

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

Růst pstruha obecného (*Salmo trutta*, L.) v CHRO řeky Blanice
Vodňanská a jejím přítoku – hodnocení na základě znovuodlovení
individuálně značených ryb

Autor: Jakub Balcar

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Turek, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Tomáš Randák, Ph.D.

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Růst pstruha obecného (*Salmo trutta*, L.) v CHRO řeky Blanice Vodňanská a jejím přítoku – hodnocení na základě znovuodlovení individuálně značených ryb“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Dále prohlašuji, že, v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním mé 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.

Dále souhlasím s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky vedoucího 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.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu práce Ing. Janu Turkovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc a připomínky v řešení tohoto pokusu. Dále děkuji Ing. Tomáši Randákovi, Ph.D. za cenné rady k této práci a pak i přátelům, kteří přispěli svou pomocí k hladkým průběhům odlovů.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub BALCAR**
Osobní číslo: **V11B003P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Růst pstruha obecného (*Salmo trutta*, L.) v CHRO řeky Blanice Vodňanská a jejím přítoku - hodnocení na základě znovuo-
dlovení individuálně značených ryb**
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

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

Cíl práce: Cílem práce je zjištění individuálního růstu populace pstruha obecného (*Salmo trutta*, L.) v Chráněné rybí oblasti (CHRO) řeky Blanice Vodňanská a jejího přítoku Prachatického (Živného) potoce v průběhu jedné vegetační sezóny.

V rámci bakalářské práce bude v jarním období (polovina dubna - polovina května) pomocí elektrických agregátů proloven vybraný úsek řeky Blanice Vodňanská a jejího přítoku Prachatického (Živného) potoka. V obou lokalitách se vyskytuje přirozeně se reprodukcující populace pstruha obecného. Zároveň je v obou úsecích vyloučen vliv vysazování uměle odchovaných ryb a sportovního rybolovu. Všichni odlovení pstruzi budou individuálně označeni za použití různých typů značení (PIT tag, VIA a VIE tag). U všech ryb bude provedeno individuální biometrické měření a následně budou vypuštěny zpět do úseků odlovení. Zároveň bude zaznamenán i počet a hmotnost ostatních druhů ryb přítomných ve sledovaných úsecích, aby mohla být charakterizována ichtyofauna obou úseků.

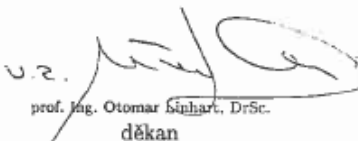
V podzimním období (říjen) budou oba úseky včetně navazujících částí toků (pod i nad) opět důkladně proloveny elektrickým agregátem. Všechny znovuo-
dlovené označené ryby budou identifikovány a podrobeny individuálnímu biometrickému měření. Zároveň bude v obou úsecích opět zaznamenána celková ichtyofauna (ostatní druhy ryb a neoznačení pstruzi obecní). Na základě získaných dat bude možno zjistit individuální růstové parametry pstruhů obecných, vyjádřené délkovým a hmotnostním přírůstkem, specifickou rychlostí růstu (SGR) a koeficientem vyživenosti. Zároveň bude možno posoudit změny celkové populace ve sledovaných úsecích.

Získaná data budou hodnocena statistickými metodami odpovídajícími jejich povaze. Při porovnávání dat bude s největší pravděpodobností využívána zejména analýza rozptylu.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 tabulek, grafů a fotografií
Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

Baruš, V., Oliva, O., et al., 1995. Mihulovci *Petromyzontes* a ryby *Osteichthyes* (1). Academia, Praha, 623 s.
Adámek, Z., Vostradovský, J., Dubský, K., Nováček, J., Hartvich, P., 1995. Rybářství ve volných vodách. Victoria Publishing, a.s., Praha, 205 s.
Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M. 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. VÚRH JU Vodňany, 142 s
Turek, J., Horký, P., Velíšek, J., Slavík, O., Hanák, R. and Randák, T., 2010. Recapture rate and growth of hatchery-reared brown trout (*Salmo trutta* v. *fario*, L.) in Blanice River and the effect of stocking on wild brown trout and grayling (*Thymallus thymallus*, L.). Journal of Applied Ichthyology 26 (6): 881-885.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Turek, Ph.D.
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Konzultant bakalářské práce: doc. Ing. Tomáš Randák, Ph.D.
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Datum zadání bakalářské práce: 7. prosince 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2014


prof. Ing. Otomar Šinhardt, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A UDRŽOVÁNÍ VOD
Zař. č. 1/2011
389 26 Vodňany (2)


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. února 2013

Obsah

1. Úvod.....	- 6 -
2. Literární přehled	
Biologie pstruha obecného (<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758)	- 7 -
2.1. Popis druhu.....	- 7 -
2.2. Zbarvení	- 8 -
2.3. Meristické znaky	- 8 -
2.4. Habitat	- 9 -
2.5. Ekologie	- 9 -
2.6. Potrava a konkurence	- 10 -
2.7. Věk	- 11 -
2.8. Rozmnožování.....	- 12 -
2.9. Růst	- 13 -
2.9.1. Faktory ovlivňující růst pstruha obecného	- 14 -
2.10. Význam	- 18 -
3. Materiál a metodika	- 23 -
3.1. Charakteristika toku	- 23 -
3.1.1. Živný (Prachatický) potok	- 23 -
3.1.1. Řeka Blanice.....	- 24 -
3.2. Odlov a značení jedinců	- 25 -
3.2.1. Živný (Prachatický) potok	- 25 -
3.2.2. Řeka Blanice.....	- 26 -
3.3. Zpracování dat.....	- 27 -
4. Výsledky	- 28 -
5. Diskuse.....	- 31 -
6. Závěr	- 34 -
7. Literární přehled	- 35 -
8. Seznam obrázků, tabulek grafů a příloh	- 42 -
9. Přílohy.....	- 43 -
10. Souhrn.....	- 46 -
11. Abstract.....	- 46 -

1. Úvod

Cílem této práce je zjištění a porovnání individuálního růstu populace pstruha obecného (*Salmo trutta*, L.) v Chráněné rybí oblasti (CHRO) řeky Blanice Vodňanská a jejím přítoku Prachatickém (Živném) potoce v průběhu jedné vegetační sezóny.

Pstruh je již dlouhou dobu velmi atraktivní rybou, zejména ve pstruhových revírech. Od středověku byl loven pro své chutné maso, dnes je především předmětem sportovního rybolovu. Populace pstruhů jsou rozšířeny po celé naší republice, ale i po celém světě, což dokazuje velkou ekologickou přizpůsobivost tohoto druhu. Trend lovu pstruhů u nás stoupal od druhé světové války a maxima dosáhl v devadesátých letech. V poslední době se však počet úlovků rapidně snížil. Jako důvody způsobující toho snížení bývá v literatuře označováno mnoho faktorů. Mezi ty nejdůležitější patří špatná úprava toků, zvýšené znečištění vod estrogenními látkami, vysoké počty rybožravých predátorů a v neposlední řadě i nevhodný rybářský management.

Pro zlepšení současného managementu obhospodařování je mimo jiné důležité znát co nejvíce údajů o růstu pstruha obecného v různých typech lokalit. Pstruh se vyznačuje vysokou variabilitou růstu v závislosti na podmínkách prostředí a potravě, ale významné rozdíly nalezneme i uvnitř populace.

Výsledky této práce poskytují aktuální informace o růstu pstruhů obecných v pstruhovém toku střední velikosti s neznečištěnou vodou a malém potoce v intravilánu, ovlivněném vyústěním drobných zdrojů znečištění. Tyto informace mohou být nápomocny např. při nastavování minimálních lovných délek pstruha obecného ve sportovních revírech podobného charakteru.

2. Literární přehled

Biologie pstruha obecného (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758)

2.1. Popis druhu

Pstruh obecný (*Salmo trutta*) patřící do rodu *Salmo* je označován za evropský sladkovodní druh pstruha (Crisp, 2000). Tento druh se vyskytuje v České republice ve dvou formách. První formou je pstruh obecný forma potoční (*Salmo trutta* morpha *fario* Linnaeus, 1758) a druhou je pstruh obecný forma jezerní (*Salmo trutta* morpha *lacustris* Linnaeus, 1758). Podle Baruše, Olivy a kol. (1995); Hanela (2001) a Luska a kol. (1992) se jedná o dvě ekologické formy téhož druhu, které jsou schopny reagovat na změnu životních podmínek, přičemž se liší zbarvením, velikostí a způsobem života.

Tělo pstruha obecného je výborně přizpůsobeno životu v podmínkách tekoucích vod. Podle Baruše, Olivy a kol. (1995) a Hanela (2001) má tělo typický vřetenovitý tvar, hřbetní ploutev je situována na středu. Svisle k její základně jsou umístěny břišní ploutve. Ocasní ploutev je homocerkního typu a její vykrojení nebo zaoblení je spojeno se stářím jedince. U mladších jedinců bývá vykrojená a u starších může být až vyklenutá. Mezi hřbetní a ocasní ploutví je tuková ploutvička. Jedná se pouze o kožní řasu, ale je považována za typický znak lososovitých (*Salmonidae*). Prsní, břišní a řitní ploutve jsou umístěny klasicky, mají zaokrouhlený tvar a jsou poměrně krátké (Dus a kol., 2010; Adámek, 2012; Pokorný a kol., 2004), Obr. 1.



Obr. 1 Pstruh obecný, odlovený na Živném potoce (Foto: autor)

Postavení úst je koncové, s široce rozeklanými čelistmi, které zasahují do oblasti očí. U samic sahají čelisti po oko, u samců zasahují až za oko a u starších jedinců se vytváří na spodní čelisti charakteristický hák, obzvláště výrazný v době tření (Baruš, Oliva a kol., 1995; Pokorný a kol., 1998).

2.2. Zbarvení

Zbarvení u pstruhů obecných vykazuje velkou proměnlivost. Baruš, Oliva a kol. (1995); Hanel (2001); Hanel a Lusk (2005) a Lusk a kol. (1992) se domnívají, že zbarvení je ovlivněno věkem, zdravotní kondicí ryb a pohlavní dospělostí. Zároveň udávají, že barva těla pstruha obecného odpovídá rozdílným podmínkám životního prostředí, jak dokládá i rozdílné zbarvení výše zmíněných forem.

Zbarvení potoční formy přechází od šedohnědé přes zlatohnědou až po modrozelenou. Obecně platí, že od dorzální k ventrální části se mění sytost barvy z tmavé až na šedobílou. Na bocích, po celé délce od ocasní ploutve až ke skřelovým kostem jsou přítomny černé a červené či rezavohnědé skvrny, které bývají světle lemované. Počet červených skvrn kolísá od 10 do 30 a z pravidla je jich více nad postranní čarou (Baruš, Oliva a kol., 1995; Hanel, 2001). Tyto skvrny mohou být rovněž na hřbetní a tukové ploutvi (Baruš, Oliva a kol., 1995), na ocasní ploutvi však chybí (Dungel a Řehák, 2011).

Mladí jedinci obou forem mohou mít tmavé pruhy, které probíhají příčně a bývají tvořeny velkými namodralými skvrnami (Baruš, Oliva a kol., 1995; Gerstmeier a Romig, 2003). Popsané základní zbarvení je ještě obohaceno o modrozelené nebo zlatavoměděné fluorescenční lesky (Hanel, 2001; Lusk a kol., 1992; Adámek, 2012).

Zbarvení jezerní formy není tak pestré. Základní je stříbrná nebo modrošedá barva, ve které jsou patrné tmavé až černé skvrny, podélného nebo hranatého tvaru. Břicho je stříbrobílé. Červené skvrny chybí, což je důležitý rozlišovací znak těchto dvou forem (Lusk a kol., 1992; Dus a kol., 2010; Pokorný a kol., 2004).

2.3. Meristické znaky

Ploutevní vzorec je D II – IV (V), 8 – 12, A II – IV, 7 – 10, P I, 8 – 14, V I – II, 7 – 10, podle Hanela (2001). Šupinový vzorec se skládá z 9 – 24 řad nad postranní čarou, ze 105 – 132 šupin v postranní čáře a 19 – 22 řad šupin pod ní (Dubský a kol., 2003). Počet pylorických přívěsků ve střevě uvádí Mišík (1959) v rozmezí 38 – 91.

2.4. Habitat

Pstruh je řazen mezi demerzální euryhalinní druhy, náročné na kvalitu vody (Hanel a Lusk, 2005). Je to charakteristický druh pro pstruhová pásma (Adámek a kol., 1995; Randák a kol., 2013). Vyskytuje se nejčastěji v nadmořských výškách od 150 do 1550 m. n. m. (Sedlár, 1989). Typický habitat pstruha obecného jsou tedy studené potoky, řeky a jezera s vysokým obsahem rozpuštěného kyslíku (Kottelat a Freyhof, 2007). Nejlépe mu vyhovují koncentrace kyslíku od 9 do 11 mg.l⁻¹. Teplota vody by ani v létě neměla dlouhodobě překročit 20 – 22 °C, optimální rozsah teplot je 10 – 15 °C (Pokorný a kol., 1998; Kottelat a Freyhof, 2007).

Toky typické pro potoční formu jsou proudné a mají pevné, nejčastěji kamenité nebo štěrkovité dno. Proudění vody je výlučně turbulentní s četnými proudovými stíny. Proudové stíny a hlubší části toku jsou důležité jako úkryty zejména v období zvýšení hladiny vodních toků (Lusk a kol., 1992; Randák a kol., 2013). Zajímavostí je, že byla prokázána vysoká tendence pohybu i v těchto obdobích, která je závislá na klimatických podmínkách a změně intenzity metabolismu ryb (Brown a kol., 2001). Toky typické pro pstruha obecného nalézáme v podmínkách ČR od 500 m. n. m. výše (Adámek a kol., 1995).

Vhodné životní podmínky nachází pstruh obecný i pod některými údolními nádržemi, kde poměry toku vytváří sekundární pstruhové pásmo, např. Ohře pod ÚN Nechanice nebo Dyje pod ÚN Vranov (Hanel, 2001).

2.5. Ekologie

Pstruh je původní druh na území ČR (Dubský a kol., 2003). Chování pstruhů je teritoriální, jejich okrsky vyplňují mozaikovitě celý tok a navazují na sebe. Jejich četnost závisí na úkrytové kapacitě a hydrologických poměrech toku. Se sníženým průtokem vody klesá i počet okrsků (Kouřil a kol., 2008). Velikost teritoria je omezena velikostí a dosahem zraku jedince. Tato teritoria si pstruzi aktivně hájí již od velikosti 5 cm. Mladší jedinci se zdržují spíše v mělké vodě, starší jedinci pak vyhledávají hlubší vodu. Nepreferují však otevřený vodní sloupec, ale ukrývají se u dna za kameny nebo kořeny, kde proudná voda tvoří proudový stín (Hanel a Lusk, 2005; Lusk a kol., 1992; 1989).

Mezi jednotlivými ročníky pstruha obecného může docházet k interakcím, neboť se okrsky starších a mladších jedinců často překrývají (Amstrong a kol., 2003). Denní

pohyby jedinců po toku v domácích okrcích pozoroval Ovidio a kol. (2000), v malých potocích s hloubkou od 18 do 111 cm se průměrná mobilita pohybovala okolo 60 m.

Hlavní aktivita pstruhů souvisí se sběrem náletové potravy, tedy ráno a večer. Přes den stojí na dně ve svém stanovišti (Hanel, 2001).

2.6. Potrava a konkurence

Za potravu slouží pstruhům především hmyz. V tekoucích vodách jsou to nejčastěji druhy řádu dvoukřídlých (*Diptera*), jejichž dospělci padají na hladinu a jsou pstruhy aktivně sbíráni, proto jsou označováni jako náletová potrava. Dále to jsou larvy pakomárů (*Chironomidae*), chrostíků (*Trichoptera*), jepic (*Ephemeroptera*) a pošvatek (*Plecoptera*). Při deštích a následném splachu to mohou být i máloštětinaci (*Oligochaeta*), podle Nenadála (1991). Významnou složkou potravy pro pstruhy z chladnějších a proudných vod jsou blešivci (*Gammaridae*). Jejich příjmem se podrobněji zabýval Gustafsson a kol. (2012). Zjistil, že v tocích s vytvořenými dřevěnými překážkami, které zmírní proud a zvýší tak jejich biodiverzitu, se příjem této potravy výrazně zvýšil.

Nenadál (1991) zjistil, že zastoupení bentické potravy závisí na charakteru toku. V hlubší vodě s úživnějším dnem převažuje bentická složka, naopak ve vodách prudce tekoucích a s pevným dnem výrazně převyšuje mimovodní složka potravy, tvořená různými druhy z řádu dvoukřídlých.

Součástí potravy větších pstruhů jsou menší rybky a jikry jiných ryb, často i jedinci vlastního druhu (Baruš, Oliva a kol., 1995; Adámek, 2012; Lusk a kol., 1992). U jezerní formy pstruha převažuje v potravě zooplankton (Lusk a kol., 1972).

Využití jednotlivých složek potravy a jejich upřednostnění závisí na velikosti a zbarvení kořisti, velikosti ryb a schopnosti vyhledávání (Johnsson a Kjällman-Eriksson, 2008).

Potravní konkurence s původními druhy ryb, jako je lipan podhorní (*Thymallus thymallus*) se ukázala nevýznamná (Degerman a kol., 2000). Stejně tak nevýznamná je i konkurence s vrankou pruhoploutvou (*Cottus poecilopus*) a až na některé druhy jepic se střevlí potoční (*Phoxinus phoxinus*). S parmou obecnou (*Barbus barbus*) si konkurují pouze v požívání bentických organismů (Straškraba a kol., 1966; Štědranský, 1957).

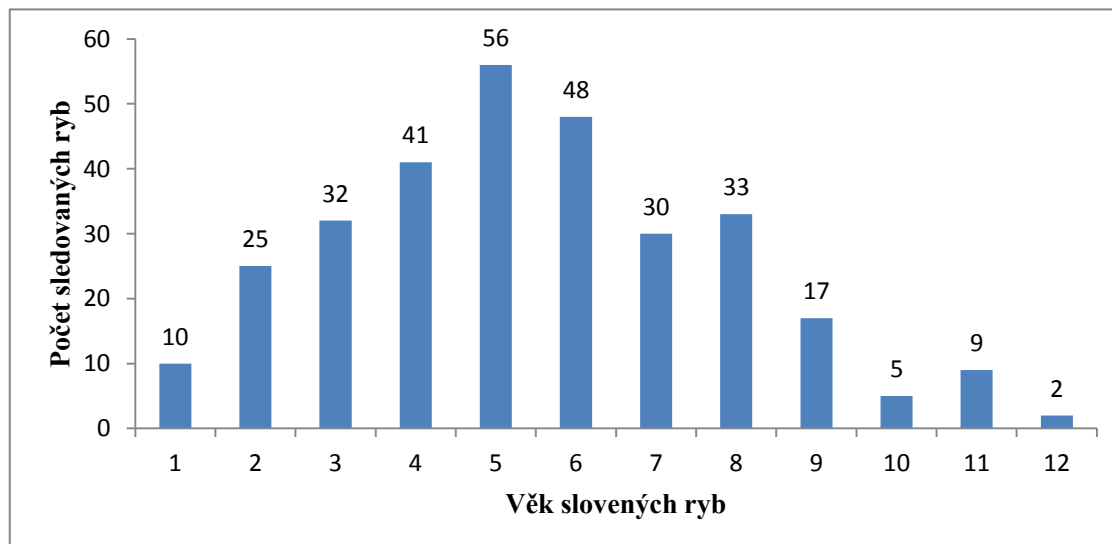
Významná by se mohla zdát potravní konkurence se pstruhem duhovým (*Oncorhynchus mykiss*), oba druhy mají totiž podobné spektrum potravy (Jenkins, 1969;

McLennan a MacMillan, 1984), přičemž pstruh duhový je dokonce v příjmu potravy agresivnější a aktivnější (Heaps, 1995). Avšak existence samoreprodukcí se populací pstruha duhového je v ČR sporadická. Výskyt pstruha duhového je podmíněn produkční akvakulturou, tedy vysazováním ryb, nejčastěji dosahujících již lovné míry. Většina takto vysazených ryb je velmi rychle odlovena sportovními rybáři, proto by tento druh neměl představovat hrozbu pro pstruha obecného z hlediska potravní konkurence (Lusk, 2008).

2.7. Věk

Z hlediska věku je pstruh obecný řazen mezi krátkověké druhy. Obvyklý věk je 3 – 5 let, výjimečně více (Hanel, 2001). V populaci se zastoupení jednotlivých věkových kategorií velmi liší. Například Lukin a Krylova (2009) zjistili ve studii na jezeře Onozero (Norsko) nejvyšší zastoupení jedinců ve věku 5+. Jejich početnost se stoupajícím stářím strmě klesala (Graf 1). Nejstarší zjištění jedinci byli staří 12 let.

Graf 1 Počet a věk sledovaných jedinců pstruha obecného z jezera Enozero, z let 1996–2005 podle Lukina a Krylove (2009).



Podobná jsou i data pocházející od různých autorů z ČR nebo Slovenska. Jedinci věkových kategorií 6+ nebo 7+ se vyskytují v populacích ve velmi malém procentuálním zastoupení a jedinci starší 10 let velmi vzácně, podle Baruše, Olivy a kol. (1995).

Ve studii Nenadála (1991) o růstu pstruha v CHKO Žďárské vrchy dosáhl nejstarší měřený jedinec věku 9 let (Tab. 1). Nejvíce zde byly v populaci zastoupeny ryby tříleté.

Podle Hanela (2001) se v jedné studánce v obci Stříbrné (Kraslicko) dožil jedinec i 49 let, jedná se však o maximální zjištěný věk pstruha. Další takovouto kuriozitou byl pstruh vysazený v malém rybníku na jihovýchodě Norska. Tento jedinec byl vysazen v roce 1979 a chycen teprve v roce 2011. Na rybě byly patrné znaky stáří. Jedinec byl 33 let starý, což bylo kontrolováno i podle otolitů (statolitů). Zajímavostí je, že jedinec byl i v tomto věku plodný (Kraabøl a kol., 2013).

Pohlavní dospělost ryb uvádí Miller (2004) u mlíčáků ve věku tří let a u jikernaček ve věku čtyř let. Tříleté ryby se již běžně zařazují do chovu, čehož se využívá při zakládání generačních hejn (Randák a kol., 2009).

Tab. 1 Věk a délka jedince sledovaného po 9 let v podmínkách Cikhájského potoka v CHKO Žďárské vrchy podle Nenadála (1991).

Věk (roky)	1	2	3	4	5	6	9
Délka jedince (mm)	98	130	183	225	255	301	465

2.8. Rozmnožování

Dle způsobu výtěru se pstruh obecný řadí mezi litofilní druhy (Sedlár, 1989). Tření probíhá v podzimních měsících (říjen – listopad). Dobu výtěru významně ovlivňuje teplota vody a světelné podmínky dne. Ryby podnikají třecí migrace do vyšších, proudných úseků toku. Tyto migrace mohou být poměrně krátké, ale i několik kilometrů dlouhé (Pokorný, 1998). DePhilip (2001) pozoroval délku třecí migrace od 100 do 9200 m. Migrace probíhá zpravidla ve dvou vlnách. V první podle Holčíka a Mihálíka (1971) převažují mlíčáci a ve druhé jikernačky.

Při migraci na trdliště je pstruh schopen překonávat rychlost proudu $4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a skokem překážky vysoké až 1,5 m. Samice v místě trdliště vytlouká až 50 cm velkou třecí jamku, do které klade jikry. Při pohlavním aktu spolu s mlíčákem víří okolní štěrk a jikry tak zahrabávají (Baruš, Oliva a kol., 1995; Hanel, 2001; Hanel a Lusk, 2005).

Podle Pokorného (1998) je relativní plodnost jikernaček 2 500 až 3 000 kusů jiker na 1 kg hmotnosti. Jejich velikost se pohybuje od 4,5 – 5 mm, lepkavost je malá a zárodky se líhnou po 500 – 530 d°.

Podle Adámka (2012) se většina ryb po výtěru vrací zpět na své teritorium. Carlsson a kol. (2004) zmiňuje, že pstruzi jsou schopni migrovat po celý rok, zvláště pak v létě. Důvodem může být rozdílná dostupnost potravy nebo změna kvality vody.

2.9. Růst

Růst pstruhů je ovlivněn mnoha biotickými i abiotickými faktory. Rychlost růstu přímo koreluje s vhodností podmínek prostředí. V drsnějších vysokohorských podmínkách se setkáme s nižší růstovou rychlostí a nižší maximální velikostí ryb, obvykle do 25 cm. Naopak v podmínkách údolních nádrží rostou jedinci rychleji a dosahují větších velikostí, až 50 cm podle Sedlára (1989). Růst pstruhů obecných v různých lokalitách shrnuje Tab. 2.

Tab. 2 Délka těla (mm) pstruhů obecných do věku 5 let v různých lokalitách. Data pocházejí od různých autorů (cit. Baruš, Oliva a kol. 1995), délka byla získána přepočtem Smittovy délky za použití indexu 1,14 podle Franka (1962).

Vodní biotop ČR a SR	Věk (roky)				
	1	2	3	4	5
Popradské pleso	63	97	122	143	167
Lušová	77	115	142	166	185
Morávka	79	126	159	178	196
Čierny Váh	69	119	170	198	218
Vrúca	79	128	156	202	218
Rokytenka	59	111	152	184	219
Loučka	91	153	177	195	223
Divoká Orlice	60	119	160	196	231
Svratka na ÚN Víř	78	122	156	197	236
Jelešná	96	151	198	231	246
Jarovinka	65	111	184	215	254
Povodí Hronu	72	124	173	215	273
Povodí horní Nitry	63	118	179	228	281
Nitrica pod Rudnom	78	144	184	222	281
Moravice	89	149	203	248	287
Sázava	78	133	180	238	301
Svratka pod ÚN Víř	83	129	178	238	301
ÚN Klíčava	109	184	318	407	451
ÚN Dobšiná	83	167	247	328	491
ÚN Orava	119	213	331	435	500

Tabulka je sestavena z jedinců do věku pěti let z různých vodních biotopů na území ČR a SR. Pětiletí jedinci pocházející z malých vodních toků dosahují mnohem menších velikostí než jedinci z údolních nádrží.

Potvrzuje to i zjištění Jůzy a Nováka (2003) vycházejících z řady let pozorování růstu ryb na řekách, potocích a přehradních nádržích. I z jejich dat vyplývá, že nejpomaleji rostou jedinci v řekách, lepší průměrný růst je pak v potocích, který je srovnatelný s přehradními nádržemi.

Podle Bagliniera a Maisse (1990) jsou v růstu pstruhů velké rozdíly zejména ve věku od 0+ do 1+, kdy je růst nejrychlejší a může být výrazně ovlivněn hustotou populace a teplotou vody. Také Elliott (1990) zmiňuje tyto rozdíly zejména v tomto věku. U starších jedinců se tento fakt neprokázal. Nejpravděpodobněji je to způsobeno stagnací růstu po dosažení pohlavní dospělosti (Jonsson a Jonsson, 1993). Jenkins a kol. (1999) také poukázal na negativní vliv početnosti populace na růst malých pstruhů. Velcí pstruzi byli ovlivněni o mnoho méně oproti těm menším, což znamenalo, že jsou v konkurenční výhodě.

Snížení růstu po dosažení pohlavní dospělosti také potvrdil Závorka a kol. (2013). Sledování pstruzi pocházeli z horního toku Otavy v Národním parku Šumava. Studovaná populace nebyla ovlivněna umělým vysazováním. Vzhledem k nízké úživnosti toku vykazovali sledování jedinci nižší růst než na jiných lokalitách. Individuální tempo růstu zde bylo přímo závislé na věku ryby. Sledovaný věk se pohyboval nejvýše do 7 let. Juvenilní jedinci do věku 2 let měli velmi vysoké tempo růstu a u adultních pak byla pozorována snížená růstová rychlost.

2.9.1. Faktory ovlivňující růst pstruha obecného

Elliott (1994), Crisp (1993) a Jenkins a kol. (1999) se shodují, že důvodem, proč někteří pstruzi rostou rychleji, je rozdílná adaptace na světelné podmínky a teplotu vody a dále různá variabilita kořisti a její dostupnost (Logez a Point, 2011). Gustafsson (2008) se domnívá, že světelná intenzita nemá na růst žádný vliv.

Negativní vztah mezi rychlostí růstu a teplotou vody pozoroval Jensen a kol. (2000) v norských řekách. Jeho studie se zabývala růstem juvenilních jedinců v řekách s různou teplotou vody. Sledoval roční růst jedinců a ten porovnával s předpokládaným růstem, pro který měl sestavený laboratorní model. Zjistil, že v řekách, které leží nejseverněji od 65 °N, byl pozorovaný roční růst velmi vysoký. Jedna z řek byla

položena jižně od 61 °N, ale byla napájena vodou z ledovce, takže teplota vody zde byla podobná. Průměrná celoroční teplota těchto řek nepřesahovala 5 °C. Naproti tomu v řekách s vyšší teplotou vody, od 5 °C výš, byl pozorován roční růst nižší. Z uvedených dat vyplývá, že ve své studii poněkud podcenil laboratorní model růstu pro řeky s nižší teplotou (Tab. 3).

Tab. 3 Jedinci kategorie 1+ ze sledovaných řek podle Jensena a kol. (2000). Předpokládaná hmotnost byla sestavena na základě růstových modelů pro dané teplotní režimy jednotlivých řek podle Elliotta a kol. (1995). Žlutě jsou zvýrazněny řeky, kde roční průměrná teplota nepřesahuje 4,5 °C a růst jedinců zde byl vyšší, než předpokládal laboratorní model.

Řeka	W_0	Průměrná hmotnost o rok později (g)		Průměrná rychlost růstu za rok $G_{WA} = \ln W_t - \ln W_0$	
	Počáteční průměrná hmotnost (g)	Zjištěná W_t	Předpokládaná	Zjištěná	Předpokládaná
1	3,09	8,12	8,46	0,95	1,00
2	5,73	12,51	15,00	0,81	0,99
3	2,9	8,36	6,62	1,06	0,82
4	7,17	20,01	28,45	1,03	1,38
5	5,28	12,09	12,22	0,83	0,83
6	10,45	24,42	33,96	0,84	1,19
7	6,05	16,47	18,64	1,00	1,12
8	7,72	18,44	27,65	0,87	1,28
9	3,67	10,94	12,30	1,09	1,18
10	4,80	16,26	13,80	1,23	1,08
11	5,02	16,60	13,86	1,22	1,04
12	1,96	6,27	5,31	1,17	1,00
13	2,70	7,45	5,76	1,01	0,76
14	6,65	21,70	18,65	1,19	1,03
15	2,58	6,31	8,03	0,89	1,13
16	1,38	4,15	4,43	1,10	1,18
17	3,08	8,75	9,51	1,04	1,13
18	3,36	7,45	7,26	0,80	0,70

To ale nemění nic na tom, že velké rozdíly v růstu pstruhů v Evropě mohou být způsobeny environmentální variabilitou prostředí. Ve výhodě mohou být ti jedinci, kteří se již dostatečně geneticky adaptovali na prostředí. To také potvrzují Cunjak a Power

(1987); Forseth a kol. (1992); Heggenes a kol. (1993), kteří pozorovali příjem potravy i kolem teploty 0 °C. Takový to příjem potravy však nemusí nutně znamenat zvýšení tělesné hmotnosti, protože veškerá energie získaná v nízkém rozsahu teplot jde na zachování základních životních funkcí.

Koskela a kol. (1997) sledoval příjem potravy a růst jedinců 1+ v teplotním rozmezí od 2 do 6 °C. Zjistil, že se zvyšující teplotou se zvyšuje ukládání lipidů v těle a SGR (specifická rychlost růstu) se zvýšila z 0,19 %·den⁻¹ při 2 °C na 0,48 %·den⁻¹ při 6 °C.

Horní hranici teplot pro příjem potravy kolem 24 °C pozorovali Elliott (1975) a Jensen a Berg (1993).

Někteří jedinci mohou vykazovat rozdílnou rychlost růstu i ve shodných, kontrolovaných podmínkách. Adriaenssens (2010) pozoroval poměrně vysokou variabilitu růstu. V pokusu, který byl zaměřen na prokázání genetického vlivu na chování ryb, byla rozlišována i mateřská a otcovská dědičnost. Byly zde prokázány geneticky podmíněné rozdíly nejen v dosažené velikosti, ale i v agresivitě a potravní aktivitě.

Negativní korelaci mezi populační hustotou a růstem ryb dokázal Bohlin a kol. (2002) ve Švédsku, na řekách Norum a Jörlanda. Zkoumal zde ovlivnění růstu populační hustotou a původem ryb. Pro povodí těchto řek jsou typické listnaté lesy, tvořené olšemi, v dolních částech povodí převažuje orná půda a pastviny. Pro obě řeky je charakteristický nevyrovnaný průtok v průběhu roku s nejvyšším stavem vody v zimě a naopak nejnižším v létě. Pstruzi se zde obvykle zdržují do věku dvou let, než migrují do moře. Průměrná hustota byla 1,3 ks·m⁻². Pro studii byly vybrány tři skupiny ryb. První skupinou byli vysazení pstruzi původem z umělého výtěru. Dále byli odloveni a označeni divocí rezidentní pstruzi a vysazení divocí pstruzi z jiných oblastí. V závěru studie byl prokázán negativní vliv hustoty populace na růst ryb. Původ ryb jejich růst nijak výrazně neovlivňoval, nicméně byla připuštěna jistá míra ovlivnění divokých populací vysazením uměle odchovaných ryb.

Jistou stagnaci růstu vysazených pstruhů však prokázal Baer a Brinker (2008). Jejich pokus na řece Angren v Jižním Německu spočíval v sledování růstu vysazených aklimatizovaných pstruhů po dobu 2 let. Vysazení jedinci byli před vysazením 5 dní aklimatizováni v klecích. Mortalita po vysazení byla téměř nulová a růst po 50 dnech stagnoval nebo byla dokonce zjištěna negativní SGR. Výrazné zlepšení nastalo až po 90 dnech. To bylo patrně způsobeno přechodem z umělé potravy na živou, kdy se vysazené

ryby musely na živou potravu adaptovat. Význam aklimatizace na snížení úmrtnosti a lepší růst jedinců po vysazení také prokázal Jonsson a kol. (1999).

Vliv hustoty populace na růst juvenilních jedinců pstruhů je hodnocena Crispem (2000) až jako vedlejší faktor. Mezi primární řadí dostatek potravy a teplotu vody.

Swift (1961) a Vehanen a kol. (2010) poukázali na sezónnost v růstu. Růst jednoletých jedinců se v průběhu roku měnil. Ve vztahu k ročnímu období byl pozorován vysoký růst na jaře a také na podzim, zatímco během zimy a v polovině léta byl růst velmi nízký a SGR byla místy dokonce negativní.

Zprvu byl jako faktor tohoto jevu označen vnitřní endogenní rytmus jedinců (Brown, 1946). Pravděpodobnější však je, že se jedná o reakci na změnu podmínek životního prostředí během roku. Nejvíce se mění teplota vody, délka fotoperiody a koncentrace látek ve vodním prostředí.

Ve studii Swifta (1961) byl vliv koncentrace látek vyloučen hned na počátku pokusu. Pokus byl přesunut do konstantních podmínek, kde byla sledována zejména teplota a fotoperioda. Vliv fotoperiody na rychlost růstu nebyl prokázán, vliv teploty vody však ano. Ze sledovaných tří teplot 8 °C, 12 °C a 16 °C, pstruzi nejlépe rostli v prostřední hodnotě. Snížení růstu při teplotě nad 12 °C bylo způsobeno nedostatečnou funkcí žaberního epitelu. Teplota vody tak byla označena za hlavní faktor způsobující sezónnost růstu.

Stejně tak Elliott (1975a, 1976) pozoroval nejvyšší růst a pozitivní energetickou bilanci při rozsahu teplot 12 – 13 °C. Nad 13 °C už docházelo k hladovění ryb při krmení v malých dávkách (Elliott, 1975b).

Vliv na růst pstruha obecného může mít také mezidruhová konkurence. Podle Nenadála (1991), který pozoroval růst a složení potravy pstruhů obecných a pstruhů duhových na Mlýnském potoce a řece Sázavě, si zde tyto druhy významně potravně konkurovaly. Porovnání průměrných hodnot růstu obou druhů je uveden v Tab. 4, 5 a 6. Pstruzi byli pozorováni ve dvou sekcích. První byl úsek toku, který protékal lesem a druhý přirozeně meandroval nivou luk s četnými tůňmi. Výskyt pstruha duhového byl omezen pouze na druhou sekci.

Tab. 4 Věk a velikost pstruha obecného (*Salmo trutta m. fario*) podle Nenadála (1991) na Mlýnském potoce, I. sekce.

Věk (roky)	2	3	4	5
Procentuální zastoupení jedinců (%)	17,4	60,8	17,4	4,4
Průměrná délka (mm)	126	178	232	258
Průměrná hmotnost (g)	38	96	189	241

Tab. 5 Věk a velikost pstruha obecného (*Salmo trutta m. fario*) podle Nenadála (1991) na Mlýnském potoce, II. sekce.

Věk (roky)	2	3	4	5
Procentuální zastoupení jedinců (%)	9,7	72,6	14,5	3,2
Průměrná délka (mm)	168	220	252	282
Průměrná hmotnost (g)	63	128	192	309

Tab. 6 Věk a velikost pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) podle Nenadála (1991) Mlýnském potoce II. sekce.

Věk (roky)	2	3	4
Procentuální zastoupení jedinců (%)	53,3	37,8	8,9
Průměrná délka (mm)	162	201	255
Průměrná hmotnost (g)	72	112	224

Další faktor zmiňuje Merron (1982), který ve své studii zjistil, že eutrofizace má za následek zvýšení úživnosti toku a následný rychlejší růst jedinců. V oblasti byl pozorován významný pokles růstu jedinců v řekách, do kterých byl ukončen přívod splaškových vod.

V případě oligotrofních jezer zjistil Colby a kol. (1972), že při zvyšující se trofii došlo ke zvýšení růstu v populacích lososovitých ryb, po delší době se ale růst zastavil a společenstva lososovitých ryb byla nahrazena jinými.

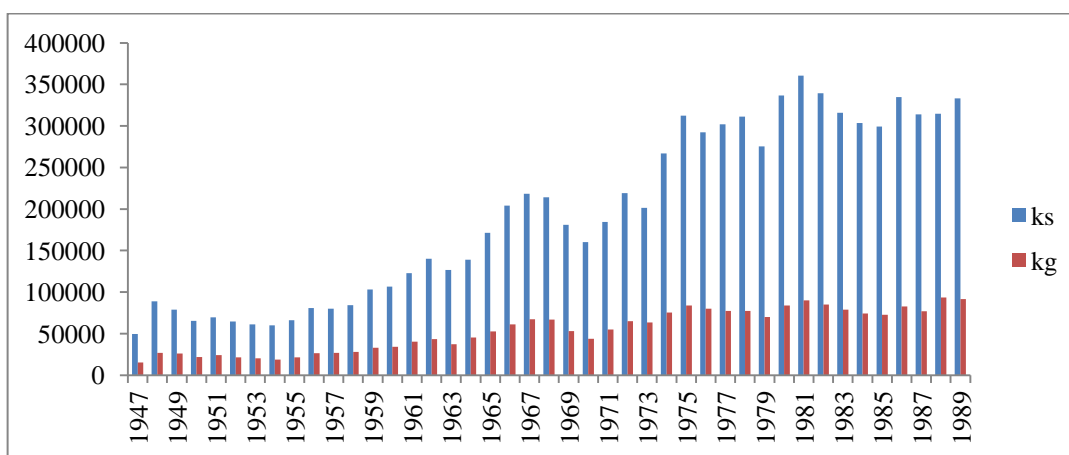
2.10. Význam

Kouřil a kol. (2008) uvádí, že pstruh obecný je hospodářsky a rybářsky velmi ceněný druh ryby. Je dominantním druhem v pstruhových revírech. Jeho početné populace v těchto revírech byly udržovány díky dokonalému zvládnutí umělého výtěru,

odchovu a vysazování násad. Tomu nasvědčuje i výše úlovků lovených na udici ve vodách bývalého Československa, která byla nejvyšší roku 1981, kdy úlovek činil 572 971 kusů o celkové hmotnosti 153,61 tun (Baruš, Oliva a kol., 1995). Ve vodách ČR to už bylo o trochu méně, ale rok 1981 je na počet úlovků stále nejvyšší (Graf 2).

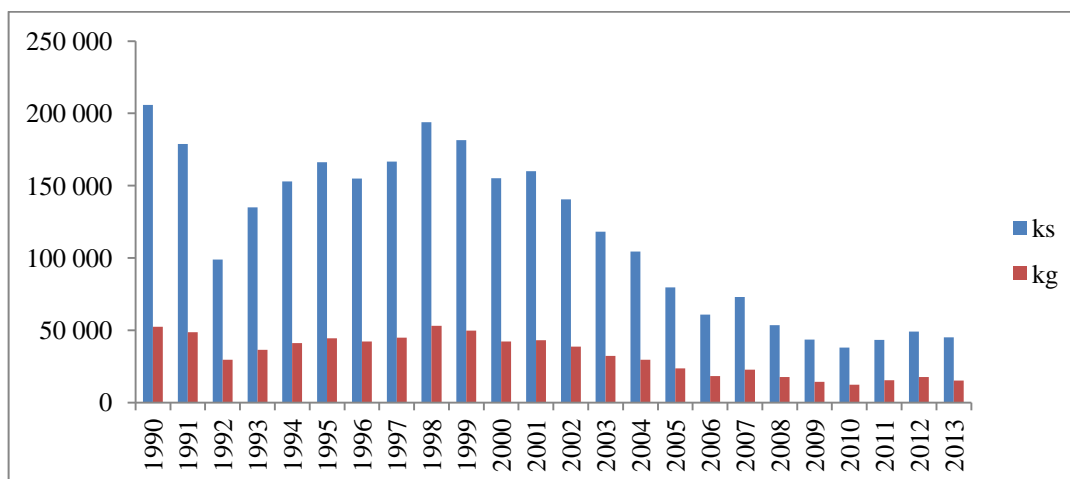
Naopak (Merten, 2002) poukazuje na výrazný pokles úlovků. V roce 2000 to bylo už jen 55 tun. Podle dalších statistik úlovků zveřejněných Českým rybářským svazem lze pozorovat výrazný pokles úlovků pstruha na udici zejména po roce 1998 (Graf 3).

Graf 2 Úlovky pstruha obecného v ČR v letech 1947 – 1989 (Hanel, 2001).



Pokles úlovků je způsoben řadou faktorů. Mezi významné se řadí znečištění vod. Podle Kolářové a kol. (2005) jsou nebezpečné především antropogenní zdroje znečištění. V odpadních vodách jsou přítomny xenoestrogenní látky, které zvyšují produkci vitellogeninu u samců, což může vest k narušení reprodukce ryb ve volných vodách.

Graf. 3 Pokles úlovků Pstruha obecného v ČR v letech 1991 – 2012, (www.rybsvaz.cz).



Podle Kouřila a kol. (2008), Randáka a kol. (2013) a Turka (2010) může být za pokles stavů pstruha obecného a lososovitých ryb obecně spoluodpovědná špatná hydrologie a morfologie toků, zejména velké kolísání maximálních a minimálních průtoků a snížená úkrytová kapacita, způsobená úpravami koryt.

Samostatnou kapitolou jsou rybožraví predátoři. Mezi nejčastější z třídy savců (*Mammalia*), se kterými se na území ČR můžeme setkat, patří vydra říční (*Lutra lutra*), norek americký (*Mustela vison*). Z ptáků (*Aves*) se na snížení populace ryb může podílet racek chechtavý (*Chroicocephalus rudibundus*), ledňáček říční (*Alcedo atthis*), čáp černý (*Ciconia nigra*).

Mnohem větším rizikem jsou pro ryby predátoři, jejichž počty se v poledních desetiletích výrazně zvýšily, i v důsledku nepřiměřené ochrany. Mezi ně patří volavka popelavá (*Ardea cinerea*) nebo bílá (*Ardea alba*) a v poslední době z ochrany již vyřazený, ale často zmiňovaný a medializovaný kormorán velký (*Phalacrocorax carbo sinensis*). Jeho počty vrostly v relativně krátkém čase a mohou být limitující pro hospodaření zejména na pstruhových tocích. Zvláště pak pro ryby jako je lipan podhorní, který se neukrývá a je tak pro tyto predátory dobře lovitelný (Randák a kol., 2013; Kouřil a kol., 2008; Kortan a Adámek, 2010).

Podporu oslabených populací pstruha obecného lze zajistit jednak úpravou pravidel sportovního rybolovu, dále omezením rybářského tlaku a také vysazováním uměle odchovaných násad. Primárně by však měla být podporována přirozená reprodukce volně žijících ryb (Randák a kol., 2009, 2013; Adámek a kol., 1995).

Vysazování násad je podmíněno dokonalým zvládnutím umělého výtěru, pro který je důležitý dostatek kvalitních generačních ryb, nejlépe lokálního původu. Vhodnou

technologii umělého výtěru by nemělo docházet ke snižování genetické variability. Proto je vhodné vytvářet lokální hejna remontních a generačních ryb (zejména samic), chovaných v kontrolovaných podmínkách již od stádia ročních jedinců. V případě odlovu generačních ryb z volných vod pak nesmí dojít k ohrožení přirozené reprodukce volně žijících populací a použité generační ryby je třeba vracet zpět do toku (Randák a Žlábek, 2004; Randák a kol. 2013).

Mezi kvalitou jiker generačních ryb původem z umělých chovů a z divokých populací nebyly prokázány žádné rozdíly. Vzájemná korelace mezi délkou a hmotností ryb vzhledem k reprodukčním vlastnostem (relativní plodnost) byla u obou skupin podobná (Randák a kol., 2006).

Při samotném vysazování násad vykazují nejlepší schopnost adaptace ryby, které byly odchovány na přirozené potravě (odchovné potoky), v porovnání s jedinci z umělých odchovů krměných pouze granulami (Turek a kol., 2012). Vyšší mortalitu uměle odchovaných jedinců prokázal také Berg a Jorgensen (1991). Podle Adriaenssens (2011) je to mimo jiné podmíněno nižšími zkušenostmi s predátory u uměle odchovaných jedinců.

V případě pstruha obecného je vysazování prováděno nejčastěji vysazováním plůdku do odchovných potoků (kapilár) na dobu 1 – 2 let. Jedná o plůdek váčkový nebo odkrmený (5 – 6 týdnů). Plůdek by měl pocházet z umělých výtěrů na regionálních líhních. Zarybňování dovezeným plůdkem ze zahraničí se v praxi neosvědčilo. Po slovení kapilár pomocí elektrického agregátu jsou ryby ve věku 1 nebo 2 roků vysazeny do rybářských revírů. Alternativou může být vysazení plůdku (nejčastěji rozkrmeného) přímo do rybářských revírů.

Uměle odchované ryby je účelné vysazovat až ve velikostech dosahujících lovné míry. Tyto ryby jsou předurčeny k odlovu sportovními rybáři. Optimální doba pro vysazování je v jarních měsících, kdy je dostatek přirozené potravy. Ryby je nutné adaptovat na teplotní rozdíly daného toku a vysazovat je po celé délce toku, nejvhodnější jsou místa skýtající dostatek úkrytových možností (Randák a kol., 2013; Kouřil a kol., 2008).

Zajímavostí je, že koncem předminulého století, byl pstruh pro svou atraktivitu rozšířen i do podstatně teplejších zeměpisných šířek celého světa. Příkladem může být Jižní Austrálie, Jižní Afrika, Argentina nebo Nový Zéland (Spurný, 2000).

Rozšířením pstruha v celosvětovém měřítku není úplně všude pozitivní záležitostí. Narazil na to například Howard (2007), který se podrobněji zabýval potravním

chováním a predací pstruhů ve vztahu k rybám rodu *Galaxias* na Novém Zélandu. Studie probíhala v horní části povodí řeky Waimakariri a prokázala vliv introdukovaných pstruhů na původní druhy ryb. Rovněž poukázala na schopnost kořisti (ryby z rodu *Galaxias*) učit se, na základě předchozích zkušeností s predátorem.

Maso pstruha obecného je velice chutné, kvalitní a obsahuje nízké množství tuku, od 0,7 do 2,1 %. Svalovina má nejčastěji bílou až světle nažloutlou barvu, v závislosti na potravě se však může měnit až na narůžovělou nebo oranžovou, což bylo prokázáno při zvýšeném příjmu blešivců, čeled' *Gammaridae* (Hanel, 2001). Czeczuga (1979) zjistila, že maso pstruhů z volných vod je mnohem bohatší na karotenoidy (provitamíny vitamínu A), než maso pstruhů z umělých chovů. Patrně je to způsobeno širší variabilitou přijímané potravy v přírodě.

3. Materiál a metodika

3.1. Charakteristika toku

3.1.1. Živný (Prachatický) potok

Sledování růstu značených jedinců probíhalo ve vegetačním období od 25. 4. do 23. 10. 2013 v Živném (Prachatickém) potoce v Prachaticích.

Živný potok je pravostranným přítokem řeky Blanice, spadající do povodí Otavy. Rozloha jeho povodí je 45,1 km². Potok pramení v lukách nad obcí Lučenice v nadmořské výšce 755 m. n. m. Potok posilují dva přítoky, zleva je to Fefrovský potok a zprava potok Žernovický. Celková délka toku činí 11,4 km a končí v 465 m. n. m. ústím do Blanice u Těšovic (Obr. 2). Průměrný roční průtok je zde 0,29 m.s⁻¹. V průběhu experimentu docházelo ke značnému kolísání průtoků. Začátkem června byl potok postižen velkou povodní, v průběhu léta pak byly průtoky minimální z důvodu dlouhodobého nedostatku srážek. Z hlediska kvality vody nad městem je potok řazen do I. Jakostní třídy. Nad sledovaným úsekem vyúsťuje do toku několik drobných zdrojů znečištění, zejména komunálního charakteru. Pod sledovaným úsekem ústí čistírna odpadních vod, pod níž je voda v toku řazena do II. stupně jakosti se zvýšenou úživností toku.

Sledovaný úsek pro studii byl vymezen jízdem pod mostem v ulici Nádražní v obci Prachatice a dále po proudu až po mělký úsek potoka pod železničním přejezdem v ulici Mlýnská. Celková délka zkoumaného úseku tvořila cca 200 m (Obr. 2.).



Obr. 2 Sledovaný úsek a detail úseku Živného potoka, 1:95000 a 1:6000 (www.mapy.cz).

Charakter toku je od vrchu přirozeně meandrovitý, dno je především štěrkovité s četnými zátočinami, ve kterých se nacházejí zejména písčité naplaveniny. Výška vodního sloupce je značně proměnlivá s výskytem tůní s hloubkou přes 1 metr i mělkých peřejnatých úseků. Proudění je zde výhradně turbulentní. Břehové partie jsou na většině délky úseku přírodní s četnými kořeny stromů, poskytujícími rybám velké množství úkrytů.

3.1.1. Řeka Blanice

Řeka Blanice Vodňanská, pramenící na severním svahu Lysé ve vojenském prostoru Boletice. Má délku 93 km a plochu povodí 860 km². Úsek navržený pro sledování růstu pstruha obecného se nacházel v chráněné rybí oblasti (CHRO - bez možnosti sportovního rybolovu) pod údolní nádrží Husinec mezi obcemi Těšovice a Strunkovice (Obr. 3). Tok zde má charakter pstruhového až lipanového pásma s šířkou 5 – 10 metrů. Hloubka toku je proměnlivá, střídají se hlubší tůně s mělkými proudy a peřejemi. Průměrný průtok činí 3,5 m³.s⁻¹ a teplota vody ani v letním období nepřesahuje 20 °C. Dno je většinou štěrkovité až písčité, místy s většími kameny. Břehy jsou porostlé stromy, jejichž kořeny tvoří mnohé úkryty pro ryby. Dominantním druhem je zde pstruh obecný, poměrně hojný je i lipan podhorní (*Thymallus thymallus*). Dalšími druhy ryb, které se zde vyskytují v menších počtech, jsou mřenka mramorovaná, vranka obecná, hrouzek obecný a plotice obecná.



Obr. 3 Sledovaný úsek a detail úseku Blanice, 1:95000 a 1:6000 (www.mapy.cz).

Z hlediska čistoty vody a saturace živinami lze Blanici považovat za velmi čistou a málo úživnou. Významnější vnos živin představuje obec Husinec (vybavená ČOV), která se nachází cca 5 km proti proudu od CHRO a lze předpokládat, že znečištění tímto zdrojem je mineralizováno a odbouráno v řece ještě před dosažením CHRO.

Vzhledem k vysokým průtokům v průběhu celého jarního období nebylo možno efektivně prolovit vytipovaný úsek řeky. V době, kdy průtok v řece umožnil lovení pomocí agregátu, označení ryb nebylo možné z hlediska nestejně doby sledování růstu ryb. Proto byly pro porovnání použity výsledky studie provedené v roce 2007. Tehdy sledovaný úsek se nacházel v oblasti navrhované i pro současný experiment. Podmínky v toku se od roku 2007 výrazně nezměnily ani z hlediska saturace živinami, ani z hlediska morfologie toku (úkrytové/odchovné kapacity). Proto lze výsledky (růst pstruha obecného) tohoto experimentu považovat za relevantní i pro tuto práci.

3.2. Odlov a značení jedinců

3.2.1. Živný (Prachatický) potok

Na jaře (25. 4. 2013), byl úsek o délce cca 200 m a ploše 500 m² důkladně proloven elektrickým agregátem. Odlovení pstruzi obecní byli přechováváni v haltýři. K experimentu byli použiti všichni odlovení jedinci pstruha obecného. Jednalo se o ryby ve věku 1 – 4 roky. Manipulace s rybami pak byla prováděna v plastových vaničkách. Před aplikací značky (transpondéru) bylo u všech ryb provedeno biometrické měření. Zjišťována byla celková délka (CD), tj. délka ryby od rypce po konec ocasní ploutve, délka těla (DT), tj. délka od rypce po konec ošupení ocasního násadce a individuální hmotnost. Délky byly zaznamenávány v milimetrech, hmotnost v gramech s přesností na 0,1 g. Před manipulací byly ryby anestetovány 2-phenoxyethanolem (0,3 ml.^{l-1}).

Po změření a zvážení byly ryby individuálně označeny systémem PIT tag (RFID). Tento systém spočívá v injekčním vpravení paměťového čipu (transpondéru) s miniaturní cívkou a kondenzátorem zapouzdřeným biokompatibilním sklem do válečku o průměru 2 mm a délce 11 mm do hřbetní svaloviny značené ryby. Pro identifikaci je nutné transpondér vystavit elektromagnetickému poli antény (čtečky). To v cívkce indukuje napětí, které nabíjí kondenzátor. Informace uložená v paměťovém tagu je pak odeslána do čtecího zařízení, které signál dekóduje a odešle na komunikační rozhraní. Vlastní kód tagu představují číselné kombinace o délce 15 znaků. Kódy se zobrazí jednak na displeji čtečky a zároveň byly díky propojení čtečky pomocí USB

kabelu zaznamenány v počítači (v programu Microsoft Excel) spolu s údaji zjištěnými při biometrickém měření. Byla tak vytvořena databáze všech označených ryb. Vlastní aplikace čipu byla prováděna maximálně šetrně, pozornost byla věnována zejména zamezení možnosti vtlačení šupin do vpichu.

Pro minimalizaci nebezpečí infekce v důsledku manipulace byla u všech ryb použita krátkodobá desinfekční koupel v manganistanu draselném.

V průběhu značení a měření byla několikrát měněna voda ve vaničce s rybami bez anestetika za účelem minimalizace vniku kyslíkového deficitu. V průběhu značení nebyla zjištěna žádná mortalita. Označené ryby byly vypuštěny zpět do potoka, rovnoměrně po celé délce sledovaného úseku a to do hlubších míst s nižší rychlostí proudu. Ihned po vypuštění nejevily ryby žádné známky apatie a aktivně vyhledávaly úkryt.

Na konci vegetační sezóny (23. 10. 2013) byl sledovaný úsek včetně cca 200 metrů navazujících částí toku po a proti proudu znovu proloven. Celková délka trvání experimentu byla tedy 180 dní. U všech odlovených jedinců byla pomocí čtečky zjišťována přítomnost čipu. Jedinci se zaznamenaným čipem byli anestetizováni 2-phenoxyethanolem. Čtečkou byl zjištěn jejich číselný kód a každý takovýto jedinec byl identifikován v databázi značených ryb v programu Microsoft Excel. Poté byly pro každého označeného pstruha opět zaznamenány biometrické údaje. Ryby byly následně vypuštěny zpět do toku.

3.2.2. Řeka Blanice

V chráněné rybí oblasti (CHRO) řeky Blanice Vodňanské byl zvolen úsek o délce 150 metrů a ploše cca 1200 m². Celý úsek byl 9. 5. 2007 dvakrát důkladně proloven pomocí dvou nesených motorových agregátů. Všichni odlovení pstruzi potoční byli změřeni, zváženi a označeni. Pro značení byly použity elastomerové značky firmy Northwest Marine Technology, Ltd. Menší juvenilní jedinci ($D_T < 150$ mm) byli označeni skupinově systémem VIE tags (Visible Implant Elastomer tags). Jedná se o vnitřní (interní) barevné značky, vyrobené z biokompatibilního dvousložkového elastomeru. Před použitím je nutno smíchat obě složky (elastomer a tvrdidlo) v poměru určeném výrobcem. Princip značení spočívá v injekční aplikaci tekutého elastomeru pod průhlednou pokožku ryb, nejčastěji na hlavě (zejména v okolí oka). Starší ryby byly označeny individuálními značkami VIA tags (Visible Implant Alphanumeric tags). Tyto značky jsou tvořeny různobarevným, plochým plastickým štítkem o rozměrech 1,2 x 2,7

mm, na němž je vytištěn černou barvou kód, sestávající se z písmene a dvou čísel. Aplikace značek se provádí pomocí speciálního aplikátoru. Ten je tvořen plochou dutou jehlou, do jejíhož hrotu se značka nasune. Následně je hrotem aplikátoru značka umístěna pod průhlednou tkáň ryby (většinou na hlavě) a jazýčkem uvnitř jehly vysunuta z aplikátoru. Značení a měření ryb probíhalo v anestezii 2-phenoxyethanolem.

Po 168 dnech (25. 10. 2007) byl celý úsek včetně navazujících částí řeky po i proti proudu opět důkladně proloven. Označené znovuodlovené ryby byly identifikovány, změřeny a zváženy. Poté byly vypuštěny zpět do toku.

3.3. Zpracování dat

Znovuodlovené ryby z obou lokalit byly rozděleny do tří skupin, podle délky těla v době značení. První skupinu představovaly menší juvenilní jedinci ($D_T < 150$ mm), druhou starší juvenilové ($D_T 150 - 199$ mm) a třetí pak adultní ryby ($D_T > 199$ mm). Z údajů získaných při biometrických měřeních bylo možné u každé ryby stanovit její počáteční a konečný Fultonův index kondice (vyživenosti), podle vzorce:

$$K = (M \cdot DT^{-3}) \cdot 100$$

Kde M je hmotnost ryby v gramech a DT délka těla v centimetrech. Dále byla pro znovuodlovené individuálně značené ryby spočten hmotnostní a délkový přírůstek a individuální specifická rychlost růstu (SGR), podle vzorce:

$$SGR = (\ln M_2 - \ln M_1) / (\Delta t) \cdot 100$$

Kde M_1 a M_2 je počáteční a konečná hmotnost ryby a Δt doba trvání experimentu.

Pro malé juvenilní ryby z řeky Blanice, které byly skupinově značeny, byly spočteny průměrné hodnoty délkového a hmotnostního přírůstku. SGR byla pro tuto skupinu ryb spočtena z průměrných počátečních a konečných hodnot individuální hmotnosti.

Rozdíly v biometrických údajích, koeficientu kondice a SGR mezi velikostními kategoriemi ze sledovaných lokalit byly porovnány pomocí párového t-testu, porovnání SGR mezi kategoriemi v rámci jedné lokality bylo provedeno jednofaktorovou ANOVou. Za signifikantní byla při všech měřeních pokládána hodnota $p < 0,05$. Všechny analýzy byly provedeny v programu STATISTICA (data analysis software system), verze 9.1. (StatSoft, Inc., 2010).

4. Výsledky

Dne 25. 4. 2013 bylo ve sledovaném úseku Živného potoka celkem odloveno a označeno 196 pstruhů obecných všech tří věkových (velikostních) skupin. Údaje o hmotnosti a délkách a kondici označených ryb v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v Tab. 7. Abundance pstruhů obecných byla v tomto úseku $0,39 \text{ ks.m}^{-2}$, celková biomasa pak 15 g.m^{-2} .

Tab. 7 Počet a biometrické údaje ($\bar{O} \pm SD$) označených jedinců na počátku experimentu

	Celkem ryb (ks)	Celková délka (mm)	Délka těla (mm)	Hmotnost (g)	Kondice
Menší juvenilové – Živný potok	161	130 ± 16^a	115 ± 15^a	$24,3 \pm 10,0^a$	$1,50 \pm 0,11^a$
Menší juvenilové – Blanice	57	151 ± 13^b	134 ± 11^b	$35,5 \pm 9,2^b$	$1,44 \pm 0,20^b$
Větší juvenilové – Živný potok	22	195 ± 18^a	174 ± 16^a	$83,5 \pm 3,4^a$	$1,56 \pm 0,20^a$
Větší juvenilové – Blanice	40	213 ± 9^b	187 ± 9^b	$104,7 \pm 19,4^b$	$1,59 \pm 0,16^a$
Adultní jedinci – Živný potok	13	247 ± 14^a	223 ± 13^a	$151,2 \pm 29,6^a$	$1,36 \pm 0,05^a$
Adultní jedinci – Blanice	47	249 ± 26^a	220 ± 24^a	$173,3 \pm 74,6^a$	$1,55 \pm 0,10^b$

Odlíšný index nad hodnotami u stejných velikostních skupin indikuje statisticky průkazný rozdíl mezi lokalitami ($p < 0,05$)

V experimentálním úseku řeky Blanice bylo 9. 5. 2007 celkem odloveno a označeno 144 ryb. Údaje o hmotnosti a délkách a kondici označených ryb v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v tabulce č. 7. Abundance pstruha obecného byla v tomto úseku $0,12 \text{ ks.m}^{-2}$, biomasa 11 g.m^{-2} .

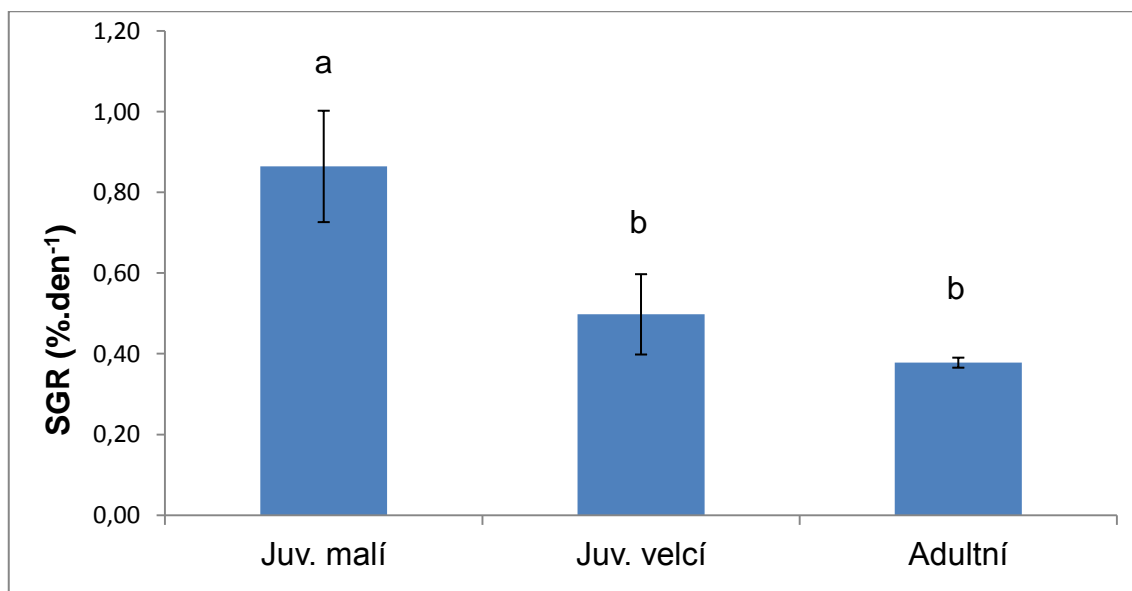
V rámci jednotlivých velikostních kategorií byly mezi označenými rybami z obou lokalit nalezeny statisticky významné rozdíly. V kategorii menších juvenilních ryb měli pstruzi označení v řece Blanici průkazně vyšší délku těla, celkovou délku i hmotnost (vše $p < 0,001$) oproti stejné kategorii pstruhů označených v Živném potoce, kteří však měli průkazně vyšší koeficient kondice ($p = 0,008$). V případě větších juvenilních ryb byly rovněž obě délkové charakteristiky i hmotnost statisticky významně (vše $p < 0,001$) vyšší u pstruhů označených v řece Blanici. Koeficient kondice označených ryb se v této velikostní kategorii pstruhů signifikantně nelišil. V kategorii adultních jedinců měli průkazně vyšší ($p < 0,001$) koeficient kondice pstruzi označení

v řece Blanici oproti stejné kategorii označené v Živném potoce. Délkové a hmotnostní ukazatele se zde významně nelišily.

V Živném potoce bylo dne 23. 10. 2013 odloveno 44 označených jedinců, u kterých bylo provedeno biometrické měření a ze zjištěných hodnot byla vypočtena SGR (Tab. 8). Návratnost označených jedinců po 180 dnech trvání experimentu zde byla 22,5%. Mezi znovuodlovenými rybami jednotlivých velikostních kategorií v Živném potoce byl zjištěn signifikantní rozdíl (F=31,64; s.v.=2; p<0,001) hodnoty SGR. Menší juvenilní pstruzi dosahovali statisticky významně vyšší SGR ve srovnání s oběma kategoriemi větších ryb, jejichž SGR se signifikantně nelišila (Graf 4).

V řece Blanici bylo dne 25. 10. 2007 odloveno 22 individuálně označených pstruhů (kategorie větší juvenilní a adultní), u kterých bylo na základě biometrických údajů možno vypočíst individuální hodnotu SGR a 35 menších juvenilních jedinců, pro které byla spočtena SGR z průměrných počátečních a koncových hodnot hmotnosti. Zjištěné údaje jsou uvedeny v Tab. 8. Po 168 dnech trvání experimentu zde byla návratnost označených pstruhů 39,6%.

Graf 4 *Specifická rychlost růstu (SGR) jednotlivých velikostních kategorií pstruha obecného v Živném potoce.*



Odlišný index nad sloupci indikuje statisticky průkazný rozdíl mezi skupinami (p<0,05)

Procentuální návratnost ryb označených v experimentálním úseku řeky Blanice byla výrazně vyšší než u ryb označených v Živném potoce a to v obou kategoriích juvenilních pstruhů, v případě adultních ryb byla návratnost srovnatelná. V případě znovuodlovených menších juvenilních pstruhů byla zjištěna signifikantně vyšší konečná

hmotnost i obě délkové charakteristiky (vše $p < 0,001$) a rovněž vyšší koeficient kondice ($p = 0,025$) u ryb z Živného potoka ve srovnání se znovuodlovenými pstruhy této velikostní kategorie z řeky Blanice). U skupin větších juvenilních pstruhů byla zjištěna průkazně vyšší hmotnost, specifická rychlost růstu (SGR) a oba délkové parametry (vše $p < 0,001$) u znovuodlovených ryb z Živného potoka oproti rybám z řeky Blanice. Koeficient kondice se mezi oběma skupinami větších juvenilů signifikantně nelišil. U adultních znovuodlovených pstruhů z Živného potoka byla zjištěna průkazně ($p < 0,001$) vyšší SGR než u znovuodlovených adultů z řeky Blanice.

Tab. 8 Počet, návratnost, biometrické údaje a SGR ($\bar{X} \pm SD$) znovuodlovených jedinců na konci experimentu.

	Celkem ryb (ks)	Návratnost (%)	Celková délka (mm)	Délka těla (mm)	Hmotnost (g)	Kondice	SGR
Menší juvenilové – Živný potok	36	22,4	218 ± 20 ^a	194 ± 19 ^a	104,2 ± 28,6 ^a	1,39±0,13 ^a	0,86±0,14
Menší juvenilové - Blanice	35	61,4	195 ± 14 ^b	170 ± 13 ^b	65,5 ± 11,5 ^b	1,32±0,12 ^b	0,37
Větší juvenilové – Živný potok	5	22,7	263 ± 19 ^a	237 ± 16 ^a	174,9 ± 29,2 ^a	1,31±0,08	0,50±0,10 ^a
Větší juvenilové - Blanice	13	32,5	232 ± 12 ^b	202 ± 11 ^b	115,4 ± 20,1 ^b	1,39±0,09	0,12±0,18 ^b
Adultní jedinci – Živný potok	3	23,0	310 ± 11 ^a	277 ± 9 ^a	273,1 ± 23,3 ^a	1,23±0,03 ^a	0,38±0,01 ^a
Adultní jedinci - Blanice	9	19,1	270 ± 37 ^a	238 ± 33 ^a	209,3 ± 128,0 ^a	1,44±0,13 ^a	0,07±0,06 ^b

Odlišný index nad hodnotami u stejných velikostních skupin indikuje statisticky průkazný rozdíl mezi lokalitami ($p < 0,05$)

5. Diskuse

V porovnání obou lokalit byla zjištěna nižší počáteční hmotnosti obou skupin juvenilních jedinců v Živném potoce ve srovnání se stejnými skupinami z Blanice (Tab. 8). Zapříčinit to mohla dlouhá zima 2012/13, teploty vody zde byly velmi nízké a jakýkoliv příjem potravy byl pravděpodobně využit na zachování životních funkcí, jak pozorovali také Cunjak a Power (1987); Forseth a kol. (1992); Heggenes a kol. (1993).

Rovněž množství dostupné potravy mohlo být vlivem nízkých teplot limitované. Zima 2006/2007 byla podstatně kratší a teplejší, pstruzi tedy mohli být aktivnější a mít větší potravní nabídku i v průběhu zimy. To se mohlo projevit vyšší rychlostí růstu v průběhu zimních měsíců. Vyšší míru ukládání lipidů v těle a následný růst i během zimních měsíců pozoroval např. Koskela a kol. (1997). Dalším faktorem, který mohl ovlivnit nižší hmotnost juvenilních ryb, je populační hustota (Bohlin a kol. 2002). V Živném potoce bylo na počátku pokusu sloveno 196 ryb s abundancí 0,39 ks.m⁻², zatímco v úseku řeky Blanice 144 ryb, s abundancí pouze 0,12 ks.m⁻². Juvenilní jedinci v Živném potoce tak mohli být znevýhodněni v kompetici o potravu v průběhu zimních měsíců, jak uvádí např. Baglinier a Maisse (1990); Elliott (1990) a Jenkins a kol. (1999). Vzhledem ke stejné nebo vyšší hodnotě koeficientu kondice u obou skupin juvenilních pstruhů z Živného potoka v porovnání s rybami z Blanice lze však o vlivu hustoty populace pochybovat. Menší počáteční velikost lze zřejmě přičíst menší potravní aktivitě juvenilních ryb v průběhu delší a chladnější zimy.

Růst jednotlivých kategorií ryb v provedeném experimentu, hodnocený na základě SGR v podstatě odpovídá i faktu, že juvenilní jedinci rostou velmi rychle a u adultních se naopak vyskytuje jistá stagnace růstu, což může být zapříčiněno dosažením pohlavní dospělosti, kdy většina získané energie směřuje na tvorbu pohlavních produktů, jak zmiňují Jonsson a Jonsson (1993). Vyšší SGR menších juvenilních pstruhů (patřících v naprosté většině do věkové kategorie 1+) v Živném potoce ve srovnání s většími rybami je v souladu s pozorováním Závorky a kol. (2012), který rovněž popisuje zpomalení růstu u pstruhů obecných po dosažení 2 let věku. Při porovnání hodnot SGR, zjištěných u menších juvenilních pstruhů v našem experimentu s hodnotami zjištěnými u pstruhů věku 1+ v různých norských řekách Jensenem a kol. (2000), lze konstatovat, že námi zjištěné hodnoty SGR byly v obou sledovaných lokalitách nižší než ve většině řek sledovaných autorem. Zároveň je však třeba poukázat na mnohem nižší počáteční i konečnou hmotnost ryb sledovaných zmíněným autorem.

V průběhu experimentu byla pozorována vyšší rychlost růstu (SGR) ryb v Živném potoce, což je důkazem vyšší úživnosti tohoto toku. Hodnoty SGR zjištěné u pstruhů značených v Živném potoce byly vyšší ve všech velikostních kategoriích. Výsledky tedy dokazují, že růst pstruha obecného v přírodních podmínkách není závislý na velikosti toku, ani populační hustotě.

Živný potok protéká městem Prachatice a je zde několik bodových zdrojů znečištění. Pod sledovaným úsekem se nachází rovněž vyústění čistírny odpadních vod. Ta způsobuje zvýšení trofie toku a tím i jeho produkce. To může mít za následek vyšší abundanci a biomasu různých stádií hmyzu, který může následně svou migrací zvýšit i množství dostupné přirozené potravy části potoka proti proudu. Rychlejší růst pstruha obecného v eutrofizovaných tocích pozoroval také Merron (1982). Z výsledků provedeného experimentu vyplývá, že rychlost růstu adultních pstruhů ve sledovaném úseku Blanice byl velmi pomalý a v podstatě stagnoval, zatímco adultní jedinci v Živném potoce vykazovali poměrně významný délkový i hmotnostní růst. Tento fakt může sloužit jako podklad pro stanovování lovné míry u pstruha obecného. Z výsledků je zřejmé že ve větších, ale málo úživných tocích, dosáhne lovné míry menší množství jedinců než v menších, ale úživnějších potocích. Proto by mělo být při managementu pstruhových revírů přihlíženo i k úživnosti toku.

Vzhledem k poměrně vysoké populační hustotě na počátku pokusu, vyšla celková návratnost ryb v Živném potoce okolo 23 %, což je poněkud málo. V Blanici se návratnost pohybovala přibližně okolo 38 %. Tento rozdíl může být způsoben hned několika příčinami. Na obou úsecích byl použit odlišný způsob značení ryb. PIT systémem byli na Živném potoce značeni i menší, jednoletí jedinci. Podle Richarda a kol. (2013) by se však mortalita způsobená aplikací čipu u této věkové kategorie pstruhů měla pohybovat maximálně kolem 20 – 30 % u ryb meších než 55 mm celkové délky. Autor zároveň konstatuje, že u pstruhů delších než 55 mm nezjistil rozdíly v přežití a růstu označených a neoznačených ryb. Vzhledem k velikosti ryb označených v našem experimentu (okolo 120 mm), je možné předpokládat, že přežití ani růst označených pstruhů nebyl ovlivněn značením. Mortalita mohla být dále způsobena manipulací průběhu značení ryb, než samotným PIT transpondérem (Prentice a kol., 1990). Tento vliv byl v našem experimentu minimalizován použitím anestezie v průběhu značení i měření ryb. Zjištěná návratnost by rovněž neměla být ovlivněna ztrátovostí čipu, která se pohybuje kolem 4 % (Ombredane a kol., 1998; Prentice a kol., 1990) a je tedy zanedbatelná. Naproti tomu návratnost ryb v Blanici mohla být více ovlivněna

ztrátou VIE a zejména VIA značky, která je udávána kolem 20% (např. Rikardsen a kol., 2002).

Na přelomu jara a léta 2013 proběhla významná povodeň v Živném potoce, která mohla mít za následek značný drift jedinců a popřípadě i jejich úhyn, což při povodních pozoroval i Brown a kol. (2001). Hydrologickou situaci je zřejmě možné pokládat za nejvýznamnější faktor působící na nižší návratnost ryb označených v Živném potoce.

Výskyt predátorů na těchto tocích také mohl mít velký podíl na vysoké mortalitě zejména větších ryb. Na úsecích obou toků je lze počítat s trvalým výskytem vydry říční a ledňáčka říčního, rovněž volavky popelavé jsou u obou toků často pozorovány. Kormorán velký se v této lokalitě vyskytoval v masivních počtech především v zimních měsících na přelomu roků 2009 a 2010, v době trvání experimentu jak na Blanici (2007), tak na Živném potoce (2013) nebyl jeho výskyt pozorován (Turek, Randák, 2014 – ústní sdělení). Zejména u větších ryb je možné považovat predční tlak vydry za velmi významný faktor pro přežití v průběhu experimentu. V případě Živného potoka pak menší velikost toku mohla znesnadnit únik větších ryb a zvýšit loveckou úspěšnost vyder.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat dvě populace pstruha obecného v CHRO Blanice a jejím přítoku během jedné vegetační sezóny.

Bohužel klimatické podmínky nedovolily odlovit a označit ryby v CHRO Blanice v jarním období a tento tok by v červnu toho roku postížen i povodněmi. Sledovány tak byly jen pstruzi obecní v přítoku do CHRO, Živném potoce a pro porovnání obou lokalit byla použita data z CHRO řeky Blanice, získaná při experimentu v roce 2007. Délka trvání experimentu (vegetační sezóny) se však prakticky nelišila.

Rozdíl byl jen ve způsobu značení, což umožnilo porovnat využitelnost značících systémů VIE, VIA a PIT. Značící systém PIT prokázal svou využitelnost i pro značení jednoletých pstruhů. Do budoucna by tak vzhledem k praktické bezztrátovosti značek mohl být přednostně používán pro podobné experimenty, zaměřené na ekologii a biologii lososovitých ryb.

Z pozorovaných údajů je patrný rozdíl v rychlosti růstu na obou lokalitách. Věková struktura populace odpovídá věkové pyramidě s největším počtem juvenilních jedinců a nejmenším počtem adultních. Růstové rychlosti jednotlivých délkových skupin také odpovídají modelům. Nejrychleji rostli jedinci juvenilní a nejpomaleji adultní. Významný rozdíl v rychlosti však nalezneme v porovnání skupin z obou lokalit. Zvýšená úživnost znamenala vyšší růst ryb v podmínkách Živného potoka navzdory jeho menší velikosti a vyšší hustotě populace pstruha.

Tento pokus tedy potvrdil některá obecná fakta o růstu pstruha obecného. Zároveň byly získány konkrétní údaje o individuálním růstu pstruha obecného v dvou typech lokalit. Ty mohou sloužit jako podklad pro efektivnější management pstruhových vod zaměřený na využívání a ochranu populací pstruha obecného.

7. Literární přehled

- Adámek, Z., Vostradovský, J., Dubský, K., Nováček, J., Hartvich, P., 1995. Rybářství ve volných vodách. Victoria Publishing, a.s., Praha, 205 s.
- Adámek, Z., 2012. Rybářství a rybolov. 1. vyd. Český rybářský svaz, Praha, 376 s.
- Adriaenssens, B., 2010. Individual variation in behaviour personality and performance of brown trout in the wild. Department of Zoology, University of Gothenburg.
- Adriaenssens, B., Johnsson, J. I., 2011. Learning and context-specific exploration behaviour in hatchery and wild brown trout. Appl. Ani. Behav. Sci., 132: 90 – 99.
- Armstrong, J. D., Kempa, P. S., Kennedy G. J. A., Ladle, M., Milner, N. J., 2003. Habitat requirements of atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fish. Res., 62: 143 – 170.
- Baer, J., Brinker, A., 2008. Pre-stocking acclimatisation of brown trout *Salmo trutta*: effects on growth and capture in a fast-flowing river. Fisheries Manag. Ecol., 15: 119 – 126.
- Baglinière, J. L., Maisse, G., 1990. The growth of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in the basin of Scorff river. B. Fr. Peche. Piscic., 318: 89 – 101.
- Berg, S., Jorgensen J., 1991. Stocking experiments with 0+ and 1+ trout parr, *Salmo trutta* L., of wild and hatchery origin: 1. Post-stocking mortality and smolt yield. J. Fish. Biol., 39: 151–169.
- Bohlin, T., Sundström L. F., Johnsson, J. I., Höjesjö, J., Pettersson, J., Density-dependent growth in brown trout: effects of introducing wild and hatchery fish. J. Anim. ecol., 71: 683–692.
- Brown, M. E., 1946. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.). The effect of temperature on the growth of two-year-old trout. J. Exp. Biol., 22: 145 – 155.
- Brown, R. S., Power, G., Beltaos, S., 2001. Winter movements and habitat use of riverine brown trout, white sucker and common carp in relation to flooding and ice break-up. J. Fish. Biol., 59: 1126 – 1141.
- Baruš, V., Černý, K., Gajdůšek, J., Hensel, K., Holčík, J., Kálal, L., Krupauer, V., Kux, Z., Libosvářský, J., Lom, J., Lusk, S., Moravec, F., Oliva, O., Peňáz, M., Pivnička, K., Prokeš, M., Ráb, P., Špinar, Z., Švátora, M., Vostradovský, J., 1995. Míhulovci Petromyzontes a ryby Osteichthyes (1, 2). Academia, Praha, 623 s.

- Carlsson, J., Aarestrup, K., Nordwall, F., Näslund, I., Eriksson, T., Carlsson, J. E. L., 2004. Migration of landlocked brown trout in two Scandinavian streams as revealed from trap data. *Ecol. Freshw. Fish.*, 13: 161–167.
- Colby, P. J., Spangler, G. R., Hurley, D. A. McCombie, A. M., 1972. Effects of eutrophication on salmonid communities in oligotrophic lakes. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 29: 975 – 983.
- Crisp, D. T., 1993. Population densities of juvenile trout (*Salmo trutta*) in five upland streams and their effects upon growth, survival and dispersal. *J. Appl. Ecol.*, 30: 759 – 771.
- Crisp, D. T., 2000. Trout and salmon: ecology, conservation and rehabilitation. 1. ed. Fishing News Books, Oxford, 212 s.
- Cunjak, R. A., Power, G., 1987. The feeding and energetics of stream-resident trout in winter. *J. Fish. Biol.*, 31: 493 – 511.
- Czeczuga, B., 1979. Carotenoids in fish. XX. Carotenoids in *Salmo gairdneri* rich. And *Salmo trutta morpha fario* L. *Hydrobiologia.*, 64: 251-259.
- Degerman, E., Näslund, I., Sers, B., 2000. Stream habitat use and diet of juvenile (0+) brown trout and grayling in symparty. *Ecol. Freshw. Fish.*, 9: 191 – 201.
- DePhilip, M. M., 2001. Daily and seasonal movements of large brown trout and Halleye in an impounded reach of the Au Sable River. *Fish.Res.*, 2056.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. *Obecné rybářství*. 1. vyd. Informatorium, Praha, 308 s.
- Dungel, J., Řehák, Z., 2011. *Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky*. Vyd. 2. Academia, Praha, 181 s.
- Dus, M., 2010. *Ryby a rybolov v našich vodách*. 1. vyd. Reader's Digest, Praha, 360 s.
- Elliott, J. M., 1975 a. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *J.Anim. Ecol.*, 44: 805 – 821.
- Elliott, J. M., 1975 b. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on reduced rations. *J.Anim. Ecol.*, 44: 823 – 842.
- Elliott, J. M., 1975. Number of meals in a day, maximum weight of food consumed in a day and maximum rate of feeding for brown trout, *Salmo trutta* L. *Freshwater Biol.*, 5: 287 – 303.

- Elliott, J. M., 1976. The energetics of feeding, metabolism and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to body weight, water temperature and ration size. *J. Anim. Ecol.*, 45: 923 – 948.
- Elliott, J. M., 1990. Mechanisms responsible for population regulation in young migratory trout (*Salmo trutta*). *Fish growth and size variation. J. Anim. Ecol.*, 59: 803 – 818.
- Elliott, J. M., 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford University Press, Oxford. In *Latitudinal variation in growth of young brown trout Salmo trutta* Jensen, A. J., Forseth, T., Johnsen, B. O., 2000. *J. Anim. Ecol.*, 69: 1010 – 1020.
- Forseth, T., Jonsson, B., Naeumann, R., Ugedal, O., 1992. Radioisotope method for estimating food consumption by brown trout (*Salmo trutta*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1328 – 1335.
- Frank, S., 1962. A contribution to the growth and a food biology of the brown trout *Salmo trutta trutta* m. *fario* and *Salmo trutta trutta labrax* m. *fario* in some water of Czechoslovakia. *Věst. čs. společ. zool.*, 26 (4): 316 – 323.
- Gerstmeier, R., Romig, T., 2003. *Sladkovodní ryby Evropy: pro přátele přírody a sportovní rybáře*. 1. vyd. Přeložil Milan Peňáz. Víkend, Praha, 366 s.
- Gustafsson, P., 2008. *Forest-stream linkages: Experimental studies of foraging and growth of brown trout (Salmo trutta L)*. Karlstad University Studies: 24. Sweden.
- Gustafsson, P., Greenberg, L. A., Bergman, E., 2012. The influence of large wood on brown trout (*Salmo trutta*) behaviour and surface foraging. *Freshwater Biol.*, 57: 1050 – 1059.
- Hanel, L., 2001. *Naše ryby a rybaření*. 1. vyd. Brázda, Praha, 286 s.
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. *Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana = Fishes and lampreys of the Czech republic : distribution and conservation*. 1. vyd. Český svaz ochránců přírody Vlašim, 447 s.
- Heaps, I., 1995. *Malá encyklopedie sportovního rybářství*. Karel Blažek. 1. v českém jazyku, vyd. Fortuna print, Praha, 484s.
- Heggenes, J., Krog, O. M. W., Lindss, O. R., Dokk, J. G., Bremnes, T., 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *J. Anim. Ecol.*, 62: 295 – 308.
- Holčík, J., Mihálik, J., 1971. *Sladkovodní ryby*. 1. vyd. Artia, Praha, 133 s.

- Howard, S. W., 2007. Effects of trout on galaxiid growth and antipredator behaviour. University of Canterbury.
- Jenkins, T. M., 1969. Social structure, position choice and microdistribution of two trout species, *Salmo trutta* and *Salmo gairdneri* resident in mountain streams. *Anim. Behav.*, 2: 57 – 123.
- Jenkins, T. M., Diehl, S., Kratz, K. W., Cooper, S. D., 1999. Effect of population density on individual growth of brown trout in streams. *Ecology.*, 80: 941 – 956.
- Jensen, J. W., Berg, T. B., 1993. Food rations and rate of gastrin evacuation in brown trout fed pellets. *Prog. Fish. Cult.*, 55: 244-249.
- Jensen, A. J., Forseht, T., Johnsen B. O., 2000. Latitudinal variation in growth of young brown trout *Salmo trutta*. *J. Anim. Ecol.*, 69: 1010 – 1020.
- Jonsson, B., Jonsson, N., 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Fish. Biol. Fisheries.*, 3: 348 – 365.
- Jonsson, S., Braénaés, E., Lundqvist, H., 1999. Stocking of brown trout, *Salmo trutta* L.: effects of acclimatization. *Fish. Manag. Ecol.*, 6: 459 – 473.
- Johnsson, J. I., Kjällman-Eriksson, K., 2008. Cryptic prey colouration increases search time in brown trout (*Salmo trutta*): effects of learning and body size. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 62: 1613 – 1620.
- Júza, T., Novák, J., 2003. Růst ryb v české republice. *Bull. Lampetra.*, 5: 112 – 145.
- Kolářová, J., Svobodová, Z., Žlábek, V., Randák, T., Hajšlová, J., Suchan, P., 2005. Evidence for endocrine disruption in brown trout (*Salmo trutta m. fario*) population from Tichá Orlice river. *Fresenius Environ. Bull.*, 14: 1091–1096.
- Kortan, J., Adámek, Z., 2010. Determinace poranění ryb kormoránem velkým a ostatními rybožravými ptáky. Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod V Českých Budějovicích, č. 100, 26 s.
- Koskela, J., Pirhonen, J., Jobling, M., 1997. Growth and feeding responses of a hatchery population of brown trout (*Salmo trutta* L.) at low temperatures. *Ecol. Freshw. Fish.*, 6: 116-121.
- Kottelat, M., Freyhof, J., 2007. Handbook of European freshwater fish. Kottelat, Cornol, 646 s.

- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M. 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. VÚRH JU Vodňany, 142 s.
- Kraabøl, M., Fjeld, G., Johnsen, S. I., Dokk, J. G., Dervo, B. K., Skurdal, J. 2013. The old trout *Salmo trutta* in the pond. J. Fish. Biol., 82: 1717 – 1719.
- Logez, M., Pont, D., 2011. Variation of brown trout (*Salmo trutta*) young-of-the-year growth along environmental gradients in Europe. J. Fish. Biol., 78: 1269 – 1276.
- Lusk, S., 2008. Zamyšlení nad příčinami trvalého poklesu úlovků pstruha obecného a lipana podhorního. Rybářství, č. 4, 14 – 19.
- Lusk, S., Marhoun, K., Rádek, J., 1989. Meliorace pstruhových toků. Vúhr Vodňany, č. 33, 9 s., obr. příl. 4 s.
- Lusk, S., Baruš, V., Vostradovský, J., 1992. Ryby v našich vodách. 2. vyd. Academia, Praha, 239 s.
- McLennan, J. A., MacMillan, B. W. H., 1984. The food of rainbow and brown trout in the Mohaka and other rivers of Hawkes Bay. J. Mar. Res., 18: 143 – 158.
- Merron, S. G., 1982. Growth rate of brown trout (*Salmo trutta*) in areas of the Au Sable River, Michigan, before and after domestic sewage diversion. Fish. Res., 38 p.
- Merten, M., 2002. Zpracování ryb. Vyd. 1. Informatorium, Praha, 235 s., barev. obr. příl. 8 s.
- Miller, P. J., 2004. The freshwater fishes of Europe. 1st ed. Aula-Verlag, Wiebelsheim, 477 s.
- Mišík, V., 1959. Pstruh obyčejný čiernomorský forma potočná (*Salmo trutta labrax* Pallas 1811, *morpa fario* Linné 1758) z údolnej nádrže na Hnilci při obci Dedinky. Biológia, Bratislava. 14: 763 – 772.
- Nenadál, S., 1991. Stáří a potrava pstruha obecného (*Salmo trutta*) a pstruha duhového (*Salmo gairdnerii*) v Mlýnském potoce v CHKO Žďárské vrchy. Vlastivědný sborník Vysočiny, odd. věd. přír. 187 – 192.
- Ombredane, D., Baglinière, J. L., Marchand, F., 1998. The effects of Passive Integrated Transponder tags on survival and growth of juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.) and their use for studying movement in a small river. Hydrobiologia., 371/372: 99–106.
- Ovidio, M., Brucy, C., Philippart, J. P., Baras, E., 2000. Relationship between habitat structure and the mobility of brown trout in a small stream. 12th International trout stream habitat improvement workshop. Waterville Valley, USA.

- Prentice, E. F., Flagg, T. A. McCutcheon, C. S., 1990. Feasibility of using implantable Passive Integrated Transponder (PIT) tags in salmonids. *Am. Fish. Soc. Symp.* 7: 317–322.
- Pokorný, J., 1998. Pstruhařství. 2. vyd. Informatorium, Praha, 242 s.
- Pokorný, J., 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník. 1. vyd. Fraus, Plzeň, 649 s.
- Randák, T., Žlábek, V., 2004. Možnosti zvyšování produkce násad původních populací pstruha obecného (*Salmo trutta m. fario* L.) v oblasti Šumavy. *Aktuality šumavského výzkumu II.* 224 – 229.
- Randák, T., Kocour, M., Žlábek, V., Policar, T., Jarkovský, J., 2006. Effect of culture conditions on reproductive traits of brown trout *Salmo trutta* L. *Bull. Fr. Peche Piscic.*, 383: 1 – 2.
- Randák, T., Turek, J., Kolářová, J., Kocour, M., Hanák, R., Velíšek, J., Žlábek, V., 2009. Technologie chovu pstruha obecného v kontrolovaných podmínkách za účelem produkce násadového materiálu pro zarybňování volných vod. Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod Vodňany, č. 96, 20 s.
- Randák, T., 2013. Rybářství ve volných vodách. 1. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 434 s.
- Richard, A., O'Rourke, J., Caudron, A., Cattaneo, F., 2013. Effects of passive integrated transponder tagging methods on survival, tag retention and growth of age-0 brown trout. *Fish. Res.*, 145: 37 – 42.
- Rikardsen, A. H., Woodgate, M., Thompson, D. A., 2002. A comparison of floy and soft Vialpha tags on hatchery Arctic charr, with emphasis on tag retention, growth and survival. *Environ. Biol. Fish.*, 64 (1-3): 269 – 273.
- Sedlár, J., 1989. Atlas ryb. 1. vyd. Obzor, Bratislava, 370 s.
- Spurný, P., 2000. Ichthyologie. Skripta I., II. MZLU, Brno, 276 s.
- Straskraba, M., Chiar, J., Frank, S., Hruska, V., 1966. Contribution to the problem of food competition among the sciplin, minnow and brown trout. *J. Anim. Ecol.*, 35: 303 – 311.
- Swift, D. R., 1961. The Antal growth-rate cycle in brown trout (*Salmo trutta* L.) and its cause. *J. Exp. Biol.*, 38: 595 – 604.
- Štědranský, E., 1957. K potravě parmy obecné a pstruha obecného f. potoční z téže lokality. *Sb. Čsazv.*, 30 (5): 385 – 388.

- Turek, J., 2010. Adaptability of artificially reared brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.) and European grayling (*Thymallus thymallus* L.) in free water conditions. Disertační práce, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany. 103 s.
- Turek, J., Horký, P., Žlábek, V., Velíšek, J., Slavík, O., Randák, T., 2012. Recapture and conditions of pond-reared, and hatchery-reared 1+ European grayling stocked in addition to wild conspecifics in a small river. Knowl. Manag. Aquat. Ec., 405.
- Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H., Muotka, T., 2010. Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. Freshwater Biol., 55: 2200–2214.
- Závorka, L., Horký, P., Slavík, O., 2012. Distribution and growth of brown trout in pristine headwaters of Central Europe. Cent. Eur. J. Biol., 263 – 271.

8. Seznam obrázků, tabulek grafů a příloh

8.1. Seznam obrázků

Obr. 1 <i>Pstruh obecný, odlovený v Živném potoce</i>	-7-
Obr. 2 <i>Sledovaný úsek a detail úseku Blanice</i>	-23-
Obr. 3 <i>Sledovaný úsek a detail úseku Živného potoka</i>	-24-

8.2. Seznam tabulek

Tab. 1 <i>Věk a délka jedince Po v podmínkách Cikhájského potoka</i>	-12-
Tab. 2 <i>Délka těla (mm) pstruhů obecných do věku 5 let v různých lokalitách</i>	-13-
Tab. 3 <i>Jedinci kategorie I+ ze sledovaných řek v Norsku</i>	-15-
Tab. 4 <i>Věk a velikost pstruha obecného na Mlýnském potoce, I. sekce</i>	-18-
Tab. 5 <i>Věk a velikost pstruha obecného na Mlýnském potoce, II. sekce</i>	-18-
Tab. 6 <i>Věk a velikost pstruha duhového na Mlýnském potoce II. sekce</i>	-18-
Tab. 7 <i>Počet a biometrické údaje označených ryb na počátku experimentu</i>	-28-
Tab. 8 <i>Počet, návratnost, biometrické údaje a SGR ryb na konci experimentu</i>	-30-

8.3. Seznam grafů

Graf 1 <i>Počet a věk sledovaných jedinců pstruha obecného z jezera Enozero</i>	-11-
Graf 2 <i>Úlovky pstruha obecného v ČR v letech 1947 – 1989</i>	-19-
Graf 3 <i>Pokles úlovků Pstruha obecného v ČR v letech 1991 – 2012</i>	-20-
Graf 4 <i>SGR jednotlivých kategorií pstruha obecného v Živném potoce</i>	-29-

8.4. Seznam příloh

Příloha 1 <i>Elektrický agregát k odlovu ryb</i>	-43-
Příloha 2 <i>Elektronická čtečka (PIT) transpondér</i>	-43-
Příloha 3 <i>Zjišťování a načítání transpondéru do počítače</i>	-44-
Příloha 4 <i>Měření hodnot CD a DT</i>	-44-
Příloha 5 <i>Vážení ryb</i>	-45-
Příloha 6 <i>Jedinec pstruha obecného f. potoční z Živného potoka</i>	-45-

9. Přílohy



Příloha 1 Elektrický agregát k odlovu ryb (Foto: autor)



Příloha 2 Elektronická čtečka (PIT) transpondérů (Foto: autor)



Příloha 3 Zjišťování a načítání transpondéru do počítače (Foto: autor)



Příloha 4 Měření hodnot CD a DT (Foto: autor)



Příloha 5 *Vážení ryb (Foto: autor)*



Příloha 6 *Jedinec pstruha obecného f. potoční z Živného potoka (Foto: autor)*

10. Souhrn

Cílem práce bylo porovnat růst pstruha obecného v řece Blanici a jejím přítoku – Živném potoce během vegetační sezóny 2013. Vzhledem k nepříznivé hydrologické situaci v řece Blanici byla využita data o růstu pstruha obecného v definovaném úseku řeky, získaná během experimentu v roce 2007. V Živném potoce bylo odloveno a označeno 196 jedinců, v řece Blanici 144 ks. Označené ryby byly rozděleny do tří velikostních kategorií: menší juvenilové, větší juvenilové a adultní ryby. Na konci vegetační sezóny bylo odloveno 44 ks (22%) označených pstruhů v Živném potoce a 57 ks (38%) v řece Blanici. Specifická rychlost růstu ryb z Živného potoka byla u všech skupin vyšší, než u stejné skupiny ryb v Blanici. V živném potoce byla rovněž prokázána signifikantně vyšší rychlost růstu menších juvenilních ryb ve srovnání s oběma skupinami větších ryb. Výsledky dokládají, že rychlost růstu pstruha obecného závisí především na úživnosti toku, ne na jeho velikosti či hustotě populace.

Klíčová slova: pstruh obecný, lososovití, specifická rychlost růstu, SGR, PIT transpondér, značení ryb

11. Abstract

The aim of the study was to compare the growth of brown trout in the river Blanice and its tributaries - Živný brook during the growing season 2013. Due to unfavorable hydrological situation in the Blanice river was used data about the growth of brown trout in a defined section of the river, obtained during an experiment in 2007. In a Živný creek were caught and tagged 196 individuals (2013), in the Blanice river 144 pieces (2007). Tagged fish were divided into three size categories: small juvenile, large juvenile and adult fish. At the end of the growing season was recaptured 44 (22 %) tagged trout in the Živný brook and 57 (38 %) fish in the Blanice river. The specific growth rate of all groups of fish from the Živný brook was higher than in the same groups of fish in Blanice river. Significantly higher growth rate of small juvenile fish compared to the groups larger fish was also demonstrated in the Živný brook. The results show that the growth rate of brown trout mainly depends on the nutrient (food) content of the flow, rather than its size or population density of brown trout.

Key words: brown trout, salmonids, specific growth rate, SGR, PIT tags, fish tagging