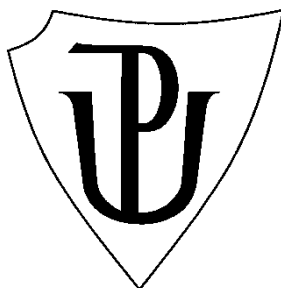


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra Ekologie a životního prostředí



# Stav populace velevruba tupého ve vybraných náhonech Bečvy

**Radim Kopeček**

Diplomová práce  
předložená  
na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků  
na získání titulu Mgr. v oboru  
Hydrobiologie

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.

Olomouc 2016



Kopeček R. (2016): Stav populace velevruba tupého ve vybraných náhonech Bečvy. Diplomová práce, Katedra ekologie a životního prostředí. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 23 s., v češtině

## Abstrakt

Populace velevruba tupého (*Unio crassus*, Philipsson 1788) v náhonech řeky Bečvy patří mezi největší v České Republice. V náhonech Strhanec a Malá Bečva byl v roce 2015 proveden průzkum populace velevruba tupého pomocí aquascopu. V místech s výskytem *U. crassus* byly odebrány vzorky sedimentu pro určení celkového organického uhlíku (TOC) a mediánu velikosti zrna (GMS). Celkem zde bylo nalezeno 399 jedinců v. tupého. Z tohoto počtu bylo 169 jedinců živých. Populace v Malé Bečvě byla odhadnuta na 21.200 ve Strhanci 2.200. Mezi lokalitami byl zjištěn rozdíl ve věku ( $P < 0,001$ ) i velikosti jedinců ( $P < 0,001$ ). Ve Strhanci s nižší velikostí populace byli zjištěni i juvenilní jedinci. Nejčastější věk zde byl 4-6 let. V Malé Bečvě nebyli nalezeni juvenilové a nejčastější věk zde byl 6-9let. Obecně byly zjištěny nízké hodnoty TOC. Mezi lokalitami nebyl zjištěn rozdíl v množství TOC ( $P = 0,754$ ). GMS v obou náhonech odpovídá požadavkům *U. crassus*. Mezi lokalitami nebyl prokázán rozdíl těchto hodnot ( $P = 0,053$ ). Celkově nebyl nalezen vztah mezi počtem *U. crassus* a vlastnostmi sedimentu. Důvodem je pravděpodobně vysoká podobnost sedimentů na obou lokalitách.

**Klíčová slova:** Česká republika, sladkovodní mlži, Unionoidea, velikostní struktura, věková struktura.

Kopeček R. (2016): Assessment of population of *Unio crassus* in selected raceways of the Bečva river. Aaster's thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 23 pp., in Czech.

## Abstract

Thick shelled river mussel (*Unio crassus*, Philipsson 1788) populations in Bečva river's raceways are among the largest populations in the Czech Republic. Strhanec and Malá Bečva raceways were examined for the presence of *U. crassus* population using aquascope during 2015. Sediment samples were taken at sites where *U. crassus* was found. The sediment samples were used to measure total organic carbon (TOC) and to calculate median of grain size (GMS). Altogether, 399 individuals of *U. crassus* was found of which 169 were alive. The population size was estimated to be 21.200 individuals in Malá Bečva and 2.200 in Strhanec, respectively. Differences between the two populations were found in both age ( $P < 0.001$ ) and size ( $P < 0.001$ ) of individuals. Though population size in Strhanec raceway was smaller, average age of individuals ranged between 4 and 6 years and juveniles were found. On the other hand, average age of individuals in Malá Bečva population was found to be between 6 and 9 years and juveniles were not found. In general, the values of TOC were low with no difference between study locations ( $P = 0.754$ ). GMS at both locations is optimal for *U. crassus* and difference between them is insignificant ( $P = 0.053$ ). We found no correlation between the number of *U. crassus* individuals and sediment properties. The reason of this result is likely high similarity of sediments in both locations.

**Key words:** age structure, Czech Republic, freshwater mussels, size structure, Unionoidea.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Doc. RNDr.  
Martina Rulíka, Ph.D. a jen s použitím citované literatury.

V Olomouci dne:

.....

Podpis

## Obsah

Seznam obrázků .....	vii
Seznam tabulek .....	vii
Seznam rovnic .....	vii
Seznam příloh.....	vii
1.Úvod.....	1
1.1Ohrožení velkých mlžů .....	1
1.2Výskyt velevruba tupého v ČR .....	2
1.3Životní cyklus v. tupého.....	4
2.Cíle práce .....	5
3.Materiál a metody .....	6
4.Výsledky .....	9
4.1Množství jedinců na lokalitách, odhad velikosti subpopulací .....	9
4.2Velikostní struktura populace .....	10
4.3Věková struktura populace a roční přírůstek .....	11
4.4Zrnitost a množství organického uhlíku v sedimentech.....	12
5.Diskuze.....	14
6.Shrnutí .....	18
7.Literatura .....	19
8.Přílohy .....	24

## Seznam obrázků

Obr. 1: Mapa rozšíření velevrubu tupého v ČR.....	3
Obr. 2: Zájmové území .....	6
Obr. 3: Velikostní struktura subpopulací v. tupého.....	10
Obr. 4: Růstová křivka populace.....	11
Obr. 5: Věková struktura subpopulací v. tupého.....	12
Obr. 6: Zjištěný vztah mezi GMS a počtem jedinců.....	13
Obr. 7: Zjištěný vztah mezi TOC a počtem jedinců.....	13

## Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled odhadů početností subpopulací v náhonech řeky Bečvy .....	1
Tab. 2: Počty živých jedinců.....	9
Tab. 3: Roční přírůstky v. tupého.....	11
Tab. 4: Vlastnosti sedimentu.....	13

## Seznam rovnic

(1) .....	7
-----------	---

## Seznam příloh

Příloha 1: Aquascope .....	24
Příloha 2: Práce s aquascopem.....	24
Příloha 3: Velevrub tupý se zvýrazněnými přírůstkovými liniemi .....	25
Příloha 4: Velikostní spektrum v. tupých z náhonu Strhanec.....	26
Příloha 5: Prázdné lastury velevrubů z náhonu Strhanec.....	26
Příloha 6: Náhon Malá Bečva .....	27
Příloha 6: Náhon Strhanec .....	27

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé práce Doc. RNDr. Martinu Rulíkovi, Ph.D. za cenné rady, odborné konzultace, pomoc v terénu i v laboratoři. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Adamu Bednaříkovi za pomoc s granulometrickým stanovením sedimentu. Poděkování si zaslouží i moje rodina a přátelé za podporu během studia.



# 1. Úvod

Mezi velké mlže (Bivalvia : Unionoidea) vyskytující se v České republice patří kromě škeblí a perlorodky i tři druhy velevrubů. Nejvíce ohrožený z nich je velevrub tupý, *Unio crassus* (Philipsson, 1788). Jeho typickými stanovišti jsou tekoucí vody od drobných potoků často v podhorských polohách, až po největší nížinné řeky (Beran 2000). V současné době je jeho výskyt v ČR vázán jen na několik toků (Beran 2002). Jedním z nich je i řeka Bečva, respektive její přilehlé náhony, kde byla zjištěna poměrně velká metapopulace (Beran a Douda 2009). Z tabulky 1 vyplývá, že největší početnost v. tupého byla zjištěna v náhonech Malá Bečva (Beran 2007a) a Strhanec (Beran 2003). Otázkou ovšem zůstává, jaká je na těchto významných lokalitách velikostní a věková struktura populace a zda se početnost jedinců výrazně nezměnila. Proto je tato práce situována právě na tyto dva náhony řeky Bečvy.

**Tab. 1: Přehled odhadů početností subpopulací v náhonech řeky Bečvy (Beran a Douda 2009), upraveno.**

Lokalita	Lokalizace	Odhad populace
Náhon v Hovězí	mezi jezem u Huslenek a Hovězím	1.500 – 2.500
Náhon ve Vsetíně	Vsetín (mezi Vsetínskou Bečvou a Rokytenskou)	1.000 – 4.000
Náhon v Hranicích	jihozápadní okraj Hranic na Moravě	2.000 – 3.000
Strhanec	náhon mezi Osekem nad Bečvou a Přerovem	3.000 – 10.000
Malá Bečva	Malá Bečva mezi Troubkami a Chropyní	5.000 – 20.000

## 1.1 Ohrožení velkých mlžů

Změny říčních biotopů vedou ke ztrátě specifických druhů a mění strukturu společenstva. To je dáno různou tolerancí jednotlivých skupin živočichů k faktorům životního prostředí (Zavaleta a Hulvey 2004). Sladkovodní mlži z nadčeledi Unionoidea jsou jednou z nejvíce ohrožených skupin fauny na celém světě, jelikož jsou velmi citliví právě na změny životního prostředí (Lydeard et al. 2004). Unionoidea mají téměř kosmopolitní rozšíření. Největší diverzity dosahují ve středním toku řeky Tennessee v severní Alabamě, v oblasti zvané Muscle Shoals (Garner a McGregor 2001). Bylo zde zjištěno 101 druhů. V devatenáctém století byla na řece vybudována série přehrad, která měla za následek vyhynutí 32 druhů. Ačkoliv se po čase tamní společenstvo stabilizovalo, druhové složení se zde dramaticky změnilo (Ahlstedt a McDonough 1993). K podobnému případu došlo i v povodí řeky Coosa. Zde po vybudování přehrad klesl počet druhů velkých mlžů na 18 z původních 51 (Burkhead et al. 1997). Takovéto

úpravy tedy mění charakter toků a důsledkem je narušení společenstva bezobratlých, ryb i pobřežní vegetace (Poff et al. 1997).

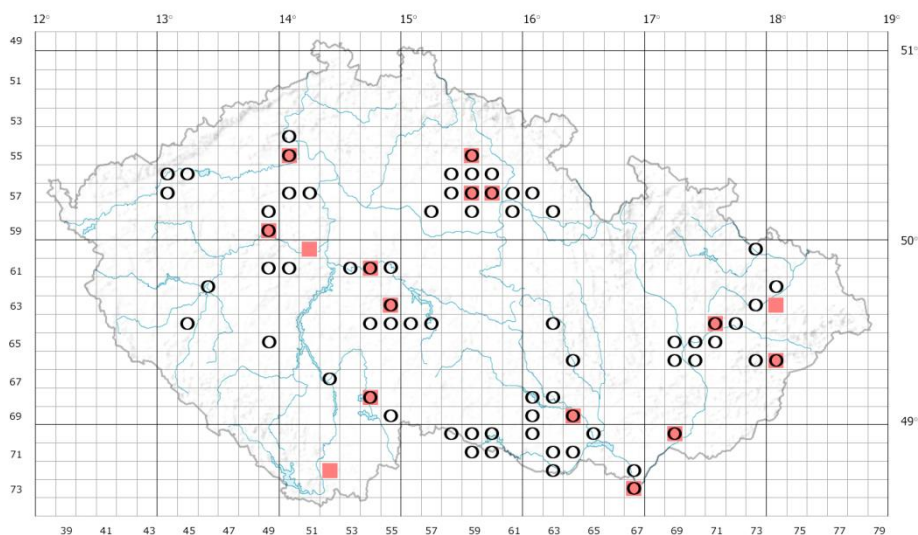
Unionoidea mohou být těmito změnami ovlivněny nejvíce. Změna či úplné odstranění pobřežní vegetace a zpomalení rychlosti toku často vedou k zvýšení teploty vody. Velcí mlži jsou termo-konformní a jejich fyziologické procesy jsou limitovány teplotou. Jelikož vykazují druhově specifické teplotní preference (McMahon a Bogan 2001), vede změna teploty vody k posunu ve struktuře společenstva (Spooner a Vaughn 2008, Vaughn et al. 2008). Dalším důvodem ohrožení těchto organismů je jejich omezená schopnost pohybu. Dospělci se sami mohou přemístit na vzdálenost maximálně sto metrů (Waller et al. 1999). Proto mají na rozdíl od mnoha říčních organismů, jako jsou ryby a vodní hmyz jen omezená refugia během disturbancí (Townsend 1989). Přítomnost invazní slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*, Pallas 1771) vede rovněž k úbytku velkých mlžů. Je jejich přímý potravní konkurent a přisednutím na lasturu mlže omezuje jeho pohyb i schopnost filtrace a dýchání (Lydeard et al. 2004). K tomu navíc přispívá závislost velkých mlžů na ichtyofauně (např. McNichols et al. 2011). Životní cyklus velkých mlžů totiž zahrnuje larvální stádium nazývané glochidium, které se vyvíjí jako obligátní parazit ryb (Kat 1984). Nedostatek správných hostitelů může vést k jejich limitaci. Úspěšné dokončení vývoje během parazitární fáze je totiž možné jen pokud se glochidium přichytí na některého z kompatibilních hostitelů (Douda et al. 2012). Tyto ale i další příčiny mají za následek celosvětový katastrofální pokles celkové početnosti ale i vymírání druhů velkých mlžů (např. Strayer et al. 2004). V současné době je celkem 200 druhů unionoidů zařazeno v červeném seznamu IUCN: 5 v Eurasii, 5 v Brazílii, 1 v Austrálii a zbývající 189 ve Spojených státech (Lydeard et al. 2004).

## 1.2 Výskyt velevruba tupého v ČR

Velevrub tupý byl po tisíciletí běžným druhem velkého mlže našich tekoucích vod. O jeho přítomnosti svědčí hromadné nálezy v odpadních jamách pravěkých sídlišť na dolním Labi i záznamy o hromadném výskytu a využívání ke krmení dobytka z konce 19. století (Uličný 1892–1995 in Douda a Beran 2009). Druh je značně plastický a dokáže se přizpůsobit potravním a teplotním podmínkám na lokalitě. Odlesňování údolí a obhospodařování luk v nivách vedlo ke zvýšení teploty vody a přísunu organického materiálu. To mu umožnilo vystoupit i do podhorských toků. Zároveň ale

hojně obýval všechny typy tekoucích vod až po naše největší řeky (Labe, Vltava, Morava, Dyje). V první polovině 20. století byl nejhojnějším druhem z rodu *Unio* ve střední Evropě (Hochwald a Bauer 1990). Druhá polovina 20. století ovšem představovala zásadní změnu, která vedla téměř k vyhynutí tohoto druhu na našem území. I když byla průzkumu jeho rozšíření v ČR v posledních 10–15 letech věnována zvýšená pozornost, byl výskyt různě velkých populací (obvykle spíše slabých a silně rozptýlených) zjištěn pouze na několika lokalitách (Douda a Beran 2009). Rozšíření v. tupého v ČR je znázorněno v obrázku 1. Nově byla objevena poměrně početná populace v řece Ohři (Beran 2015).

Na Moravě stále platí za místa s nejsilnější populací náhony Bečvy. Beran a Douda (2009) píší, že průzkumy ukázaly početné populace v. tupého prakticky ve všech těchto náhonech (viz tab. 1). V některých částech je výskyt velmi koncentrovaný a hustota velevrubů dosahuje i 20 jedinců na 1 m<sup>2</sup> (Beran 2007a), což je v současnosti v ČR ojedinělá situace. Zároveň byl zjištěn i relativně početný výskyt nejmladších věkových stadií a celkově je věková struktura populací výrazně lepší než na většině jiných lokalit (Beran a Douda 2009). Nepříznivým zjištěním pro populace velevrubů v náhonech Bečvy je objev predovaných jedinců ondatrou pižmovou (*Ondatra zibethicus*, Linnaeus, 1766). Na Malé Bečvě byla pozorována i predace mývalem severním (*Procyon lotor*, Linnaeus, 1758) (Beran 2007a).



**Obr. 1:** Mapa rozšíření velevrubu tupého v ČR. Červené čtverce označují zjištěný výskyt v roce 2007. Kruhy označují výskyt zjištěný v roce 2013. Zdroj: AOPK ČR, 2013.

### 1.3 Životní cyklus v. tupého

Velevrub tupý (*Unio crassus*, Philipsson 1788) se od našich dalších dvou druhů velevrubů liší zejména tím, že zadní okraj lastur není nikdy špičatě zakončený. Povrch lastur je většinou zbarven tmavohnědě nebo zelenohnědě, někdy s odstíny žluté barvy a často s viditelnými obvykle nazelenalými paprsky. Výška obvykle přesahuje polovinu délky. Délka lastur dospělých jedinců činí asi 50–70 mm, výška 30–40 mm a tloušťka 25–35 mm. Délka života tohoto druhu se pohybuje v rozmezí 10 až 15 let. V méně úživných tocích se však nezřídka dožívá 50 let (Beran 1998). Jejich věk lze zjistit, krom jiných metod, i podle počtu přírůstkových linií na ulitě, které představují vymezení ročního přírůstku (Nagel et al. 2015).

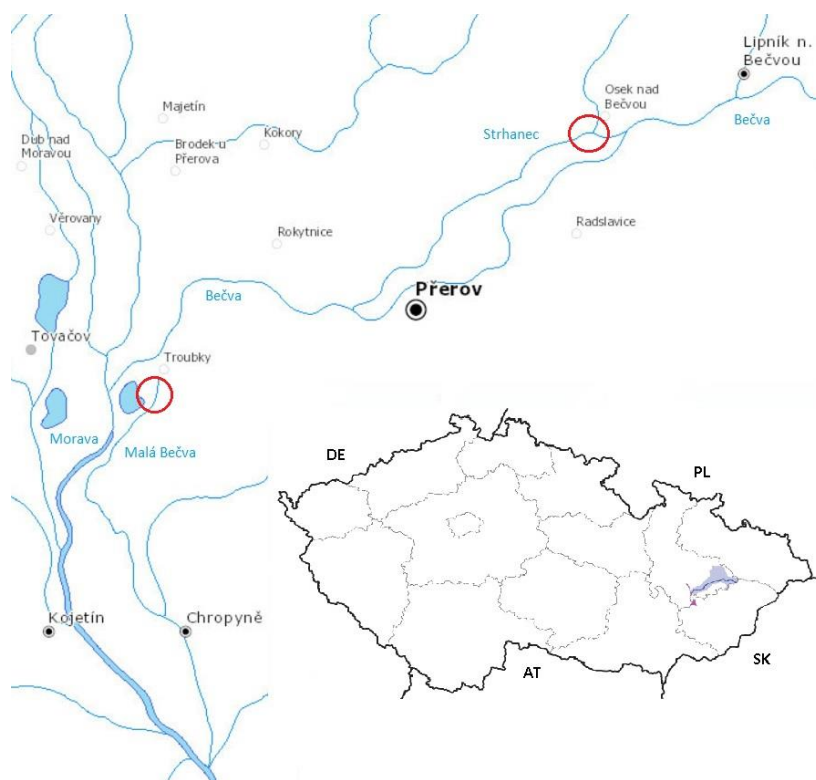
Velevrubi jsou odděleného pohlaví (Beran 2000) a pohlavně dospívají ve věku 4-5 let (Hochwald a Bauer 1990). Samci vypouští do vody spermie a samice je nasávají. K oplození vajíček dochází v těle samice (Beran 1998). Po dokončení embryonálního vývoje jsou glochidia uvolňována ve skupinách do volné vody. Během jara a léta velevrub uvolní statisíce glochidií (Hochwald 1997). Jejich velikost je okolo 200  $\mu\text{m}$  (Brodniewicz 1968). Po vypuštění z mateřského jedince se glochidia musí mechanicky přichytit k povrchu těla ryby (Rogers-Lowery a Dimock 2006). Za nejvhodnější tkáň jsou považovány pro rozvoj glochidií velevrubů žábry (Vicentini 2005). Po připojení k hostiteli vytvářejí glochidia v epitelálních buňkách a pojivové tkáni cysty, ve kterých metamorfují (Kirk a Layzer 1997). Proměna trvá 20–50 dnů v závislosti na teplotě vody a hostitelském druhu (Taeubert et al. 2012). Během této doby se rozvíjejí vnitřní orgány glochidií. Plně metamorfovaní juvenilní velevrubi opustí cystu a spadnou na dno řeky (Dillon 2000). Vyžadují přirozené dno říčního koryta s bohatým nánosem sedimentu, v něm žijí první 1–3 roky. Po uplynutí této doby migrují k povrchu dna a živí se filtrací (např. Hochwald a Bauer 1990, Beran 2000). Glochidia většiny druhů se mohou úspěšně vyvíjet do mladistvých jedinců pouze na omezeném počtu hostitelských druhů ryb (Barnhart et al. 2008). Pokud se připojí k nekompatibilnímu druhu ryby, nedokončí mlž svůj parazitární vývoj (Young a Williams 1984). Ve vybraných náhonech řeky Bečvy bylo zjištěno, že se na přenosu glochidií velevrubů podílí nejvíce jelec tloušť (Kopeček 2014).

## **2. Cíle práce**

- Zjistit velikostní a věkovou strukturu populace velevruba tupého ve vybraných náhonech Bečvy.
- Odhadnout přibližnou abundanci těchto populací.
- Pokusit se naleznout vztah mezi výskytem velevrubů na lokalitách a některými vlastnostmi sedimentu.

### 3. Materiál a metody

Výzkum byl proveden v povodí řeky Bečvy, konkrétně na náhonech Strhanec a Malá Bečva (obr. 2). Malá Bečva je 18 km dlouhým kanálem odvádějícím vodu z Bečvy u Troubek (199 m n. m.), který ústí do Moštěnky u Plešovce v nadmořské výšce 190 m (Vlček 1984). Šířka toku se pohybuje kolem 7 m, dno a břehy jsou v místech s nízkou rychlostí proudu převážně bahnité (větší část toku), v místech s rychlejším prouděním písčito-bahnité, písčité až štěrkopísčité. Velevrub tupý se zde vyskytuje na 12 km toku (Beran 2007a). Náhon Strhanec se odděluje od Bečvy na Oseckém jezu jihozápadně od Lipníka nad Bečvou. Protéká Osekem nad Bečvou, Prosenicemi a dále přes NPR Žebračka. Do Bečvy se zpět vlévá v Přerově. Většina toku je poměrně hluboká a průzkum je za normálního průtoku obtížný. Výskyt v. tupého byl zjištěn v celé délce 12 km dlouhého náhonu (Beran 2003). Charakter dna je zde podobný jako v Malé Bečvě.



**Obr. 2: Zájmové území.** Červené kruhy označují místa výzkumu. Zdroje Cenia a Wikipedie (upraveno).

Terénní práce proběhly během několika dní od července do října 2015. Spočívaly v hledání jedinců v. tupého na povrchu dna pomocí aquascopu od firmy Anaconda (viz příloha 1). Průzkum dna byl prováděn na vybraných úsecích

(podlokalitách) obou náhonů. Dno bylo prohledáváno pomalým tempem ve všech zvolených úsecích a živí jedinci i prázdné lastury byli sbíráni do kbelíků. Délky úseků byly voleny podle místních podmínek, především hloubky a rychlosti proudu. Jednotlivé délky jsou znázorněny v tab. 2. Na Malé Bečvě byly zvoleny 4 úseky o celkové délce 90 m. První z nich se nachází u mostu přes Malou Bečvu v obci Troubky (49°30'41,5" s.š. a 17°19'41,9" v.d.). Další byly vybrány směrem po proudu do vzdálenosti přibližně jednoho kilometru. Na náhonu Strhanec byly zvoleny 3 podlokality ve vzdálenosti do sta metrů od mostu mezi Osekem nad Bečvou a Oldřichovem (49°30'35,1" s.š. a 17°32'13,7" v.d.). Celkem zde bylo prohledáno 55 m toku.

U nalezených jedinců byla pomocí posuvného měřítka zjištěna délka, výška a šířka lastury ihned po prohledání daného úseku. V obou náhonech byly zároveň nalezeny i prázdné lastury v. tupého. Ty byly odebrány a změřeny stejným způsobem později. Jednalo se zpravidla o čerstvé lastury. V náhonu Strhanec byla většina prázdných lastur nalezena poblíž nory, pravděpodobně od ondatry pižmové. Beran (ústní sdělení) konstatoval, že by se mohlo jednat právě o tento druh. Z prázdných lastur v. tupého bylo zvoleno velikostní spektrum od 19 mm do 61 mm pro vytvoření růstové křivky. K tomu bylo vybráno celkem 32 lastur, které byly detailně nafoceny (pomocí stereomikroskopu Zeiss Discovery V12) a podle přírůstkových linií byl odhadnut jejich věk. Z vybraných 32 lastur pak bylo podle zjištěného věku vytvořeno 10 skupin stejného stáří. Délka lastur byla pro každou skupinu zprůměrována a za pomoci MS Excel byla vytvořena křivka a vygenerována její rovnice:

$$y = 0,03380974 \times x^{1,37314036} \quad (1)$$

$x$  = délka lastury v milimetrech,  $y$  = věk,  $R^2 = 0,985$ .

Pomocí této rovnice byl následně zjištěn věk všech zaznamenaných živých i uhynulých jedinců v. tupého. Dále byla tímto způsobem vytvořena i růstová křivka (viz obr. 4).

V místech výskytu jedinců v. tupého byly rovněž odebrány vzorky dnového sedimentu. Vždy byl odebrán jeden vzorek pro granulometrické stanovení a jeden pro stanovení organického uhlíku. Vzorky pro stanovení organického uhlíku byly dále rozděleny na tři podvzorky. Celkem byl odběr proveden na třech místech v náhonu Strhanec a pěti místech v Malé Bečvě. Granulometrická analýza zahrnovala vysušení sedimentu na volném vzduchu. Dále byl pomocí třepacího stroje proset přes soustavu sít o různém průměru ok (22,4 mm, 11,2 mm, 7 mm, 3 mm, 1,4 mm, 0,71, 0,4 mm,

0,18 mm a 0,063 a < 0,063 mm). Jednotlivé frakce byly následně zváženy a výsledná zrnitost sedimentu byla stanovena pomocí databáze Gradistat (Blott a Pye 2001). Pro statistické vyhodnocení byl použit medián velikosti zrn.

Obsah organických látek v sedimentu byl stanoven gravimetricky. Sediment byl v žihacích miskách zbaven vody za pomoci sušárny (Sanyo - Gallenkamp) při teplotě 105 °C po dobu 24 hodin. Po zbavení vody byl zvážen. Následně byla odstraněna veškerá organická složka vzorku za pomoci žihací pece (LAC-LH 30/13) při teplotě 550 °C po dobu asi 3,5 hodin. Následně byl vzorek zvážen. Odečtením hmotnosti popela po vyžhání od hmotnosti suchého vzorku bylo zjištěno množství organických látek ve vzorku. Množství organické hmoty bylo dále převedeno na obsah organického uhlíku vynásobením AFDW koeficientem 0,45 za předpokladu, že obsah uhlíku v organické hmotě je 45 % (Meyer et al. 1981).

Pro statistické zpracování výsledků byl použit program NCSS. Dále byl pro zpracování dat a generování rovnic použit program MS Excel. Pro testování rozdílu v početnosti jedinců mezi lokalitami byla použita ANOVA. V případě, kdy data nespĺňovala podmínky pro užití ANOVY, byla použita její neparametrická obdoba Kruskal-Wallis test. Pro testování počtu jedinců a parametrů sedimentu mezi podlokalitami v jednotlivých náhonech byl použit test dobré shody. Dále byl použit Spearmanův korelační koeficient pro nalezení vztahu mezi parametry sedimentu a početností jedinců. Signifikantní rozdíly byly hodnoceny na 5% hladině významnosti.



## 4. Výsledky

### 4.1 Množství jedinců na lokalitách, odhad velikosti subpopulací

Celkem bylo v obou náhonech nalezeno 399 lastur v. tupého. Z tohoto počtu bylo 169 živých jedinců (Tab. 2), deset v náhonu Strhanec a 159 v Malé Bečvě. Zbýlých 230 tvořily prázdné lastury (43 Malá Bečva, 187 Strhanec). Celkový počet nalezených lastur (živých i prázdných) je mezi náhony shodný ( $X^2 = 0,063$ ;  $P = 0,802$ ;  $DF = 1$ ). Počty živých jedinců jsou mezi náhony signifikantně rozdílné ( $X^2 = 131,37$ ;  $P < 0,001$ ;  $DF = 1$ ). Stejně tak i počty prázdných lastur ( $X^2 = 90,16$ ;  $P < 0,001$ ;  $DF = 1$ ). Množství nalezených živých jedinců v náhonu Malá Bečva mezi jednotlivými úseky bylo rozdílné ( $X^2 = 95,97$ ;  $P < 0,001$ ;  $DF = 3$ ). Oproti tomu mezi vybranými úseky v náhonu Strhanec statistický rozdíl prokázán nebyl ( $X^2 = 2,60$ ;  $P = 0,273$ ;  $DF = 2$ ). Počet živých jedinců a prázdných lastur se signifikantně lišil v obou náhonech (Malá Bečva:  $X^2 = 66,61$ ;  $P < 0,001$ ;  $DF = 1$ ; Strhanec:  $X^2 = 159,03$ ;  $P < 0,001$ ;  $DF = 1$ ).

**Tab. 2: Počty živých jedinců.** Udávány jsou počty nalezených živých jedinců v jednotlivých úsecích náhonů a délky úseků (podlokalit).

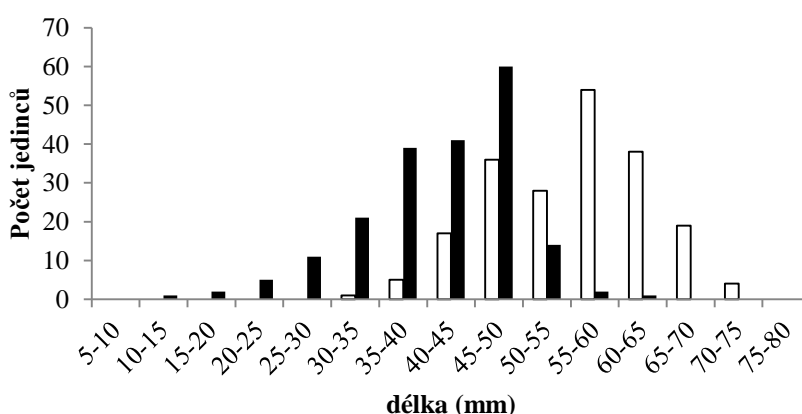
Úsek	Malá Bečva		Strhanec	
	Délka úseku (m)	Počet jedinců	Délka úseku (m)	Počet jedinců
1	25	67	25	1
2	10	7	25	5
3	30	11	5	4
4	25	74		

Orientační velikost subpopulací na jednotlivých lokalitách byla odhadnuta podle počtu živých jedinců nalezených v jednotlivých náhonech. V Malé Bečvě bylo prohledáno 0,09 km toku. Nalezeno zde bylo 159 živých jedinců. Za předpokladu rovnoměrné distribuce to odpovídá 1766,66 jedincům na jeden kilometr toku. V Malé Bečvě se v. tupý vyskytuje na 12 km toku, z toho vyplývá, že celková velikost subpopulace může dosahovat cca 21.200 jedinců. Stejným způsobem můžeme dojít i k velikosti subpopulace v náhonu Strhanec. Zde se tato hodnota pohybuje přibližně okolo 2.200 jedinců.

## 4.2 Velikostní struktura populace

Průměrná délka lastur všech nalezených jedinců v. tupého činila 48,3 mm (SE = ± 0,53 mm). Největší zaznamenaný jedinec měřil 72,2 mm, nejmenší 14,5 mm. Délky lastur nalezených jedinců v. tupého (živých i uhynulých) jsou mezi náhony signifikantně rozdílné (Kruskal-Wallis Test;  $P < 0,001$ ). Velikosti lastur pouze živých jedinců se rovněž mezi náhony neshodují (ANOVA;  $F = 9,83$ ;  $P < 0,001$ ). Stejně tak nebyla prokázána shoda ani v případě velikosti prázdných lastur v. tupého mezi náhony (Kruskal-Wallis Test;  $P < 0,001$ ). Signifikantní rozdíl byl prokázán i ve velikosti nalezených živých jedinců a prázdných lastur po sloučení dat z obou náhonů do jednoho souboru (Kruskal-Wallis Test;  $P < 0,001$ ).

V náhonu Malá Bečva tvoří nejpočetnější velikostní skupinu jedinci ve velikosti mezi 55 mm a 60 mm. V rámci tohoto náhonu nebyl prokázán statistický rozdíl mezi velikostmi živých jedinců a prázdných lastur (ANOVA;  $F = 1,46$ ;  $P = 0,229$ ). Rozdíl délek lastur (živých i uhynulých jedinců) nebyl v tomto náhonu prokázán ani mezi jednotlivými úseky (ANOVA;  $F = 2,27$ ;  $P = 0,185$ ). Rozdíl délky lastur mezi úseky byl ovšem prokázán v případě živých jedinců (ANOVA;  $F = 3,16$ ;  $P = 0,016$ ). Nejpočetnější skupina v náhonu Strhanec tvoří jedinci v délce mezi 45 mm a 50 mm. V tomto náhonu signifikantní rozdíl mezi délkami prázdných lastur a živých jedinců prokázán byl (Kruskal-Wallis Test;  $P = 0,045$ ). Mezi jednotlivými úseky nebyl zjištěn rozdíl ve velikosti jedinců v. tupého (živých i uhynulých) (Kruskal-Wallis Test;  $P = 0,175$ ). Rozdíl nebyl prokázán ani v případě živých jedinců (Kruskal-Wallis Test;  $P = 0,664$ ). Délky lastur všech nalezených jedinců jsou znázorněny na obr. 3.



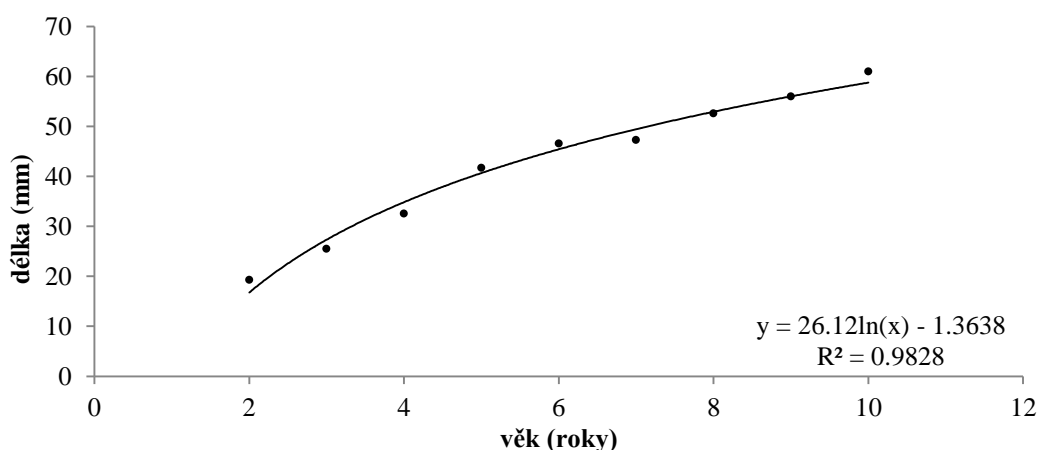
**Obr. 3: Velikostní struktura subpopulací v. tupého.** V grafu jsou znázorněny početnosti velikostních kategorií živých jedinců i prázdných lastur dohromady pro oba náhony. Náhon Strhanec – plné sloupce, Malá Bečva – prázdné sloupce. Na ose x jsou velikostní kategorie.

### 4.3 Věková struktura populace a roční přírůstek

Věk nalezených lastur v. tupých byl odhadnut pomocí vygenerované rovnice 1 (viz kapitola 3.). Roční přírůstek (tab. 3) byl extrapolován z rovnice růstové křivky (obr. 4). Zjištěný průměrný věk byl 7 let ( $SE = \pm 0,1$  roku), nejvyšší věk pak 12 let. Nejmladší jedinci byli jednoletí. Mezi náhony byl zjištěn signifikantní rozdíl ve věku všech nalezených jedinců v. tupého (Kruskal-Wallis Test;  $P < 0,001$ ). Rozdílný se ukázal věk i mezi živými jedinci z jednotlivých náhonů (ANOVA;  $F = 49,00$ ;  $P < 0,001$ ). Stejně tak byl zjištěn rozdíl ve věku uhynulých jedinců (ANOVA;  $F = 147,57$ ;  $P < 0,001$ ). Signifikantní rozdíl byl prokázán i ve věku nalezených živých jedinců a prázdných lastur po sloučení dat z obou náhonů do jednoho souboru (ANOVA;  $F = 97,80$ ;  $P < 0,001$ ).

**Tab. 3: Roční přírůstky v. tupého.** V tabulce jsou uvedeny průměrné velikostní přírůstky mezi jednotlivými roky života v. tupého z náhonů Malá Bečva a Strhanec. Hodnoty nad 10 let a pod 2 roky jsou extrapolovány pomocí růstové křivky.

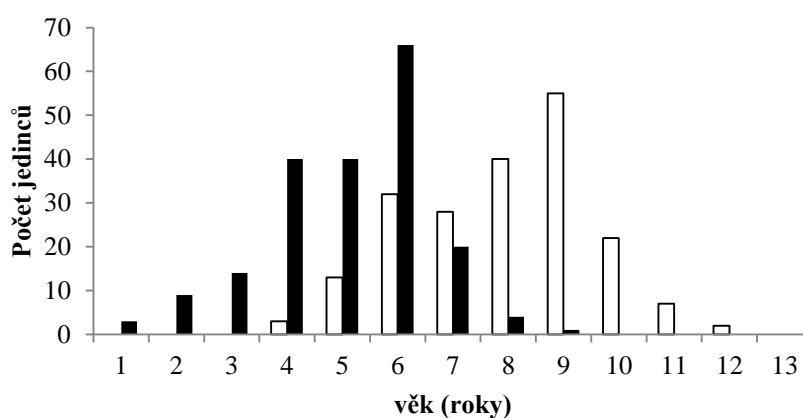
věk	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
roční přírůstek (mm)	10,6	7,5	5,8	4,8	4,0	3,5	3,1	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8



**Obr. 4: Růstová křivka populace.** V grafu je zobrazena růstová křivka populace. Body označují průměrnou délku pro věkové skupiny. Dále je zde uvedena rovnice křivky a koeficient determinace ( $R^2$ ).

V náhonu Malá Bečva byla zjištěna nejpočetnější věková skupina mezi 9 a 10 rokem života. Reprodukčního věku zde dosahovalo 100 % nalezených jedinců. Věk živých a uhynulých jedinců v. tupého v tomto náhonu není rozdílný (ANOVA;  $F = 1,73$ ;  $P = 0,190$ ). Rozdíl ve věku živých i uhynulých jedinců mezi jednotlivými

úseky v tomto náhonu byl signifikantně prokázán (ANOVA;  $F = 2,96$ ;  $P = 0,013$ ). Mezi těmito úseky byl prokázán i věkový rozdíl mezi živými jedinci (ANOVA;  $F = 9,83$ ;  $P = 0,012$ ). V náhonu Strhanec bylo zaznamenáno nejvíce jedinců ve věku od 6 do 7 let. Reprodukčního věku zde dosahovalo 87 % jedinců. Rozdíl ve věku uhynulých a živých jedinců, i když těsně, zde prokázán nebyl (Kruskal-Wallis Test;  $P = 0,055$ ). Mezi jednotlivými úseky tohoto náhonu rovněž nebyl prokázán rozdíl ve věku všech nalezených jedinců (živých i uhynulých) (ANOVA;  $F = 1,78$ ;  $P = 0,152$ ). Mezi těmito úseky nebyl prokázán rozdíl ani ve věku nalezených živých jedinců v. tupého (ANOVA;  $F = 0,08$ ;  $P = 0,923$ ). Odhadnutý věk všech nalezených jedinců je znázorněn v obr. 5.



**Obr. 5: Věková struktura subpopulací v. tupého.** V grafu jsou znázorněny početnosti živých jedinců i prázdných lastur dohromady pro oba náhony seřazených podle jejich věku. Náhon Strhanec – plné sloupce, Malá Bečva – prázdné sloupce.

#### 4.4 Zrnitost a množství organického uhlíku v sedimentech

Procentuální množství celkového organického uhlíku (dále jen TOC) v sedimentu není mezi náhony rozdílné (ANOVA;  $F = 1,28$ ;  $P = 0,301$ ). Tento rozdíl nebyl prokázán ani mezi jednotlivými podlokalitami v náhonu Strhanec ( $X^2 = 0,271$ ;  $P = 0,873$ ;  $DF = 2$ ). Množství TOC v sedimentu nebylo rovněž statisticky rozdílné mezi podlokalitami v Malé Bečvě ( $X^2 = 2,507$ ;  $P = 0,643$ ;  $DF = 4$ ).

Medián velikosti zrn (dále jen GMS) sedimentu není signifikantně rozdílný mezi oběma náhony (Kruskal-Wallis Test;  $P = 0,053$ ). V náhonu Strhanec rovněž nebyl zjištěn rozdíl v GMS mezi sedimenty podlokalit ( $X^2 = 0,012$ ;  $P = 0,626$ ;  $DF = 2$ ). Také mezi sedimenty podlokalit Malé Bečvy po odstranění ulítlé hodnoty (podlokalita 1, viz tab. 4) zjištěn signifikantní rozdíl v GMS nebyl ( $X^2 = 0,035$ ;  $P = 0,998$ ;  $DF = 3$ ).

**Tab. 4: Vlastnosti sedimentu.** V tabulce jsou znázorněny hodnoty TOC a GMS pro jednotlivé podlokality (úseky) obou náhonů. Dále je zde uvedena početnost živých jedinců nalezených na jednotlivých podlokalitách.

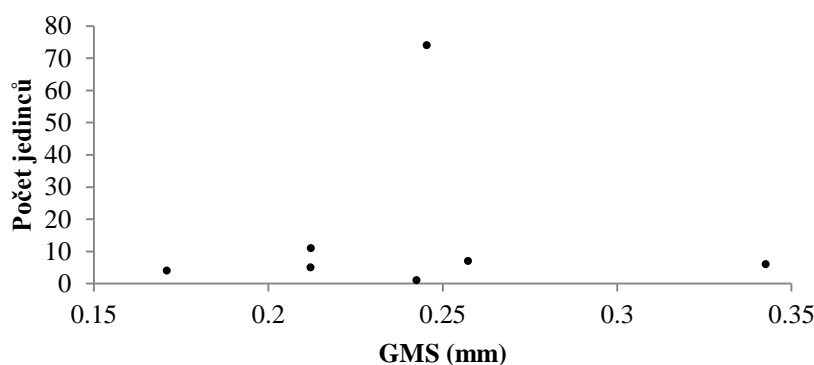
podlokalita	Malá Bečva			Strhanec		
	TOC <sup>a</sup> (%)	GMS <sup>b</sup> (mm)	Počet jedinců	TOC <sup>a</sup> (%)	GMS <sup>b</sup> (mm)	počet jedinců
1	0,55	12,739 <sup>c</sup>	61	1,78	0,243	1
2	2,48	0,343	6	2,72	0,212	5
3	2,32	0,257	7	1,81	0,171	4
4	0,51	0,212	11			
5	1,23	0,245	74			

<sup>a</sup> označuje celkový organický uhlík

<sup>b</sup> označuje medián velikosti zrn

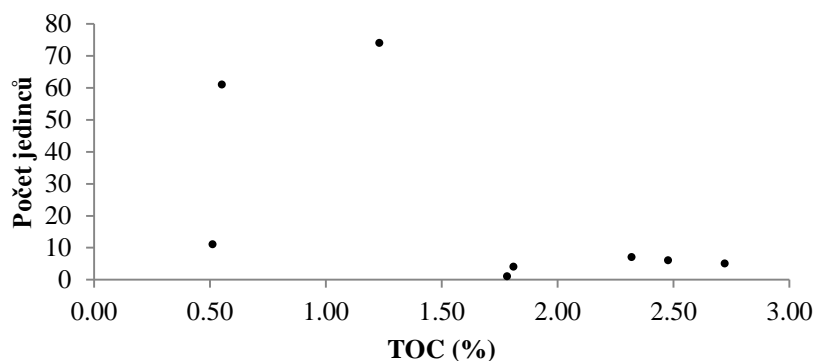
<sup>c</sup> ulítlá hodnota odstraněná z analýz

Mezi počtem živých jedinců ze všech podlokalit a GMS nebyl zjištěn žádný vztah (Spearmanův korelační koeficient;  $r_s = 0,39$ ;  $T = 0,96$ ;  $P = 0,383$ ). Z této analýzy bylo nutné odstranit hodnotu z prvního úseku (podlokality) náhonu Malá Bečva. Výsledek korelace je znázorněn v obrázku 6.



**Obr. 6: Zjištěný vztah mezi GMS a počtem jedinců.** Znázorněn je grafický výstup korelační analýzy mezi hodnotami GMS a počtem živých jedinců nalezených na jednotlivých podlokalitách obou náhonů dohromady.

Mezi počtem živých jedinců ze všech podlokalit a TOC nebyl rovněž zjištěn žádný vztah (Spearmanův korelační koeficient;  $r_s = -0,52$ ;  $T = 1,51$ ;  $P = 0,183$ ). Výsledek korelace je znázorněn v obrázku 7.



**Obr. 7: Zjištěný vztah mezi TOC a počtem jedinců.** Znázorněn je grafický výstup korelační analýzy mezi hodnotami TOC a počtem živých jedinců nalezených na jednotlivých podlokalitách obou náhonů dohromady.

## 5. Diskuze

Odhadnout velikost populace tohoto relativně skrytě žijícího druhu pomocí Aquascopu je poměrně obtížné. Toto tvrzení podporuje i studie Lamanda a Beisela (2014), kteří zjistili, že touto metodou je možné zaznamenat pouze 10 % jedinců. Jako účinnější metoda se ukázalo manuální vyhloubení a prosetí sedimentu z vytýčené plochy. Ovšem podle Smitha et al. (2000) tato metoda odběru vzorků může vést k vyšší mortalitě, snižuje rychlost růstu a ruší velevrubu při reprodukci. Lamand a Beisel (2014) považují vizuální způsob za poměrně snadnou a rychlou metodu pro hrubý odhad velikosti populace i z důvodu vyšší šetrnosti. Nevýhodou této metody ovšem zůstává malá pravděpodobnost zachycení nejmladších jedinců během průzkumu. Autoři pomocí aquascopu nezaznamenali žádného mladého jedince na rozdíl od manuálního vyhloubení sedimentu. Tato nevýhoda je patrná i v dalších studiích. Například Beran (2011, 2012a, 2012b, 2015) nebo Bílek a Beran (2013) ve svých studiích nejmladší jedince většinou zaznamenali v relativně malé početnosti. V této práci byl zaznamenán pouze jeden mladý živý jedinec. Velevrub tupý, stejně jako většina velkých mlžů, po odpadnutí od hostitelské ryby žije ukrytý v sedimentu po dobu 1-3 roky (Hochwald a Bauer 1990). Z tohoto důvodu je početnost především mladých jedinců pravděpodobně podhodnocena. Dalším příčinou nepřesnosti při odhadu velikosti populace mlžů může být shlukovitá disperze jedinců na dně. Z tohoto důvodu byla metodika této práce založena na prohledání co největších úseků náhonů. Důkazem účinnosti této metody je první úsek náhonu Malá Bečva, kdy bylo prohledáno 25 metrů toku a velevrub tupý se zde vyskytoval na ploše přibližně jednoho metru čtverečního v početnosti 67 jedinců. Tato metoda je ovšem časově náročná a vzrůstá riziko přehlédnutí jedinců oproti metodě s vytýčením menších čtverců o jasně definované ploše.

V náhonu Malá Bečva našel Beran (2007a) na 6 vytýčených místech o celkové ploše 28,5 m<sup>2</sup> celkem 23 jedinců v. tupého. Celkově odhadl velikost populace na 5.000 až 20.000. Výsledek je možné považovat za obdobný odhadu početnosti v této práci, tedy 21.200 jedinců. Během průzkumu bylo námi nalezeno celkem 159 jedinců v. tupého ovšem na mnohem větší ploše (cca 600 m<sup>2</sup>). Na rozdíl od Berana (2007a) ale nebyly prozkoumány plošky po celé délce náhonu. V náhonu Strhanec byla v této práci odhadnuta početnost v. tupého na 2.200 jedinců. To odpovídá početnosti do cca 0,1 jedinců na metr čtvereční. Beran (2003) zde našel v. tupého na všech 5 jím zvolených plochách a na 4 z nich odhadnul početnost menší než jeden jedinec na metr

čtvereční. Celkem pak odhadnul velikost populace mezi 3.000 až 10.000. Nutné je ovšem zmínit predační tlak na velevrby v námi zvolené části náhonu. Je možné, že velevrubi nejsou predováni po celé délce náhonu a odhad velikosti populace je proto podhodnocen.

Predace velevrubů v náhonech Bečvy byla popsána již Beranem (2007a). Výsledkem predace jedinců v. tupého je velké množství čerstvých lastur, které byly využity pro vytvoření křivky a vygenerování rovnice 1, podle které bylo možné vypočítat věk všech nalezených živých i uhynulých jedinců. Tento způsob jistě není tak přesný jako počítání přírůstkových linií na všech nalezených jedincích ale je šetřejší. Delší doba pro počítání přírůstkových linií při takovémto množství jedinců by mohla znamenat vysokou mortalitu. V náhonu Strhanec napomohla predace k nalezení většího velikostního spektra prázdných lastur. Ve velikosti nalezených živých a prázdných lastur zde byl zjištěn signifikantní rozdíl.

Mezi oběma náhony byl prokázán signifikantní rozdíl mezi velikostí i věkem jedinců a to živých i uhynulých (popř. predovaných). Z obrázků 3 a 5 vyplývá, že v náhonu Strhanec bylo nalezeno více mladších (menších) jedinců oproti Malé Bečvě a zároveň je zde méně jedinců ve stáří nad 8 let (55 mm). Na tomto zjištění je zajímavý velký rozdíl v celkové početnosti mezi náhony. Tedy náhon Strhanec s nižší populační hustotou má více mladých jedinců než poměrně bohatě osídlená Malá Bečva. Toto zjištění pravděpodobně nelze korektně odůvodnit.

Nejmenší velikosti v této práci dosáhl jedinec z náhonu Strhanec a to 14,5 mm, v Malé Bečvě to byl jedinec v délce do 35 mm. Pozitivním je, že se jednalo v obou případech o živé v. tupé. V přílehlých náhonech v Hovězí a ve Vsetíně Beran (2007b) našel jedince dokonce v délce do 5 mm. V řekách Lužnici a Nežárce Douda (2007) našel rovněž menší jedince a to v délce do 10 mm. V této práci se bohužel nepodařilo ty nejmladší jedince objevit a to pravděpodobně z důvodů objasněných výše. Největší jedinec byl zaznamenán v Malé Bečvě o délce do 75mm v náhonu Strhanec pak do 65. Beran (2007b) našel jedince o délce do 65 mm. Douda (2007) našel jedince v délce dokonce do 80 mm. V Rusku v řece Plyussa, která leží nedaleko hranic s Estonskem Rizhinashvili (2008) popsal největšího jedince o délce necelých 58 mm.

Nejmladšími jedinci v. tupého v této práci byli jednoletý v náhonu Strhanec a čtyřletý v Malé Bečvě. Rovněž Beran (2007b) našel nejmladšího jedince jednoletého v náhonech v Hovězí a ve Vsetíně. Douda (2007) v řekách Lužnici a Nežárce zaznamenal dokonce jedince mladšího jednoho roku. Nejvyšší zaznamenaný věk v této práci 12 let

pro Malou Bečvu a 9 let pro náhon Strhanec se příliš neliší od věku zjištěného Beranem (2007b) v náhonech v Hovězí a ve Vsetíně a to 9 let. Tyto lokality patří také do metapopulace náhonů Bečvy. Douda (2007) ve své práci v jižních Čechách zaznamenal nejstaršího jedince ve věku 11 let. Na rozdíl od tohoto zjištění zaznamenali např. Zettler a Jueg (2007) nejstaršího jedince 16 let a to v severovýchodním Německu. V té samé oblasti ovšem Nagel (1991) pomocí přírůstkových linií napočítal až 40let.

Maximální velikost a délka života je u tohoto druhu tedy značně variabilní. To platí i pro rychlost růstu během života. Podle Zettlera (1997) může být věk 40mm v. tupého v rozmezí 2 až 14 let. Nagel (1991) popisuje zase zastavení růstu u horní poloviny populace z hlediska délky. V práci Kissa (1994) situované v řece Tisze je zobrazen růst v. tupého jako velmi rychlý do věku 4 let s maximálním přírůstkem až 25 mm za rok. V tomto věku zde dorůstají jedinci v. tupého 60 mm, od 6 roku života ovšem růst stagnuje. V této práci je počáteční růstová rychlost rovněž poměrně vysoká (až 10,6mm za rok) ve vyšším věku se ovšem zpomaluje podle předchozího vzoru, nikoli však zastaví (obr. 4 a tab. 3). To může být dáno právě extrapolací věku z vybraného vzorového spektra (2-10 let). Dále je možné, že se v náhonech mohou vyskytovat i starší jedinci, u kterých by se zastavení růstu již mohlo projevit. Ovšem růst v. tupého bez výrazné fáze stagnace zjistili i Ercan et al. (2013) v Tureckém jezeře Sapanca. Nagel et al. (2015) ve své práci dokonce popisují krom zastavení růstu i zmenšování jedinců v. tupého a to na řece Seenbach o 0,4 mm a na řece Orke dokonce o 1,9 mm za delší sledované období. Dále dokládají maximální míru růstu u jedinců v. tupého na několika lokalitách v Německu od 0,3 až po 2,5 mm za rok. To jen dokládá vysokou plasticitu tohoto druhu.

Výskyt v. tupého významně koreluje s obsahem organického uhlíku (Bauer a Wächtler 2001 in Hus et al. 2006). Podle Husa et al. (2006) se populace v dobrém stavu (s mladými jedinci) vyskytují obvykle ve vodních tocích s výrazně vyšší hladinou TOC (0,7-1mg×l<sup>-1</sup>). V náhonech Bečvy zjišťovala Galová (2013), krom jiného i obsah TOC v sedimentu. V Malé Bečvě dospěla k průměrné hodnotě 1,52 %, ve Strhanci byl průměrný obsah TOC v sedimentu 1,72 %. V této práci jsme dospěli k průměrné hodnotě TOC v sedimentu přibližně obdobné jako Galová (2013). Velevrub tupý podle Denica et al. (2014) preferuje dále také lokality s velikostí zrn sedimentu do 0,85 mm. Toto kritérium splňují i průměrné velikosti zrn sedimentu z obou sledovaných náhonů v této práci. V Malé Bečvě jsme zjistili cca dvojnásobnou průměrnou velikost zrn sedimentu (0,26) a ve Strhanci přibližně poloviční (0,21) než Galová (2013).



Skutečnost, že nebyl zjištěn signifikantní rozdíl obsahu TOC a GMS v sedimentu mezi náhony i mezi podlokalitami náhonů podporuje tvrzení o preferenci těchto faktorů prostředí v. tupým. Dále také nebyl nalezen vztah mezi těmito hodnotami a počtem živých jedinců na odběrném místě. Důvodem je pravděpodobně právě nízké rozpětí hodnot těchto vlastností sedimentu v obou náhonech.

## 6. Shrnutí

Velevrub tupý patří mezi nejvíce ohrožené druhy mlžů České republiky. V posledních letech je věnována zvýšená pozornost mapování jeho výskytu a jsou nacházeny nové populace. Jako největší prosperující populace na Moravě je označována právě ta z náhonů řeky Bečvy (Beran a Douša 2009).

V náhonu Malá Bečva byl zjištěn poměrně početný stav populace a shoduje se s předchozími odhady Berana (2007a). Nebyli zde ovšem nalezeni mladí jedinci a to až do věku 4 let. Většina velevrubů zde dosahovala věku mezi 6-9 roky. Nejvíce pak 12 let. V druhém sledovaném náhonu byla situace opačná. Velikost populace oproti dřívějším odhadům Berana (2003) poklesla. Nutné je ovšem poukázat na silnou predaci ondatrou pižmovou v místech průzkumu. Na rozdíl od Malé Bečvy zde byli nalezeni i mladí jedinci a nejčastější věk se zde pohyboval mezi 4-6 roky. Nebyli zde však nalezeni jedinci starší 9 let.

Mezi vlastnostmi sedimentu a počtem nalezených v. tupých se nepodařilo nalézt vztah. Mezi sledovanými vlastnostmi sedimentu nebyl nalezen totiž rozdíl mezi náhony a to ani mezi jejich podlokalitami.

Pro přesnější odhad početnosti především mladých jedinců na těchto lokalitách by bylo dobré zvolit pro průzkum metodu manuálního vyhloubení sedimentu na jasně definovaných plochách. Je ovšem nutné dbát na bezpečnost těchto živočichů a použít šetrnější období této metody.

## 7. Literatura

- Ahlstedt SA, McDonough TA. 1993: Quantitative evaluation of commercial mussel populations in the Tennessee River portion of Wheeler Reservoir. *Conservation and Management of Freshwater Mussels*. 38–49 pps.
- Barnhart MC, Haag WR, Roston WN. 2008: Adaptations to host infection and larval parasitism in Unionoida. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 27:370–394.
- Bauer G, Wächtler K. 2001: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. In: Hus M, Šmiałek M, Zając K, Zając T. 2006: Occurrence of *Unio crassus* (Bivalvia, Unionidae) Depending on Water Chemistry in the Foreland of the Polish Carpathians. *Polish Journal of Environmental Studies*. 15(1):169–172.
- Beran L. 1998: Vodní měkkýši ČR. 1. vydání. Metodika ČSOP. Vlašim: ZO ČSOP Vlašim. 113 s. ISBN 80–902469–69–4–X.
- Beran L. 2000: Velevrub tupý (*Unio crassus*). *Ochrana přírody*. 55(7):208–209.
- Beran L. 2002: Vodní měkkýši ČR – rozšíření a jeho změny, stanoviště, šíření a ochrana, červený seznam. Sborník přírodovědného klubu v Uh. Hradišti. Supplementum 10.
- Beran L. 2003: Vodní měkkýši náhonu Strhanec (střední Morava) [Aquatic molluscs of the Strhanec Canal (Central Moravia, Czech Republic)]. *Bulletin Lampetra V. ZO ČSOP Vlašim*. 5: 22–26.
- Beran L. 2007a: Vodní měkkýši Malé Bečvy (Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca*. 6: 29–34.
- Beran L. 2007b: Příspěvek k poznání vodních měkkýšů Vsetínské Bečvy a okolí (Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca*. 6:38–47.
- Beran L. 2011: Příspěvek k poznání vodních měkkýšů evropsky významné lokality Bystřice se zaměřením na populaci velevruba tupého (*Unio crassus*). *Malacologica Bohemoslovaca*. 10: 10–17.
- Beran L. 2012a: Vodní měkkýši jihočeské části EVL Vlašimská Blanice se zaměřením na populaci velevruba tupého (*Unio crassus*). *Sbor. Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích, Přír. vědy*. 52: 133–142.
- Beran L. 2012b: Vodní malakofauna dolního toku Lužnice se zaměřením na stav populace velevruba tupého (*Unio crassus*). *Malacologica Bohemoslovaca*. 11: 13–21.

- Beran L. 2015: Aquatic Mollusc fauna of the Ohře River– an important site of *Unio crassus* Phillipsson, 1788 (BIVALVIA: UNIONIDAE) in northwestern Bohemia. *Folia Malacol.* 23(4): 243–261.
- Beran L. 2016: ústní sdělení.
- Beran L, Douda K. 2009: Bečva - nejvýznamnější moravská lokalita velevruba tupého. *Ochrana přírody.* 64(2):19–21.
- Bílek O, Beran L. 2013: Nález velevruba tupého (*Unio crassus*) v náhonu Úhlavy v Plzni a poznámky k jeho rozšíření v Plzeňském kraji. *Erica, Plzeň.* 20: 131–140.
- Blott SJ, Pye K. 2001: GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Process. Landforms.* 26:1237–1248.
- Brodniewicz I. 1968: On glochidia of the genera *Unio* and *Anodonta* from the quaternary fresh-water sediments of Poland. *Acta palaeontologica Polonica.* 13:619–628.
- Burkhead NM, Walsh SJ, Freeman BJ, Williams JD. 1997: Status and restoration of the Etowah River, an imperiled southern Appalachian ecosystem. Southeast Aquatic Research Institute. 375–444 pps.
- Denic M, Stoeckl K, Gum B, Geist J. 2014: Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. *Hydrobiologia.* 735:111–121.
- Dillon RT. 2000: The ecology of freshwater molluscs. London: Cambridge University Press.
- Douda K. 2007: The Occurrence and Growth of *Unio crassus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Lužnice River Basin in Respect to Water Quality. *Acta Universitatis Carolinae, Environmentalica.* 21:57–63
- Douda K, Beran L. 2009: Ochrana velevruba tupého v České republice. *Ochrana přírody.* 64(2): 16–19.
- Douda K, Horký P, Bílý M. 2012: Host limitation of the thick-shelled river mussel: identifying the threats to declining affiliate species. *Animal Conservation.* 15:536–544.
- Ercan E, Gaygusuz Ö, Tarkan AS, Reichard M, Smith C. 2013: The ecology of freshwater bivalves in the Lake Sapanca basin, Turkey. *Turk. J. Zool.* 37: 730-738
- Galová M. 2013: Stanovištní preference velevruba tupého v povodí Bečvy. [bakalářská práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého. 28s.

- Garner JT, McGregor SW. 2001: Current status of freshwater mussels (Unionidae, Margaritiferidae) in the Muscle Shoals area of Tennessee River in Alabama (Muscle Shoals revisited again). *American Malacological Bulletin*. 16:155–170.
- Hochwald S. 1997: Das Beziehungsgefüge innerhalb der Größenwachstums- und Fortpflanzungsparameter bayerischer Bachmuschelpopulationen (*Unio crassus* PHIL. 1788) und dessen Abhängigkeit von Umweltparametern. *Bayreuther Forum Ökologie*. 50:1–166.
- Hochwald S, Bauer G. 1990: Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (PHIL.) 1788. *Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz*. 97:31–49.
- Hus M, Śmiałek M, Zając K, Zając T. 2006: Occurrence of *Unio crassus* (Bivalvia, Unionidae) depending on water chemistry in the foreland of the Polish Carpathians. *Polish Journal of Environmental Studies*. 15(1):169–172.
- Kat PW. 1984: Parasitism and the *Unionacea* (Bivalvia). *Biol. Rev. Camb. Philos.* 59:189–207.
- Kirk SG, Layzer JB. 1997: Induced metamorphosis of freshwater mussel glochidia on nonhost fish. *The Nautilus*. 110:102–106.
- Kiss A. 1994: Growth and production of the three Unionid mussel species in the river Tisza at Szeged. Dostupné z: <http://benko.mgk.u-szeged.hu/cikkek/UNIOSZEG.pdf> (14.1.2016).
- Kopeček R. 2014: Limitace velkých mlžů dostupností hostitelů - zhodnocení potenciálních rybích hostitelů rodu *Unio* v řece Bečvě. [bakalářská práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého. 40pp.
- Lamand F, Beisel JN. 2014: Comparison of visual observation and excavation to quantify density of the endangered bivalve *Unio crassus* in rivers of north-eastern France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 11: 413.
- Lydeard Ch, Cowie RH, Ponder WF, Bogan AE, Bouchet P, Clark SA, Cummings KS, Frest TJ, Gargominy O, Herbert DG, Hershler R, Perez KE, Roth B, Seddon M, Strong E, Thompson FG. 2004: The Global Decline of Nonmarine Mollusks. *BioScience*. 54(4):321–330.
- McMahon RF, Bogan AE. 2001: Mollusca: Bivalvia. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego, California. 331–430 pps.
- McNichols K, Mackie GL, Ackerman JD. 2011: Host fish quality may explain the status of endangered *Epioblasma torulosa rangiana* and *Lampsilis fasciola* (Bivalvia:Unionidae) in Canada. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 30:60–70.

- Meyer JL, Likens GE, Sloane J. 1981: Phosphorus, nitrogen, and organic carbon flux in a headwater stream. *Arch. Hydrobiol.* 91: 28–44.
- Nagel KO. 1991: Gefährdete Flußmuscheln in Hessen. 1. Wachstum, Reproduktionsbiologie und Schutz der Bachmuschel (Bivalvia: Unionidae: *Unio crassus*). *Z. Angew. Zool.* 78: 205–218.
- Nagel KO, Dümpelmann Ch, Pfeiffer M. 2015: Effective growth cessation in adult *Unio crassus* Philipsson, 1788 (Bivalvia: Unionidae) from Germany. *Folia Malacol.* 23(4): 309–313.
- Poff NL. 1997: Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 16(2): 391–409.
- Rizhinashvili AL. 2008: On the Relationships between Absolute and Allometric Shell Growth in Unionid Mussels (Bivalvia, Unionidae) from European Russia. *Inland Water Biology.* 1(3):241–247.
- Rogers-Lowery CL, Dimock RV. 2006: Encapsulation of attached ectoparasitic glochidia larvae of freshwater mussels by epithelial tissue on fins of naive and resistant host fish. *Biol. Bull.* 210:51–63.
- Smith DR., Vilella RF, Lemarie DP. 2001. Survey protocol for assessment of endangered freshwater mussels in the Allegheny River. *J. North Am. Benthol. Soc.* 20: 118–132.
- Spooner DE, Vaughn CC. 2008: A trait-based approach to species' roles in stream ecosystems: climate change, community structure, and material cycling. *Oecologia.* 158: 307–317.
- Strayer DL, Downing JA, Haag WR, King TL, Layzer JB, Newton TJ, Nichols SJ. 2004: Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *BioScience.* 54:429–439.
- Taeubert JE, Gum B, Geist J. 2012: Host-specificity of the endangered thickshelled river mussel (*Unio crassus*, Philipsson 1788) and implications for conservation. *Aquat.Conserv.: Marine Freshw. Ecosyst.* 22:36–46.
- Townsend CR. 1989: The patch dynamic concept of stream community structure. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 8:36–50.
- Uličný J. 1892-95: Měkkýši čeští. Klub přírodovědný. Praha, 208s. In Douda K, Beran L. 2009: Ochrana velevruba tupého v České republice. *Ochrana přírody.* 64(2): 16–19.
- Vaughn CC, Nichols SJ, Spooner DE. 2008: Community and food web ecology of freshwater mussels. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 27:409–423.
- Vicentini H. 2005: Unusual spurting behaviour of the freshwater mussel *Unio crassus*. *Journal of Molluscan Studies.* 71:409–410.

- Vlček V. (ed.). 1984: Vodní toky a nádrže. – Zeměpisný lexikon ČSR. Academia, Praha, 316 str.
- Waller DL, Gutreuter S, Rach JJ. 1999: Behavioral responses to disturbance in freshwater mussels with implications for conservation and management. J. N. Am. Benthol. Soc.. 18:381–390.
- Young M, Williams J. 1984: The reproductive biology of the freshwater pearl musel in Scotland. I. Laboratory studies. Arch. Hydrobiol. 99:405–422.
- Zavaleta ES, Hulvey KB. 2004: Realistic species losses disproportionately reduce grassland resistance to biological invaders. Science. 306:1175–1177.
- Zettler ML. 1997: Morphometrische Untersuchungen an *Unio crassus* Philipsson 1788 aus dem nordeuropäischen Vereisungsgebiet (Bivalvia: Unionidae). Malakol. Abh. 18: 213–232.
- Zettler ML, Jueg U. 2007: The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. Mollusca. 25(2):165–174.

### **Internetové zdroje**

<http://cenia.cz> (Obr. 2: Zájmové území)

<http://wikipedie.cz> (Obr. 2: Zájmové území)

## 8. Přílohy

Příloha 1: Aquascope (foto autora).

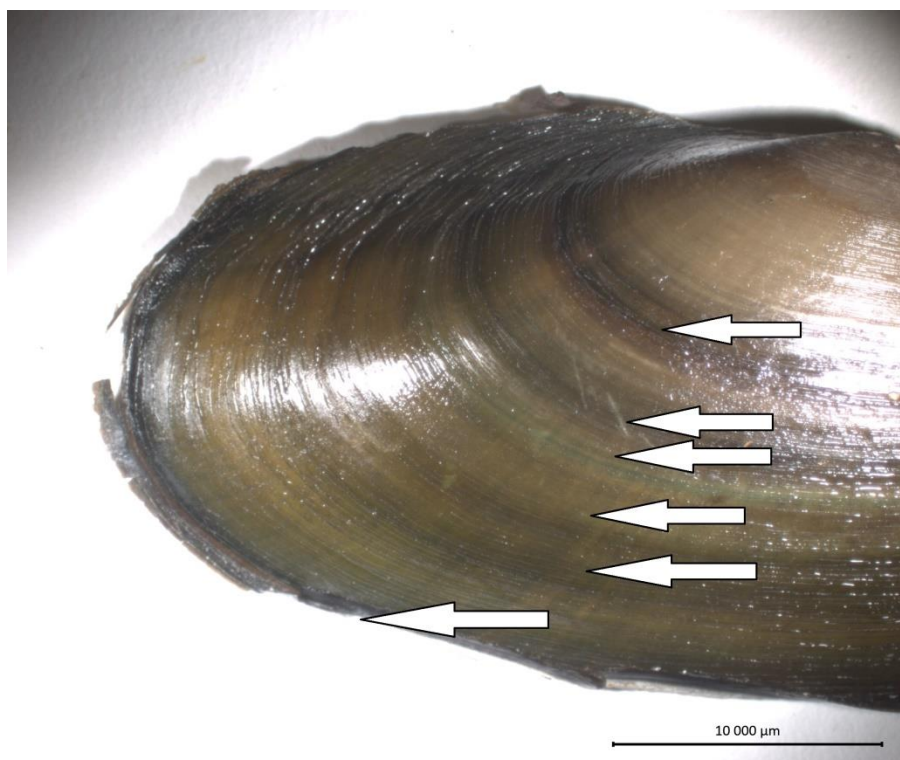


Příloha 2: Práce s aquascopem (foto: ©Martin Rulík).





**Příloha 3:** Velevrub tupý se zvýrazněnými přírůstkovými liniemi (foto autora)  
Na fotografiích je znázorněn jeden jedinec o délce 46,6 mm a věku 6 let.



**Příloha 4:** Velikostní spektrum v. tupých z náhonu Strhanec (foto: ©Martin Rulík).



**Příloha 5:** Prázdné lastury velevrubů z náhonu Strhanec (foto: ©Martin Rulík).



**Příloha 6:** Náhon Malá Bečva (foto autora). Úsek 5.



**Příloha 7:** Náhon Strhanec (foto: ©Martin Rulík).

