

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

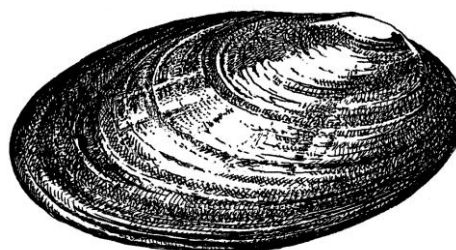
Přírodovědecká fakulta

Katedra Ekologie a životního prostředí



Stanovištní preference velevruba tupého v povodí Bečvy

Michaela Galová



Bakalářská práce

předložená

na Katedře Ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ochrana a tvorba životního prostředí

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

Konzultanti: Ing. Karel Douda, Ph.D., Mgr. Pavel Kožený

Olomouc 2013

Galová M. (2013): Stanovištní preference velevruba tupého v povodí Bečvy. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 28 s., v češtině.

Abstrakt

Velevrub tupý (*Unio crassus*, Philipsson, 1788) je bentický druh citlivý na kvalitu vody. Je tak vhodným bioindikačním druhem pro sladkovodní ekosystémy. Pro mou práci bylo vybráno 6 lokalit v povodí Bečvy osídlených a neosídlených těmito ohroženými a ustupujícími mlži. Lokality byly hodnoceny na základě vlivů fyzikálních a chemických parametrů vody na studovaný druh. Hodnocena byla volná voda i voda intersticiální zóny. V potaz byl brán také charakter sedimentu. Terénní práce probíhaly od srpna do prosince 2012. Intersticiální voda byla odebírána pomocí speciální sondy a tzv. minipiezometru z hloubky 30 cm. Parametry vody byly měřeny na místě přenosným digitálním multimetrem. V sedimentu bylo stanoveno množství organických látek a organického uhlíku. Dále byl sediment hodnocen na základě granulometrického rozboru. Lokality se prokazatelně lišily ve všech parametrech vody ($P < 0,05$). Rozdíl byl prokazatelný i na úrovni sedimentu ($\chi^2 = 748,44$; $P < 0,000$). Částečně nevyhovující na náhonech je rychlost proudění vody a s ní spojená nižší koncentrace kyslíku především v intersticiální vodě (naměřené minimum 3,86 mg/l). Přesto výsledky poukazují na vhodnější podmínky pro výskyt velevruba tupého na náhonech. Jako limitující faktor pro velevruby na Bečvě lze označit charakter říčního sedimentu. Na Bečvě dominují hrubší sedimenty (převládající velikost zrn >3 mm) s nízkým podílem organické složky. Ostatní parametry byli stejně nebo i více vyhovující než na náhonech.

Klíčová slova: Česká republika, intersticiální zóna, kritéria kvality vody, *U. crassus*, Unionidae, sladkovodní mlži

Galová M. (2013): Habitat preferences of thick shelled river mussel (*Unio crassus*) in Bečva watershed. Bachelor's thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 28 pp., in Czech.

Abstract

Thick shelled river mussel (*Unio crassus*, Philipsson, 1788) is a benthic species sensitive to water quality. Therefore it is good bioindicator for freshwater ecosystems. For this study were selected six localities in catchment area of the Bečva river. The localities were inhabited and uninhabited by these endangered and retreating mussels. The localities were assessed according to influence of the physical and the chemical parameters of the water on the studied species. Parameters were measured in the surface and the interstitial water. Also the character of the sediment was assessed. Fieldwork was performed from August to December of 2012. Interstitial water was collected at the sediment depth of 30 cm using a special probe and minipiezometer. Surface water parameters were measured by portable digital multimeter. The quantity of the organic matter and the organic carbon was determined in the sediment. Also granulometric analysis for the sediment was performed. Localities were significantly different in all parameters of the water ($P < 0,05$). The significant difference was shown in the sediment ($\chi^2 = 748,44$; $P < 0,000$). The lower oxygen concentrations in the interstitial water (minimum 3,86 mg/l) associated with the water velocity are insufficient in the raceways. However, the results shows, that there are suitable conditions for the occurrence of *Unio crassus* in raceways. The character of river sediment is a limiting factor for the mussel (*Unio crassus*) in Bečva river. The coarser sediments (the predominant grain size > 3 mm) with low amounts of organic matter were dominant in Bečva river. Other parameters were similar or more suitable in Bečva river than in the raceways.

Key words: Czech Republic, freshwater mussels, interstitial zone, *U. crassus*, Unionidae, water quality criteria

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

V Olomouci dne:

.....

Podpis

OBSAH

Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	viii
Seznam příloh	ix
Poděkování	x
1. ÚVOD	1
1.1. Postavení velevruba tupého ve sladkovodních ekosystémech	1
1.2. Popis druhu a jeho současné problémy	1
1.3. Studovaná problematika (náhonový efekt)	3
2. CÍLE PRÁCE	4
3. CHARAKTERISTIKA LOKALIT	5
3.1. Náhony	5
3.2. Bečva	6
4. METODY	8
4.1. Granulometrický rozbor sedimentu	8
4.2. Stanovení obsahu organické hmoty v sedimentu (AFDW)	8
4.3. Měření fyzikálně-chemických parametrů v intersticiální a volné vodě	9
4.3.1. Stanovení dvojmocného železa (Fe^{2+})	9
4.3.2. Stanovení amonných iontů (NH_4^+)	10
4.3.3. Stanovení dusičnanů (NO_3^-)	10
4.4. Měření rychlosti proudění vody	11
4.5. Analýza dat	12
5. VÝSLEDKY	13
5.1. Vyhodnocení dnových habitatů a rozbor sedimentu	13
5.2. Fyzikální parametry intersticiální a volné vody	14

5.3. Chemismus intersticiální a volné vody	15
5.4. Hydraulická měření	18
5.5. Teplota.....	19
6. DISKUSE	20
6.1. Vliv chemických vlastností vody	20
6.2. Vliv fyzikálních vlastností vody	21
6.3. Vliv říčního sedimentu.....	22
7. SHRNU TÍ	23
8. LITERATURA	24
9. PŘÍLOHY	29

Seznam obrázků

Obr. 1: Vymezení lokalit na území ČR.....	5
Obr. 2: Povodí řeky Bečvy.....	6
Obr. 3: Granulometrický rozbor sedimentu	13
Obr. 4: Teplota vody.....	19

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozsah studovaných ploch	7
Tabulka 2: Kategorie dnových habitatů	12
Tabulka 3: Zastoupení jednotlivých velikostních frakcí sedimentu na lokalitách	14
Tabulka 4: Podíl organické složky a organického uhlíku v sedimentu	14
Tabulka 5: Fyzikální parametry volné vody.....	15
Tabulka 6: Koncentrace Fe^{2+} , NH_4^+ a NO_3^- (mg/l) ve volné vodě	16
Tabulka 7: Srovnání fyzikálních parametrů intersticiální vody mezi jednotlivými lokalitami	17
Tabulka 8: Srovnání koncentrací Fe^{2+} , NH_4^+ a NO_3^- (mg/l) v intersticiální vodě mezi jednotlivými lokalitami	17
Tabulka 9: Srovnání maximálních rychlostí proudění vody mezi jednotlivými lokalitami	18
Tabulka 10: Variabilita rychlosti proudění vody podél toku na jednotlivých lokalitách	19

Seznam příloh

Příloha 1: Kovová sonda potřebná k odběru intersticiální vody.....	29
Příloha 2: Uložení kamene na dno říčního koryta	29
Příloha 3: Detail minipiezometru.....	30
Příloha 4: Upevnění sondy do sedimentu říčního koryta.....	30
Příloha 5: Digitální multimetr HACH HQ40d pro potřeby měření fyzikálních parametrů vody.....	31
Příloha 6: Sonda připravená pro odběr intersticiální vody	31
Příloha 7: Velevrub tupý (<i>Unio crassus</i>).	32
Příloha 8: Jedinci velevruba tupého různé věkové kategorie	32
Příloha 9: Lokalita Bečva-Osek u Oseka nad Bečvou.....	33
Příloha 10: Lokalita Bečva-Slavíč u Hranic na Moravě.	33
Příloha 11: Lokalita Bečva-Hranice	34
Příloha 12: Náhon Strhanec u Oseka nad Bečvou.	34
Příloha 13: Lokalita Malá Bečva u Troubek.....	35
Příloha 14: Náhon v Hranicích	35

Poděkování

Především bych ráda poděkovala Doc. RNDr. Martinu Rulíkovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, za pomoc v terénu a při zpracování odebraných vzorků. Dále děkuji Ing. Karlu Doudovi, Ph.D. a Mgr. Pavlu Koženému za pomoc v terénu a odbornou konzultaci při řešení samotné práce. Mgr. Janu Šipošovi a Mgr. Petru Krpcovi děkuji za několik rad ohledně statistického zpracování dat. Velké poděkování patří také mé rodině a všem přátelům za finanční a psychickou podporu při dosavadním studiu.

1. ÚVOD

1.1. Postavení velevrubu tupého ve sladkovodních ekosystémech

Stále aktuálním problémem v ochraně přírody je eutrofizace a regulace říčních toků, které poškozují nebo ničí říční ekosystémy. Eutrofizace je považována za nejrozšířenější problém kvality vod mnoha zemí (Carpenter et al. 1998). Na rozdíl od systematické regulace toků je eutrofizace čistě přírodní proces, který je pouze urychlován lidskou činností (Khan & Ansari 2005), jako například likvidací odpadních vod, nárůstem dusičnanů v důsledku použití agrochemikálií v kultivovaných oblastech a fosfáty způsobujícími ve stojatých vodách rozsáhlý nárůst fytoplanktonu (např. Patzner & Müller 2001). Dobrým způsobem, jak předcházet problémům s eutrofizací, je sledování bioindikačních druhů organismů. A to ve smyslu druhů, které indikují zvyšující se obsah živin a nadcházející eutrofizaci, tak i druhů, které indikují dobrou kvalitu vod. Právě zoobentické druhy, jako jsou mlži, se řadí k organismům citlivých ke znečištění (Bubinas & Jagminienė 2001; Hus et al. 2006).

Velevrub tupý (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (viz Příloha 7 a 8) je druh, který je schopen nám mnoho říci o stavu a kvalitě stanovišť, které obývá. Svým životem a vývojem je vázaný na čisté tekoucí vody nižších poloh, ale je schopen se šířit i do podhorských oblastí (např. Beran 2000; Douda & Beran 2009). Zaujímá negativní postavení k nízkým koncentracím kyslíku, což podporuje i skutečnost, že se druh nevyskytuje ve stojatých vodách (Douda 2007). Vyžaduje přirozené dno říčního koryta s bohatým nánosem sedimentu a kvalitní rybí společenstvo, na které je vázán především jeho larvální stádium. Některé studie naznačují, že ústup druhu je spojen právě s narušením a špatným složením rybího společenstva na studovaných lokalitách (např. Douda et al. 2012). Jako většina velkých mlžů se i velevrub tupý řadí ke sladkovodním filtrátorům (Beran 2000). Svým způsobem života tak přispívá k samočisticí schopnosti vodního toku. Jedná se o taxon, který je typickým deštníkovým druhem a je atraktivní z hlediska osvětového (Douda & Beran 2009). S jeho ochranou je proto možné ochránit i další sladkovodní druhy.

1.2. Popis druhu a jeho současné problémy

Velevrub tupý se vyznačuje po obou koncích zaoblenou lasturou, která má tmavě-hnědou nebo zeleno-hnědou barvu a dosahuje délky asi 50–70 mm. Od škeblí

se odlišuje přítomností zámkových zubů a lišt uvnitř lastury (Beran 2000). V ČR dosahuje rozšíření v nadmořských výškách od 148–610 m n. m. (Beran 2002). Podle Berana (2000) se velevrub tupý vyskytuje na území ČR v těchto vodních tocích: Javorka, Lukavecký potok, Blanice, Odra, Velička, Klíčava, Nežárka, Dyje a Kyjovka. Jedná se o celoevropsky ohrožený a významný druh. V České republice je jeho stav celkově nepříznivý. To se týká areálu rozšíření, stanovišť, které obývá i samotných populací (Miko & Hošek 2009). V současné době lze na několika lokalitách pozorovat rozmnožující se populace (např. Douda 2007; Beran & Douda 2009), ale podíl juvenilních jedinců je přesto nízký. Je zřejmé, že raná juvenilní stádia představují kritickou životní fázi v populacích velevruba tupého ve střední Evropě. Na poškozených lokalitách často nacházíme stárnoucí populace s absencí mladých jedinců (Zettler & Jueg 2007). Taxon je podle zákonné ochrany ČR řazen do kategorie silně ohrožených druhů. V Červeném seznamu ČR je pak uváděn jako druh ohrožený (Beran et al. 2005).

Velevrub tupý je poměrně plastický druh, který je schopný se přizpůsobit teplotě vody i potravní nabídce (Douda & Beran 2009). Přesto se v naší krajině potýká s nejedním problémem. V současné době jsou však populace velkých mlžů v České republice ohroženy spíše nepřímo (Beran 2012). Nejpravděpodobnějšími důvody poklesu početnosti druhu jsou znečištění řek, migrační překážky na řece a aktivity údržby říčního koryta, jako je např. manipulace s vodou (Beran 2000; Augspurger et al. 2003; Köhler 2006; Douda & Beran 2009; Beran 2012). V ČR na něj působí i faktory, které přímo ovlivňují mortalitu dospělců. Jde o akutní otravy a predace invazními druhy savců (Douda & Beran 2009). Velevrub tupý je nejčastěji predacně ovlivněn ondatrou pižmovou (*Ondatra zibethicus*, Linnaeus, 1766). Na Malé Bečvě byla poprvé v ČR pozorována i predace mývalem severním (*Procyon lotor*, Linnaeus, 1758) (Beran 2007b).

Dalším výrazným faktorem ovlivňujícím velevruba je eutrofizace vod. V rámci eutrofizace reagují velevruba na několik faktorů: (1) na množství fytoplanktonu a bakterií jako zdroj potravy, (2) obsah kyslíku, (3) kvalitu sedimentu, který je důležitý zejména pro juvenilní jedince a (4) rybí společenstvo, jako hostitele pro glochidie (Patzner & Müller 2001). Tyto faktory ovlivňují velevruba podle toho, jestli se jedná o druhy stenovalentní, nebo euryvalentní. Velevruba tupého, jako stenovalentní druh, ovlivňuje eutrofizace spíše negativně.

1.3. Studovaná problematika (náhonový efekt)

Tato práce je zaměřena na hodnocení vlivu fyzikálně-chemických parametrů říčního toku Bečva a jeho přilehlých náhonů na metapopulaci velevruba tupého. Konkrétně se jedná o 3 náhony v povodí Bečvy, kde je potvrzeno osídlení početnými populacemi tohoto druhu (Beran 2007b; Beran & Douda 2009). Další 3 reprezentativní lokality na hlavním toku Bečvy budou sloužit jako lokality srovnávací s ohledem na potencionálně vhodná stanoviště pro výskyt tohoto druhu. Obdobná studie byla např. provedena i na vodním toku Sallingbach v jihovýchodním Německu (Denic et al. 2013) a na řekách (Uswica, Stradomka, Wilga, Cedron, Głogoczówka, Raba, Skawa a Skawinka-Harbutówka) protékajících územím Polských Karpat (Hus et al. 2006). Obě studie se rovněž zabývaly vlivem fyzikálně-chemických parametrů toku na zmiňovaný druh. V ČR se vlivem kvality vody zabýval např. Douda (2007) v povodí řeky Lužnice.

Velevrub tupý našel na Bečvě útočiště právě v jejích přilehlých náhonech a jiných umělých kanálech. V samotném korytě Bečvy však výskyt zatím nebyl potvrzen a celkově je tok na velké mlže poměrně chudý (Beran & Douda 2009). Je tak přínosné dozvědět se více o stanovištích, kde je tento ustupující druh schopen přežít. Podobných lokalit využívá ke svému přežití např. i *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793), která se takto vyskytuje v kanálech řeky Ebro ve Španělsku (Goméz & Araujo 2008).

2. CÍLE PRÁCE

- Na 6 zájmových lokalitách v povodí Bečvy provést hodnocení habitatů s výskytem velevruba tupého a potencionálně vhodných habitatů pro výskyt tohoto druhu.
- Porovnat tyto lokality na základě fyzikálně-chemických parametrů intersticiální a volné vody, složení substrátu a hydraulických měření.
- Pokusit se vyvodit závěry o preferencích velevruba tupého. To se týká stanovišť, na kterých se vyskytuje a je schopen zde přežívat.
- Těmito informacemi přispět k lepšímu poznání druhu a k pochopení potřeb pro jeho další ochranu.

3. CHARAKTERISTIKA LOKALIT

Měření jsem prováděla na 6 lokalitách v povodí řeky Bečvy (viz Obr. 1 a 2). Bečva je největším levostranným přítokem řeky Moravy, který vzniká soutokem Vsetínské a Rožnovské Bečvy. Svým povodím, které zaujímá plochu 1 625,7 km², zasahuje na území 2 krajů a to Olomouckého a Zlínského. Jedná se o řeku 3 řádu s délkou 61,5 km. Řeka je charakteristická svou dynamikou a stálým překládáním štěrkových lavic. Roční průměrný průtok činí 17,3 m³/s.

3.1. Náhony

Náhony protékají z velké části zemědělskou krajinou. Podél břehů je většinou pouze úzký pás proudového koridoru. Koryta náhonů jsou charakteristická strmými břehy, převážně pomalým prouděním vody a bohatými nánosy sedimentu. Na všech náhonech je písčitojílovitý substrát (převládající velikost zrn <1 mm).

Lokalita 1:

Lokalita na náhonu Strhanec (viz Příloha 12), který leží mezi Osekem nad Bečvou a Přerovem, je vymezena proti proudu od silničního mostu na konci Oseka ve směru na Oldřichov (49°30'36" s.š., 17°32'16" v.d.). Odhadovaná velikost populace velevruba tupého na Strhanci je 3 000–10 000 jedinců (Beran 2003).



Obr. 1: Vymezení lokalit na území ČR. Oblast, ve které se nacházejí studované lokality, je vyznačena červeným obdélníkem; zdroj (www.zemepis.com, Zeměpis.com, 2002–2013).

Lokalita 2:

Náhon v Hranicích (viz Příloha 14) se nachází na jihozápadním okraji Hranic na Moravě. Studovaná plocha je vzdálená asi 0,5 km západně od městské čistírny odpadních vod (dále jen ČOV) (49°32'37" s.š., 17°42'39" v.d.). Jedná se o náhon s odhadovanou velikostí populace 2 000–3 000 jedinců (Beran & Douda 2009).

Lokalita 3:

Na Malé Bečvě (viz Příloha 13) najdeme lokalitu asi 1,3 km jihozápadně od Troubek (49°24'50" s.š., 17°20'2" v.d.). Lokalita se nachází v meandrující části toku. Písčitojílovitý substrát je tu doplňován většími kameny, které občasně vyčnívají z vody. Také proto je zde maximální rychlost proudění vody vyšší, než na předchozích náhonech. Na této lokalitě je odhadovaná velikost populace velevrubů vůbec největší a činí 5 000–20 000 jedinců (Beran 2007a).

3.2. Bečva

Lokality vymezené na hlavním toku jsou charakteristické širokými koryty. Ty jsou většinou z části vyplněné štěrkovými naplaveninami. Rychle proudící úseky jsou zde střídány tišinami. Na všech 3 lokalitách je dno koryta tvořeno štěrkovým substrátem (převládající velikost zrn >3 mm).



Obr. 2: Povodí řeky Bečvy. Zdroj VÚV Praha.

Lokalita 4:

Lokalita Bečva-Osek (viz Příloha 9) se nachází nedaleko Oseka nad Bečvou. Asi 1,3 km po proudu od silničního mostu za Osekem ve směru na Oldřichov (49°29'53" s.š., 17°31'36" v.d.). Koryto zde má polopřirozený charakter a je hluboce zaříznuté do okolní zemědělské krajiny.

Lokalita 5:

Lokalita Bečva-Hranice (viz Příloha 11) byla vymezena pod jezem v okrajové části města Hranice u ČOV (49°32'39" s.š., 17°43'14" v.d.). V této části je říční koryto narovnané s opevněnými břehy z důvodu lokalizace v intravilánu města.

Lokalita 6:

Lokalita Bečva-Slavíč (viz Příloha 10) se nachází asi 300 m proti proudu od chatové oblasti blízko příměstské části Hranice VII-Slavíč (49°31'40" s.š., 17°39'32" v.d.). Stejně jako na lokalitě Bečva-Osek má i zde řeka polopřirozený charakter. Koryto je v této části řeky širší než na ostatních lokalitách a pravý břeh je výrazně ovlivněn vodní erozí.

Tabulka 1: Rozsah studovaných ploch

Název lokality	Proměřené příčné profily	Vzdálenost mezi profily (m)	Celková délka měřeného úseku (m)
Bečva-Osek	12	20	220
Bečva-Slavíč	12	20	220
Bečva-Hranice	6	20	100
náhon Strhanec	6	10	50
náhon v Hranicích	6	10	50
Malá Bečva	6	10	50

4. METODY

Měření na lokalitách probíhala od srpna do prosince 2012. Na všech 6 lokalitách byla prováděna stejná měření s užitím stejných metod tak, aby bylo možné tyto lokality mezi sebou srovnávat. Velikost studovaných ploch je uvedena v Tabulce 1.

4.1. Granulometrický rozbor sedimentu

Sediment byl odebírán do plastových uzavíratelných nádob (625 ml) z maximální hloubky 20 cm. Na všech 6 lokalitách bylo vždy odebráno 15 náhodných vzorků. Z odebraného sedimentu byl vytvořen homogenizací jeden směsný reprezentativní vzorek pro každou lokalitu, který byl následně analyzován. Větší část ze vzorku byla použita pro granulometrický rozbor. Zbytek vzorku byl v chladu uchován pro stanovení množství organické hmoty a organického uhlíku v sedimentu.

Pro potřeby granulometrické analýzy byl sediment vysušen na volném vzduchu. Suchý sediment byl pomocí třepacího stroje proset přes soustavu sít o různém průměru ok a získané velikostní frakce byly následně zváženy. Konkrétně byla použita síta o průměru ok: 22,4 mm, 11,2 mm, 7 mm, 3 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,18 mm a 0,08 mm. Zrnitost a popisné parametry sedimentu byly stanoveny pomocí databáze SeDi (Schönbauer & Lewandowski 1999).

4.2. Stanovení obsahu organické hmoty v sedimentu (AFDW)

Obsah organických látek v sedimentu byl stanoven pomocí tzv. žíhací metody. Sediment byl v keramických žíhacích miskách nejprve vysušen v sušárně (Sanyo - Gallenkamp) při teplotě 105 °C po dobu 24 hodin. Takto jsme získali suchý sediment obsahující jak organickou, tak anorganickou složku. Následně byl sediment žíhán v laboratorní peci (LAC-LH 30/13) na 550 °C asi 3,5 hodiny. Veškerá organická hmota byla spálena a uvolněna v podobě CO₂. Po sušení i žíhání byl sediment umístěn do exsikátoru, kde zchladl a poté byl zvážen. Celý postup byl proveden ve 3 opakováních pro každou lokalitu.

AFDW jsme získali jako hmotnost suchého sedimentu (organická + anorganická složka) minus hmotnost popela (pouze anorganická složka). 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).

4.3. Měření fyzikálně-chemických parametrů v intersticiální a volné vodě

Na každé lokalitě bylo celkem odebráno 18 vzorků intersticiální a 3 vzorky volné vody pro účely sledování variability fyzikálně-chemických parametrů mezi lokalitami. Odběry a měření proběhla v prosinci 2012.

Intersticiální voda byla odebírána z náhodně vybraných míst v korytě studovaných lokalit. Do dna koryta byla umístěna souprava pro odběr intersticiální vody, která sestává z kovové sondy (viz Příloha 1 a 4), trubky z PVC (viz Příloha 6) a minipiezometru (viz Příloha 3) napojeného hadičkou na polypropylenovou stříkačku o objemu 100 ml. Kovová sonda byla nejprve zatlučena do sedimentu do maximální hloubky 30 cm a její dutou částí následně zavedena trubka z PVC s minipiezometrem (Rulík et al. 2000; Hlaváčová et al. 2005). Prvních 50–100 ml vody bylo odčerpáno tak, abychom získali čistou vodu bez sedimentu (např. Hlaváčová et al. 2005). Část vody byla také použita na vypláchnutí nádob, do kterých se voda odebírala. Toto neplatí pro odběry vody, z nichž byla stanovena koncentrace Fe^{2+} . Volná voda byla na lokalitách taktéž odebírána náhodně z vodního sloupce.

Sledovány byly tyto fyzikální parametry vody: obsah kyslíku (mg/l), redoxní potenciál (mV), aktuální teplota ($^{\circ}\text{C}$), konduktivita ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a pH. Měření se prováděla na každé lokalitě z jednoho vzorku volné a z 6 vzorků intersticiální vody. Hodnoty byly naměřeny namísto pomocí přenosného digitálního multimetru HACH HQ40d (viz Příloha 5). Na lokalitách Bečva-Osek a náhon Strhanec byla také umístěna teplotní čidla z důvodu dlouhodobějšího sledování průběhu teplot na náhonech a v řece. Měření teplot probíhalo od 17. 10. do 5. 12. 2012.

Koncentrace Fe^{2+} , NH_4^+ a NO_3^- byla vždy stanovena pro 6 vzorků intersticiální a jeden vzorek volné vody z každé lokality.

4.3.1. Stanovení dvojmocného železa (Fe^{2+})

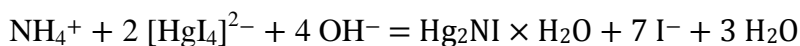
Vzorky vody byly odebírány do skleněných reagenčních lahví (100 ml) s uzávěrem GL 45, PP. Do lahvíček byl předem odpipetován 1 ml kyseliny sírové, aby nedocházelo k nežádoucí oxidaci železa. Koncentrace železa (mg/l) ve vzorku byla stanovena absorpční spektrofotometrií po reakci železa s 1,10-fenantrolinem (ČSN ISO 6332; 1995). Tato reakce probíhá za vzniku červenooranžového komplexu, který je fotometricky měřitelný. Do 50 ml vzorku byly nejprve přidány 2 ml octanového tlumivého roztoku. Ten byl připraven rozpuštěním 40 g octanu amonného a 50 ml

ledové kyseliny octové ve 100 ml destilované vody. Vzorek byl dále obarven 2 ml roztoku 1,10-fenantrolinu, který jsme připravili rozpuštěním 0,42 g monohydrátu 1,10-fenantrolinu ve 100 ml vody a přidáním 2 kapek kyseliny chlorovodíkové. Před měřením absorbance byly vzorky ponechány asi 15 minut v tmavém prostředí.

Absorbance vzorků byla změřena na spektrofotometru CECIL CE 9500 po nastavení vlnové délky 510 nm. Z hmotnostních koncentrací Fe^{2+} kalibračních roztoků a odpovídajících absorbancí se pomocí lineární regrese vypočítaly parametry kalibrační křivky. Podle těchto parametrů je vypočítána závislost koncentrace Fe^{2+} (mg/l) na absorbanci.

4.3.2. Stanovení amonných iontů (NH_4^+)

Do skleněných Hach kyvet (10 ml) bylo odpipetováno 0,5 ml vzorku vody a 4,5 ml destilované vody. Po homogenizaci byly ke vzorku přidány tři kapky Nesslerova činidla. Vzorek byl promíchán a na 10 minut odstaven. Reakce probíhá za vzniku žlutého až žlutohnědého komplexu po reakci Nesslerova činidla s amonnými ionty (Bartoš et al. 2004).



Po homogenizaci byla změřena absorbance při nastavené vlnové délce 425 nm. Absorbance byla měřena proti blanku (destilovaná voda se 3 kapkami Nesslerova činidla).

4.3.3. Stanovení dusičnanů (NO_3^-)

Měření probíhalo ve skleněných Hach kyvetách (25 ml), do kterých bylo odpipetováno 2,5 ml vzorku vody a 22,5 ml destilované vody. Ke vzorku byl dále přidán sáček NitraVer6 a sáček NitraVer3. Po homogenizaci byl vzorek asi na 5 minut odstaven. Absorbance byla změřena při vlnové délce 507 nm proti blanku (destilovaná voda s jedním balením NitraVer6 a NitraVer3).

Dusičnany byly stanoveny nepřímou spektrofotometrickou metodou. Principem byla redukce dusičnanů na dusitany pomocí kadmiového redukčního činidla obsaženého v NitraVer6 v prostředí chloridu amonného (NH_4Cl). Dusitany dále reagovaly s kyselinou sulfanilovou za vzniku diazoniové soli. Diazoniová sůl reagovala

s kyselinou 4,5-dihydroxynaftalen-2,7-disulfonovou (obsažená v NitraVer3) a způsobila červené zbarvení roztoku (Horáková et al. 2007).

4.4. Měření rychlosti proudění vody

Měření rychlostí proudění vody probíhalo asi v 1 m intervalech na osách příčných profilů jednotlivých lokalit (viz Tabulka 1) pomocí hydrometrické vrtule typu OTT C2. Měření bylo provedeno bodově, vždy na jednom místě ve vodním sloupci (v 60 % hloubky). Počet otáček byl měřen automaticky po dobu 30 s a přepočítán podle vzorce daného kalibrační přístroje:

$$v = \alpha_i + \beta_i \times n$$

kde α_i a β_i jsou kalibrační konstanty vrtule platné v uvedeném rozmezí specifických otáček n a počet lineárních úseků kalibrační rovnice $i \leq 3$. Konstanta α_i zhruba odpovídá rychlosti proudění, při které se vrtule začíná otáčet. Konstanta β_i je blízká stoupání propeleru vrtule. Přístroj je schopen měřit rychlosti od 0,06 m/s. Pokud byla rychlost proudění nižší, ale ne nulová, byla v terénu odhadnuta hodnota v cm/s. Na stejných místech jako měření rychlostí bylo provedeno i měření hloubky vody použitím nivelační latě a současně byly hodnoceny i dnové habitaty.

Dnové habitaty byly hodnoceny 2 metodami. V rámci obou metod byly zařazeny do konkrétních kategorií, které byly specifikovány podle odlišných velikostních frakcí a typů sedimentu (viz Tabulka 2). První metoda spočívala v subjektivním hodnocení převládajících habitatů na osách profilů. V případě bodové metody byl brán v potaz sediment těsně před špičkou boty na místě měření rychlosti proudění vody. Ten byl v případě nejistoty zařazen do určité velikostní frakce změřen. Na přilehlých náhonech Bečvy byla z důvodu nepříznivých podmínek použita pouze bodová metoda. Lokality na hlavním korytě Bečvy byly z hlediska dnových habitatů hodnoceny oběma metodami.

V rámci sledování rychlostí proudění vody na lokalitách se do koryt vkládaly ještě označené kameny. Na každou lokalitu bylo vždy umístěno 15 kamenů ve 3 řadách. Ty byly označeny červeným sprejem, změřeny (3 osy) a kladeny na pevnější dno (viz Příloha 2). Jejich přesná lokalizace byla zaznamenána pomocí GPS souřadnic.

Vyhodnocení tohoto experimentu bude probíhat v létě 2013. U kamenů se bude hodnotit jejich pohyb v závislosti na unášecí síle toku.

Tabulka 2: Kategorie dnových habitatů^a

Typ dnového habitatu	Zkratka	Velikostní frakce
blocks	B	> 20 cm
cobbles	C	> 6–20 cm
C-gravel	CG	> 2–6 cm
F-gravel	FG	> 0,2–2 cm
sand	S	> 0,006–2 mm
loam	L	< 0,006 mm
organic mud	M	-
macrophyta	MA	-
living parts of terrestrial plants	LPTP	-
coarse particulate organic matter	CPOM	> 1–10 mm
small woody debris	SWD	diam. < 10 cm
large woody debris	LWD	diam. ≥ 10 cm

^a kategorie zvoleny volně podle (Hering et al. 2003; Jähnig & Lorenz 2008)

4.5. Analýza dat

Veškeré analýzy dat byly zpracovány ve statistickém programu NCSS 2007. Statisticky významné rozdíly mezi lokalitami byly hodnoceny na 5 % ($\alpha = 0,05$) hladině významnosti. Data získána pro fyzikálně-chemické parametry vody a hydraulická měření byla statisticky hodnocena ANOVOU. V případě, že data neměla normální rozložení, byl použit Kruskal-Wallisův test. Pro srovnání dnových habitatů mezi lokalitami byl použit χ^2 test pro kontingenční tabulku. Ostatní analýzy byly zpracovány pomocí deskriptivní statistiky.

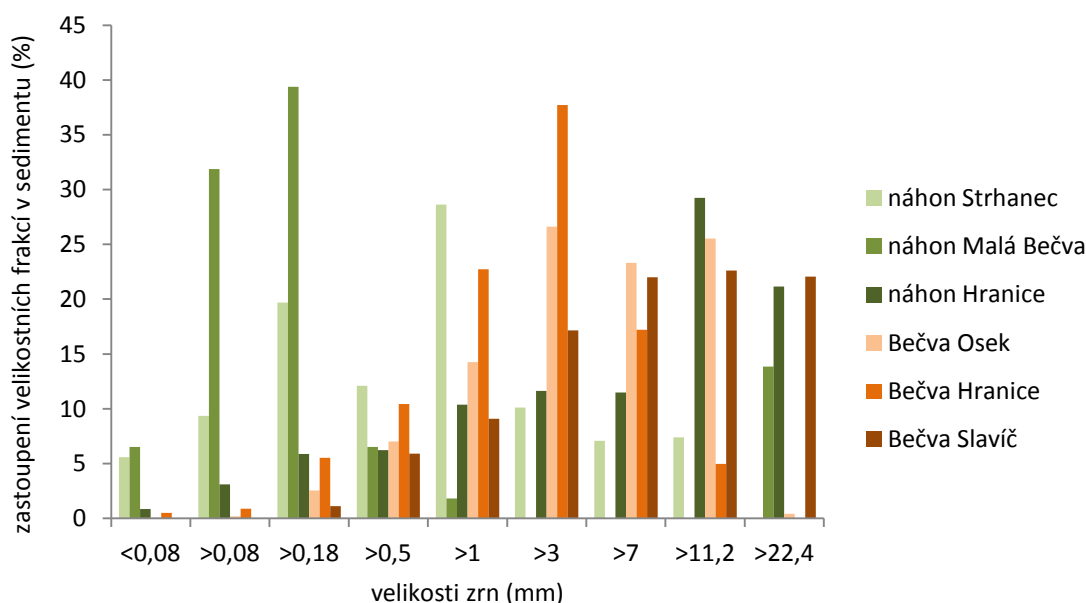
5. VÝSLEDKY

5.1. Vyhodnocení dnových habitatů a rozbor sedimentu

V rozsahu všech lokalit bylo v rámci bodové metody rozlišeno 8 kategorií dnových habitatů. Co se týče převládající metody, která byla použita pouze na lokalitách na hlavním korytě Bečvy, bylo rozlišeno 6 kategorií. Složení dnových habitatů se na jednotlivých lokalitách signifikantně liší ($\chi^2 = 748,44$; $P < 0,000$; $DF = 35$). Převládajícími kategoriemi, podle bodové metody, na hlavním korytě Bečvy jsou CG (C-gravel) a C (cobbles). Na přilehlých náhonech převládá habitat kategorie L (loam), který je zároveň i kategorií nejjemnějšího sedimentu ($< 0,006$ mm).

Procentuelní zastoupení velikostních frakcí sedimentu na jednotlivých lokalitách, stanovené granulometrickým rozbohem, znázorňuje Obr. 3. Z obrázku je patrný vysoký podíl jemných sedimentů (< 1 mm) na náhonech. Na hlavním korytě Bečvy převládají sedimenty hrubší (> 1 mm). Pomocí databáze SeDi (viz kapitola 3.2.1.) byla zjištěna střední hodnota pro velikostní zastoupení sedimentu a podíl jílových částic (< 1 mm) na jednotlivých lokalitách. Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 3.

Podíl organické složky v sedimentu byl stanoven žihací metodou. Výsledky této analýzy jsou uvedeny v Tabulce 4. Množství organických látek v sedimentu je v některých případech více jak 4× vyšší na náhonech než na lokalitách na Bečvě.



Obr. 3: Granulometrický rozbor sedimentu. V grafu je uvedeno zastoupení různých velikostí zrn sedimentu (%) na jednotlivých lokalitách.

Tabulka 3: Zastoupení jednotlivých velikostních frakcí sedimentu na lokalitách

Název lokality	Q ₅₀ Velikost sedimentu (mm)	Sediment < 1 mm (%)
Malá Bečva	0,1	84,28
náhon Hranice	7,06	16,08
náhon Strhanec	0,55	46,77
Bečva Hranice	1,52	17,35
Bečva Osek	2,94	9,82
Bečva Slavič	6,04	7,03

Tabulka 4: Podíl organické složky a organického uhlíku v sedimentu

Lokalita	Průměrný obsah organické složky v sedimentu (%)	Podíl organického C v sušině (%)
náhon Strhanec	3,83	1,72
náhon Hranice	4,39	1,97
Malá Bečva	3,38	1,52
Bečva-Osek	0,89	0,4
Bečva-Hranice	1,09	0,68
Bečva-Slavič	0,67	0,3

5.2. Fyzikální parametry intersticiální a volné vody

Fyzikální parametry volné vody jsou uvedeny v Tabulce 5. Z uvedených dat není patrný významný rozdíl v koncentraci kyslíku, teplotě a pH volné vody mezi lokalitami. Na náhonech však můžeme pozorovat vyšší hodnoty konduktivity a nižší redoxní potenciál než na hlavním korytě Bečvy.

Na náhonech byly naměřeny tyto průměrné hodnoty fyzikálních parametrů intersticiální vody: kyslík 7,5 mg/l (SE \pm 0,86 mg/l; n = 18), redoxní potenciál 98,4 mV (SE \pm 12,89 mV; n = 18), teplota 3,4 °C (SE \pm 0,08 °C; n = 18), konduktivita 665,6 μ S/cm (SE \pm 27,14 μ S/cm; n = 18), pH 7,9 (SE \pm 0,12; n = 18).

Na hlavním korytě Bečvy byly naměřeny tyto průměrné hodnoty fyzikálních parametrů intersticiální vody: kyslík 11,5 mg/l (SE \pm 0,27 mg/l; n = 18), redoxní potenciál 221,3 mV (SE \pm 10,39 mV; n = 18), teplota 3,4 °C (SE \pm 0,16 °C; n = 18), konduktivita 608 μ S/cm (SE \pm 23,03 μ S/cm; n = 18), pH 7,9 (SE \pm 0,05; n = 18).

Srovnání fyzikálních parametrů intersticiální vody mezi jednotlivými lokalitami je uvedeno v Tabulce 7. Ve všech případech se lokality v těchto fyzikálních parametrech intersticiální vody signifikantně lišily (Kruskal-Wallis Test; P < 0,000).

Tabulka 5: Fyzikální parametry volné vody

Lokalita	Kyslík (mg/l)	Redoxní potenciál (mV)	Teplota (°C)	Konduktivita ($\mu\text{S/cm}$)	pH
náhon Strhanec	11,7	195	3	529	8,25
náhon Hranice	10,3	136	3,1	618	8,2
Malá Bečva	11,7	186	2,7	619	8,36
Bečva-Osek	12,17	308,9	4,5	487	8,31
Bečva-Slavič	11,7	231	3,4	514	8,1
Bečva-Hranice	13,7	188,2	3,1	468	8,24

5.3. Chemismus intersticiální a volné vody

Koncentrace Fe^{2+} , NH_4^+ a NO_3^- stanovené pro jednotlivé lokality ve volné vodě jsou uvedeny v Tabulce 6. Na všech lokalitách byla ve volné vodě stanovena nulová koncentrace rozpuštěného dvojmocného železa. Bohatší na koncentrace amonných iontů byly náhony. Vzorčky volné vody z Bečvy naopak obsahovaly více dusičnanů.

Průměrná koncentrace Fe^{2+} v intersticiální vodě na náhonech byla 3,2 mg/l ($\text{SE} \pm 1,19$ mg/l; $n = 18$). Ve vzorcích z lokalit vymezených na Bečvě byly zaznamenané nulové koncentrace Fe^{2+} . Při srovnání koncentrací dvojmocného železa v intersticiální vodě se od sebe lokality signifikantně lišily (ANOVA; $P < 0,000$).

Průměrná koncentrace NH_4^+ na náhonech byla 0,95 mg/l ($\text{SE} \pm 0,07$ mg/l; $n = 18$), na Bečvě 0,71 mg/l ($\text{SE} \pm 0,08$ mg/l; $n = 18$). Při srovnání koncentrací amonného kationtu v intersticiální vodě byl zaznamenán signifikantní rozdíl mezi lokalitami (ANOVA; $P = 0,001$).

Průměrná koncentrace NO_3^- na náhonech byla 0,25 mg/l ($\text{SE} \pm 0,04$ mg/l; $n = 18$), na Bečvě 0,56 mg/l ($\text{SE} \pm 0,08$ mg/l; $n = 18$). Koncentrace dusičnanů na jednotlivých lokalitách jsou signifikantně odlišné (Kruskal-Wallis Test; $P = 0,002$).

Srovnání koncentrací Fe^{2+} , NH_4^+ a NO_3^- v intersticiální vodě mezi jednotlivými lokalitami je uvedeno v Tabulce 8.

Tabulka 6: Koncentrace Fe^{2+} , NH_4^+ a NO_3^- (mg/l) ve volné vodě

Lokalita	Fe^{2+} (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)
Malá Bečva	0	0,7	0,2
náhon Strhanec	0	0,38	0,36
náhon Hranice	0	0,43	0,3
Bečva-Osek	0	0,32	0,34
Bečva-Slavič	0	0,55	0,7
Bečva-Hranice	0	0,43	0,9

Tabulka 7: Srovnání fyzikálních parametrů intersticiální vody mezi jednotlivými lokalitami^a

Lokalita	Název lokality	N	Kyslík (mg/l)		Redoxní potenciál (mV)		Teplota (°C)		Konduktivita (μS/cm)		pH	
			Průměr	± SD	Průměr	± SD	Průměr	± SD	Průměr	± SD	Průměr	± SD
A	náhon Strhanec	6	10,53 ^A	0,47	138,6 ^{A,B}	54,38	3,17 ^{A,B}	0,16	778,33 ^{A,B}	72,38	8,17 ^{A,B}	0,08
	náhon Hranice	6	3,86 ^{A,B}	2,62	47,28 ^{A,B}	38,24	3,82 ^{A,B}	0,24	543,17 ^{A,B}	77,55	7,35 ^{A,B}	0,22
	Malá Bečva	6	8,16 ^{A,B}	3,25	109,4 ^{A,B}	22,89	3,23 ^{A,B}	0,22	675,18 ^{A,B}	21,64	8,21 ^{A,B}	0,32
B	Bečva-Osek	6	10,56 ^A	1,46	267,67 ^{A,B}	44,22	4,18 ^{A,B}	0,35	666,17 ^{A,B}	109,61	8,1 ^{A,B}	0,16
	Bečva-Slavič	6	12,47 ^A	0,25	182,67 ^{A,B}	3,88	3,22 ^{A,B}	0,39	518,33 ^{A,B}	39,76	7,98 ^A	0,18
	Bečva-Hranice	6	11,42 ^A	0,15	213,5 ^{A,B}	14,05	2,77 ^B	0,19	639,5 ^A	62,85	7,69 ^{A,B}	0,12

^a Uvedeny jsou průměrné hodnoty (± SD) pro jednotlivé lokality. Písmena v horním indexu označují statisticky významně odlišné lokality (Kruskal-Wallis Test; P < 0,05; Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test). N = velikost výběru

Tabulka 8: Srovnání koncentrací Fe²⁺, NH₄⁺ a NO₃⁻ (mg/l) v intersticiální vodě mezi jednotlivými lokalitami^a

Lokalita	Název lokality	N	NH ₄ ⁺ (mg/l)		NO ₃ ⁻ (mg/l)		Fe ²⁺ (mg/l)	
			Průměr	± SD	Průměr	± SD	Průměr	± SD
A	náhon Strhanec	6	0,86	0,18	0,26 ^B	0,03	0,71 ^A	1,11
	náhon Hranice	6	1,2 ^B	0,35	0,22 ^B	0,2	8,81 ^A	5,3
	Malá Bečva	6	0,79	0,15	0,29 ^B	0,19	0 ^{A,B}	0
B	Bečva-Osek	6	0,69 ^A	0,25	0,31 ^B	0,05	0 ^A	0
	Bečva-Slavič	6	0,99 ^B	0,43	0,82 ^{A,B}	0,31	0 ^A	0
	Bečva-Hranice	6	0,46 ^{A,B}	0,07	0,55	0,32	0 ^A	0

^a Uvedeny jsou průměrné hodnoty (± SD) pro jednotlivé lokality. Písmena v horním indexu označují statisticky významně odlišné lokality (ANOVA; P < 0,05; Kruskal Wallis Test; P < 0,05; Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test). N = velikost výběru

5.4. Hydraulická měření

Lokality byly mezi sebou porovnány na základě maximálních rychlostí proudění vody naměřených na osách příslušných profilů (viz Tabulka 1). Při porovnání byl mezi lokalitami nalezen signifikantní rozdíl (Kruskal-Wallis Test; $P = 0,005$). Průměrné maximální rychlosti proudění z každé lokality (\pm SD) a rozdíly mezi jednotlivými lokalitami jsou uvedeny v Tabulce 9.

Variabilita rychlosti proudění vody podél toku na lokalitách byla stanovena z průměrných rychlostí naměřených na jednotlivých příčných profilech. Pro zjištění míry variability byla pro každou lokalitu spočítána standardní odchylka (SD) a variační koeficient (CV) (Descriptive Statistics). Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 10. Z uvedených hodnot je zřejmé, že lokality na Bečvě vykazují variabilnější data. Bečva je v rámci rychlosti proudění vody více heterogenní na rozdíl od náhonů. Při stanovení míry variability došlo na lokalitě náhon Hranice k ovlivnění výsledku vychýlenou hodnotou v datech. Dostali jsme tak variační koeficient 123,7 %. Pro výběr dat bez této hodnoty získáme SD 0,005 a CV 22,8 %.

Tabulka 9: Srovnání maximálních rychlostí proudění vody mezi jednotlivými lokalitami^a

Lokalita	Název lokality	N	Maximální rychlosti proudění vody příčných profilů na lokalitách (m/s)	
			Průměr	\pm SD
A	Bečva-Slavíč	12	0,64	0,44
B	Bečva-Osek	12	0,62	0,3
C	Bečva-Hranice	6	1,08 ^F	0,63
D	náhon-Strhanec	6	0,55	0,06
E	Malá Bečva	6	0,75 ^F	0,07
F	náhon-Hranice	6	0,13 ^{C,E}	0,2

^a Uvedeny jsou průměrné hodnoty (\pm SD) pro jednotlivé lokality. Písmena v horním indexu označují statisticky významně odlišné lokality (Kruskal-Wallis Test; $P = 0,005$; Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test). N = velikost výběru

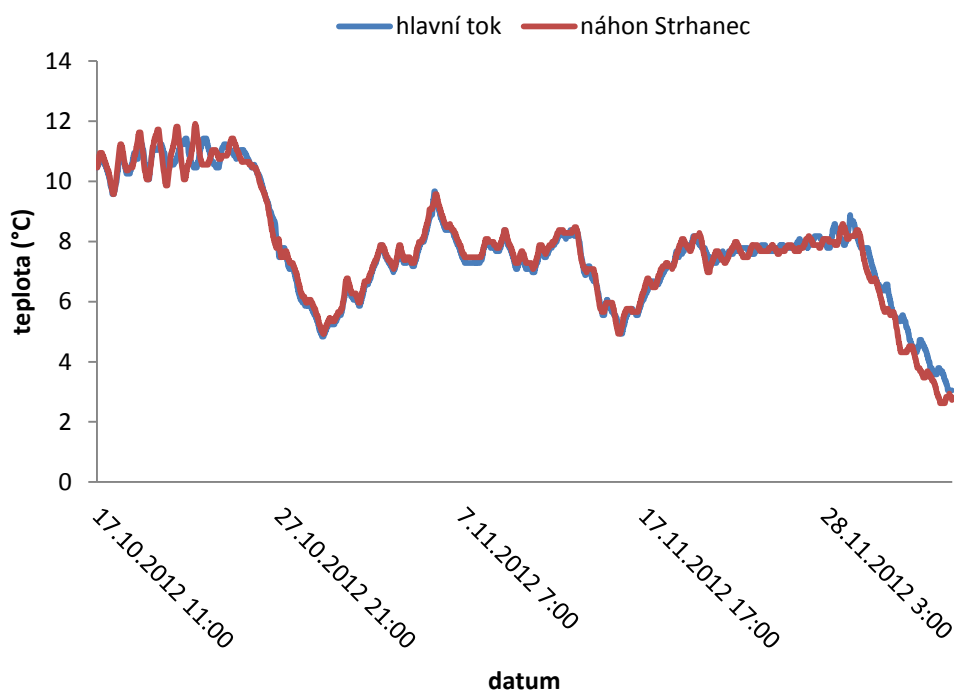
Tabulka 10: Variabilita rychlosti proudění vody podél toku na jednotlivých lokalitách^a

Lokalita	N	Rychlost proudění vody na lokalitách (m/s)		
		Medián	± SD	CV (%)
náhon Strhanec	6	0,4	0,05	11,6
náhon Hranice	6	0,03	0,06	123,7
Malá Bečva	6	0,47	0,03	5,8
Bečva-Osek	12	0,3	0,22	57,5
Bečva-Slavič	12	0,24	0,28	70,9
Bečva-Hranice	6	0,48	0,29	54,9

^a Uveden je medián, standardní odchylka a variační koeficient pro jednotlivé lokality. N = velikost výběru

5.5. Teplota

Průběh teplot za období říjen až prosinec 2012 znázorňuje Obr. 4. Teplotní průběh byl během tohoto období na lokalitách mírně odlišný. Celkově však nebyl nalezen významný systematický rozdíl mezi oběma lokalitami. Průměrná teplota 7,8 °C (SE ± 0,04 °C; n = 2 349) naměřená v tomto období byla shodná pro obě lokality.



Obr. 4: Teplota vody. V grafu je znázorněn průběh teplot na náhonu Strhanec a na hlavním korytě Bečvy v Oseku nad Bečvou za období říjen až prosinec 2012.

6. DISKUSE

Cílem této práce bylo zjistit stanovištní preference velevruba tupého v hlavním korytě Bečvy a v přilehlých náhonech. Tyto preference vyvodit z dat získaných pro náhony, které jsou tímto druhem v hojném počtu osídleny (Beran 2007b; Beran & Douša 2009) a porovnat je s daty získanými na hlavním korytě Bečvy. V práci jsem se zaměřila na porovnání říčních sedimentů, fyzikálně-chemických parametrů vody a proudění vody. Všechny tyto parametry mají tendenci ovlivňovat studovaný druh v určitých stádiích vývoje. Ve všech těchto zjišťovaných parametrech se lokality průkazně lišily ($P < 0,05$).

6.1. Vliv chemických vlastností vody

Koncentrace dusičnanů naměřené ve volné a intersticiální vodě nebyly ani na jedné lokalitě vyšší než 1 mg/l (viz Tabulka 6 a 8). Tato koncentrace by podle Köhlera (2006), Zettlera & Juega (2007) a Doušy (2007, 2010) neměla být limitující hodnotou pro výskyt velevruba tupého. Autoři ve svých studiích uvádějí, že druh je bez jakýchkoliv problémů schopen přežít ve vodách s nižší nebo rovnou koncentrací dusičnanů 2–2,6 mg/l. Podle Köhlera (2006) je v. tupý schopný rozmnožování při koncentracích do 3,6 mg/l. Vymírající populace pak můžeme najít v místech s koncentrací přesahující 5,6 mg/l.

Augspurger et al. (2003) uvádí mezní koncentrace amoniaku pro výskyt v. tupého od 2,56 mg/l při pH 8, s tím, že více citlivé k těmto koncentracím jsou glochidie oproti starším jedincům. Tyto hodnoty jsou v rozporu s hodnotami, které uvádí Denic et al. (2013) pro volně tekoucí vodu, kdy průměrná koncentrace amoniaku v oblastech osídlených v. tupým byla 0,09 mg/l a nejvyšší až 3,12 mg/l. Z toho lze tedy usoudit, že v. tupý by mohl být schopen odolávat i vyšším koncentracím amoniaku, než je uváděno.

Průměrná koncentrace amoniaku ve volné vodě na Bečvě byla 0,4 mg/l, na náhonech byla průměrná koncentrace téměř srovnatelná 0,5 mg/l. Podle uvedených limitujících hodnot by hodnoty získané z náhonů a Bečvy neměly významně ovlivňovat výskyt v. tupého na lokalitách. Hus et al. (2006) naznačuje, že v. tupému se více daří ve vodách bohatých na živiny s vyšším obsahem fosfátů, amonných iontů, dusičnanů a

dusitanů. To by vypovídalo o výskytu druhu na přilehlých náhonech Bečvy, kde byly naměřeny vyšší koncentrace NH_4^+ jak v intersticiální, tak ve volné vodě.

6.2. Vliv fyzikálních vlastností vody

Na lokalitách byly naměřeny odlišné hodnoty konduktivity mezi volnou a intersticiální vodou. To odpovídá výsledkům Denica et al. (2013), který také zaznamenal rozdíly v hodnotách mezi volnou a intersticiální vodou. V jeho studii se ovšem hodnoty konduktivity tak výrazně nelišily na lokalitách osídlených a neosídlených velevrby, jako v mé práci (viz Tabulka 5 a 7). Na náhonech byly ve všech případech hodnoty konduktivity vyšší než na Bečvě. To může současně souviset i s vyšší úživností vody náhonů.

Pravděpodobně významně ovlivňuje v. tupého i koncentrace kyslíku ve vodě. Negishi (2013) a Doua (2007) poukazují na limitující faktor hypoxie pro distribuci mlžů čeledi Unionidae. Co se týče koncentrací kyslíku naměřených na studovaných lokalitách ve volně tekoucí vodě, byly tyto hodnoty na všech lokalitách obdobné a pohybovaly se v rozmezí od 10,3 do 13,7 mg/l. Výraznější rozdíly však byly mezi lokalitami pozorovány v koncentracích kyslíku naměřených v intersticiální vodě. V tomto ohledu jsou více příznivé lokality na Bečvě, kde se koncentrace kyslíku v intersticiální vodě pohybovala v rozmezí od 8,14 do 12,9 mg/l. Lze také předpokládat, že mnohem více bude jedince ovlivňovat voda intersticiální právě kvůli bentickému způsobu života.

Na lokalitách byly naměřeny střední hodnoty rychlosti proudění vody pohybující se od 0,03 do 0,48 m/s. Tyto hodnoty jsou téměř srovnatelné s hodnotami, které uvádí ve své studii Hastie et al. (2000). Ten jako optimální rychlost proudění vody pro perlodku říční (*Margaritifera margaritifera*, Linnaeus, 1758) uvádí hodnoty rychlosti proudění vody od 0,25 do 0,75 m/s. V našem případě se do tohoto rozmezí nevejde pouze náhon v Hranicích, kterému náleží uvedené minimum. Na náhonu byla také naměřena nejnižší koncentrace kyslíku v intersticiální vodě s průměrem 3,86 mg/l. Je možné, že právě kvůli této skutečnosti se na náhonu vyskytuje podle Berana & Doudy (2009) nejméně početná populace v. tupého. S prouděním vody jsou částečně spojené disturbance toku a případné povodně. Jejich negativní vliv popisuje ve své práci Hastie et al. (2001) vzhledem k populaci perlodky říční na řece Kerry v severozápadním Skotsku. Možný negativní vliv povodní, konkrétně na v. tupého, zmiňuje také Doua (2007) v rámci povodí řeky Lužnice v srpnu 2002.

6.3. Vliv říčního sedimentu

Výsledky Husa et al. (2006) ukazují zřetelnou preferenci stanovišť bohatších na organické látky a vyšší koncentraci organického uhlíku v rozmezí 0,7–1 mg/l. Je tedy pravděpodobné, že oligotrofní vody, v našem případě lze takto označit hlavní koryto Bečvy, nejsou tímto druhem z tohoto důvodu podporovány. Naše výsledky poukazují na mnohonásobně (až 4×) vyšší podíl organické složky a organického uhlíku v říčním sedimentu na náhonech oproti Bečvě (viz Tabulka 4). Také charakter dnových habitatů se mezi lokalitami průkazně lišil ($\chi^2 = 748,44$; $P < 0,000$).

Karnkowska (2006) ve své studii zmiňuje, že bohaté populace měkkýšů (*Unio tumidus*, Philipsson, 1788 a *Unio pictorum*, Linnaeus, 1758) se vyskytují na lokalitách s charakteristickými písčitobahnitými nebo bahnitými sedimenty, s porostem makrofyt a v pokročilém stádiu sukcese. Podobného zjištění dosáhl i Denic et al. (2013), kdy se v. tupý vyskytoval na lokalitě s jemnými sedimenty o velikosti zrn do 0,85 mm.

Předpokládám, že jedním z významných limitujících faktorů pro výskyt v. tupého na Bečvě je právě typ sedimentu. Na Bečvě převládají hrubší sedimenty (převládající velikost zrn >3 mm), které mohou ovlivňovat populaci především v začátcích osidlování biotopu juvenilními jedinci. Ti vyžadují bohatší vrstvu jemnějšího sedimentu (např. Patzner & Müller 2001) kvůli svému hrabavému způsobu života.

7. SHRnutí

Zoobentický druh jako je velevrub tupý (čeleď Unionidae) hraje významnou roli ve sladkovodních ekosystémech. Díky svému způsobu života a vysokým nárokům na kvalitu vody je vhodným bioindikačním druhem těchto biotopů. V práci jsem hodnotila vliv specifických parametrů vody na distribuci druhu. Chemické a fyzikální parametry vody, byly stanoveny jak pro intersticiální, tak pro volnou vodu. Při hodnocení lokalit byl brán v potaz také charakter říčního sedimentu a proudění vody. Mezi studované lokality patřili vybrané části řeky Bečvy a části jejích přilehlých náhonů. Tyto lokality představovali biotopy osídlené a neosídlené velevruby.

Lokality se ve všech zjišťovaných parametrech vody a sedimentu prokazatelně lišily. Podle akutních a optimálních hodnot jednotlivých parametrů pro výskyt velevruba tupého, uváděných v jiných studiích, můžeme náhony označit jako lokality vyhovující. Částečně nevyhovujícím parametrem na náhonech je rychlost proudění vody, spojená s nižší koncentrací kyslíku především intersticiální vody. Tento fakt by do budoucna mohl pro populace velevruba znamenat jistý problém. Jako významný limitující faktor pro velevrubu na Bečvě lze označit charakter říčního sedimentu. Ostatní parametry byli stejně nebo i více vyhovující než na náhonech.

Nelze ale opomenout faktory, kterým v práci nebyla věnována pozornost, jako je například rybí společenstvo. To hraje významnou roli právě při osidlování nových stanovišť, jakým by mohla být Bečva. V další práci by bylo dobré se zaměřit na průzkum vhodných rybích hostitelů na lokalitách a zjistit, zdali na Bečvě není s výskytem velevruba tupého problém i v tomto směru.

8. LITERATURA

- Augsburger T, Keller AE, Black MC, Cope WG, Dwyer FJ. 2003: Water quality guidance for protection of freshwater mussels (Unionidae) from ammonia exposure. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 22(11): 2569–2575.
- Bartoš M, Šrámková J, Staněk V, Renger F, Kalous J. 2004: Analytická chemie I. Pardubice: Univerzita Pardubice. Fakulta chemicko-technologická. Katedra analytické chemie. p. 197.
- 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, Suppl. 10. p. 258.
- 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: Příspěvek k poznání vodních měkkýšů Vsetínské Bečvy a okolí (Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca*. 6: 38–47.
- Beran L. 2007b: Vodní měkkýši Malé Bečvy (Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca*. 6: 29–34.
- Beran L. 2012: Vodní měkkýši. Diverzita vodních měkkýšů a vlivy na ni. In: Machar I, Drobilová L, kolektiv. *Ochrana přírody a krajiny v České republice. Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení 2*. 1st ed. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci. p. 595–603.
- Beran L, Douša K. 2009: Bečva - nejvýznamnější moravská lokalita velevruba tupého. *Ochrana přírody*. 64(2): 19–21.

- Beran L, Juříčková L, Horsák M. 2005: Mollusca (měkkýši). In: Farkač J, Král D, Škorpík M. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. 1st ed. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. p. 69–74.
- Bubinas A, Jagminienė I. 2001: Bioindication of ecotoxicity according to community structure of Macrozoobenthic fauna. *Acta Zoologica Lituanica*. 11(1): 90–96.
- Carpenter SR, Caraco NF, Correll DL, Howarth RW, Sharpley AN, Smith VH. 1998: Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*. 8(3): 559–568.
- ČSN ISO 6332. 1995: Stanovení železa. Fotometrická metoda s 1,10-fenantrolinem. Český normalizační ústav. p. 1–7.
- Denic M, Stoeckl K, Gum B, Geist J. 2013: Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. *Hydrobiologia*. Dig J Mol Med. DOI 10.1007/s107500131467.
- 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. 2010: Effects of nitrate nitrogen pollution on Central European unionid bivalves revealed by distributional data and acute toxicity testing. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*. 20: 189–197.
- 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.

- Goméz I, Araujo R. 2008: Channels and ditches as the last shelter for freshwater mussels: the case of *Margaritifera auricularia* and other naiads inhabiting the mid Ebro River Basin, Spain. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 18: 658–670.
- Hastie LC, Boon PJ, Young MR. 2000: Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia.* 429: 59–71.
- Hastie LC, Boon PJ, Young MR, Way S. 2001: The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population. *Biological Conservation.* 98: 107–115.
- Hering D, Buffagni A, Moog O, Sandin L, Sommerhäuser M, Stubauer I, Feld CH, Johnson R, Pinto P, Skoulikidis N, Verdonschot P, Zahrádková S. 2003: The Development of a System to Assess the Ecological Quality of Streams Based on Macroinvertebrates – Design of the Sampling Programme within the AQEM Project. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 88(3–4): 345–361.
- Hlaváčová E, Rulík M, Čáp L. 2005: Anaerobic microbial metabolism in hyporheic sediment of a gravel bar in a small lowland stream. *River Res. Applic.* 21: 1003–1011.
- Horáková M. a kol. 2007: *Analytika vody*. VŠCHT Praha. p. 154–174.
- Hus M, Śmiałek M, Zajac K, Zajac 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.
- Jähnig SC, Lorenz AW. 2008: Substrate-specific macroinvertebrate diversity patterns following stream restoration. *Aquat. Sci.* 70: 292–303.
- Karnkowska - Jurkiewicz E. 2006: Communities of aquatic molluscs in floodplain water bodies of lowland river (Bug river, east Poland). *Pol. J. Ecol.* 54(2): 253–266.

- Khan FA, Ansari AA. 2005: Eutrophication: An Ecological Vision. *The Botanical Review*. 71(4): 449–482.
- Köhler R. 2006: Observations on impaired vitality of *Unio crassus* (Bivalvia: Najadae) populations in conjunction with elevated nitrate concentration in running waters. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*. 34: 346–348.
- Meyer JL, Likens GE, Sloane J. 1981: Phosphorus, nitrogen, and organic carbon flux in a headwater stream. *Arch. Hydrobiol.* 91: 28–44.
- Miko L, Hošek M. 2009: Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009. 1st ed. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. p. 102.
- Negishi JN, Nagayama S, Kume M, Sagawa S, Kayaba Y, Yamanaka Y. 2013: Unionoid mussels as an indicator of fish communities: A conceptual framework and empirical evidence. *Ecological Indicators*. 24: 127–137.
- Patzner RA, Müller D. 2001: Effects of eutrophication on Unionids. In: Bauer G, Wächtler K. *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. Ecological Studies. Springer Berlin Heidelberg. Berlin. p. 327–335.
- Rulík M, Čáp L, Hlaváčová E. 2000: Methane in the hyporheic zone of a small lowland stream (Sitka, Czech Republic). *Limnologica*. 30: 359–366.
- Schönbauer B, Lewandowski G. 1999: SEDI - a database oriented analysis and evaluation tool for processing sediment parameters. *J. Biol. Stn. Lunz*. 16: 13–27.
- 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:

Zeměpis.com, 2002–2013, <http://www.zemepis.com/reky4.php>

Grande Caricaie, http://www.grande-caricaie.ch/spip/IMG/jpg/Unio_crassus.jpg
(obrázek na titulní straně)

9. PŘÍLOHY



Příloha 1: Kovová sonda potřebná k odběru intersticiální vody; © Pavel Kožený



Příloha 2: Uložení označeného kamene na dno říčního koryta. Lokalita Bečva-Slavič; © Pavel Kožený



Příloha 3: Detail minipiezometru; © Michaela Galová



Příloha 4: Upevnění sondy do sedimentu na dně říčního koryta. Lokalita Bečva-Osek; © Pavel Kožený



Příloha 5: Digitální multimetr HACH HQ40d pro potřeby měření fyzikálních parametrů vody; © Michaela Galová



Příloha 6: Sonda připravená pro odběr intersticiální vody. Lokalita Bečva-Osek; © Michaela Galová



Příloha 7: Velevrub tupý (*Unio crassus*); © Michaela Galová



Příloha 8: Jedinci velevruba tupého různé věkové kategorie; © Martin Rulík



Příloha 9: Lokalita Bečva-Osek u Oseka nad Bečvou; © Michaela Galová



Příloha 10: Lokalita Bečva-Slavič u Hranic na Moravě; © Michaela Galová



Příloha 11: Lokalita Bečva-Hranice; © Michaela Galová



Příloha 12: Náhon Strhanec u Oseka nad Bečvou; © Michaela Galová



Příloha 13: Lokalita Malá Bečva u Troubek; © Michaela Galová



Příloha 14: Náhon v Hranicích; © Martin Rulík