 0,7 – 0,9 m. Výhodou je snadná instalace kartáčů s možností použití i pro sportovní propusti. Nevýhodou je nutná častá kontrola přepážek a jejich výměna po ztrátě pružnosti. Trvanlivost kartáčů je přibližně 5 až 10 let (Lusk a kol., 2011a; Slavík a kol., 2012a).

## **2.5.2 Zásady správné konstrukce všech typů rybích přechodů**

### Poloha RP

Při volbě umístění RP je nezbytné respektovat polohu tělesa migrační bariéry vůči korytu vodního toku v daném úseku a také proudové poměry v podjezí. V případě, kdy je jez umístěn šikmo, tak se RP situuje do oblasti, které je nejvýše proti proudu. Jedná-li se o lomený jez tvaru V směřující proti proudu, je vhodné, s ohledem na údržbu, RP umístit právě do zlomu jezu. Pokud je těleso migrační překážky kolmé na podélnou osu vodního toku, tak je nutné zohlednit stávající aktivitu ryb v úseku pod bariérou. Mimo polohy migrační bariéry je třeba vzít v potaz umístění MVE. Ryby většinou zdržují právě v oblasti výtoku ze savek MVE a proto je trasa RP často vedena za objektem MVE se vstupem pod výtokem odpadní vody objektu elektrárny. V mnoha případech je však rozhodování o umístění RP ovlivňováno celou řadou rádooby objektivních faktorů, díky kterým dojde k umístění RP do místa, které ve výsledné fázi snižuje jeho funkčnost (Lusk a kol., 2011a).

### Průtok vody RP

Rozměry RP a průtok vody v něm musí být adekvátní vzhledem k šířce koryta toku a průtoku v daném profilu. Průtok rybím přechodem musí být navrhnout podle cílových druhů ryb. U větších vodních toků s  $Q_{330d} > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  by průtok RP v období

reprodukčních migrací měl dosahovat 1 – 5 % z aktuálního celkového průtoku v řece. Pro menší toky by tato hodnota měla být v rozmezí 5 – 10 %. Minimální průtoky zajišťující migrační průchodnost RP jsou uvedeny v Tab. 7. Šířka RP a průtok vody v něm musí být navrženy tak, aby v RP nevznikaly příliš velké rychlosti proudění. Optimální šířka přírodě blízkých RP by měla u větších toků být alespoň 5 – 10 % šířky koryta toku (Lusk a kol., 2011a).

Tab. 7 Hodnoty minimálních průtoků zajišťujících migrační průchodnost RP odvozené z  $Q_{355d}$  (dle Luska a kol., 2011a).

$Q_{355d}$ [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	Minimální podíl pro RP [%]	Minimální průtok RP [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]
< 0,2		do 0,1 $m^3 \cdot s^{-1}$ celý průtok
0,2 – 0,5	50	0,1
0,5 – 1,0	50	0,25
1,0 – 5,0	40	0,4
5,0 – 25,0	20	1,0
> 25,0	20	5,0

### Podélný sklon RP

Spád RP by měl být maximálně pozvolný, aby v jeho prostoru nevznikaly příliš velké rychlosti proudění, které omezují jeho prostupnost. Tyto rychlosti by se měly pohybovat v rozmezí 0,2 – 1,2  $m \cdot s^{-1}$ . Pro vody lososové je hraniční hodnotou sklon 1 : 15 (7,5 %) a pro kaprové 1 : 20 (5 %). Při velkém spádu a nedostatečném počtu přepážek v RP vznikají velké rozdíly hladin mezi jednotlivými bazény. Ty by neměly být větší než 0,15 – 0,2 m (Lusk a kol., 2011a).

### Vstup do RP

Vstupu do RP musí být věnována maximální pozornost, protože na něm závisí funkčnost celého RP. V případě, že by ryby vstup nemohly najít a míjely ho, tak se RP stává nefunkčním (Vostradovský, 2005d).

Rozhodující podmínkou pro správnou funkčnost RP je přilákání ryb proudem vody na vstup RP, který musí být dostatečně mohutný a musí mít správnou rychlost (Slavík

a kol., 2012c). Rychlost tohoto proudu by měla být větší než rychlost proudu v řece, nejméně však  $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a pro lososa obecného alespoň  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Lusk a kol., 2011a).

Ovšem samotný výtok vody z RP je pro přilákání ryb dostatečný pouze na malých tocích nebo při nižších průtocích v toku. Na větších řekách je výtok nedostatečný a musí se tak vybudovat přídavný vábící proud, který atraktivnost vstupu navyšuje. Ten by měl být dodáván variabilně v závislosti na aktuálním průtoku v řece, aby ryby lákal z co největšího prostoru pod jezem. Konstrukčních řešení přídavného proudu je několik, nejčastěji se používá vedení potrubím z jezové zdrže, které může být také energeticky využito (Slavík a kol., 2012a). Vostradovský (2006e) také uvádí možnost využití potrubí vábícího proudu pro poproudové migrace plůdku nebo úhořů.

Vstup do RP by měl být umístěn vždy tam, kudy z nadjezí do podjezí odtéká nejvíce vody. V případě přítomnosti MVE to bývá v místě výtoku vody od savek MVE. Důležité je aby vstup nezasahoval do zóny s turbulentním prouděním, ve kterém ryby ztrácí orientaci a také aby nebyl od výtoku z MVE příliš vzdálen (Vostradovský, 2005d). Laminární proudění vody z RP by tedy mělo zasahovat do míst, kde končí turbulentní proudění od savek, přičemž za optimální se považuje úhel proudu  $45^\circ$  (Vostradovský, 2005e). Na nově budovaných dílech se vstup do RP řeší pomocí sběrné galerie umístěné nad výtok vody od savek MVE (Slavík a kol., 2012a).

Pro bentické druhy ryb je důležité, aby přechod mezi dnem RP a vodního toku byl pozvolný, bez výškových přepážek. Výškový rozdíl je třeba řešit pozvolným přechodem o sklonu 1 : 15 – 1 : 2 (Lusk a kol., 2011a).

### Výstup z RP

Výstup nesmí být ničím omezován (naplaveniny, česle, hrazení). Nežádoucí je aby ve výstupu z RP vznikalo turbulentní proudění a příliš vysoký proud vody. Optimální je pokud rychlost proudu nepřesahuje  $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vlastní výstup by měl být umístěn tak, aby ryby při vyplouvání z RP nebyly dezorientovány a nebyly splavovány zpět pod bariéru nebo k turbínám MVE. Výstup má být nasměrován pod úhlem do  $45^\circ$  směrem proti proudu v korytě toku (Lusk a kol., 2011a). Hloubka vody a struktura dna by měly menším rybám poskytnout úkryt a ochranu před predátory. Pro možnost uzavření RP při čištění, opravách nebo testování jeho funkčnosti je vhodné na vtok RP umístit hrazení, nebo alespoň drážky pro provizorní hrazení (Slavík a kol., 2012c).



## 2.6 Lov ryb elektrickým agregátem

Dle české technické normy ČSN EN 60335-2-86, je elektrickým agregátem elektrické rybářské zařízení, prostřednictvím kterého lze do vody zavést elektrický proud za účelem chytání ryb nebo vytváření překážek proti všem vodním organismům.

V našich podmínkách se lov ryb elektrickým agregátem začal provozovat po 2. světové válce, přičemž v provozním měřítku je používán od roku 1949. Postupem času se především na vodních tocích stal elektrolov nejrozšířenějším hospodářským způsobem odlovu ryb (Adámek a kol., 1995).

Bednář a kol. (2010) uvádí, že elektrický agregát je pro lov ryb využíván již několik desítek let a proto se tedy jedná o praxi dobře prověřenou metodu lovu. Jeho použití má několik předností, ke kterým patří zejména velká účinnost lovu, pohotovost, použitelnost i v obtížných terénech s překážkami, jednoduchost na obsluhu, šetrnost k loveným rybám a také fyzická nenáročnost lovu (Říha, 1986). Podstatnou výhodou je jeho víceúčelovost, kdy je možné tímto způsobem lovit různé druhy a věkové kategorie ryb (Bednář a kol., 2010). Používá se zejména: k odlovům ročka nebo násad pstruha obecného z odchovných potoků či generačních ryb z trdlišť v chráněných rybích oblastech, při regulačních odlovech, k lovu vzácnějších druhů ryb za účelem přenosu na jinou lokalitu nebo dalšího chovu, při kontrolních odlovech nebo při havarijních situacích na revírech (Adámek a kol., 1995). Určitou nevýhodou lovu elektrickým agregátem je možnost poškození ryb negativními účinky elektrického proudu, ovšem k tomu může dojít jen při nedodržení zásad stanoveného pracovního postupu (Pokorný a kol., 1992).

Pro svoji účinnost je elektrolov legislativně ošetřen. Zákon č. 99/2004 Sb. o rybářství, uvádí, že lov ryb elektrickým agregátem je v rybářských revírech nebo v rybářství zakázán. Pro potřeby chovu ryb, jejich záchranu při mimořádných situacích, k vědeckým účelům nebo pro potřebu rybářské praxe a v jiných případech uvedených ve vyhlášce č. 197/2004 Sb., je ale možné získat výjimku. Základní podmínkou pro používání elektrického agregátu k lovu ryb je získání požadované kvalifikace dle vyhlášky č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, kterou je nutné každé tři roky obnovovat.

### 2.6.1 Základní popis elektrického agregátu

Elektrické agregáty se vyrábějí v několika různých typech. První kategorií jsou agregáty přenosné, kam patří bateriové a zádové motorové. Dále se používají stacionární agregáty, mezi které řadíme motorové agregáty s běžným výkonem a vysoce výkonné hlubinné agregáty. Mezi základní části všech typů agregátů patří energetický zdroj, ovládací skříňka, přívodní vodič, elektrody, rám nebo brašna a příslušenství. Následující popis jednotlivých částí je uveden dle Bednáře a kol. (2010).

V případě motorových agregátů je elektrický zdroj tvořen generátorovou soupravou, která se skládá ze spalovacího motoru a generátoru elektrického proudu (dynamo nebo alternátor). Spalovací motor musí být lehký a spolehlivý, o výkonu 3 – 15 kW. V současnosti se používají výkonnější čtyřdobé motory. Dynamo jako generátor stejnosměrného elektrického proudu se dnes, pro ekonomickou nevýhodnost, moc nepoužívá a je nahrazováno jedno – nebo třífázovým alternátorem, který vyrábí střídavý proud. V případě bateriových agregátů je elektrickým zdrojem akumulátor. Nevýhodou je jejich značná hmotnost a malá energetická výdrž. V současnosti se však používají akumulátory lepší a lehčí o napětí 12 V s kapacitou 6 – 8 Ah.

Ovládací skříňka neboli spínací skříňka zajišťuje úpravu elektrického proudu a umožňuje ovládání a kontrolu provozu elektrického agregátu. Do této skřínky je z elektrického zdroje přiveden elektrický proud, který je zde upraven na stejnosměrný přerušovaný nebo impulzní proud. Počet impulzů je u novějších typů elektrických agregátů možné plynule měnit v rozsahu od 10 do 120 impulzů za sekundu. Většina agregátů umožňuje také plynulou změnu výstupního napětí mezi 200 – 600 V. Intenzita výstupního proudu bývá u českých výrobků nejčastěji 4 – 6 A. Ovládací skříňka obsahuje hlavní vypínač, voltmetr, ampérmetr, ovládací prvky pro změnu výstupního napětí či impulzů a připojovací prvky pro elektrody a spínač.

Přívodní vodič je u stacionárních elektrických agregátů navinutý na cívce z nevodivého materiálu, přičemž jeho průřez musí být nejméně  $1,5 \text{ mm}^2$  (Cu). Délka vodiče bývá různá, nejčastěji v rozsahu 250 – 500 m.

Elektrody jsou vždy dvě, jedna je záporná (zpětná elektroda – katoda) a druhá kladná (lovící elektroda – anoda). Katoda může být tvořena buď kovovou destičkou (Al, Cu) nebo plochým plétaným měděným vodičem. U stacionárních agregátů se katoda umísťuje do prolovovaného toku před agregátem. V případě přenosných agregátů ji za sebou táhne obsluhvatel elektrického zdroje. Lovící elektroda (anoda) může být

tvořena buď duralovou trubkou s destičkou obdélníkového tvaru ze stejného materiálu nebo lovicím podběrákem různého tvaru (oválný nebo kruhový), s různým výpletem a s nevodivou násadou. Oba typy je možné měnit podle potřeby. Na rukojeti je umístěno spínací tlačítko pro zapínání a vypínání proudu.

Rám elektrického agregátu je navrhnout pro umístění hlavních částí agregátu. U stacionárních typů je tvořen konstrukcí z ocelových profilů, uzpůsobených k přenášení či umístění na podvozek s pojezdovými koly. U nesených agregátů se spalovacím motorem je rám opatřen polstrovanými nosnými popruhy. Bateriové agregáty jsou většinou umístěny v brašně nesené přes rameno. Dalším příslušenstvím bývá u stacionárních agregátů zemnicí kolík propojený s kovovým rámem, u bateriových agregátů je nutná nabíječka akumulátorů.

### **2.6.2 Působení elektrického pole na ryby**

K lovu se používá stejnosměrný pulzující proud (50 – 70 pulzů), který oproti střídavému proudu není pro ryby nebezpečný (Adámek a kol., 1995).

Reakce ryby na elektrické pole probíhá ve třech fázích. V první fázi se ryba v elektrickém poli natáčí hlavou směrem k anodě. Tento jev se nazývá kladný elektrotropizmus (excitace). Další fází je tzv. galvanotaxe, kdy se ryby žabkovitým pohybem přibližují ke kladné elektrodě. V její blízkosti dochází vlivem silných stahů svaloviny k omrácení ryby, což je poslední fáze, tzv. galvanonarkóza (Bednář a kol., 2010). Ryby ztrácejí pohyblivost, naklánějí se na bok a následně klesají ke dnu. Rybám, přemístěným do čisté na kyslík bohaté vody, se po několika minutách navracejí tělesné funkce (Adámek a kol., 1995). Přesto však omrácení elektrickým proudem představuje pro ryby dosti velký stres, který se projevuje zvýšenou spotřebou kyslíku a zvýšenou frekvencí dýchání po dobu přibližně 1 – 2 hodin (Bednář a kol., 2010).

Napětí, které působí na ryby je přímo úměrné délce těla. Jde o tzv. spádové napětí vznikající mezi hlavou a ocasem ryby (Adámek a kol., 1995). Při stejném napětí se tak účinek liší, závisí především na druhu ryby, její velikosti a také na vodivosti vody. Pro vyvolání excitace u násad lososovitých ryb je nutné napětí 0,3 – 0,6 V, pro galvanotaxi 0,8 – 1 V a pro galvanonarkózu 1,5 – 2 V (Pokorný a kol., 1998).

### 2.6.3 Zásady lovu elektrickým agregátem

K provádění elektrolovu je určená skupina pracovníků, která tvoří tzv. lovící neboli elektrolovnou četu. Výkonná vzorová četa čítá 6 osob a skládá se z vedoucího lovící čety, obsluhovatele zdroje, lovce, obsluhovatele přívodního vedení, odebírače a nosiče ryb (Říha, 1986). Hlavní funkce (vedoucí lovící čety, obsluhvatel proudového zdroje a lovec) musí mít dle §4 vyhlášky č. 50/1978 kvalifikaci pracovníků poučených, ostatní členové čety alespoň dle § 3 kvalifikaci pracovníků seznámených. Hlavní funkce jsou navzájem nezastupitelné, takže minimální počet osob lovící čety je 3. V případě použití zařízení s bezpečným proudem nebo napětím, není nutné dodržet počet 3 osob (Bednář a kol., 2010).

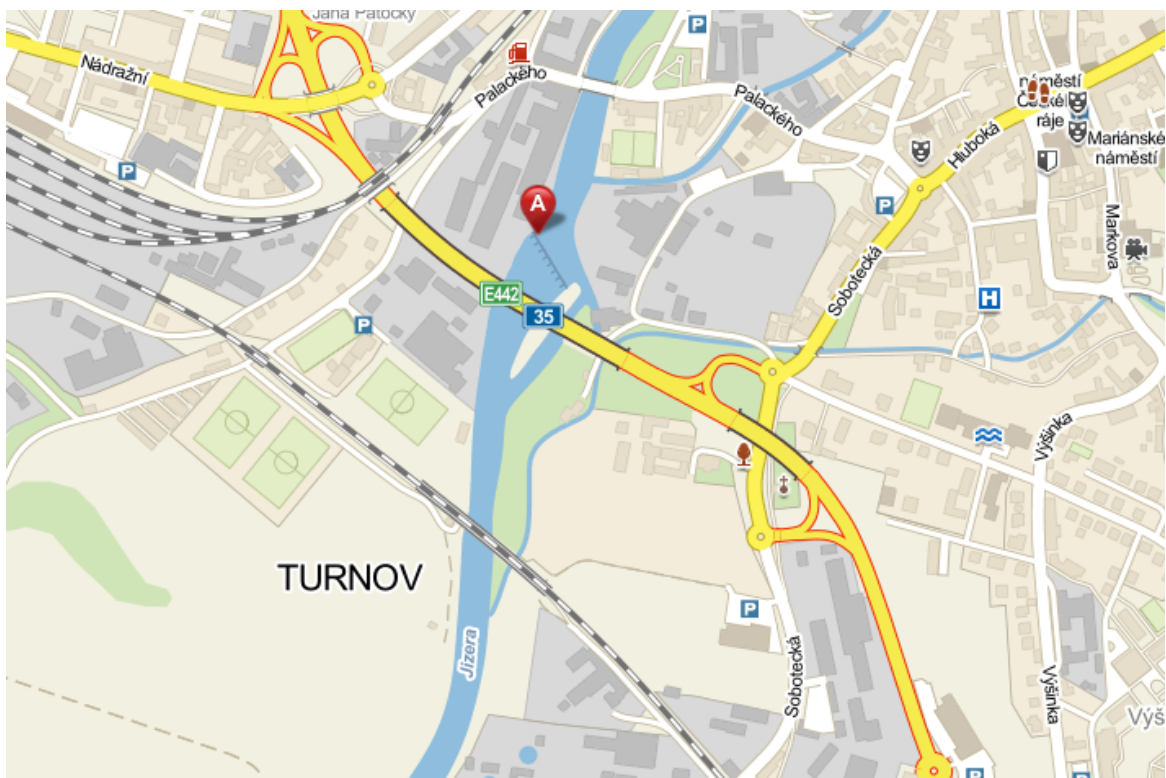
Před zahájením odlovu je vedoucí čety povinen seznámit všechny s jejich činností a poučit je o zásadách bezpečnosti práce. Následně o tom provede zápis do denního pracovního výkazu, pod který se všichni členové podepíší (Pokorný a kol., 1992). Za dodržování bezpečnostních předpisů při lovu zodpovídá vedoucí čety. Členové čety musí mít ochranné pomůcky (vysoké gumové holínky a dielektrické rukavice). Vedoucí čety dává pokyn ke spuštění el. proudu, přičemž se vypíná na pokyn kterékoliv osoby z čety. Při lovu se používají předem domluvené signály. Veškeré opravy či nastavení se provádějí při vypnutém agregátu (Adámek a kol., 1995).

Lov ryb elektrickým agregátem nesmí být prováděn za deště. Nesmí být zahájen nebo musí být trvale přerušen při zjištění závady, kterou není možné ihned odstranit (Říha, 1986).

### 3. Materiál a metodika

#### 3.1 Charakteristika lokality

Oblast sledovaného rybího přechodu leží v nadmořské výšce 250 m, kde řeka Jizera protéká středem města Turnov (viz Obr. 7). Tok je zde široký přibližně 35 m, přičemž průměrný průtok v profilu jezu je  $17,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Úsek se nachází v mimopstruhovém revíru Jizera 8 451 027, na kterém hospodaří MO ČRS Turnov. Přirozené společenstvo ryb svoji druhovou skladbou odpovídá pstruhovému, lipanovému a parmovému rybímu pásmu. Do jezové zdrže jsou vysazovány další druhy ryb, jako kapr obecný (*Cyprinus carpio*), cejn velký (*Abramis brama*), štika obecná, lín obecný, okoun říční, plotice obecná, podoustev říční, ostroretka stěhovavá a úhoř říční – „monté“ (Povodí Labe, s. p., ústní sdělení; MO ČRS Turnov, ústní sdělení).



Obr. 7 Zájmový úsek řeky Jizery (mapy, 2013).

## Popis rybího přechodu

Rybí přechod v Turnově leží na ř. km 79,6 řeky Jizery. Vybudován byl v letech 2010 – 2011 při přestavbě původního pevného jezu na jez pohyblivý. Investorem této stavby byl podnik Povodí Labe, s. p. Celkový rozpočet na výstavbu RP činil 17 516 241 Kč, přičemž uznatelné náklady tvořily částku 14 093 662 Kč. Projekt byl spolufinancován z 85 % Evropskou unií a z 5 % Státním fondem životního prostředí ČR v rámci Operačního programu Životní prostředí (opzp, 2013).

Rybí přechod je situován na opačné straně než MVE Shořalý mlýn, tedy na pravém břehu řeky Jizery. Jde o technický štěrbinový rybí přechod, jehož těleso přímo navazuje na opevněnou navigaci nad děleným vakovým jezem. Celkový pohled na pohyblivý vakový jez s umístěním RP je na Obr. 8. Minimální zůstatkový průtok (MZP) zajištěný přepadem přes korunu jezu je stanoven na  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (výška přepadového paprsku 5 cm) při provozu MVE a  $3,61 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (výška přepadového paprsku 8 cm) při odstavené MVE.

Rybí přechod byl vyprojektován především pro migraci lososovitých ryb s parametry (průtok vody, rychlost proudu, výška vodního sloupce, velikost štěrbin atd.) umožňujícími migraci i lososa obecného. Trasa RP je lineární s jedním esovitým ohybem. Těleso RP je tvořeno pravoúhlým betonovým žlabem o šířce 1,8 m a délce 71,2 m. Podélný sklon žlabu je 7 % a průtok vody RP je přibližně  $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V RP je 18 příčných betonových přepážek s jednou štěrbinou o šířce 0,3 m. Mezi vzniklými 17 komorami jsou 2 odpočívací komory se sklonem 0 %. První o délce 10,5 m je umístěná v esovitém ohybu, druhá dlouhá 11,5 m je o pět komor výše. Délka ostatních komor je cca 2,7 m. Pro zdrsnění dna RP byl použit hrubý říční štěrk a menší kameny. Výška vodního sloupce v komorách se pohybuje v rozmezí 0,4 – 1,2 m. Rozdíl hladin je dle projektové dokumentace, mezi jednotlivými komorami, stanoven na 0,2 m. Vstup do RP je umístěn na pravé straně v těsné blízkosti paty jezového tělesa (viz Obr. 9), přičemž pomocný lákavý proud by měla vytvářet voda přepadající přes pravou část jezu. Výstup z RP (vtok) je umístěn v jezové zdrži ve vzdálenosti cca 60 m od jezu a jeho dno je navrženo na kótě 245,60 m n. m. tj. 1 m pod minimální hladinou v nadjezí. Na vstupu a výstupu jsou umístěny U profily pro případnou regulaci průtoku vody v RP.

Rybí přechod je po celé své délce zakrytý ocelovými pororošty typu A 40/2 – 34/38 Zn, které jsou pevně zajištěny a slouží vodákům pro přesun lodí přes jez. Pro vodáky je

také určeno ocelové přístavní molo z pororoštů o velikosti 1 x 6 m, které je připevněno 0,2 m nad provozní hladinou k tělesu RP.

Výstavba rybího přechodu v Turnově se v soutěži „Vodohospodářská stavba roku 2011“, v kategorii II - stavby sloužící k umělému vzdouvání, zadržování a usměrňování povrchových vod, ochraně před škodlivými účinky vod, úpravě vodních poměrů nebo jiným účelům sledovaným zákonem o vodách, umístila na prvním místě v podkategorii staveb pod 50 mil. Kč (svh, 2013).



Obr. 9 Umístění vstupu do RP v těsné blízkosti paty jezu (Foto: autor).





Obr. 8 Umístění rybiho přechodu na jezu v Turnově (mapy, 2013).



### 3.2 Metodika šetření

Technický stav a funkčnost rybího přechodu byla sledována v letech 2011 – 2012 a to několikrát v průběhu roku, s ohledem na reprodukční migrace rybího společenstva řeky Jizery.

Při místních šetřeních bylo sledováno technické provedení stavby (nedostatky a konstrukční chyby) a vodní poměry v RP. Rychlost proudění vody ve šterbinách byla zjišťována pomocí hydrometrické vrtule typu GLOBAL WATER FP 201. Měření bylo prováděno vždy ve třech hloubkách (u hladiny, uprostřed vodního sloupce, u dna). Pro výpočet průtoku vody RP byla na třech svislicích změřena také rychlost proudu na vtoku do RP.

Průtok RP byl následně vypočten podle vzorce:

$$Q = S \cdot v \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

Kde:  $S$  = plocha smáčeného profilu vtoku [ $\text{m}^2$ ]

$v$  = průměrná rychlost proudění vody [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

Pro měření teploty vody, nasycení kyslíkem, pH, vodivosti a tvrdosti vody byl použit multifunkční přístroj YSI Profesional plus. V rámci technických prohlídek stavby RP byly pomocí elektrického agregátu provedeny také odlovy ryb v prostoru RP a v oblasti podjezí.

#### Metodika zjišťování ichtyofauny

Pro odlov ryb byl použit nesený benzinový elektrický agregát typu FEG 1500, který pracuje s napětím 150 – 300 V. Pro snazší a pohodlnější pohyb v RP byl před vlastním odlovem snížen průtok vody, pomocí provizorního hradidla, přibližně na 1/3. Při odlovu bylo postupováno brodivým způsobem ve směru proti proudu a to v celé délce RP. Nutným vybavením byly vysoké pryžové lovecké boty a dielektrické rukavice. Odlovu se vždy účastnili minimálně 3 pracovníci. Pro zvýšení pravděpodobnosti odlovení většího počtu ryb byl odlov opakován (Říha, 1986). V průběhu lovu byly ryby shromažďovány v plastových vědrech. Doba jednoho lovu byla přibližně 45 minut.

V podjezí byly ryby loveny převážně v oblasti proudnice pod vstupem do RP o délce 50 m a šířce 6 m.

Pro potvrzení protiproudové migrace ryb RP byla v měsících září a říjnu použita k odlovu migrujících ryb vrš ocelové konstrukce tvaru kvádru, potažená sítí o velikosti ok 10 mm (viz Obr. 10). Pomocí opěrného rámu byla vrš umístěna do třetí štěrbiny shora. Její kontrola probíhala v intervalech jednoho až tří dnů. Aby nedocházelo ke značnému zanášení vrše splávním a následnému přetékaní příčky vodou, byla vrš při zvýšených průtocích z RP vyjmuta. Při posledním říjnovém odlovu bylo pomocí elektrického agregátu provedeno také pokusné nahánění ryb z oblasti proudnice pod RP do prostoru RP a následně do vrše.

Po skončení lovu byly odlovené ryby druhově determinovány a byla stanovena jejich délka v mm a hmotnost v g. Délka těla byla měřena dle Holčíka a Hensela (1971) od nejpřednější části rypace po konec ošupení ocasního násadce, pomocí pravouhlé plastové měrky s příložkou. Pro zjištění hmotnosti byla použita digitální váha. Po získání všech potřebných údajů byly odlovené ryby opět vráceny vodě.

Dle Holčíka (1998) byly druhy ryb zařazeny do ekologických skupin a dle Hanela a Luska (2005) a Luska a kol. (2011b) jim byla přiřazen stupeň ochrany podle IUCN, Evropské legislativy EU a Národní legislativy ČR.



Obr. 10 Vrš pro kontinuální odlov protiproudově migrujících ryb rybím přechodem (Foto: autor).

### 3.3 Stanovované charakteristiky zjištěné ichtyofauny

#### Abundance

Abundance neboli početnost udává počet jedinců daného druhu, vztažený na jednotku plochy, objemu či délky toku.

#### Biomasa

Vyjadřuje celkovou hmotnost jedinců daného druhu na jednotku plochy, objemu nebo délky vodního toku.

#### Dominance (D)

Je možné stanovit početní i hmotnostní dominanci. Obě se udávají v procentech.

##### početní dominance

– podíl abundance jedinců jednotlivých druhů z celkové abundance jedinců sledovaného rybího společenstva

##### hmotnostní dominance

– podíl hmotnosti biomasy jednotlivých druhů na hmotnosti biomasy všech jedinců ichtyocenózy

Hodnotu dominance lze vypočítat podle vzorce:

$$D = \frac{n \cdot 100}{s} (\%)$$

Kde: n = abundance jedinců daného druhu

s = abundance všech jedinců rybího společenstva

Pro vyhodnocení výsledků byla použita stupnice dle Rajcharda a kol. (2002):

- eudominantní:  $D > 10 \%$
- dominantní:  $5 \% < D < 10 \%$
- subdominantní:  $2 \% < D < 5 \%$
- recedentní:  $1 \% < D < 2 \%$
- subrecedentní:  $D < 1 \%$

### **Druhov**á diverzita (rozmanitost, pestrost)

Jde o základní charakteristiku rybího společenstva. Druhov

á diverzita vyjadřuje poměr počtu druhů k počtu jedinců v daném společenstvu. Obecně lze říci, že udává počet druhů, které tvoří dané rybí společenstvo. Tento poměr je nazýván jako index diverzity.

Pro výpočet byl použit vzorec podle *Shannona a Wienera* ( $H'$ ):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

přičemž  $p_i = \frac{N_i}{N}$

Kde:  $p_i$  = pravděpodobnost, že 1 jedinec přísluší druhu  $i$

$N_i$  = počet jedinců  $i$ -tého druhu

druhy  $a, b, \dots, s$  mají počty jedinců  $N_a, N_b, \dots, N_s$

$N$  = celkový počet jedinců

$s$  = počet druhů

## **Ekvitabilita (E)**

Vyjadřuje vyrovnanost rybího společenstva, a proto úzce souvisí s diverzitou. Jde o poměrné rozdělení všech jedinců ve společenstvu na přítomné druhy. Její hodnota je v rozmezí od 0 do 1. Nejvyšší ekvitabilita je v případě, když jednotlivé druhy jsou zastoupeny stejným počtem jedinců.

Ekvitabilita byla vypočtena pomocí vzorce podle *Shaldon evenness*:

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{H}'}{\mathbf{H}_{\max}} = \frac{\mathbf{H}'}{\ln \mathbf{s}}$$

Kde:  $H'$  = index diverzity

$H_{\max}$  = index diverzity při maximální rovnosti četností všech přítomných druhů

$s$  = celkový počet druhů.

K vyhodnocení dat byl použit program Microsoft Office Excel 2007.

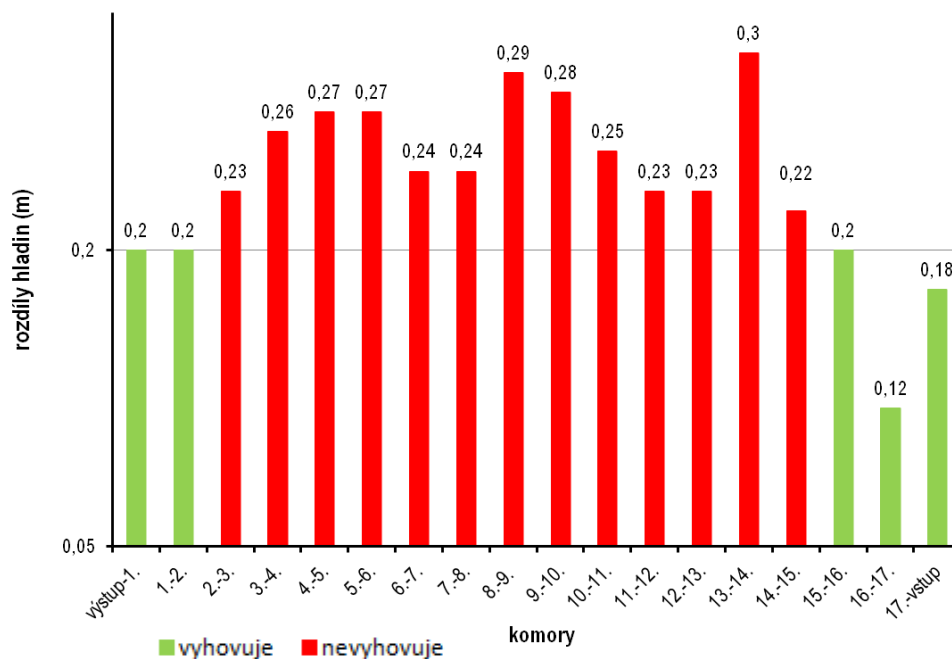
## 4. Výsledky

Celkem bylo na RP provedeno 16 místních šetření (2 v roce 2011 a 14 v roce 2012) včetně kontrol odchytové vrše. V roce 2011 byly sledovány především technické parametry RP a vodní poměry v trase RP, v roce 2012 byly prováděny odlovy ryb.

### 4.1 Odlovy 12. a 14. září 2011

Přes vakový jez nepřepadala žádná voda. Minimální zůstatkový průtok nebyl dodržen a pomocný lákavý proud vody přetékající přes jez tak nemohl vzniknout. Oblast podjezí byla tedy zásobována pouze vodou vytékající z RP. V důsledku nulového průtoku vody přes korunu jezu, docházelo také ke značnému zanášení RP unášenými předměty, které se od jezu vracely zpět proti proudu, kde byly nasávány do vtoku RP. Norná stěna pro zachytávání spláví nebyla na vtoku RP nainstalována.

Vypočítaný průtok vody protékající RP činil  $0,511 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což je přibližně 25 % MZP. Rozdíly hladin mezi jednotlivými komorami znázorňuje Graf 1. Naměřené rychlosti proudění vody ve vybraných štěrbinách, při různém průtoku RP, jsou uvedeny v Tab. 8.



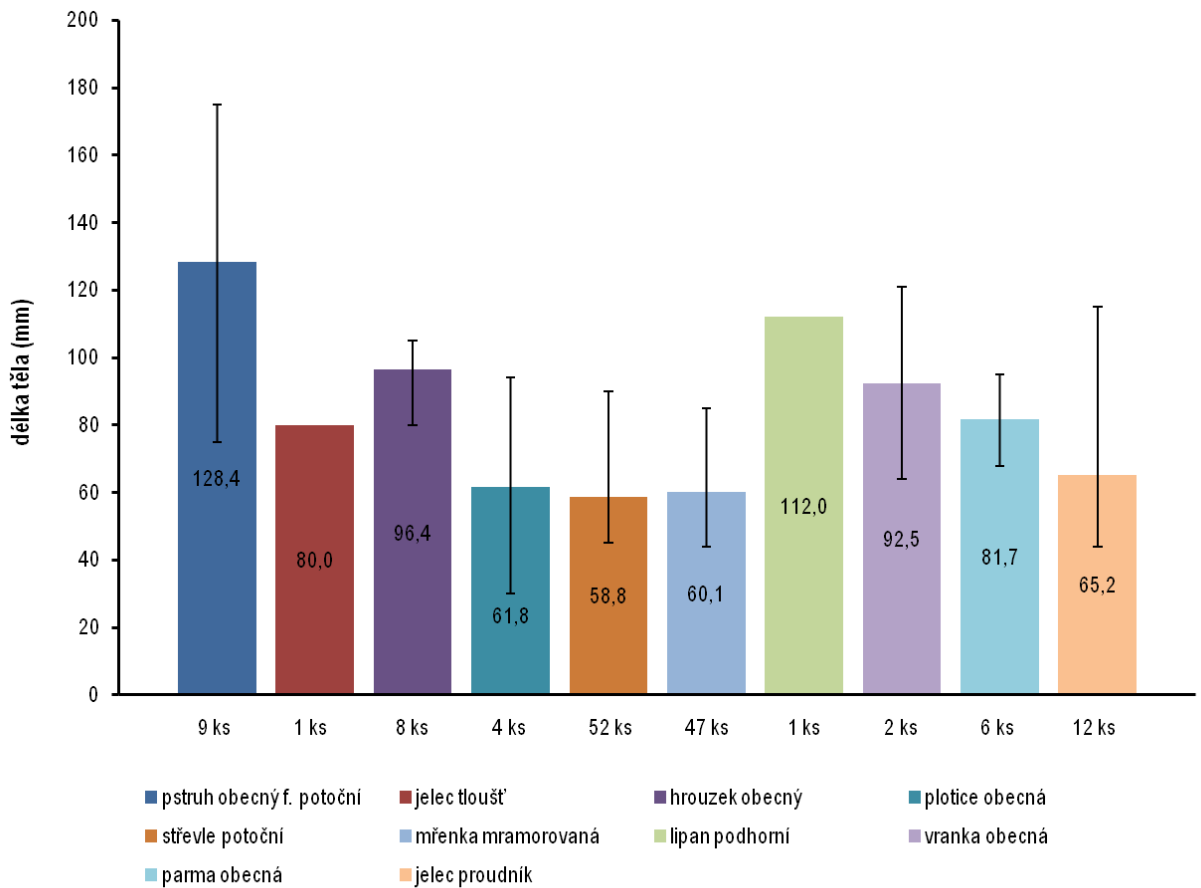
Graf 1 Rozdíly vodních hladin mezi jednotlivými komorami v RP.

Tab. 8 Rychlosti proudění ve vybraných štěrbinách při různém průtoku vody RP naměřené v září 2011 (komory jsou počítány shora).

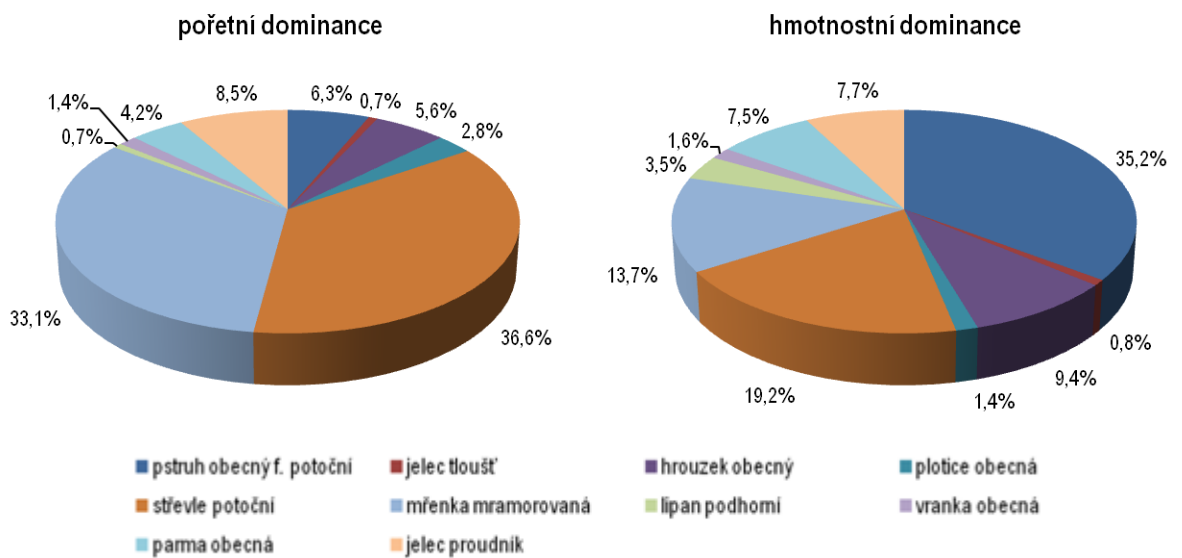
štěrbina mezi komorou	rychlost proudu (m·s <sup>-1</sup> )			
	u hladiny	uprostřed	u dna	průměr
<b>vtok zcela otevřený</b>				
1. a 2.	1,82	2,57	1,01	1,80
3. a 4.	1,76	2,29	1,31	1,79
5. a 6.	1,64	2,05	2,19	1,96
7. a 8.	2,00	2,09	2,02	2,04
14. a 15.	1,91	2,02	1,93	1,95
výtok z poslední komory	2,73	2,77	1,86	2,45
<b>vtok z ¼ zahrazen</b>				
1. a 2.	1,17	1,74	1,81	1,57
3. a 4.	1,17	1,81	1,46	1,60
5. a 6.	2,10	1,94	1,52	1,85
7. a 8.	1,76	1,99	1,96	1,90
14. a 15.	1,80	2,10	1,62	1,84
výtok z poslední komory	1,81	2,44	1,82	2,02

V proudnici vody vytékající z RP byl na ploše 6 x 50 m proveden odlov ryb elektrickým agregátem. Odlovené druhy ryb, jejich velikostní variabilitu a početnost znázorňuje Graf 2. Celkem bylo odloveno 142 kusů ryb o celkové biomase 1,227 kg. Index diverzity odlovených ryb činil 1,644 a ekvitabilita 0,714.

Početní a hmotnostní dominanci uvádějí Grafy 3 a 4. Mezi početně eudominantní druhy patřila střevele potoční a mřenka mramorovaná, mezi dominantní druhy jelec proudník, pstruh obecný a hrouzek obecný.



Graf 2 Velikostní variabilita (průměrná, minimální a maximální délka těla) a početnost odlovených druhů ryb v proudnici pod RP, o ploše 6 x 50 m, v září 2011.



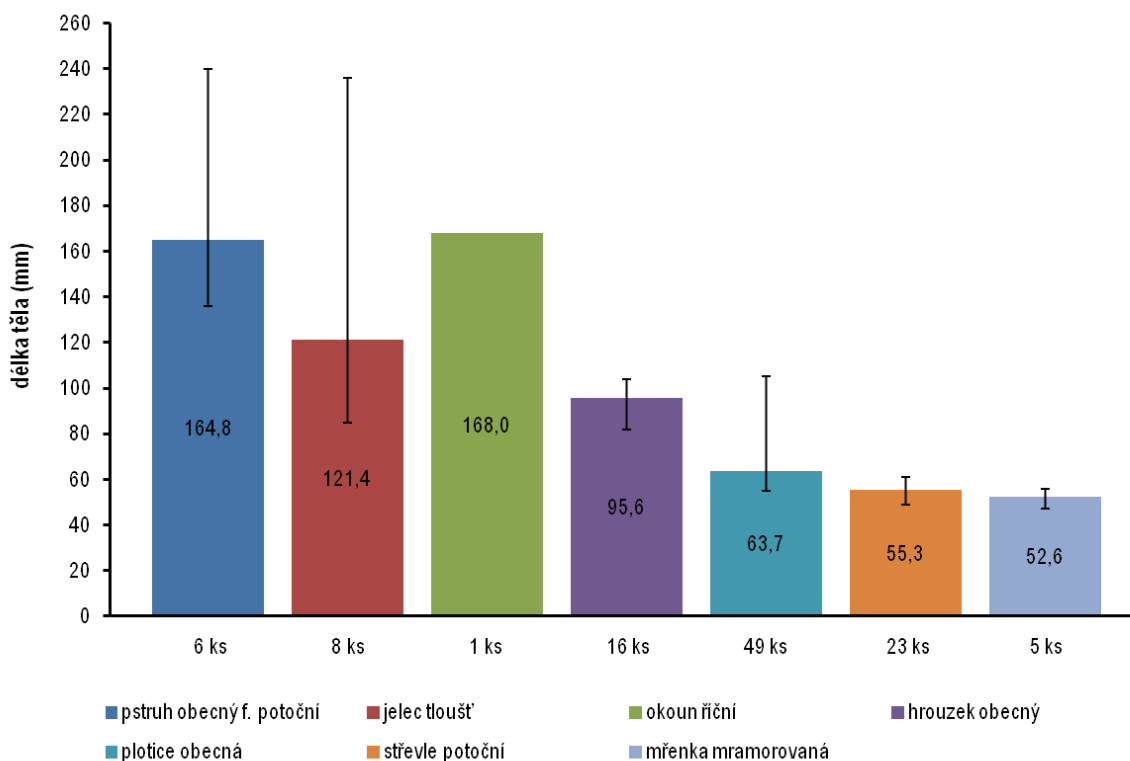
Graf 3 a 4 Početní a hmotnostní dominance odlovených druhů ryb v proudnici pod RP, o ploše 6 x 50 m, v září 2011.



## 4.2 Odlovy 20. a 22. června 2012

První den odlovů přes těleso jezu přetékal pouze nepatrné množství vody. V tomto dni byl poprvé proveden odlov ryb v RP. Odlovené druhy ryb, jejich velikostní variabilitu a početnost znázorňuje Graf 5. Převážné množství ryb (plotice obecná, střevle potoční) bylo odloveno v odpočívacích komorách. Pstruh obecný a okoun říční se vyskytovali především v dolní třetině RP. Celkem bylo odloveno 108 kusů ryb o celkové biomase 1,526 kg. Index diverzity odlovených ryb činil 1,51 a ekvitabilita 0,776.

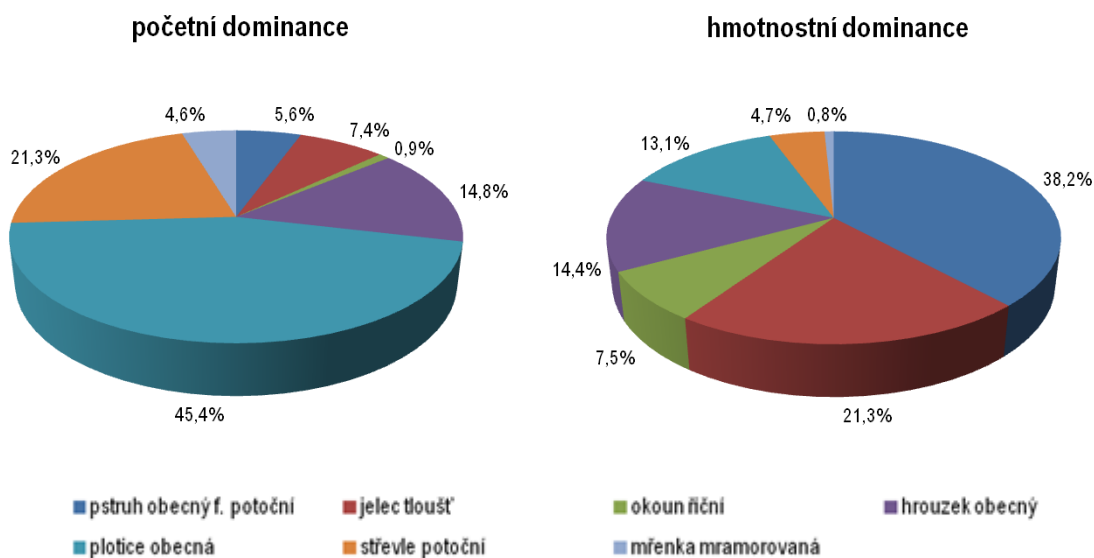
Početní a hmotnostní dominanci uvádějí Grafy 6 a 7. Mezi početně eudominantní druhy patří plotice obecná, střevle potoční a hrouzek obecný, mezi dominantní druhy jelec tloušť a pstruh obecný f. potoční.



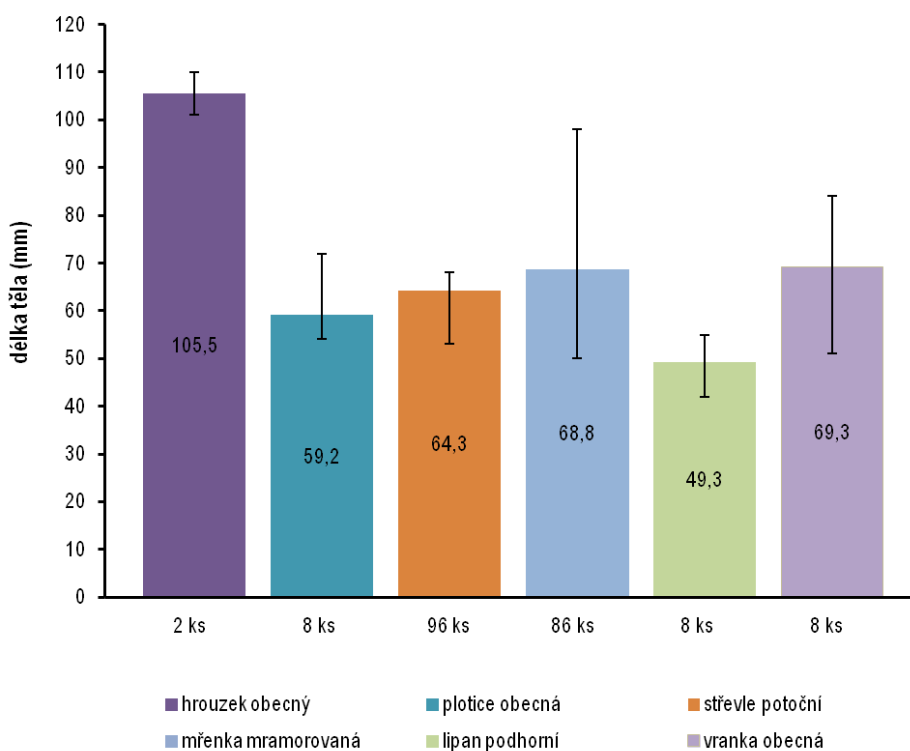
Graf 5 Velikostní variabilita (průměrná, minimální a maximální délka těla) a početnost odlovených druhů ryb v RP 20. června 2012.

Pro porovnání rybích společenstev byl znovu proveden odlov ryb v proudnici vody vytékající z RP (plocha 6 x 50 m). Odlovené druhy ryb, jejich velikostní variabilitu a početnost znázorňuje Graf 8. Celkem bylo odloveno 208 kusů ryb o celkové biomase 0,641 kg. Index diverzity odlovených ryb činil 1,143 a ekvitabilita 0,638.

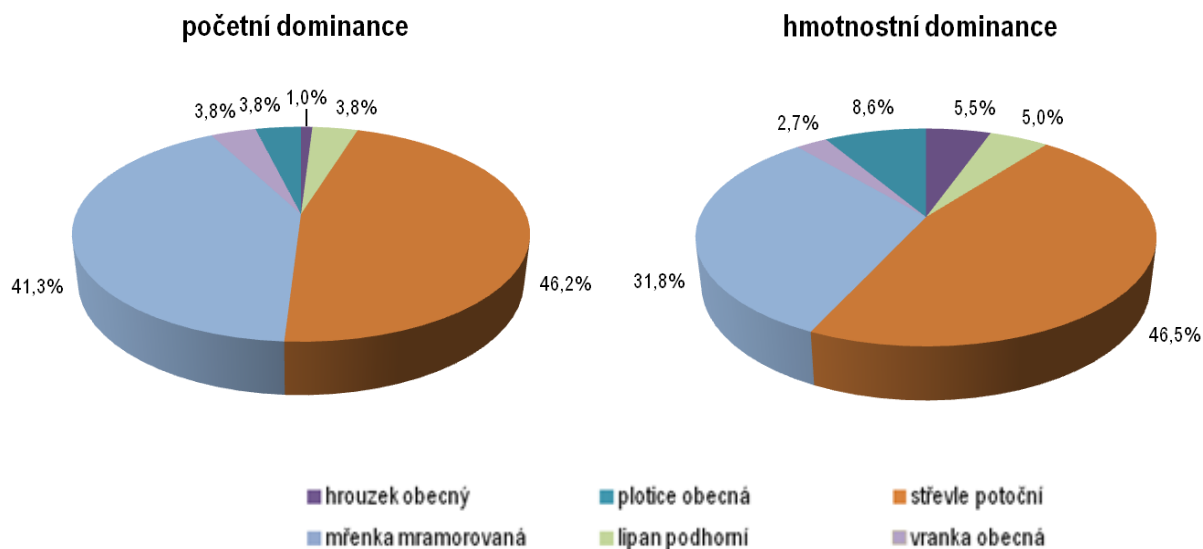
Početní a hmotnostní dominanci uvádějí Grafy 9 a 10. Mezi početně eudominantní druhy patřila střevele potoční a mřenka mramorovaná.



Graf 6 a 7 Početní a hmotnostní dominance odlovených druhů ryb v RP 20. června 2012.



Graf 8 Velikostní variabilita (průměrná, minimální a maximální délka těla) a početnost odlovených druhů ryb v proudnici pod RP, o ploše 6 x 50 m, 20. června 2012.



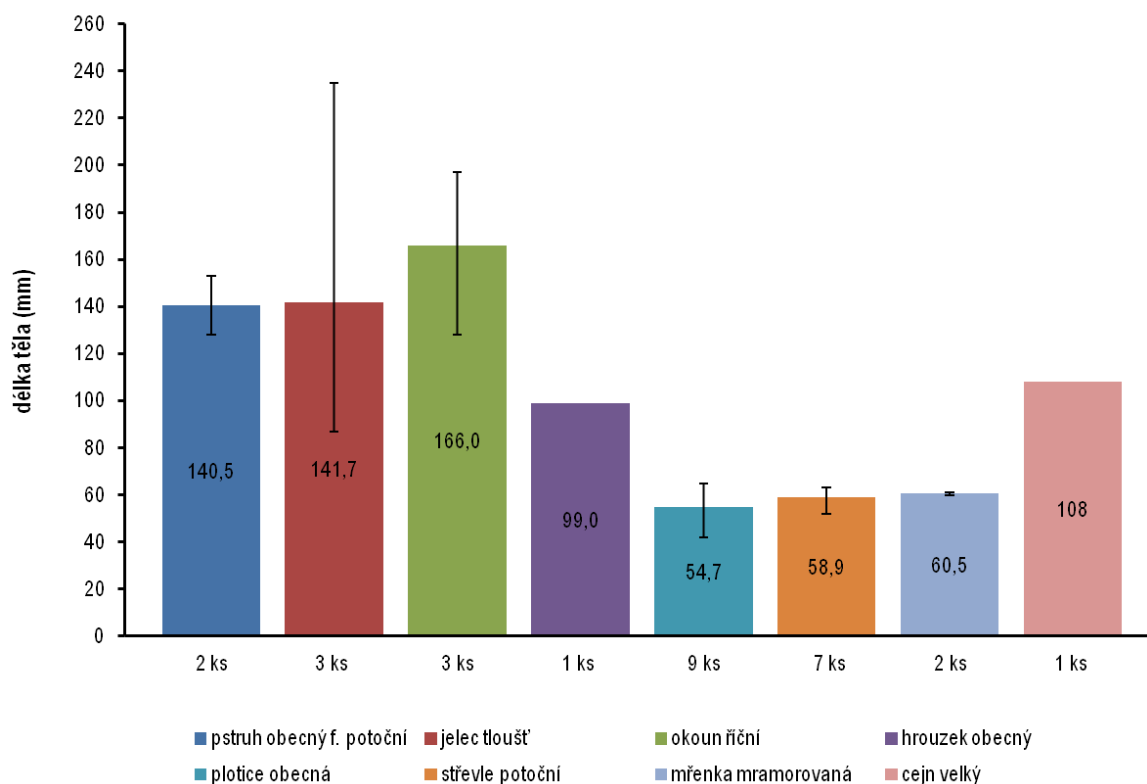
Graf 9 a 10 Početní a hmotnostní dominance odlovených druhů ryb v proudnici pod RP, o ploše 6 x 50 m, 20. června 2012.

Druhý den odlovů (22. června) přepadalo přes korunu jezu, díky vyššímu průtoku vody v Jizeře po srážkovém úhrnu, dostatečné množství vody. Stanoveny byly základní chemicko-fyzikální vlastnosti vody (viz Tab. 9).

Tab. 9 Chemicko-fyzikální vlastnosti vody řeky Jizery naměřené 22. června 2012.

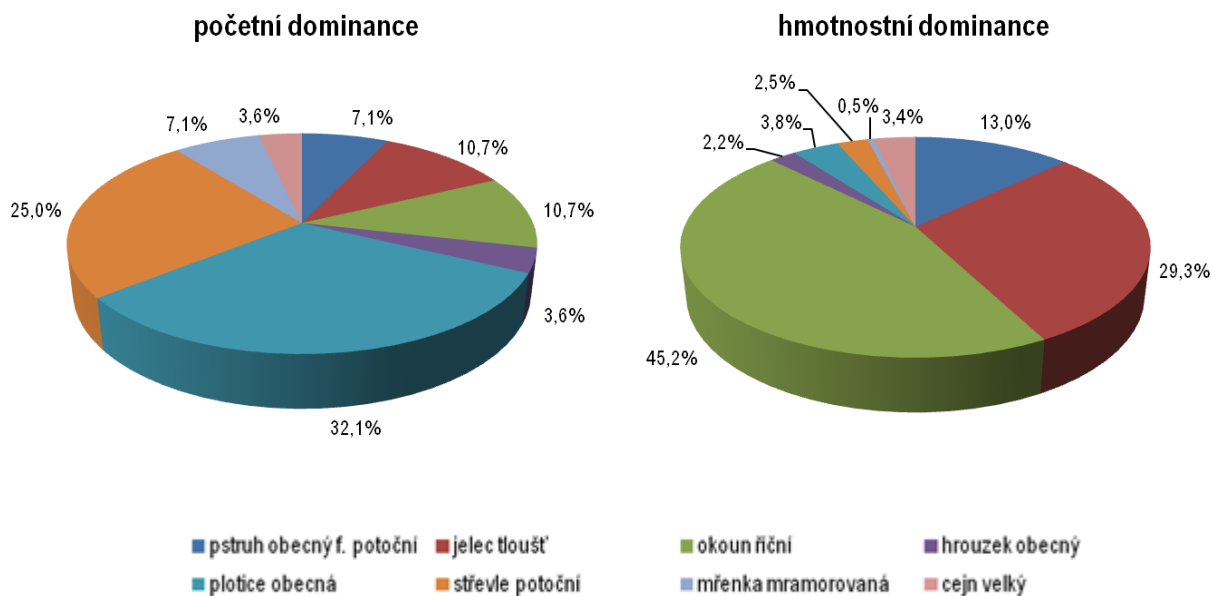
parametr	hodnota	jednotka
teplota	16,6	°C
kyslík	8,67	mg·l <sup>-1</sup>
nasycení kyslíkem	89	%
vodivost	114,1	μS·cm <sup>-1</sup>
tvrdost	74,1	mg·l <sup>-1</sup>
pH	7,25	

Znovu byly také odloveny ryby v RP, abychom zjistili, jak rychle ho ryby osídlují a proplovají jím. Odlovené druhy ryb, jejich velikostní variabilitu a početnost znázorňuje Graf 11. Druhové rozmístění ryb v RP bylo shodné s odlovem dne 20. června 2012. Celkem bylo odloveno 28 kusů ryb o celkové biomase 0,785 kg. Index diverzity odlovených ryb činil 1,805 a hodnota ekvitability 0,868.



Graf 11 Velikostní variabilita (průměrná, minimální a maximální délka těla) a početnost odlovených druhů ryb v RP 22. června 2012.

Početní a hmotnostní dominanci uvádějí Grafy 12 a 13. Mezi početně eudominantní druhy patřila plotice obecná, střevle potoční, jelec tloušť a okoun říční. Mezi dominantní druhy patřila mřenka mramorovaná a pstruh obecný.



Graf 12 a 13 Početní a hmotnostní dominance odlovených druhů ryb v RP 22. června 2012

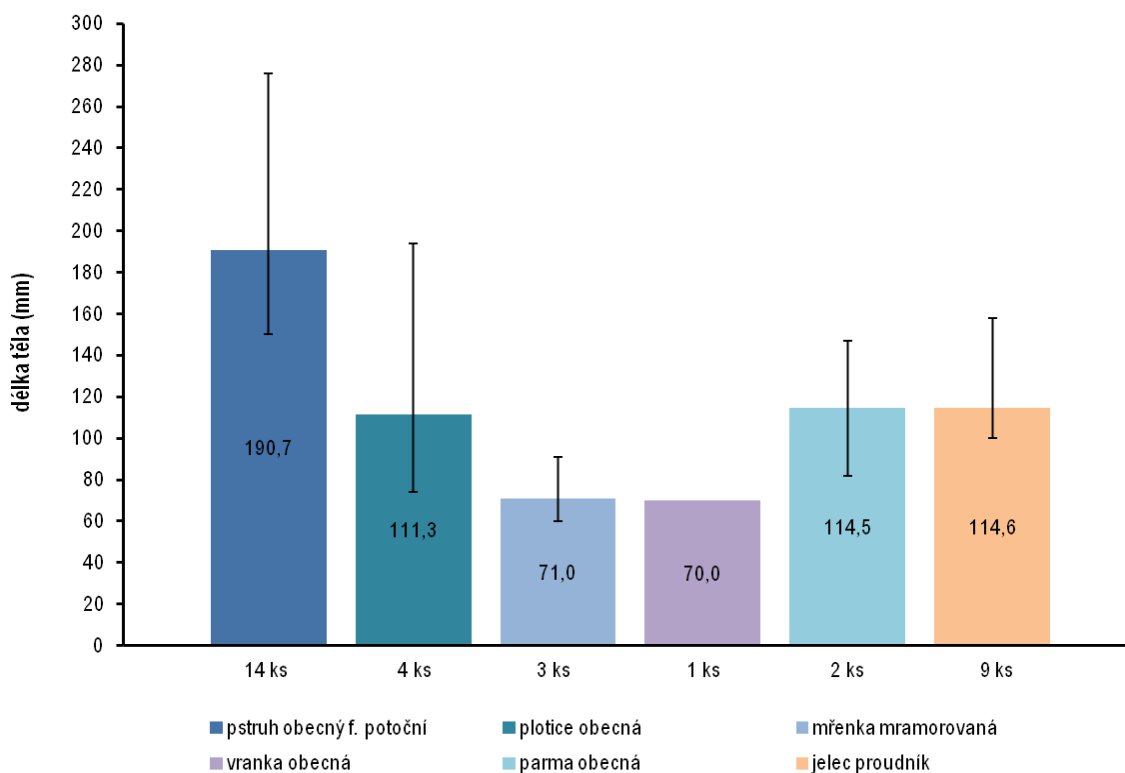
### 4.3 Odlovy 17. a 19. září 2012

Při prvním kontrolním dnu v tomto měsíci byl proveden odlov ryb v oblasti podjezí v celé šířce toku do vzdálenosti cca 80 m od jezu. Prokázán byl výskyt úhoře říčního a také mihule potoční. 19. září byla do RP umístěna vrš, která byla následně kontrolována. Do vrše se však žádné ryby odlovit nepodařilo.

### 4.4 Odlov 7. října 2012

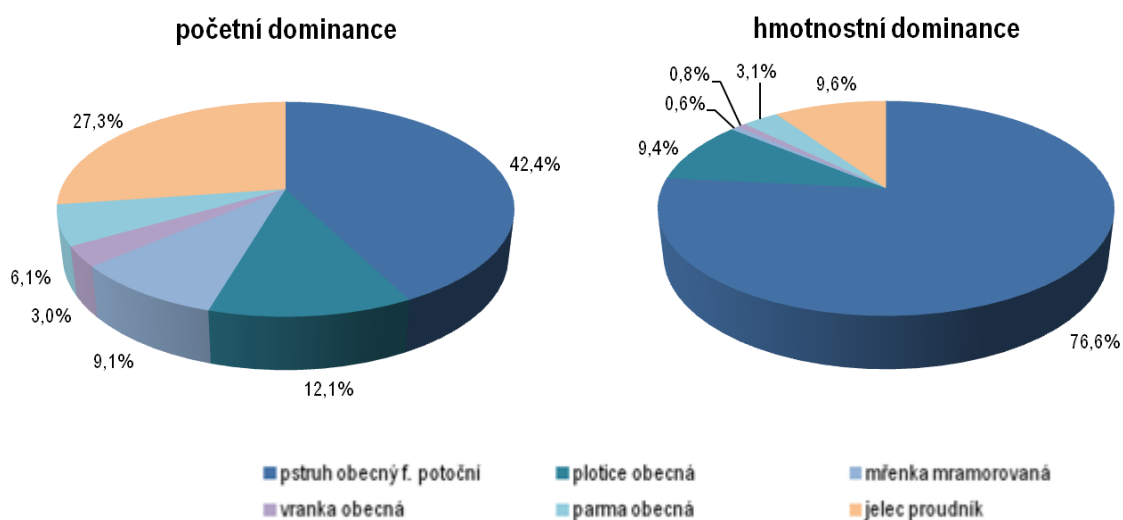
Přes těleso jezu nepřepadala žádná voda, tudíž bylo podjezí dotováno pouze vodou z RP. Pokusně bylo pomocí elektrického agregátu provedeno nahnání ryb z oblasti proudnice pod RP do RP resp. do odchytové vrše, přičemž ryby v RP byly odloveny. Odlovené druhy ryb, jejich velikostní variabilitu a početnost znázorňuje Graf 14.

Největší pstruzi byli odloveni ve spodní části RP, menší jedinci pstruha a jelci proudníci se vyskytovali převážně v odpočívacích komorách. Vranka obecná byla zjištěna ve třetí komoře zdola. V komoře před vstupem do vrše byl odloven největší jedinec parmy obecné. Do vlastní vrše se opět nepodařilo nic odlovit. Celkem bylo odloveno 33 kusů ryb o celkové biomase 2,216 kg. Index diverzity odlovených ryb činil 1,468 a ekvitabilita 0,819.



Graf 14 Velikostní variabilita (průměrná, minimální a maximální délka těla) a početnost odlovených druhů ryb v RP 7. října 2012.

Početní a hmotnostní dominanci uvádějí Grafy 15 a 16. Mezi početně eudominantní druhy patřil pstruh obecný, jelec proudník a plotice obecná. Mezi dominantní druhy patřila mřenka mramorovaná a parma obecná.



Graf 15 a 16 Početní a hmotnostní dominace odlovených druhů ryb v RP 7. října 2012.

Ještě jednou byl pro zjištění druhového složení rybího společenstva proveden odlov ryb ve stejné části podjezí jako v září 2012. V těsné blízkosti jezu mezi velkými balvany byl zjištěn zvýšený výskyt pstruhů obecných, ve velikosti odpovídající pohlavní dospělosti (220 – 280 mm). Potvrzen byl také výskyt ostroretky stěhovavé a hybrida pstruha obecného a sivena amerického, tzv. „tygrovité ryby“.

Při odloveh elektrickým agregátem v letech 2011 a 2012 bylo celkem odloveno 519 kusů ryb o celkové biomase 6,395 kg. Jedinci náleželi k 14 rybích druhů. Zjištěn byl také 1 druh mihule a 1 mezidruhový hybrid. Výskyt těchto druhů z hlediska výskytu v podjezí a RP a jejich zařazení do ekologických skupin uvádí Tab. 10.

Tab. 10 Ekologické skupiny druhů zjištěných při odloveh v letech 2011 a 2012 (dle Holčíka, 1998; Hanela a Luska, 2005; Luska a kol., 2011b)

druh	výskyt		skupina		vztah		legislativa		IUCN
	podjezí	v RP	potravní	reprodukční	k proudivosti	k migraci	ČR	EU	
<i>Abramis brama</i>	ne	ano	Ca.1	A.1.4	L	LD			V – LC
<i>Gobio gobio</i>	ano	ano	Ca.1	A.1.6	E	NM			V – LC
<i>Leuciscus leuciscus</i>	ano	ano	Ca.1	A.1.3	R	SD			V – LC
<i>Squalius cephalus</i>	ano	ano	Eu	A.1.3	R	SD			V – LC
<i>Thymallus thymallus</i>	ano	ne	Ca.1	A.2.3	R	SD			IV – NT
<i>Barbatula barbatula</i>	ano	ano	Ca.1	A.1.6	R	NM			V – LC
<i>Perca fluviatilis</i>	ne	ano	Ca.1	A.1.4	E	SD			V – LC
<i>Chondrostoma nasus</i>	ano	ne	He.2.2	A.1.3	R	LD			III – VU
<i>Rutilus rutilus</i>	ano	ano	Eu	A.1.4	E	SD			V – LC
<i>Salmo trutta m. fario</i>	ano	ano	Ca.1	A.2.3	R	SD			V – LC
<i>Phoxinus phoxinus</i>	ano	ano	Ca.1	A.1.3	R	NM	NL – 3		III – VU
<i>Anguilla anguilla</i>	ano	ne	Ca.1	A.1.1	E	LD			IV – NT
<i>Cottus gobio</i>	ano	ano	Ca.1	B.2.7	R	NM	NL – 3	EL – 2	III – VU
<i>Lampetra planeri</i>	ano	ne		A.2.3	R	NM	NL – 1	EL – 2	III – EN

## Legenda k Tab. 10

### Skupina

- potravní Ca.1 – nesespecializovaní masožravci  
Ca.2.1 – specializovaní masožravci – rybožravci  
He.2.1 – specializovaní rostlinožravci – makrofytofágní  
He.2.2 – specializovaní rostlinožravci – mikrofytofágní  
Eu – všežravci
  
- reprodukční A – nebudující hnízda  
A.1.1 – jikry pokládají na otevřeném podkladě – pelagofilní  
A.1.2 – jikry pokládají na otevřeném podkladě – litopelagofilní  
A.1.3 – jikry pokládají na otevřeném podkladě – litofilní  
A.1.4 – jikry pokládají na otevřeném podkladě – fytofilní  
A.1.5 – jikry pokládají na otevřeném podkladě – fytofilní  
A.1.6 – jikry pokládají na otevřeném podkladě – psamofilní  
A.2.3 – ukrývající jikry – litofilní  
  
B – hlídající snůšku  
B.1.4 – vyhledávající výtěrový substrát – fytofilní  
B.2.2 – budující hnízda – polyfilní  
B.2.7 – budující hnízda – speleofilní

### Vztah

- k proudivosti E – eurytopní  
L – limnofilní  
R – reofilní
  
- k migraci LD – migrační tahy > 100 km  
SD – migrační tahy < 100 km  
NM – netažný druh



## Legislativa

- národní (ČR) NL – 1 – kriticky ohrožený druh  
NL – 2 – silně ohrožený druh  
NL – 3 – ohrožený druh
- evropská (EU) EL – 2 – druhy dle Směrnice Rady č. 92/43/EEC, příloha č. 2

## IUCN (národní červený seznam)

- obecně ohrožené druhy III – EN – ohrožený  
III – VU – zranitelný
- druhy blízké ohrožení IV – NT – téměř ohrožený
- neohrožené druhy V – LC – málo dotčený

## 5. Diskuze

Rybí přechod v Turnově byl podle projektu navrhnout především pro migrace lososovitých ryb s parametry (délka komor, šířka štěrbin) umožňujícími případné budoucí migrace lososa obecného. Při technických kontrolách rybiho přechodu byly sledovány různé parametry ovlivňující jeho funkčnost. Navrhnutý průtok vody rybím přechodem byl při projektování stavby na doporučení Komise pro rybí přechody při Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR navýšen na  $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Z výsledků provedeného měření průtoku v roce 2011 je zřejmé, že průtok RP je dodržen, a to i při nedodržování stanoveného MZP ze strany provozovatele MVE.

Za značnou závadu, která omezuje funkčnost RP, lze považovat rozdíly hladin mezi jednotlivými komorami, které v RP vznikají. Z Grafu 1 je patrné, že v převážné většině jsou rozdíly hladin příliš velké, z čehož vyplývá, že původní projekt nebyl dodržen, protože navrhované hodnoty těchto parametrů byly v souladu s TNV 75 2321. Ke vzniku tak značných rozdílů vodních hladin přispělo také vybudování odpočinkových komor s nulovým spádem i přes připomínky Komise pro rybí přechody, která navrhovala sklon komor nižší než 1 : 15. V důsledku nadměrných rozdílů hladin mezi komorami RP vznikají ve štěrbinách velké rychlosti proudění, což jsme prokázali měřeními. Dle Luska a kol. (2011a), by střední rychlosti proudění vody ve štěrbinovém RP měly dosahovat  $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , přičemž námi naměřené hodnoty byly podstatně vyšší (od  $1,57$  do  $2,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Velkou rychlost proudu potvrzuje také ojedinělý výskyt vranky obecné, jakožto špatného plavce, v RP a to jen v jeho spodní části. Možným nápravným opatřením, by bylo navýšení dna jednotlivých komor přisypáním vhodného substrátu (štěrk, větší kameny), čímž by došlo ke snížení rozdílů hladin v komorách a zároveň k poklesu rychlostí vodního proudu. Krajní variantou by bylo doplnění jedné příčky především ve spodní části RP.

Závažným problémem je také nedodržování minimálního zůstatkového průtoku ze strany provozovatele MVE při nižších průtocích vody v Jizeře. Tento problém zjistil také Janošík (2011) v případě vodních toků v Jizerských horách. Oblast podjezí je tak dotována pouze vodou z RP, která tvoří cca 25 % MZP požadovaného při provozu MVE. Nedochozí tak k přelévání vody přes pravou část jezu, která by svým prouděním zvyšovala atraktivnost vstupu do RP. Ten může být tak pro ryby hůře rozpoznatelný, což částečně dokládá zjištění většího počtu pohlavně dospělých pstruhů těsně pod jezem

mezi balvany v celé jeho šířce v období reprodukčních migrací. Právě atraktivitu vstupu RP uvádí Baras a kol. (1994) z řeky Meuse v Belgii, jako hlavní podmínku úspěšné protiproudové migrace parmy obecné rybím přechodem. Velikost průtoku a hlavní proud (proudnice), jsou pro migrující ryby důležité pro snazší překonání překážek a orientaci v toku. Ovidio a kol. (1998) uvádí vyšší intenzitu migrací pstruhů při vyšších průtocích. Nedostatečnou atraktivitu vstupu do RP popisuje Lusk a kol. (1996) u RP na řece Dyji v Břeclavi. Při takovémto průtokovém stavu je levá strana toku pod jezem téměř bez vody, což lze také posuzovat jako poškozování biotopu, podle § 4 zákona o ochraně přírody č. 114/1992 Sb. Zvýšení atraktivnosti vstupu do RP by bylo možné zajistit vybudováním přídavného lákavého proudu (s průtokem alespoň  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), vedeného potrubím z nadjezí, který by byl regulován přímo střediskem Povodí Labe s. p. se sídlem v Turnově. Možností by bylo i energetické využití tohoto proudu pomocí malé vodní turbíny. Minimální průtok v podjezí by při dostatečném rozdílu hladin mohl být posílen také odpadní vodou z MVE, která je v současnosti od savek vedena odpadním kanálem cca 160 m pod jez. Průtok vody v podjezí by tak byl posílen bez snížení odběru vody v nadjezí pro MVE.

S nedodržováním MZP také souvisí nadměrné zanášení RP splávním. Nečistoty (listí, větve, kusy dřeva apod.), které připlouvají po proudu, jsou unášeny až k jezu, kde se však vlivem malého či nulového průtoku přes korunu jezu hromadí a zpětným proudem od jezu se vracejí zpět proti proudu podél tělesa RP až k jeho vtoku, kde jsou nasávány do RP. Vhodné by tak bylo na vtok RP nainstalovat plovoucí nornou stěnu obloukovitého tvaru, s řídkými česli o mezerách přibližně 10 cm a výšce cca 30 cm. Vlastní čištění RP stěžují pevně připevněné pororošty, kterými je celý RP překrytý pro pohodlné přenesení vodáckých plavidel do podjezí. Pororošty také značně zastiňují prostor RP, čímž může docházet k odpudivému účinku RP pro ryby či špatné orientaci ryb migrujících RP. Také Vostradovský (2005f) uvádí, že množství světla pronikajícího do vodního prostředí je pro migrace ryb velice důležité. Jistým kompromisem by bylo odstranění pororoštů od vtoku do RP až po molo pro vodáky připevněné k RP.

Výsledky odlovů ryb v RP při jeho technických kontrolách jasně prokázaly protiproudové reprodukční migrace střevele potoční (období června) a pstruha obecného (období října). S klesající teplotou (s nástupem podzimního období) se výskyt ryb v RP snižoval, což potvrzuje i Prchalová a Slavík (2004). Výjimkou byla vyšší početnost jelce proudníka a parmy obecné, kterou lze vysvětlit migrací na vhodná zimoviště.

Podobné pozorování uvádí také Prchalová a kol. (2010) z dolního toku Labe. Výskyt cejna velkého (limnofilní druh), okouna říčního a plotice obecné (eurytopní druhy), které řadíme do skupiny indiferentních druhů ryb (ryby nenáročné na výtěrový substrát), v RP je zřejmě založen na jejich poproudovém splouvání z nadjezí do RP. Z druhého odlovu v červnu, který byl proveden s denním odstupem, je patrné, že migrační potřebnost ryb je velká. Bylo zřejmé, že ryby do RP vplouvají aktivně a to protiproudově z podjezí, tak i poproudově z jezové zdrže. Délky těla odlovených ryb v prostoru RP se pohybovaly přibližně v rozmezí od 40 do 300 mm, což může naznačovat selektivnost RP pro větší velikostní kategorie ryb. Do vrše určené k odlovu protiproudově migrujících ryb se bohužel nepodařilo žádné ryby odlovit. Na základě tohoto zjištění a zohlednění stávajících vodních poměrů v RP lze konstatovat, že zvolené parametry RP spolu s konstrukčními závadami, nejsou příliš vhodné pro protiproudové migrace rybího společenstva daného úseku řeky Jizery. Protiproudová prostupnost (resp. funkčnost) RP tedy nebyla prokázána. Nevhodně zvolené parametry RP vzhledem k rybímu společenstvu uvádí také Lusk a kol. (2011b) z RP na jezu Troubkách. Příčinou neúspěšného odlovu ryb do vrše však může být i její špatné umístění v RP, proto je zapotřebí ve sledování RP pokračovat i v následujících letech.

## 6. Závěr

Technický stav a funkčnost štěrbinového rybího přechodu na řece Jizeře v Turnově byla posuzována během 16 místních šetření v letech 2011 a 2012. Zjištěno bylo několik závad, které omezují průchod ryb rybím přechodem. Mezi hlavní závady patří příliš velká rychlost proudění vody v rybím přechodu, značné rozdíly hladin mezi jednotlivými komorami. Také možnost čištění rybího přechodu je značně omezená. Zjištěno také bylo nedodržování minimálního zůstatkového průtoku v profilu jezu ze strany provozovatele MVE, což negativně ovlivňuje atraktivnost vstupu do rybího přechodu i vlastní rybí ichtyocenózu v podjezí. Při odlovech bylo v rybím přechodu zjištěno celkem 10 druhů ryb, přičemž výrazné reprodukční migrace byly zaznamenány u pstruha obecného a střevele potoční. Prostupnost rybího přechodu v celé jeho délce bohužel nebyla prokázána.

Ke konstrukčním závadám došlo především v důsledku nedodržení původní projektové dokumentace či doporučení Komise pro rybí přechody. Většinu těchto závad a nedostatků je možné bez enormních nákladů odstranit. Ovšem zda budou skutečně odstraněny, záleží na provozovateli rybího přechodu, tedy na podniku Povodí Labe s. p. Pro jednoznačné výsledky je třeba v šetření pokračovat i v následujících letech. Ověřování funkčnosti rybích přechodů je velice nezbytné, často totiž dojde k odhalení závad, na základě kterých je možné nově budované rybí přechody zkonstruovat tak, aby maximálně plnily svou funkci.

## 7. Přehled použité literatury

- Adámek, Z., Vostradovský, J., Dubský, K., Nováček, J., Hartvich, P., 1995. Rybářství ve volných vodách. East publishing, Praha, 216 s.
- Andreska, J., 2010. Losos labský v historických záznamech a v současnosti I. Živa 4, 178-182.
- Baras, E., Lambert, H., Philippart, J.C., 1994. A comprehensive assessment of the silure of *Barbus barbus* spawning migrations through a fish pass in the canalized River Meuse (Belgium). Aquat. Living Resour. 7, 181-189.
- Baruš, V., Oliva, O. (Eds.), 1995a. Fauna ČR a SR: Mihulovci a ryby (1). Academia, Praha, 623 s.
- Baruš, V., Oliva, O. (Eds.), 1995b. Fauna ČR a SR: Mihulovci a ryby (2). Academia, Praha, 698 s.
- Bednář, R., Dubský, K., Dvořák, V., Nusl, P., Poupě, J., 2010. Lov ryb elektrickým agregátem. ČRS, Praha, 142 s.
- ČSN EN 60 335-2-86. Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely - Bezpečnost - Část 2-86: Zvláštní požadavky na elektrická rybářská vybavení.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. Obecné rybářství. Informatorium, Praha, 308 s.
- Dyk, V., 1952. Naše ryby. Zdravotnické nakladatelství, Praha, 336 s.
- Egert, J., Hartman, P., Štědranský, E., 1984. Rybářství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 328 s.
- Gaumert, T., Slavík, O., Hladík, M., 2008. Rybí fauna toku Labe: hodnocení podle Rámcové směrnice o vodách. Mezinárodní komise pro ochranu Labe, Magdeburg, 31 s.
- Hanel, L., 1995. Ochrana ryb a mihulí. ZO ČSOP Vlašim, Vlašim, 139 s.
- Hanel, L., 2001. Naše ryby a rybaření. Brázda, Praha, 288 s.
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana, ZO ČSOP Vlašim, Vlašim, 448 s.
- Hartvich, P., 1997. Hlavní typy rybích přechodů a jejich biotechnické funkce. Edice Metodik, VÚRH Vodňany, č. 52, 10 s.

- Hartvich, P., Dvořák, P., Holub, M., 2004. Výskyt ryb v rybím přechodu na řece Blanici v Bavorově. In: Lusk, S., Lusková, V., Halačka, K. (Eds.), Biodiverzita ichtyofauny ČR (V). Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 93-98.
- Hartvich, P., Lusk, S., Šindlar, M., Vostradovský, J., 1999a. K migrační prostupnosti našich toků: Minimální zůstatkové průtoky. *Rybářství* 7, 315-316.
- Hartvich, P., Lusk, S., Šindlar, M., Vostradovský, J., 1999b. K migrační prostupnosti našich toků: Na pomoc rybářské praxi. *Rybářství* 5, 224-225.
- Hartvich, P., Lusk, S., Šindlar, M., Vostradovský, J., 1999c. K migrační prostupnosti našich toků. *Rybářství* 6, 262-263.
- Hartvich, P., Vostradovský, J., 2012. Migrace ryb. In: Ličko, B., Mrňa, D., Podlesný, M., Vostradovský, J. (Eds.), *Rybářství a rybolov. ČRS*, Praha, pp. 179-200.
- Holčík, J., 1998. *Ichtyológia. Příroda*, Bratislava, 310 s.
- Holčík, J., Hensel, K., 1971. *Ichtyologická příručka. Obzor*, Bratislava, 220 s.
- Holčík, J., Mihálik, J., 1971. *Sladkovodní ryby. Artia*, Praha, 133 s.
- Horáček, J., Hartvich, P., Lusk, S., 2002. Pokus o řízenou rehabilitaci populace střevle potoční v malém potoku. In: Lusk, S., Lusková, V., Halačka, K. (Eds.), Biodiverzita ichtyofauny ČR (IV). Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 79-84.
- Horký, P., Slavík, O., 2006. Chování kaprovitých ryb pod jezem určené metodou radiotelemetrie. In: Vykusová, B. (Eds.), IX. Česká ichtyologická konference, Sborník příspěvků z odborné konference s mezinárodní účastí, Vodňany 4. a 5. května 2006, pp. 26-28.
- Janošík, D., 2011. Rybí společenstva v tocích CHKO Jizerské hory, Bak. pr., FROV JU v Českých Budějovicích.
- Just, T., 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. ZO ČSOP Hořovicko, Praha, 359 s.
- Just, T., Šámal, V., Dušek, M., Fischer, D., Karlík, P., Pykal, J., 2003. Revitalizace vodního prostředí. AOPK ČR, Praha, 144 s.
- Kielar, A., 2007. Přečetli jsme za vás. *Rybářství* 10, 76.

- Klíma, O., Lusk, S., Lusková, V., 2009. První rok provozu rybiho přechodu v profilu Bulhary na řece Dyji. In: Kopp, R. (Eds.), „ 60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“, Sborník referátů konference s mezinárodní účastí, Brno 2. a 3. prosince 2009, pp. 59-64.
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. VÚRH Vodňany, Vodňany, 141 s.
- Krajč, T., Chládecký, B., 2008. Druhové zloženie ichtyofauny v biokoridore VD Žilina. In: Kopp, R. (Eds.), XI. Česká ichtyologická konference, Sborník referátů konference s mezinárodní účastí, Brno 3. a 4. prosince 2008, pp. 132-136.
- Krupka, I., 1983. Rozšírenie, systematická príslušnosť, vybrané časti biológie a biotechnológie umelej reprodukcie mreny obyčajnej (*Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)). Kand. dis. práce, Lab. rybárstva a hydroirol., Bratislava, 142 s. In: Baruš, V., Oliva, O. (Eds.), 1995b. Fauna ČR a SR: Mihulovci a ryby (2). Academia, Praha, 698 s.
- Libosvářský, J., Lusk, S., Krčál, J., 1971. Hospodaříme na pstruhových vodách: Příručka pro rybářskou praxi. Ústav pro výzkum obratlovců ČSAV, Brno, 156 s.
- Lucas, M.C., Baras, E., 2001. Migration of Freshwater Fishes. Blackwell Science Ltd, 420 s.
- Lucas, M.C., Mercer, T., Peirson, G., 2000. Seasonal movements of coarse fish in lowland rivers and their relevance to fisheries management. In: Cowx I.G. (Eds.), Management and Ecology of River Fisheries, Oxford: Fishing News Books, Blackwell science Ltd, pp. 165-178.
- Lusk, S., 1999. Vliv přehrad a údolních nádrží na diverzitu ichtyofauny České republiky. Bulletin VÚRH Vodňany 35, 13-22.
- Lusk, S., Baruš, V., Vostradovský, J., 1992. Ryby v našich vodách. Academia, Praha, 248 s.
- Lusk, S., Halačka, K., 1995. Anglers' catches as an indicator of population size of the Nase, *Chondrostoma nasus*. Folia Zool. 44, 185-192.
- Lusk, S., Halačka, K., Lusková, V., 1996. Rybí přechod na jezu v Břeclavi v řece Dyji. In: Kozák, P., Hamáčková, J. (Eds.), Sborník referátů z II. české ichtyologické konference, Vodňany 2. a 3. května 1996, pp. 11-16.
- Lusk, S., Hartvich, P., Lojkásek, B., Lusková, V., 2011a. Migrace ryb a migrační prostupnost vodních toků. In: Lusk, S., Lusková, V. (Eds.), Biodiverzita ichtyofauny ČR (VIII). Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 5-67.



- Lusk, S., Lojkásek, B., 2009. Biologicko-ekologické aspekty a legislativní požadavky k migrační prostupnosti pramenných částí vodních toků. [online]. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno [cit. 2013-02-06]. Dostupné na WWW: <<http://www.lesycr.cz/odborne-rady/granty-a-dotace/Stranky/biologickoekologicke-aspekty-a-legislativni-pozadavky-k-migracni-prostupnosti-pramennych-casti-vodnich-toku.aspx?retUrl=%2fodborne-rady%2fgranty-adotace%2fStranky%2fprojectSummary.aspx%3fp%3d2>>.
- Lusk, S., Lojkásek, B., Lusková, V., 2011d. Rybí společenstva a migrační prostupnost řeky Bečvy. ZO ČSOP Vlašim, Bulletin Lampetra 7, 112-123.
- Lusk, S., Lusková, V., Halačka, K., Smutný, M., 2003. Anglers' catches as an indicator of fish population status. *Ecohydrology & Hydrobiology* 1, 113-119.
- Lusk, S., Lusková, V., Hanel, L., 2008a. Nepůvodní druhy v ichtyofauně České republiky - jejich vliv a význam. In: Lusk, S., Lusková, V. (Eds.), *Biodiverzita ichtyofauny ČR (VII)*. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 96-113.
- Lusk, S., Lusková, V., Hanel, L., 2011c. Černý seznam nepůvodních invazivních druhů ryb České republiky. In: Lusk, S., Lusková, V. (Eds.), *Biodiverzita ichtyofauny ČR (VIII)*. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 79-97.
- Lusk, S., Lusková, V., Hanel, L., Lojkásek, B., Hartvich, P., 2011b. Červený seznam mihulí a ryb České republiky – verze 2010. In: Lusk, S., Lusková, V. (Eds.), *Biodiverzita ichtyofauny ČR (VIII)*. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 68-78.
- Lusk, S., Lusková, V., Klíma, O., 2008b. Obnova podélné migrační prostupnosti fragmentované říční sítě povodí řeky Moravy. In: Kopp, R. (Eds.), *XI. Česká ichtyologická konference, Sborník referátů konference s mezinárodní účastí, Brno 3. a 4. prosince 2008*, pp. 144-149.
- Machek, J., 1946. Umělý chov sivena amerického v Jablonci n. N. *Československý rybář* 8, 124-125.
- Mašek, P., 2000. Rybí přechody na Šumavě. *Rybářství* 5, 222-223.
- MKOL, 1996. *Ryby v Labi. Mezinárodní komise pro ochranu Labe, Magdeburg*, 62 s.
- Northcote, T.G., 1984. Mechanism of fish migration in rivers. In: McCleave, J.D., Dodson, J.J., Neill, W.H. (Eds.), *Mechanism in migration of fishes. Plenum, New York*, pp. 317-355.

- Ovidio, M., Baras, E., Goffaux, D., 1998. Environmental unpredictability rules the autumn migration of brown trout *Salmo trutta* L. in the Belgian Ardennes. *Hydrobiologia*, 371-372, 263-274.
- Ovidio, M., Philippart, J.C., 2002. The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. *Hydrobiologia* 483, 55-69.
- Ovidio, M., Philippart, J.C., 2008. Movement patterns and spawning activity of individual nase *Chondrostoma nasus* (L.) in flow-regulated and weir-fragmented rivers. *J. Appl. Ecol.* 24, 256-262.
- Pokorný, J., 2009. Vodní hospodářství: stavby v rybářství. Informatorium, Praha, 318 s.
- Pokorný, J., Adámek, Z., Dvořák, J., Šrámek, V., 1998. Pstruhařství. Informatorium, Praha, 242 s.
- Pokorný, J., Dvořák, J., Šrámek, V., 1992. Umělý chov ryb. Informatorium, Praha, 262 s.
- Prchalová, M., Horký, P., Slavík, O., Vetešník, L., Halačka, K., 2010. Výskyt ryb v rybím přechodu vzhledem k teplotě vody, průtoku, atmosférickému tlaku a počasí. In: Vykusová, B., Dvořáková, Z. (Eds.), XII. Česká ichtyologická konference, Sborník abstraktů, Vědecká konference s mezinárodní účastí, Vodňany 19. a 20. května 2010, pp. 24-24.
- Prchalová, M., Horký, P., Slavík, O., Vetešník, L., Halačka, K., 2011. Fish occurrence in the fishpass on the lowland section of the River Elbe, Czech Republic, with respect to water temperature, water flow and fish size. *Folia Zool.* 60, 104-114.
- Prchalová, M., Slavík, O., 2004. Testování účinnosti nového rybího přechodu ve Střekově na řece Labi. In: Vykusová, B. (Eds.), VII. Česká ichtyologická konference, Sborník příspěvků z odborné konference s mezinárodní účastí, Vodňany 6. a 7. května 2004, pp. 189-193.
- Rajchard, J., Kindlmann, P., Balounová, Z., 2002. Ekologie II. Biotické faktory - populace, základní modely populační dynamiky, společenstva, potravní řetězce. KOPP, České Budějovice, 119 s.
- Říha, J., 1986. Lov ryb elektřinou. ČRS, Praha, 192 s.
- Slavík, O., 1996. The migration of fish in the Elbe River below Strekov. *Živa* 4, 179-180.

- Slavík, O., 2000. Výskyt ryb v rybím přechodu na řece Ohři během zimního období. In: Mikešová, J. (Eds.), Sborník referátů ze IV. české ichtyologické konference, Vodňany 10. a 12. května 2000, pp. 49-53.
- Slavík, O., 2002. Možnosti migrace ryb v řece Labi. Vodní hospodářství 12, 357-358.
- Slavík, O., Bartoš, L., Horký, P., 2007. Diurnal and seasonal behaviour of adult and juvenile European catfish as determined by radio-telemetry in the River Berounka, Czech Republic. J. Fish. Biol. 71, 101-114.
- Slavík, O., Horký, P., Randák, T., Balvín, P., Bílý, M., 2012b. Brown trout spawning migration in fragmented Central European headwaters: effect of isolation by artificial obstacles and the moon phase. T. Am. Fish. Soc. 141, 673-680.
- Slavík, O., Horký, P., Vostradovský, J., 2006. Vliv průtoku na reprodukční migrace kaprovitých ryb. In: Vykusová, B. (Eds.), IX. Česká ichtyologická konference, Sborník příspěvků z odborné konference s mezinárodní účastí, Vodňany 4. a 5. května 2006, pp. 152-152.
- Slavík, O., Vančura, Z., Musil, J., Horký, P., Lauerman, M., Bůžek, D., Bůžek, M., 2012a. Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování: metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP. MŽP ČR, Praha, 140 s.
- Slavík, O., Vančura, Z., Musil, J., Horký, P., Lauerman, M., Bůžek, D., Bůžek, M., 2012c. Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR: příručka pro žadatele OPŽP. MŽP ČR, Praha, 48 s.
- Slavíková, A., Pravec, M., Horecký, J., Dobrovský, P., Slavík, O., Musil, J., Birklen, P., Marek, P., 2010. Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR. MŽP ČR, Praha.
- Šanda, R., Švátora, M., 2000. Potrava sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) v Jizerských horách. In: Lusk, S., Halačka, K. (Eds.), Biodiverzita ichtyofauny ČR (III). Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 155-160.
- Šanda, R., Švátora, M., 2002. Ichtýofauna tří nejvýše položených nádrží Jizerských hor a jejich povodí. In: Lusk, S., Lusková, V., Halačka, K. (Eds.), Biodiverzita ichtyofauny ČR (IV). Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 151-154.
- Šimek, Z., 1959. Ryby našich vod. Orbis, Praha, 142 s.

- Švátora, M., Dušek, J., Moravec, P., Blahník, P., 2006. Ichtyofauna CHKO Jizerské hory. In: Lusk, S., Lusková, V. (Eds.), Biodiverzita ichtyofauny ČR (VI). Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 139-146.
- Švátora, M., Farský, K., 2004. Ichtyofauna CHKO Jizerské hory – současný stav a perspektivy. In: Neuhöferová, P. (Eds.), Obnova lesních ekosystémů Jizerských hor, Kostelec nad Černými Lesy, 23. listopadu 2004, pp. 147-154.
- TNV 75 2321, 2011. Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody. Hydroprojekt a.s., Praha, 27 s.
- Tortonese, E., 1949. A proposito di pesci migratori, i vari tipi di spostamento e la relativa terminologia. Boll. Zool. Ital. 16, 38. In: Baruš, V., Oliva, O. (Eds.), 1995a. Fauna ČR a SR: Mihulovci a ryby (1). Academia, Praha, 623 s.
- Tudorache, C., Viaene, P., Blust, R., Vereecken, H., De Boeck, G., 2008. A comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species. Ecol. Freshw. Fish. 17, 284-291.
- Vostradovský, J., 2005a. Rybí přechody (2). Rybářství 2, 51.
- Vostradovský, J., 2005b. Rybí přechody (7). Rybářství 7, 53.
- Vostradovský, J., 2005c. Rybí přechody (10). Rybářství 10, 55.
- Vostradovský, J., 2005d. Rybí přechody (9). Rybářství 9, 51.
- Vostradovský, J., 2005e. Rybí přechody (8). Rybářství 8, 49.
- Vostradovský, J., 2005f. Rybí přechody (3). Rybářství 3, 65.
- Vostradovský, J., 2006a. K technickým rybím přechodům. Rybářství 2, 48-49.
- Vostradovský, J., 2006b. Rybí přechody (17). Rybářství 5, 44-45.
- Vostradovský, J., 2006c. Rybí přechody (15). Rybářství 3, 58-59.
- Vostradovský, J., 2006d. Rybí přechody (16). Rybářství 4, 54-55.
- Vostradovský, J., 2006e. Rybí přechody (18). Rybářství 6, 46-47.

**Zdroje online:**

liberecky-kraj, 2013. [online]. [cit. 2012-08-26].

Dostupné na WWW: < <http://www.liberecky-kraj.cz/dr-cs/4721-reka-jizera.html>>.

mapy, 2013. [online]. [cit. 2013-02-06].

Dostupné na WWW: < <http://www.mapy.cz/#x=15.151929&y=50.583345&z=14>>.

opzp, 2013. [online]. [cit. 2013-02-05].

Dostupné na WWW: < <http://www.opzp.cz/sekce/526/0/474927/vd-turnov-vystavba-rybiho-prechodu/>>.

svh, 2013. [online]. [cit. 2013-02-05].

Dostupné na WWW: < [http://www.svh.cz/akce\\_svazu.php](http://www.svh.cz/akce_svazu.php)>.

## 8. Přílohy



Obr. 1 Vstup do rybího přechodu s proudnicí sahající do podjezí (Foto: autor).



Obr. 2 Trasa rybího přechodu překrytá pororošty s molem pro vodáky (Foto: autor).





Obr. 3 Výstup z rybího přechodu v nadjezí (Foto: autor).



Obr. 4 Odlov ryb elektrickým agregátem v proudnici pod rybím přechodem (Foto: P. Dvořák).





Obr. 5 Vstup do rybího přechodu vedle vakového jezu při nedodržování MZP (Foto: autor).



Obr. 6 Oblast podjezí při nedodržování MZP (Foto: autor).





Obr. 7 Hybrid pstruha obecného a sivena amerického tzv. „tygrovitá ryba“ (Foto: autor).

## 9. Abstrakt

### Ichtyofauna vybraných úseků v povodí Jizery

Fragmentace vodních toků příčnými stavbami má výrazný negativní vliv na původní rybí společenstva a další vodní organismy. Na zprůchodňování toků pomocí rybích přechodů se proto v posledních letech klade velký důraz.

V letech 2011 a 2012 bylo provedeno šetření na novém štěrbínovém rybím přechodu na řece Jizeře v Turnově. Cílem práce bylo posouzení technického provedení stavby rybího přechodu a jeho funkčnosti pro místní ichtyofaunu. Sledovány byly především hydraulické poměry v rybím přechodu (průtok vody, rychlost proudění, rozdíly hladin v jednotlivých komorách). Při technických kontrolách rybího přechodu byl proveden odlov ryb pomocí elektrického agregátu. Druhovú skladbu ryb byla zjišťována také v oblasti pod jezem. Pro odlov protiproudově migrujících ryb rybím přechodem byla použita odlovná vrš. U odlovených ryb byla stanovena jejich délka těla v mm a hmotnost v g. Následně byla vypočítána početní dominance, diverzita a ekvitabilita.

Celkem bylo odloveno 519 kusů ryb o hmotnosti 6,395 kg. V rybím přechodu byl potvrzen výskyt 10 rybích druhů, přičemž pod jezem byly zjištěny ještě další 3 druhy ryb a 1 druh mihule. Reprodukční migrace byly potvrzeny u pstruha obecného a střevle potoční. Plotice obecná, jelec proudní, okoun říční a jelec tloušť osídlili odpočívací komory v rybím přechodu trvale. Rybí přechod má několik závad. Zjištěny byly velké rozdíly hladin mezi komorami, značné rychlosti proudění vody, snížené pronikání světla do vody v rybím přechodu, nedostatečná atraktivnost vstupu rybího přechodu a také nedodržování minimálních zůstatkových průtoků. Rybí přechod se značně zanášel splaveninami a možnost čištění je omezená. Funkčnost či selektivnost rybího přechodu nebyla prokázána. V roce 2013 budou provedena další šetření.

**Klíčová slova:** Rybí přechod, migrace ryb, migrační bariéry, diverzita, řeka Jizera

## 10. Abstract

### Ichthyofauna of selected sections of the Jizera basin

Rivers fragmentation by migration barriers has a significant negative effect on native fish communities and other river organisms. That is the reason why there has been put a lot of emphasis on creating fish pass in rivers in recent years.

Between the years 2012 and 2013 there were carried out investigations on the new slit fish pass on the Jizera River in Turnov. The aim was to assess the technical realization of the construction of fish pass and functionality for local ichthyofauna. Primarily we have focused on hydraulic conditions in the fish pass (water flow, velocity, level differences in all chambers). During the fish pass technical inspection the fish was being caught by electric aggregate. The species composition of fish was also measured in the weir. Catching weir was used to catch the counter-migrating fish through the fish pass. The caught fish was taken its body length in mm and weight in grams and subsequently was calculated numerical dominance, diversity and evenness.

There were 519 pieces of fish caught weighing 6.395 kg in total. There was confirmed presence of 10 species of fish in the fish pass, while in the weir were found 3 more species of fish and 1 species of lamprey. Reproductive migration was confirmed for brown trout and minnow. Roach, dace, perch and chub have settled down in the resting chambers permanently. There have been found several defects in the fish pass. There have been found large differences between the levels of chambers, high flow rates, reduced light penetration of the water in the fish pass, lack of entry attractiveness of the fish pass and non-minimum residual flows. Fish passage is considerably clogged by suspended dirt and the cleaning possibility is limited. Functionality and selectivity of the fish passage has not been demonstrated. There will be further investigations carried out in 2013.

**Keywords:** Fish pass, fish migration, migration barriers, diversity, the Jizera River