

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



**SPOLEČENSTVA MAKROZOOBENTOSU VYBRANÝCH PROFILŮ
POVODÍ VLTAVY NA ÚZEMÍ NP ŠUMAVA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

BAKALANT: Adam Sailer

2019

Zadání

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adam Sailer

Vodní hospodářství

Název práce

Společenstva makrozoobentosu vybraných profilů povodí Vltavy na území NP Šumava

Název anglicky

Macrozoobenthic communities in selected profiles of Vltava River catchment in Sumava NP

Cíle práce

Provedení srovnávací studie stavu 6 vybraných říčních profilů v povodí Vltavy (NP Šumava) na základě společenstev makrozoobentosu

Metodika

- Provedení dvou odběrů makrozoobentosu z hlavních habitatů 6 profilů povodí Vltavy na území NP Šumava. Realizace odběrů: v jarním a podzimním období roku 2018,

za použití použité metody kick -sampling.

- přebrání vybrané části vzorků a roztřídění na hlavní taxonomické skupiny makrozoobentosu. Vyhodnocení výskytu těchto skupin ve vztahu k profilu a habitatu.

- Vyhodnocení výskytu EPT taxonů v daných profilech za využití dodaných dat (determinované vzorky, chemismus vody).

- Porovnání sledovaných profilů na základě výskytu skupin makrozoobentosu.

Doporučený rozsah práce

30 stran

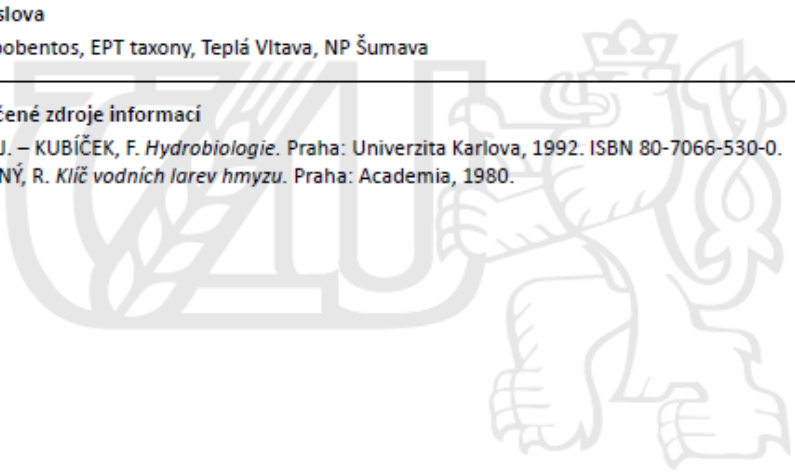
Klíčová slova

makrozoobentos, EPT taxony, Teplá Vltava, NP Šumava

Doporučené zdroje informací

LELLÁK, J. – KUBÍČEK, F. *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 1992. ISBN 80-7066-530-0.

ROZKOŠNÝ, R. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: Academia, 1980.



Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Michala Bílého Ph.D. Uvedl jsem všechny literární a internetové prameny, ze kterých jsem pro tuto práci čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval Mgr. Michalovi Bílému, Ph.D., za odborné vedení práce a vstřícnost při konzultacích. Dále děkuji RNDr. Zuzaně Hořické, Ph.D., za poskytnutí cenných rad, materiálů a přístupu do laboratoře, kde docházelo k přebírání vzorků. Dále děkuji Mgr. Kamile Tiché, Ph.D., za poskytnutí dat. Také děkuji celému týmu z VÚV, který se podílel na odběrech a třídění vzorků.

Abstrakt

Tato práce se zabývá jednorázovým monitoringem složení bentické fauny v řece Vltavě v oblasti Národního parku Šumava. Na šesti vybraných profilech byly v rámci této bakalářské práce v dubnu 2018 provedeny ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka v Praze (VÚV TGM) odběry bentosu s využitím metody PERLA. Součástí práce bylo rozřídít organismy z odebraných vzorků v laboratoři VÚV TGM pod stereoskopickou lupou do základních taxonomických skupin. Po determinaci organismů odborníky byla získaná data zpracována a bylo zhodnoceno kvantitativní a kvalitativní složení společenstev na vybraných lokalitách a habitatech. Zvláštní pozornost byla věnována řádům jepice (*Ephemeroptera*), pošvatky (*Plecoptera*) a chrostíci (*Trichoptera*), u kterých byla vedle jejich početního zastoupení hodnocena také druhová skladba.

Klíčová slova

Makrozoobentos, EPT taxony, Povodí horní Vltavy, NP Šumava

Abstract

This thesis deals with one-time monitoring of the composition of benthic fauna in the Vltava River in the Šumava National Park. In April 2018, in the framework of this bachelor thesis, six selected profiles were carried out in co-operation with the Research Institute of water management. For benthos sampling was used the kicking method. Part of the work was to reclassify the collected samples in the laboratory of Research Institute under stereolusion into basic taxonomic groups. Subsequently, the obtained data were processed and the quantitative and qualitative composition of the community in selected localities and habitats was evaluated. Particular attention was paid to the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera order.

Keywords

Macrozoobenthos, EPT taxons, the upper Vltava River, the Šumava National Park

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	2
3. Literární rešerše	3
3.1 Základní fyzikální a chemické vlastnosti vody	3
3.1.1 Přehled základních vlastností vody	3
3.2 Vertikální stratifikace životního prostředí v toku.....	4
3.2.1 Pelagiál.....	4
3.2.2 Bentál	4
3.2.3 Hyporeál.....	5
3.3 Biodiverzita	5
3.4 Bentos	5
3.4.1 Dělení bentosu.....	6
3.4.2 Fytobentos	6
3.4.3 Zoobentos	6
3.4.4 Druhy dna a zoobentos na ně vázaný.....	7
3.5 Jepice (<i>Ephemeroptera</i>)	8
3.5.1 Taxonomické znaky jepic	8
3.6 Pošvatky (<i>Plecoptera</i>)	9
3.6.1 Taxonomické znaky pošvatek	10
3.7 Chrostíci (<i>Trichoptera</i>).....	11
3.7.1 Taxonomické znaky chrostíků	12
3.8 Další hodnocené taxonomické skupiny	13
3.8.1 Brouci (<i>Coleoptera</i>)	13
3.8.2 Dvoukřídli (<i>Diptera</i>)	13
3.8.3 Pakomárovití (<i>Chironomidae</i>)	14
3.8.4 Máloštětinatci (<i>Oligochaeta</i>)	14
3.8.5 Pijavice (<i>Hirudinea</i>).....	15
3.8.6 Měkkýši (<i>Mollusca</i>)	15
3.9 Metoda kick – sampling	15
3.9.1 Popis metody.....	15
3.9.2 Výběr odběrového úseku.....	16
4. Charakteristika daného území – Šumava.....	18
4.1 Základní informace.....	18

4.2	Horniny a reliéf	18
4.3	Půdy.....	18
4.4	Podnebí.....	19
4.5	Hydrologie.....	19
4.6	Flóra.....	20
4.7	Fauna	21
4.8	Vltavský luh	22
5.	Metodika	23
5.1	Základní vybavení	23
5.1.1	Terénní vybavení.....	23
5.1.2	Laboratorní vybavení	23
5.2	Vlastní postup odběru.....	24
5.3	Laboratorní práce	25
5.4	Popis lokalit.....	26
5.4.1	Teplá Vltava – nad Řasnicí	27
5.4.2	Řasnice – ústí	28
5.4.3	Teplá Vltava – Dobrá.....	28
5.4.4	Teplá Vltava – Chlum	29
5.4.5	Studená Vltava – nad Hučinou.....	30
5.4.6	Vltava – nad Ovesnou	31
6.	Výsledky	32
6.1	Celkové kvantitativní zastoupení základních taxonů	32
6.2	Druhové složení EPT taxonů.....	34
6.2.1	Druhové složení jepic.....	34
6.2.2	Druhové složení pošvatek	34
6.2.3	Druhové složení chrostíků.....	35
6.3	Biodiverzita jednotlivých lokalit a habitatů	36
6.3.1	Biodiverzity jednotlivých lokalit	37
6.3.2	Biodiverzity jednotlivých habitatů.....	38
6.4	Zastoupení nejhojnějších druhů v jednotlivých lokalitách a habitatech.....	39
6.4.1	Zastoupení v lokalitách	39
6.4.2	Zastoupení v habitatech.....	40
6.5	Výsledky chemismu a zhodnocení jejich vlivu na složení bentické fauny .	41
7.	Diskuse.....	43
8.	Závěr	46

9. Zdroje.....	47
9.1 Literární zdroje	47
9.2 Internetové zdroje.....	49
10. Přílohy.....	51

1. Úvod

Národní park Šumava se rozkládá na jihozápadě jižních Čech, na hranici s Bavorskem a Horním Rakouskem. Leží na území Plzeňského a Jihočeského kraje a byl založen dne 20. 3. 1991 z části území původní Chráněné krajinné oblasti Šumava, která byla vyhlášena již roku 1963. Pramení a protéká zde jedna z nejvýznamnějších řek České republiky, Vltava. Je významnou lokalitou mnoha chráněných druhů, například silně ohrožené perlorodky říční. Omezení lidských aktivit v oblasti pohraničí ve druhé polovině 20. století způsobilo, že hospodářskou činností nebyly poškozeny největší hodnoty šumavské přírody. Po roce 1989 ovšem začalo sílit rekreační využívání krajiny. V důsledku těchto vlivů došlo k poklesu biodiverzity na úrovni druhů i habitatů.

V oblasti Národního parku byly na jaře 2018 provedeny odběry bentosu na šesti vybraných lokalitách spolu s odběry vody na stanovení fyzikálně – chemických a chemických parametrů řeky Vltavy. Cílem těchto odběrů byl monitoring bentické fauny na jednotlivých lokalitách a habitatech, analýza kvalitativního a kvantitativního složení makrozoobentosu, porovnání jeho biodiverzity a zhodnocení chemických faktorů ovlivňujících tato společenství. V práci je největší důraz kladen na zhodnocení složení a početnosti hmyzích řádů jepic (*Ephemeroptera*), pošvatek (*Plecoptera*) a chrostíků (*Trichoptera*) a kvantitativního zastoupení ostatních taxonomických skupin.

2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je srovnání stavu šesti vybraných říčních profilů v povodí horní Vltavy v Národním parku Šumava na základě společenstev makrozoobentosu – vyhodnocení kvalitativní a kvantitativní skladby makrozoobentosu (základních taxonomických skupin) a analýza rozdílů v jeho složení ve vztahu k hydrologickým, fyzikálně-chemickým a chemickým vlastnostem vybraných profilů.

3. Literární rešerše

3.1 Základní fyzikální a chemické vlastnosti vody

Voda je jednou z nejrozšířenějších chemických látek na světě. Z fyzikálního a chemického hlediska je voda zajímavou a komplikovanou sloučeninou. I přes svoji jednoduchou stavbu molekuly H₂O vykazuje anomálie ve všech svých vlastnostech. Schopnost vody vytvářet vodíkové můstky ji řadí k chemicky neaktivnějším látkám. Voda jako chemická sloučenina tvoří hlavní složku těl všech organismů. Její vlastnosti významně ovlivňují existenční možnosti vybraných organismů a jejich společenstev. Proměnlivé vlastnosti působí jednotlivě i v kombinacích změny vodního prostředí, kterým se musí organismy a celá společenstva přizpůsobovat morfologickými, fyziologickými a etologickými adaptacemi (Lellák, Kubíček, 1991; Lewis, Viessman, 2003).

3.1.1 Přehled základních vlastností vody

Základní vlastnosti vody jsou shrnuty v Tab. 1.

Hustota: maximální (při 3,94 °C)	1 000,000 kg/m ³
při 25 °C	997,075 kg/m ³
pH (při 25 °C)	7
Povrchové napětí (při 25 °C)	71,97 * 10 ⁻³ N/m
Dynamická viskozita (při 25 °C)	0,890 * 10 ⁻³ Pa/s
Kinematická viskozita (při 25 °C)	0,89 * 10 ⁻⁶
Teplota varu	100 °C
Teplota tání	0 °C
Měrná tepelná kapacita (při 25 °C)	4 186 J/kg * K
Relativní permitivita (při 25 °C)	78,54

Tabulka 1: Základní fyzikální a chemické vlastnosti vody.

3.2 Vertikální stratifikace životního prostředí v toku

Podobně jako ve stojatých vodách se i v tocích rozlišuje prostředí volné vody (pelagiál), prostředí dna (bentál) a dále hyporeál, který zaujímá prostor podříčního dna a je ovlivňován vsakující se vodou (Cílek a kol., 2017).

3.2.1 Pelagiál

Pelagiál je prostředí volné tekoucí vody o různé rychlosti, hloubce a průtoku. Převládá zde turbulentní proudění nad prouděním laminárním, probíhá výměna plynů a díky dobrým světelným podmínkám také fotosyntéza (Říhová-Ambrožová, 2007). Organismy vyskytující se v pelagiálu jsou hlavně zástupci planktonu a nektonu. Také se zde nalézají zástupci bentosu, kteří využívají proudění vody k pohybu (driftu). Plankton jsou organismy volně a pasivně se vznášející ve vodním prostředí. Pokud rychlost proudění přesahuje 50 cm/s, zooplankton se v toku nevyskytuje. Nekton jsou organismy, zpravidla větší, které jsou schopné překonávat i silné proudění vody. Jeho hlavními představiteli jsou ryby (*Osteichthyes*) a kruhoústí (*Cyclostomata*). Často se mezi nekton řadí také velcí zástupci korýšů (*Decapoda*), brouků (*Coleoptera*) a některých vodních ploštic (*Heteroptera*). Bentos jsou organismy žijící převážně v bentálu (Lellák, Kubíček, 1991).

3.2.2 Bentál

Bentál je povrchová vrstva dna koryta zasahující do několika centimetrů hloubky. Vyznačuje se různorodostí sedimentů v závislosti na rychlosti proudění vody, spádu, podloží atd. Významným faktorem odlišujícím prostředí dna od volné vody v korytě je mnohem nižší rychlost proudění a menší intenzita světla. Materiál dna se kvalitativně i kvantitativně mění v celém podélném i příčném profilu. Podle rychlosti proudění převládá v rychleji tekoucích vodách kamenité a šterkopískové dno, naproti tomu v částech toku s pomalým prouděním dominují písčité až bahnitě sedimenty. Písčité a bahnito-písčité sedimenty se vytváří při rychlostech proudění 20 až 40 cm/s, při rychlostech vyšších je sediment unášen proudem dále po toku, kde pak vznikají šterkovité a kamenité habitaty. Na dně s kamenitým podkladem se nacházejí bohatá společenstva makrozoobentosu s velkou biodiverzitou. Obecně platí, že více organismů se vykytuje na větších kamenech s nepravidelným tvarem a strukturou povrchu, které nejsou unášeny proudem a zajišťují tak relativně stabilní prostředí. Přítomnost organismů ovšem také závisí na přítomnosti nárostů řas nebo

vyšších rostlin nebo nánosech jiných materiálů. Malé kameny, písek, štěrk a štěrkopísek osidlují menší a chudší společenstva, protože tyto substráty jsou často unášeny silou proudu. Bahnité habitaty jsou co do počtu organismů obvykle osídleny nejvíce, biodiverzita je zde však nižší než na kamenitých podložích. Jak uvádějí Lellák a Kubíček (1991), lze nárůst biomasy organismů podle typu substrátu vyjádřit takto: písek < štěrk < balvany < kameny < bahno. Významný vliv na oživení toku mají také porosty makrovegetace (po čas vegetačního období) a mrtvé dřevo, listy a organický materiál na dně. Organismy dna tekoucích vod jsou nazývány reobentos (bakteriální a řasové nárosty, živočichové) (Lellák, Kubíček, 1991).

3.2.3 Hyporeál

Hyporeál, tedy podříční dno s infiltrovanou říční vodou, je část dna hluboká až několik metrů s výskytem bentických organismů. Pro výskyt organismů je zásadní hloubka, propustnost a pórovitost materiálu. Platí zde gravitační a kapilární zákony a síly, v méně hlubokých vrstvách pak zákony popisující povrchové proudění. Abiotické podmínky a oživení jsou vertikálně stratifikovány. Exponenciálně zde klesá rychlost proudění vody a propustnost světla. Hyporeál navazuje na ekosystém podzemních vod. Organismy a společenstva vyskytující se v hyporeálu lze nazývat hyporeos. Množství, biologická rozmanitost a velikost organismů se liší na základě propustnosti a prostorových vlastností daného prostředí (Lellák, Kubíček, 1991).

3.3 Biodiverzita

Biodiverzita, tedy biologická rozmanitost, je variabilita všech druhů organismů na zemi. Rozmanitost je adaptací společenstev na environmentální a ekologické podmínky prostředí. Druhovú diverzita charakterizuje společenstvo podle počtu druhů a počtu jedinců v něm obsažených. Může se jednat o druhovou pestrost, tedy o počet samotných druhů ve společenstvu, nebo o komplexnější strukturu, ve které je zahrnut i počet jedinců jednotlivých druhů a vyrovnanost jejich rozložení. V této práci byla použita pouze prostorová diverzita podle E. Oduma, která se počítá jako poměr počtu druhů k počtu jedinců (Odum, 1977; Bukvareva, 2018).

3.4 Bentos

Bentos je společenstvo vázané na podklad, tedy na oblast dna. Mezi bentos patří rostliny zakořeněné nebo jinak připevněné k různým podkladům dna, dále živočichové žijící ve vrstvách sedimentů nebo na pevném podkladu, a také mikroorganismy.

Bentos a benticky žijící druhy organismů jsou významnou složkou vodního ekosystému a na základě jejich rozmanitosti a hustoty můžeme posuzovat stav vodního prostředí. Bentos je tedy významným bioindikátorem. Vzhledem k neustále probíhajícímu proudění v korytě a na dně řeky se vytvořily adaptace bentických organismů, umožňující jim přichycení se k podkladu a odolávání stržení proudem. Mezi hlavní takovéto morfologické adaptace patří různé záchytné výrůstky a háčky, přilnavé plošky, přísavky, tvar těla nebo jejich kombinace (Stevenson a kol., 1996; Hartman a kol., 2005).

3.4.1 Dělení bentosu

Podle velikosti bentos dělíme na mikrobentos (do velikosti 0,1 mm), mesobentos (0,1 mm až 2 mm) a makrobentos (nad 2 mm) (Hartman a kol., 2005).

Bentos lze dělit také na fytobentos (rostliny), obsahující primární konzumenty (sinice, mechy atd.), a zoobentos (živočichy) (Říhová-Ambrožová, 2007).

3.4.2 Fytobentos

Výskyt a dynamika fytobentosu jsou ovlivňovány především osvětlením, množstvím živin, stratifikací a povahou dna, rychlostí proudění a četností výskytu přívalových srážek, které jsou pro populace fytobentosu decimující. V tekoucích vodách je fytobentos hlavním zdrojem primární produkce. Sezónní změny fytobentosu, zejména řas, jsou v tekoucích vodách relativně malé (Hartman a kol. 2005).

3.4.3 Zoobentos

Výskyt, druhové složení a dynamika zoobentosu jsou primárně ovlivňovány rychlostí vodního proudu. Život v proudu vyžaduje nápadné morfologické adaptace, například přísavky a lepivé žlázy larev muchniček, těžké schránky chrostíků nebo plochá těla některých druhů jepic. Živočichové žijící pod kameny, za kameny, v trsech vodních rostlin a na povrchu pevných předmětů, kde proudění dosahuje nejmenších rychlostí, se bez těchto morfologických odlišností obejdou. Většina druhů zoobentosu využívá k pohybu (přemísťování) proud tak, že se uvolňují z podloží, nechají se desítky centimetrů až metrů unášet a následně opět usedají. Tento způsob transportu se nazývá drift. Dochází k němu především při nepříznivých životních podmínkách, například při změně teploty, poklesu množství kyslíku atd., a to obvykle v noci. Díky tomuto způsobu přemísťování mohou být rychle osidlovány nové úseky nebo např.

úseky zdevastované povodní. Drift je významnou součástí potravy ryb. Někteří zástupci zoobentosu se také dokáží pohybovat aktivně proti proudu, jedná se ale o mnohonásobně pomalejší přesuny než za pomoci driftu. Velký vliv na rozmístění zoobentosu v toku má také let dospělců proti proudu a kladení vajíček výše po toku. Pokud dojde k zamrznutí vody až ke dnu, přívalům, vysychání koryta a jiným nepříznivým okolnostem jako je krátkodobé znečištění vody, organismy zoobentosu zalézají do hyporeálu, kde po omezený čas dokáží přežít (Hartman a kol., 2005).

3.4.4 Druhy dna a zoobentos na ně vázaný

Podle Lelláka a Kubíčka (1991) evropská limnobiologická škola rozděluje bentické organismy říčního ekosystému podle charakteru říčního dna na společenstva kamenitého podkladu, vegetace, písku a bahnitých sedimentů.

Makrozoobentos kamenitého podkladu patří mezi druhově nejrozmanitější. Na povrchu kamenů se nacházejí především společenstva larev jepic, muchničků, pakomárů a brouků. Často se zde vyskytují také plži. Naproti tomu spodní část kamenů obývají společenstva ploštěnek, pijavic, plžů, pavoukoců, také korýšů a larev hmyzu, jako jsou pošvatky, jepice, chrostíci a ploštice. Některé druhy žijí na obou stranách kamenů nebo často přelézají z jedné strany na druhou, pokud dojde ke snížení světelnosti (tedy v noci). Vliv na strukturu společenstva mají změny v jednotlivých částech toku a také vývoj (vývojová stádia) některých živočichů. Některé organismy se na konci vodní fáze svého vývoje shlukují u břehů a následně vylézají mimo vodu na břeh, kde dochází k jejich metamorfóze – typickým příkladem tohoto chování jsou pošvatky. Jiní živočichové, jako jsou jepice a chrostíci, se líhnou přímo z tekoucí vody (Lellák, Kubíček, 1991).

Společenstva písčitého dna jsou oproti dnu kamenitému druhově i početně nejchudší. Ideální podmínky mají ve směsi substrátu středních zrn (o velikosti 0,25 – 0,50 mm) a zrn větších (0,5 – 1 mm). Pro toto prostředí jsou nejlépe přizpůsobeni, a tedy nejvíce zde zastoupeni, pakomáři a někteří další představitelé dvoukřídlých. Vyskytují se zde také hrabavé druhy jepic, chrostíci v písčitých schránkách, dravé vodule, drobné druhy pošvatek a máloštětinatci. Hojně mohou být také zastoupeni měkkýši. Struktura tohoto společenstva je proměnlivá, hlavní vliv má podíl organických látek v substrátu a s ním spojené množství kyslíku (Lellák, Kubíček, 1991).

Společenstva bahnitého dna jsou co do biomasy nejbohatší, druhová rozmanitost je ovšem nižší než u kamenitého dna. Hlavním limitujícím faktorem je schopnost přichytit se nebo vybudovat úkryt (v podobě chodeb, jamek atd.). Struktura tohoto společenstva je také závislá na vymývání, vyplavování a následném odplavování materiálu. Mezi hlavní zástupce makrozoobentosu zde patří hrabavé larvy jepic, pakomáři, korýši. Vykytují se tu také larvy chrostíků stavějící si sítě na lapání potravy (Lellák, Kubíček, 1991).

3.5 Jepice (*Ephemeroptera*)

Jepice jsou relativně malý řád obsahující zhruba 3 000 popsaných druhů. Larvy jepic můžeme nalézt ve všech typech tekoucích i stojatých vod, nachází se pod kameny, v náplavách různého charakteru, v hlinitých březích i na vodních rostlinách. V čistých vodách tvoří jepice významnou složku společenstva a jsou velmi hojné. Délka larválního způsobu života je u většiny druhů 1 rok, u menších druhů, jako jsou například zástupci rodů *Baetis* nebo *Cloeon*, jsou do roka 2–3 generace. U větších larev může vývoj trvat naopak 2–3 roky. Larvy se živí většinou okusováním nárostů na kamenech nebo detritem a samy jsou významnou potravní složkou jiných drobných vodních živočichů a ryb. Líhnutí polodospělců z larev probíhá u většiny druhů na hladině, na kamenech nebo na rostlinách, kde dochází ke svlékání larev. Jepice zůstává polodospělcem 1–2 dny a následně se svléká a stává dospělcem. Dospělí jedinci nepřijímají potravu a žijí ze zásob z larválního období, proto jejich život trvá jen několik hodin nebo dní. Páření probíhá ve vzduchu, následně samice snáší na hladinu několik set vajíček. Vajíčka mají oválný tvar a velikost kolem 0,2 mm. Embryonální vývoj má různou délku, od deseti dnů až po několik měsíců, některé druhy mají přes zimu vaječnou diapauzu. Mnoho druhů jepic má vyhraněné požadavky na životní prostředí, proto jsou velmi vhodné a významné pro biologické hodnocení čistoty vod (Rozkošný, 1980; Gullan, Cranston, 2005; Smrž, 2013)

3.5.1 Taxonomické znaky jepic

Dospělci mají dva páry trojúhelníkovitých křídel s hustou žilnatinou, v klidu přiložených k sobě kolmo nad tělem, a 2–3 tenké dlouhé štěty na konci zadečku. Tělo mají hladké a lesklé. Naše druhy dosahují velikostí od 3 do 35 mm. Z dospělých larev se líhnou polodospělci, kteří mají tělo a křídla pokryté blankou, a po svlečení této blanky dospělí jedinci. Jedná se o proměnu nedokonalou. Larvy mají tělo složené

z hlavy, tříčlánekové hrudi a desetičlánekového zadečku, na jehož konci jsou tři štěty nebo dva štěty a jeden střední paštět. K jejich nejvýznamnějším znakům patří tracheální žábry – obvykle keříčkovité nebo lupínkovité přívěsky na zadečku protkané vzdušnicemi, které slouží k dýchání. Těchto žaber je pět až sedm párů. Larvy se dělí na několik základních typů – hrabavé, plovoucí, lezoucí a ploché (proudomilné). Barva těla je většinou nevýrazná, hrabavé jepice bývají spíše světlé až žluté, naproti tomu druhy žijící pod kameny mají různé odstíny šedé a hnědé barvy.

Hrabavé jepice mají dlouhé válcovité tělo, úzkou hlavu zakončenou mohutnými kusadly a tři páry hrabavých nohou. Žábry jsou složeny na horní straně zadečku (například druhy rodu *Ephemera*).

Plovoucí jepice mají válcovité tělo se silně se zužujícím zadečkem. Druhy z tekoucích vod mají řídce obrvené štěty a tenké nohy, které jim umožňují přichytávat se na kamenech nebo v rostlinstvu (u nás například zástupci čeledi *Baetidae*). Druhy vod stojatých mají štěty silně obrvené, což jim pomáhá při plavání (čeleď *Siphonuridae*).

Lezoucí jepice mají tělo buď protáhlé, nebo krátké a zavalité, nohy silné a štěty řídce obrvené (například čeleď *Caenidae*).

Ploché neboli proudomilné jepice mají široké, silně zploštělé tělo přizpůsobené životu v proudu. Mají silné nohy. Nejvíce zploštělým místem jejich těla je hlava (například čeleď *Heptageniidae*) (Rozkošný, 1980).

3.6 Pošvatky (*Plecoptera*)

Do řádu pošvatek patří 15 čeledí a cca 2 000 druhů. V České republice je zastoupeno sedm čeledí a přibližně 80 druhů. Jedná se o hmyz s proměnou nedokonalou, ústním ústrojím kousacím, často druhotně zakrnělým (Silveri, 2009). Dospělci žijí v blízkosti vodních zdrojů z důvodu vývoje larev, který probíhá ve stojatých či proudících vodách. Dospělci stejně jako u jepic nepřijímají potravu, nebo se pasou na lišejnicích a řasách (Smrž, 2013). Pošvatky jsou chladnomilní horští a podhorští živočichové. Nejsou příliš dobrými letci, zato velmi rychle pobíhají po kamenech a vegetaci na březích vod. Zajímavý je především způsob vzájemného vyhledávání jedinců opačného pohlaví, kdy obě pohlaví tlučou zadečkem do půdy nebo jiného podkladu v druhově specifickém rytmu. Začínají samci a následně odpovídají neoplozené samice, které rytmus registrují pomocí smyslových orgánů

v nohách. Po kopulaci samice nosí vajíčka přichycená na zadečku několik hodin až dní a následně je klade na vodní hladinu. Snůška obsahuje několik set vajec (100 – 1 000). Vajíčka klesají ke dnu, kde pomocí přichytných mechanismů ulpívají na kamenech, nebo jiných pevných podkladech. Vývoj vajíček trvá čtyři až šest týdnů, občas i tři měsíce. Z vajíček se líhnou larvy velmi podobné dospělcům, jejich vývoj pak trvá jeden až tři roky. Během toho období se larvy často svlékají (20x – 30x). V potocích s nezamrzající hladinou probíhá vývoj i v zimě, v zamrzajících vodách naopak dochází k zimní diapauze. Larvy jsou buď dravci živící se různými vodními živočichy (podřád *Setipalpia*) nebo býložraví, živící se drobným rostlinným detritem (podřád *Filipalpia*). Samy larvy pošvatek bývají častou potravou ryb, především pstruhovitých, a jiných větších vodních živočichů. Líhnutí dospělců z larev probíhá na břehu na kamenech, nebo neponořených částech rostlin (Hůrka, Čepická, 1978; McGavin, 2000).

3.6.1 Taxonomické znaky pošvatek

Dospělci mají dva páry velkých blanitých křídel s hustou žilnatinou, v klidu pochvovitě obalujících zadeček. Tělo je dlouhé a válcovité. Jedním z hlavních znaků jsou od sebe výrazně oddělené hrudní články a dvanáctičlánekový zadeček, na jehož konci se nachází dva dlouhé tenké 1-2 článkové štěty. Tykadla jsou dlouhá a mnohočláneková, ústní ústrojí je kousavé. Naše druhy dorůstají velikosti 4 až 30 mm. Vodní larvy pošvatek mají podobný tvar těla jako dospělci – tělo podlouhlé a válcovité, zakončené dvěma výraznými dlouhými štěty. Tykadla jsou dlouhá, skládající se z 50 až 100 článků. Hlava larev je buď zploštělá, nebo klenutá s výrazným epikraniálním švem. Čelní štít je úzký, obvykle blanitý. Na stranách hlavy jsou výrazné složené oči a mezi nimi na čele očka složená do trojúhelníku. Kusadla jsou symetricky protáhlá a dlouhá (podřád *Setipalpia*) nebo mohutná a silná (podřád *Filipalpia*). Hruď je primitivní, každý jednotlivý článek hrudi má vlastní štít. Přední štít hrudi je v polovině rozdělen švem na dvě štítová pole. Okraje štítu bývají pokryté štětinami. Postupně s vývojem larev narůstají na středohrudi a zadohrudi křídlové pochvy. Zadeček se skládá z 10 článků, je válcovitý nebo zploštělý. Na desátém článku je zakončen tzv. paraprokty, které jsou považované za zbytky 11. článku, a dvěma dlouhými štěty. Podle zadního okraje osmého a devátého článku je u vzrostlých larev možné určit pohlaví. Nohy mají larvy pošvatek silné, stehno kratší než holeň. Zakončené jsou tříčlánekovým chodidlem. Vzájemné poměry velikostí jednotlivých

článků jsou důležitým systematickým znakem. Dalším znakem, na který je nutné se zaměřit, je počet štětín po celém těle larvy, obzvláště na nohách, zadečku, štětech a štítu. Pomocným znakem je také zbarvení, dá se však použít jako určovací znak pouze u představitelů vybraných rodů (např. *Isoperla*). Vajíčka jsou u zástupců většiny čeledí kulovitá, velká 0,2 – 0,32 mm. Výjimku tvoří čeleď *Perlodidae*, kde mají vajíčka v řezu tvar trojúhelný, a čeledi *Perlidae* a *Chloroperlidae*, jejichž zástupci mají vajíčka oválná (Rozkošný, 1980).

3.7 Chrostíci (*Trichoptera*)

Chrostíci jsou malý až středně velký hmyz s dokonalou proměnou. Vykytují se prakticky po celém světě s výjimkou arktických oblastí (Wiggins, 1998). V České republice se nachází přibližně 260 druhů zařazených do 15 čeledí. Živí se nektarem květů, který olizují přizpůsobeným kousacím ústrojím. Vyskytují se v blízkosti tekoucích i stojatých vod (preferují vody tekoucí). Většina druhů je aktivní v noci a za soumraku, kdy dochází také k páření. Kopulace začíná v letu a následně je dokončena na pevném podkladu. Vajíčka jsou kladena ve skupinách a jsou rozlišovány dva typy snůšek podle množství sekretu mezi jednotlivými vajíčky. Tmelová snůška obsahuje malé množství sekretu, vajíčka jsou kladena v jediné vrstvě a dobře lpí k podkladu. Druhý typ je snůška rosolovitá, v níž jsou vajíčka ve velkém množství sekretu, který ve styku s vodou rosolovává. Vajíčka jsou uložena v několika vrstvách a k podkladu lpí minimálně. Jedna snůška obsahuje 20 až 1 000 vajíček. Embryonální vývoj trvá v závislosti na druhu a okolní teplotě 9 až 24 dní. Z vajíček se líhnou larvy, které se dělí na dva základní typy: larvy kampodeoidní, které si až na výjimky nestaví stabilní schránky, a larvy eruciformní, které si tvoří přenosné schránky. Základem schránky je pouzdro upředené z výměšků snovacích žláz, na kterých jsou připevněny částice nejrůznějšího organického i anorganického materiálu (zrna písku, kamínky, jehličí, kousky dřeva aj.). Některé larvy používají druhově specifický materiál, jiné mají schránky naopak velmi variabilní. Eruciformní larvy jsou většinou býložravé, naproti tomu larvy kampodeoidní jsou dravé. Larvy chrostíků se vykytují převážně v čistých vodách, proto jejich výskyt může indikovat stupeň čistoty vod. Jsou důležitou složkou potravy ryb a mají také velkou schopnost destrukce organické hmoty na daném habitatu. Vývoj larev trvá až 11 měsíců a následně dochází ke kuklení. Larva připevní schránku, zakončenou na obou stranách propustnou přepážkou, k podkladu a setrvává v kukelním stádiu zhruba 14 dní. Poté proráží přední přepážku schránky a vylézá ven

z vody, kde po uschnutí dochází k líhnutí dospělců (především v noci) (Hůrka, Čepická, 1978; Rozkošný, 1980).

3.7.1 Taxonomické znaky chrostíků

Dospělci připomínají na první pohled některé motýly, nemají ovšem charakteristický stočený sosák, ale pozměněné kousací ústrojí se zakrnělými kusadly a spodním pyskem přetvořeným v lízací orgán. Tělo je štíhlé, nenápadně zbarvené v odstínech hnědé nebo šedé barvy, může být až černé. Tykadla jsou nitkovitá a dlouhá. Mají dva páry jemně ochlupených křídel v klidu složených střechovitě nad zadečkem. Křídla bývají různě zbarvená s hustou, převážně podélnou žilnatinou. Zadeček má válcovitý tvar, je desetičlankový a na jeho konci se nachází pohlavní přívěsky. Nohy jsou kráčivé s vyvinutými pohyblivými ostruhami na holeních. Naše druhy dosahují velikosti 2 až 20 mm s rozpětím křídel až 60 mm (Hůrka, Čepická, 1978; Smrž, 2013).

Tělo larev se skládá z hlavy, hrudi a zadečku. Hlava je složená ze dvou párovitých částí a nepárového čelního štítu. Na bocích hlavy se nacházejí oči složené ze šesti oček. Tykadla jsou většinou zakrnělá. Ústní ústrojí je kousací, skládá se z krátkých kusadel, horního pysku a útvaru vzniklého srůstem spodního pysku s čelistí. Hrud' se skládá ze tří článků. Články hrudi jsou na horní straně často různě sklerotizované, občas jsou blanité. Na spodní straně jsou blanité, u některých druhů je na prvním článku drobný sklerit vybíhající dopředu v rohovitý výběžek. Postranní části hrudi jsou zpevněny tzv. pleuronem, ke kterému jsou připojeny nohy kráčivého typu. Nohy se skládají ze šesti článků, a to z kyčle, příkyčlí, stehna, holeně, chodidla a drápku. Poslední pár nohou bývá na konci obrven a slouží k plavání. Zadeček larev chrostíků je desetičlankový, měkký a nesklerotizovaný. U larev stavících si schránky jsou na prvním článku tři svalové hrbolky, sloužící k uchycení larvy ve schránce. Na prvním a devátém článku zadečku se u některých druhů vyskytuje zřetelný štítek, na desátém, tedy posledním článku se nachází pár análních nožek zakončených háčky a drápkou. Tracheální žábry jsou nejčastěji umístěny na člancích zadečku, u některých druhů i na hrudních člancích. Mají keříčkovitý nebo prstovitý tvar a jsou uspořádány v párovitých hřbetních, břišních a bočních řadách. Menší larvy často žábry nemají a dýchají celým povrchem těla. Pokryv celého těla tvoří silně sklerotizované ostny plnící především ochrannou funkci a štíhlé štětiny, které jsou zakončením smyslových orgánů. U některých druhů vytvářejí štětiny po stranách zadečku útvar nazývaný

postranní čára. Vajíčka jsou drobná (cca 1–2 mm) a snášena jsou buď v rosolovitých obalech do vody, nebo jsou bez rosolovitého obalu přilepená rovnou na předměty pod vodou (Rozkošný, 1980; Woiwood a kol., 2001).

3.8 Další hodnocené taxonomické skupiny

3.8.1 Brouci (*Coleoptera*)

Brouci patří k nejznámějším a nejběžnějším zástupcům hmyzu. V České republice žije více než 7 000 druhů brouků, vodní larvy můžeme najít u cca 340 druhů. Ekologie larev je velmi rozmanitá a v tekoucích vodách se vyskytují larvy jen velmi malého počtu druhů (jsou to např. zástupci čeledi *Elmidae* a druhy rodů *Eubria*, *Oreodytes*, *Deronectes*, *Platambus*, *Helodes*). Ve vodě žijí také imága brouků několika čeledí (nejhjojnější jsou čeledi *Dytiscidae*, *Hydrophilidae*, *Gyrinidae*, *Elmidae*, *Haliplidae*) a mnoho larev i dospělců dalších brouků žije semiakvaticky (např. *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Chrysomelidae*). Jedná se o hmyz s proměnou dokonalou. Mezi nejvýraznější znaky dospělců patří přední křídla přeměněná na krovky, na nichž kompletně vymizela žilnatina a která překrývají křídla druhého páru. Dalším nápadným znakem je silně sklerotizované tělo. Tykadla mohou být delší než tělo nebo výrazně redukováná. Ústní ústrojí je kousacího typu. Nohy jsou kráčivé nebo pozměněné podle způsobu života. Zadeček je zpravidla kryt krovkami a na břišní straně má viditelných šest článků. Některé druhy jsou menší než 1 mm a největší druhy dorůstají velikosti až 75 mm. Larvy mají dobře oddělenou hlavu, silněji sklerotizovanou než ostatní části těla. Ústní ústrojí je u většiny druhů kousací. Mají tři páry končetin na hrudních člancích a 8–10 článkový zadeček. Celkový tvar je velmi rozdílný podle prostředí a způsobu života (Rozkošný, 1980; Leschen a kol., 2010).

3.8.2 Dvoukřídli (*Diptera*)

Dvoukřídli je velký řád hmyzu obsahující 130 čeledí a 122 000 druhů. Typickým znakem je vyvinutý pouze přední pár křídel, zadní pár je přeměněn na tzv. kyvadélka, která slouží k udržování rovnováhy. Dvoukřídli se dělí na dva podřády. Menší a štíhlejší zástupci se nazývají dlouhorozí (*Nematocera*) a patří mezi ně např. komáři, típlice, muchnice a další. Druhý podřád jsou krátkorozí (*Brachycera*), jeho představitelé jsou většinou statnější s kratšími tykadly a patří mezi ně například mouchy, ovádi a kuklice (McGavin, 2000). Dospělci mají tělo různé velikosti, tvaru i zbarvení. Tykadla mají buď krátká, většinou tříčlánková, nebo dlouhá

a mnohočláneková. Ústní ústrojí mají bodavě savé nebo lízavě savé, tvořené sosákem. Zadeček se skládá z 11 článků, nejméně tři poslední jsou ovšem pozměněné a podílejí se na stavbě zevních genitálií. Proměna je dokonalá. Ekologie vodních larev je velmi rozmanitá. Řada druhů žije v pramenech a rychle tekoucích čistých vodách (například druhy z čeledi *Simuliidae* nebo *Limoniidae*). Jiné druhy však dávají přednost vodám znečištěným. Nevadí jim ani vody teplé, minerální, slané nebo znečištěné fekáliemi. Vodní larvy mají tělo protáhlé, válcovité nebo větvenovité. Některé druhy připomínají červy, jiné jsou ploché. Jejich zbarvení je velmi různorodé, od odstínů špinavě bílé, nažloutlé až k hnědé a černé barvě. Dosahují velikosti od 2 do 70 mm (Rozkošný, 1980; Bickel a kol., 2009).

3.8.3 Pakomárovití (*Chironomidae*)

Čeď pakomárovitých z řádu dvoukřídlých patří mezi nejběžnější zástupce vodního hmyzu. Na světě se vyskytuje cca 15 000 druhů a jsou početní prakticky ve všech druzích vod (Armitage a kol., 1994). V České republice žije více než 1 000 druhů. Jejich množství ve vodách během roku značně kolísá v důsledku líhnutí a vylétávání dospělců a následného kladení početných snůšek vajíček. Tvoří druhově nejbohatší čeď vodního hmyzu. Dospělci nepřijímají potravu, a proto žijí jen několik dní, podobně jako jepice nebo pošvatky (Hartman a kol., 2005). Larvy jsou z valné většiny vodní, a i přes obrovskou bohatost druhů a rozmanitost míst jejich výskytu jsou si tvarem velmi podobné. Mají dlouhé válcovité tělo skládající se z hlavy, hrudi a zadečku. Hlava je malá, výrazná a je důležitým taxonomickým znakem. Zadeček je desetičlánekový. Na hrudi a desátém článku zadečku se nachází dobře viditelné panožky. Dýchají povrchem celého těla. Živí se nejčastěji detritem, některé druhy jsou dravé nebo parazitické. Samy jsou významnou složkou potravního řetězce, zejména potravou ryb (Rozkošný, 1980).

3.8.4 Máloštětinatci (*Oligochaeta*)

Máloštětinatci jsou třída kroužkovců (*Annelida*). Jejich tělo je tvořeno 7 až 200 články. Na každém článku bývají svazečky štětin. Jsou to obojetníci a časté je i nepohlavní množení příčným dělením. Nemají larvální stadium. Dýchají celým povrchem těla a dokáží žít v prostředí chudém na kyslík. Živí se detritem a bakteriemi, některé druhy jsou dravé. Mezi nejznámější zástupce patří nitěnkovití (*Tubificidae*) (Hartman a kol., 2005).

3.8.5 Pijavice (*Hirudinea*)

Podtřída pijavice patří mezi kroužkovce. Vyskytují se v různých typech tekoucích i stojatých vod. Žijí jak na kamenitém, tak i bahnitém dně, na ponořených předmětech nebo mezi rostlinstvem. Zimu přečkávají ve strnulém stavu. Jsou velmi odolné, vyschnutí vody přežijí až několik týdnů zahrabané v bahně. Jsou to obojetníci, kteří vajíčka odkládají do kokonů nebo lepí na podklad, některé druhy je volně odkládají na bahno. Nemají larvální stadium. Pohybují se charakteristickým způsobem tak, že natáhnou tělo dopředu, přichytí se přední přísavkou a následně přitáhnou celé tělo. Těsně za přední přísavkou se zachytí zadní přísavkou a celý proces opakují. Některé druhy dokáží plavat pomocí vlnění celého těla. Původně jsou to dravci, některé druhy ovšem přešly k cizopasnému způsobu života, kdy se živí vysáváním tělesných tekutin hostitelů. Pijavky mají měkké, zploštělé tělo zcela bez štětín, tvořené 34 články, které jsou na povrchu druhotně rozděleny do několika užších proužků. Výrazným znakem jsou přísavky na konci a na začátku těla. Velikost našich druhů se pohybuje od 1 do 15 cm (Hartman a kol., 2005).

3.8.6 Měkkýši (*Mollusca*)

Měkkýši jsou velmi početný kmen, jejich tělo není článkované, je však rozrůzněné ve tři tělní oddíly. Přední část těla, na které se nachází hlavní smyslová ústrojí, nervové ústředí a počátek trávicí trubice, se nazývá hlava. Část uzpůsobená k pohybu se nazývá noha. Třetí částí těla je útrobní vak, který se nachází nad nohou a jsou do něj vytlačeny všechny vnitřní orgány. Útrobní vak je chráněn kožní vychlípeninou – pláštěm, jehož vnější pokožka u mnoha druhů vylučuje ulity, lastury apod. Měkkýši se dělí na dvě třídy, a to na třídu plži (*Gastropoda*) a mlži (*Bivalvia*). Měkkýši mohou být obojetníci nebo odděleného pohlaví. Mnohé druhy mají volně žijící larvy. V některých vodách mohou měkkýši svou biomasou převyšovat ostatní bentické skupiny (Hartman a kol., 2005).

3.9 Metoda kick – sampling

3.9.1 Popis metody

Metodika PERLA vycházející z odběru metodou kicking (kick – sampling) (Kokeš, Němejcová, 2006) byla vytvořena pro hodnocení ekologického stavu vodních toků, konkrétně pro odběr vzorků makrozoobentosu v tekoucích broditelných vodách. Jedná se o tzv. multihabitatový odběr, při kterém je procentuální výskyt habitatů

v daném úseku koryta (cca 100 m dlouhý úsek) zhodnocen a následně proporcionálně odebírán tak, aby celkový čas odběru makrozoobentosu ze všech habitatů daného úseku trval přesně 180 s a byl prováděn se srovnatelným úsilím. Podmínkou pro použití tohoto způsobu kvantitativního odběru je maximální hloubka cca 1 m (taková, aby při normálním vodním stavu bylo možno tok přejít v holínkách nebo brodicích kalhotách) a rychlost vody v korytě do cca 1 m/s. Pokud je rychlost proudění menší nebo k proudění v daném úseku nedochází, metodu nelze použít, protože organismy by nebyly unášeny proudem směrem do sítě a zachyceny. Není také doporučeno provádět odběr za nadnormálního stavu vody, ideální je stav normální nebo podnormální. Odběr se provádí pomocí ruční bentosové sítě o velikosti ok 500 μm . Po dokončení terénního odběru jsou vzorky konzervovány 80% roztokem ethanolu (pro některé skupiny makrozoobentosu je vhodný cca 2-4% roztok formaldehydu), následně v laboratoři jsou organismy pod stereoskopickou lupou roztrženy do základních taxonomických skupin a determinovány (Kokeš, Němejcová, 2006).

3.9.2 Výběr odběrového úseku

Důležitou součástí odběrů dle metodiky PERLA je správný výběr odběrové lokality a vystihnutí a popsání ekologického stavu delšího úseku toku. Je rozlišován charakteristický úsek toku, odběrový úsek a odběrová místa.

Charakteristický úsek toku musí reflektovat fyzikální, chemické a ekologické vlastnosti hodnoceného úseku. Jeho délka se rovná sedminásobku šířky toku nebo délce 50 metrů po a proti proudu toku, tedy celkové délce 100 m. Habitaty by měly být ve výsledném vzorku zastoupeny v poměru, v jakém se v charakteristickém úseku vyskytují.

Odběrový úsek bývá zpravidla kratší než úsek charakteristický. Při výběru úseku je potřeba zaznamenat do protokolu popis místa odběru, popis toku, zastoupení vegetace, šířku břehových hran, hloubku, poměr proudnice a tišiny, zastínění. Dále je vhodné zhotovit náčrt do mapy, změřit GPS souřadnice (pro nalezení stejného úseku při opakování odběru) a pořídít fotodokumentaci (proti proudu, po proudu a pohled na celý břeh).

Vlastní odběrová místa jsou pak vybrané reprezentativní habitaty (biotopy) úseku.

Odběry makrozoobentosu jsou prováděny v jarním a podzimním aspektu, z důvodu rozdílného vývojového cyklu určitých skupin makrozoobentosu v průběhu roku (Kokeš, Němejcová, 2006).

4. Charakteristika daného území – Šumava

4.1 Základní informace

Šumava se rozkládá na jihozápadě jižních Čech, na hranici s Bavorskem a Horním Rakouskem. Leží na území Plzeňského a Jihočeského kraje. Národní park Šumava byl založen dne 20. 3. 1991 z části území původní Chráněné krajinné oblasti Šumava, která byla vyhlášena již roku 1963. NP Šumava zaujímá rozlohu 68 342 ha, z čehož 80 % plochy tvoří lesy, 9 % bezlesí, 1 % voda a zbylých 10 % obce a komunikace. Specifickými útvary pro Šumavu jsou vrchoviště (Národní park Šumava ©2019).

4.2 Horniny a reliéf

Šumava se řadí mezi nejstarší pohoří střední Evropy. Představuje tektonicky zdvižené a zarovnané pohoří, přičemž zbytky původního třetihorního zarovnaného povrchu jsou zachovány ve střední části, kde se nachází Šumavské pláně, které jsou nejrozsáhlejší náhorní rovinou ve výšce nad 1 000 m nad mořem v celé České republice. V terciéru vznikla také Vltavická brázda, široký úval horní Vltavy mezi Lenorou a Lipnem, lemovaný horskými hřbety. I ostatní údolí jsou široká a úvalovitá. Ve čtvrtohorách byly ledovcem vytvořeny kary, mrazové sruby, balvanité sutě nebo kamenná moře. Podél Vltavy se uplatňují fluvialní písky a štěrky, rozsáhlá jsou i údolní a náhorní vrchoviště (Culek, 1995).

Nejvyšším vrcholem je na české straně Plechý s nadmořskou výškou 1 378 m, nejnižše položeným místem je řeka Otava u Rejštejna v nadmořské výšce 570 m (Národní park Šumava ©2019).

Geomorfologický celek Šumava je tvořen moldanubickým krystalinikem. Ve střední části převládají pararuly, migmaty, nebulity a cordieritické ruly. Na severozápadě a jihovýchodě vystupují dvojslídne ruly, svory, kyselé žuly a granodiority. V okolí Stožce se nachází pásmo bazických syenodoritů, u Lipenské přehrady amfibolity a krystalické vápence (Culek, 1995).

4.3 Půdy

Typy půd se mění v závislosti na podnebí, typu porostu a stupni zamokření. Na Šumavě značně převažují kambizemní podzoly, které ve výškách kolem 1 250 m přechází v podzoly. Na skalních výchozech a v ledovcových karech se vyskytují

kamenité rankery a litozemě. Na dlouhodobě zamokřených místech převažují gleje a pseudogleje, směrem k rašeliništím se nalézají organozemě. V okolí Stožce jsou vyvinuty živnější balvanité typy kambizemí. Půdy šumavských smrčín bývají silně okyselené. Nemají dostatek živin, především vápníku a hořčíku, naopak mají vysoký obsah rozpuštěného toxického hliníku (Šantrůčková a kol., 2010).

4.4 Podnebí

Šumava se nachází v oblasti přechodného středoevropského klimatu. Podnebí se nachází na rozhraní mezi kontinentálním a oceánským. Je charakterizováno západním prouděním s převahou západních větrů, intenzivní cyklonální činností, která způsobuje časté střídání vzduchových hmot s poměrně hojnými srážkami. Jihovýchodní část Šumavy je pod silným vlivem alpských föhnů, a je tak daleko přívětivější než Pláně nebo Královský hvozd. Velkou úlohu hraje utváření reliéfu, četné jsou teplotní inverze v kotlinách a úvalovitých údolích (Culek, 1995). Opakovaně se zde vyskytují vichřice s ničivou silou, které narušují lesy nejen ve vrcholových partiích Šumavy, ale i na svazích směřujících do České kotliny. Během posledních 20 let postihly vichřice Šumavu více než dvacetkrát (Šantrůčková a kol., 2010).

Je zde velký rozdíl v úhrnu srážek mezi návětrnou severozápadní částí a jihovýchodní částí, která leží ve srážkovém stínu. Výška roční srážky se zde pohybuje v rozmezí 800–1 600 mm za rok. V Horské Kvildě je průměrná roční srážka 1 486 mm, ale v nedaleké Zátóni na Horní Vltavě jen 757 mm. Ve větších nadmořských výškách je podnebí chladné, území rašelinišť je řazeno dokonce k nejchladnějším místům v České republice (Dvořák, Kučerová, 2016).

Průměrná roční teplota ve výšce 750 m je 6 °C, v 1 200 m se pohybuje už jen kolem 3°C. Nejnižší naměřená teplota zde dosáhla hodnoty -41,6 °C, a to v Jezerní slati roku 1987 (Národní park Šumava ©2019).

4.5 Hydrologie

Šumava tvoří část významného evropského rozvodí, tedy hranici mezi povodími dvou velkých toků, Dunaje a Labe. Hydrologicky patří většina území k úmoří Severního moře, menší část patří do úmoří Černého moře. Na Šumavě pramení mnoho potoků, bystřin, říček a řek. Nachází se zde i rašeliniště a ledovcová jezera. Území NP Šumava a CHKO Šumava spadá pod chráněné oblasti přirozené akumulace vod podle zákona č. 138/1973 Sb., o vodách (Národní park Šumava ©2019).

Vltava pramení pod Černou horou nedaleko obce Kvilda ve výšce 1 172 m. Nazývá se nejprve Černý potok, po soutoku s Vltavským potokem získává jméno Teplá Vltava, od soutoku se Studenou Vltavou u Černého kříže nese název Vltava. Odvodňuje celou východní polovinu Šumavy. Studená Vltava pramení západně od bavorské vesničky Haidmühle a na území Čech vtéká po osmi kilometrech nedaleko obce Stožec. Nad Novou Pecí vtéká Vltava do přehradní nádrže Lipno. Před vybudováním této přehrady meandrovala Vltava plochým údolím a pod obcí Pernek vytvářela svými meandry pověstné Srdce Vltavy (Dvořák, Kučerová, 2016).

Délka toku Teplé Vltavy je 54,2 km a rozloha povodí 347 km². Protéká obcemi Borová Lada, Horní Vltavice a Lenora. Jejími největšími přítoky jsou Řasnice a Volarský potok. Po soutoku se Studenou Vltavou tvoří Vltavu, nejdelší českou řeku s celkovou délkou 433 km (Český statistický úřad ©2017).

Před více než 10 000 lety vzniklo na Šumavě 11 malých horských ledovců. Táním ledovců postupně vzniklo 10 ledovcových jezer, která se postupně zanášela usazeninami. Do dnešní doby se dochovalo jezer osm, z nich tři na německé straně a pět na české. Mezi česká ledovcová jezera patří například jezero Černé, Čertovo, Prášílské nebo Plešné. Plešné jezero ležící v nadmořské výšce 1 078 m je jedinou lokalitou, kde roste pod vodní hladinou plavuň šídlatka ostnovýtrusná (*Isoetes echinospora*) (Dvořák, Kučerová, 2016).

Vrchoviště jsou typická především pro centrální Šumavu, například Modravské slatě, Jezerní slat' a Soumarské rašeliniště. Přechodová rašeliniště mají často charakter podmáčených ostřicových luk. Vyskytují se na celém území Šumavy, nezářídka v blízkém sousedství vrchovišť či blízko pramenišť (Dvořák, Kučerová, 2016).

4.6 Flóra

Lesy tvoří 80 % rozlohy Šumavy. Nejzastoupenější strom v NP Šumava je v současné době smrk ztepilý (*Picea abies*). Dalšími zástupci jehličnatých stromů jsou borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice blatka (*Pinus rotundata*), nacházející se v okolí rašelinišť, a jedle bělokorá (*Abies alba*). Nejčastější zástupci listnatých stromů jsou buk lesní (*Fagus sylvatica*), bříza (rod *Betula*), olše šedá (*Alnus incana*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a javor klen (*Acer pseudoplatanus*) (Hubený, Čížková, 2016).

Mezi ostatní hojně se vyskytující rostliny Šumavy patří hořeček mnohotvarý český (*Gentianella praecox* subsp. *Bohemica*), hořec šumavský (*Gentiana pannonica*), rosnatka anglická (*Drosera anglica*), tučnice obecná (*Pinguicula vulgaris*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), dřípátka horská (*Soldanella montana*), všivec lesní (*Pedicularis sylvatica*), všivec bahenní (*Pedicularis palustris*), prstnatec májový rašelinný (*Dactylorhiza majalis* subsp. *turfosa*), blatnice bahenní (*Scheuchzeria palustris*) nebo oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*) (Národní park Šumava ©2019).

4.7 Fauna

Šumavské lesy jsou domovem mnoha druhů živočichů, z nichž celá řada patří mezi zvláště chráněné druhy a některé mezi endemity.

Nejvýznamnějšími druhy hmyzu nacházejícího se na Šumavě jsou střevlík Menetriesův (*Carabus menetriesi*), batolec duhový (*Apatura iris*), kobylka horská (*Isophya pyrenaea*), slíd'ák (*Pardosa hyperborea*) a šídlo rašelinné (*Aeschna subarctica*). Významným zástupcem ryb je vranka obecná (*Cottus gobio*), která je přizpůsobená životu u dna čistých tekoucích vod. Zástupci plazů jsou ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*) a zmije obecná (*Vipera berus*) (Národní park Šumava ©2019).

Zástupcem šumavských mlžů je dnes vymírající perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*). Jedná se o dlouhověkého velkého mlže, jehož lastury dosahují délky až 140 mm a tloušťky 30-40 mm. V současnosti probíhají snahy o stabilizaci stávající populace perlorodky říční a zlepšení stavu jejího biotopu (Perlorodka ©2015).

V horských smrčínách se vyskytuje králíček obecný (*Regulus regulus*), nejhojnější pták všech našich smrkových lesů, a křivka obecná (*Loxia curvirostra*), mezi ptáky ojedinělý potravní specialista živící se výlučně smrkovými semeny. Mezi sovy vyskytující se na Šumavě se řadí například kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*) a sýc rousný (*Aegolius funereus*). Mezi další šumavské zástupce ptáků patří kos horský (*Turdus torquatus*), strakapoud bělohřbetý (*Dendrocopos leucotos*), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*), čáp černý (*Ciconia nigra*), hýl rudý (*Carpodacus erythrinus*), chřástal polní (*Crex crex*), jeřábek lesní (*Tetrastes bonasia*), tetřívka obecná (*Lyrurus tetrix*) nebo tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*) (Dvořák, Kučerová, 2016).

Ze savců jsou významnými představiteli šumavské fauny netopýr velkouchý (*Myotis bechsteinii*), netopýr Brandtův (*Myotis brandti*), vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*), myšivka horská (*Sicista betulina*) (Národní park Šumava ©2019).

Ve vodním prostředí pak žije bobr evropský (*Castor fiber*) a vydra říční (*Lutra lutra*). Vzácně se zde vyskytují velcí savci – rys ostrovid (*Lynx lynx*), ojediněle také kočka divoká (*Felis silvestris*) a vlk obecný (*Canis lupus*) (Šustr, 2015b).

Naším největším kopytníkem žijícím na Šumavě je jelen evropský (*Cervus elaphus*), obývající horské oblasti a lesy. Jeho populace roste zejména na české straně Šumavy a je jejím nejpočetnějším kopytníkem. Dalšími sudokopytníky jsou srnec obecný (*Capreolus capreolus*) a los evropský (*Alces alces*), vyskytující se v současné době v okolí Kaplice a vodní nádrže Lipno. Některé současné studie uvažují o návratu zubra evropského (*Bison bonasus*) do šumavské krajiny (Šustr, 2015a).

4.8 Vltavský luh

Vltavský luh je oblast Šumavy mezi Lenorou a Novou Pecí. Vltava zde utváří širokou říční nivou s volně meandrujícím korytem, jež tvoří společně s rašeliništi, odstavenými říčními rameny, podmáčenými loukami a lesními společenstvy domov pro rostliny a živočichy s velmi bohatým druhovým zastoupením. Vltavský luh s jeho vlastnostmi, jako je například vysoká nadmořská výška, mírný spád, čistota vody a přirozené koryto, zastává roli unikátního ekosystému v rámci střední Evropy. Rozloha území je 3 800 ha a většina spadá do I. zóny NP Šumava nebo je chráněna jako Národní přírodní rezervace v rámci CHKO Šumava. Jedná se o evropsky významnou lokalitu. Mezi evropsky významné druhy patří například tetřívka obecná nebo perlorodka říční. Celkem se ve Vltavském luhu vyskytuje 91 zvláště chráněných rostlin a živočichů (Národní park Šumava ©2008).

5. Metodika

Pro odběry makrozoobentosu byla použita metoda kicking, tedy rozrušování dna a následné zachycování uvolněných organismů do ruční sítě, a to podle metody PERLA (Kokeš, Němejcová, 2006). Odběr proběhl v dubnu 2018 na šesti vytipovaných lokalitách. V Příloze 6 se nachází přehledná tabulka všech lokalit s přesným datem odběru a vybranými habitaty.

5.1 Základní vybavení

5.1.1 Terénní vybavení

- Větší plastové nádoby (vědra, vědra s víkem)
- Brodící kalhoty
- Bentosová síť o průměru ok 500 μm s dlouhou rukojetí
- Mísy pro vybírání biologického materiálu
- Entomologické pinzety různé tvrdosti, pipety, sítko
- Plastové širokohrdlé vzorkovnice o objemu (0,5 – 1 l)
- Skleněné epruvety a zkumavky (na vybraný biologický materiál)
- Ethanol (80% roztok)
- Formaldehyd (40% roztok)
- Gumičky (na spojování epruvet, zkumavek a vzorkovnic k sobě)
- Voděodolné fixy, tužky, terénní protokoly
- Přenosný nábytek – stolek, židle
- Převraky na vzorky a vybavení
- Stopky, fotoaparát, GPS přístroj

5.1.2 Laboratorní vybavení

- Stereolupa
- Mikroskop
- Petriho misky
- Zkumavky
- Stojan na zkumavky
- Mikroskopická skla
- Determinační klíče
- Preparační jehly

- Ethanol
- Formaldehyd
- Vytištěné lokální lístky

5.2 Vlastní postup odběru

Princip odběru spočívá v použití síta, které se ponořené zapře hranou o dno otvorem směrem proti proudu, a následném rozrušování říčního dna. Dno bylo rozrušováno kopáním do dna (odtud název metody, kicking), převrácením kamenů pomocí nohou, šoupáním nohama po dně apod. Dno bylo rozrušováno do hloubky přibližně 5–10 cm. Odběr (za srovnatelného úsilí) proběhl na každém z habitatů daného úseku, a to tak, aby součet délky odběru všech habitatů vždy činil dohromady 180 s. Jestliže se v daném úseku některý z habitatů vyskytoval v menším zastoupení než ostatní habitaty, byl procentuálně zkrácen čas jeho odběru, a naopak u habitatů s větším výskytem byl čas navýšen. Například pokud bylo na lokalitě 6 habitatů, každý jednotlivý habitat se odebíral 3x po dobu 10 s ($6 \cdot 3 \cdot 10 = 180$). Do této doby byl počítán pouze ten čas, kdy docházelo k rozrušování povrchu dna. Čas strávený pohybem mezi habitaty a přípravami započítán nebyl. Před samotným začátkem odběrů vždy bylo nutné vytipovat habitaty a jejich zastoupení na daném úseku. Následně se postupovalo proti proudu a postupně byl prováděn odběr na každém habitatu zvlášť. Uvolněné organismy a materiál, který zachytila síť, byly vždy přemístěny do předem označené nádoby (v našem případě plastového vědra). Po dokončení odběrů ze všech habitatů následovalo hrubé přebrání vzorků přímo v terénu. To probíhalo tak, že odebraný materiál byl rozprostřen do bílých misek a pinzetou byli vybráni nejvýznamnější živočichové do předem připravených nádob, kde byli konzervováni roztokem ethanolu nebo formaldehydu. Zbýlý materiál byl uchován v dózách a konzervován ethanolom. Následně z něj byly zbylé organismy vybrány pod stereolupou v laboratoři. Všechny dózy a nádoby byly na místě popsány nesmytelným fixem a dovnitř byl umístěn papírový lokální štítek psaný obyčejnou tužkou. Vždy byl uveden název lokality (úseku), habitat a datum odběru.



Obrázek 1: Výběr habitatu a následný odběr v lokalitě Teplá Vltava – nad Řasnicí, zdroj: vlastní.



Obrázek 2: Hrubé zpracování odebraného materiálu na místě, zdroj: vlastní.

5.3 Laboratorní práce

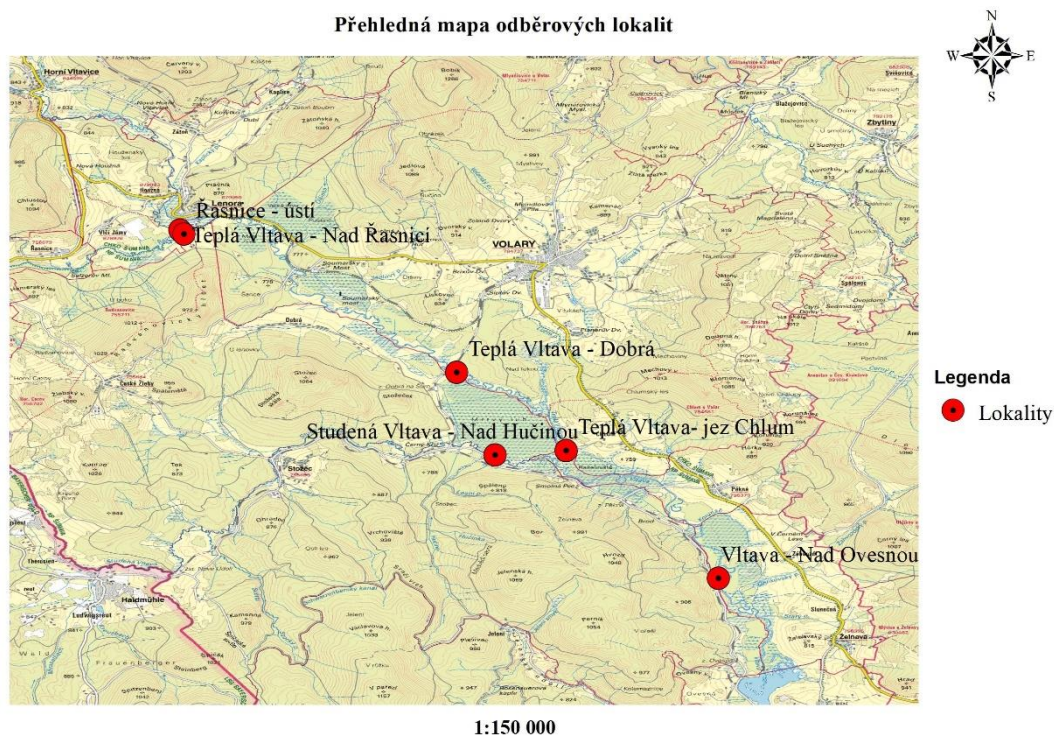
Po převozu vzorků do laboratoře došlo k jejich dalšímu zpracování – vybrání organismů, jejich roztrídění podle hlavních taxonomických skupin pod stereoskopickou lupou a následná determinace. Nejprve se vzorek převedl do síťky o velikosti ok 100 μm a důkladně se propláchl čistou vodou, následně se ze síťky přemístil do velké Petriho misky nebo misky fotografické. Pokud bylo materiálu hodně a byl bohatý na organismy, byl vzorek rozdělen a přebrán byl jen jeho určitý reprezentativní podíl (např. polovina, čtvrtina). Vytříděné organismy (podle taxonomických skupin) byly následně předány odborníkům na tyto skupiny k determinaci. K determinaci bylo nutné mikroskopické vybavení a byla prováděna do co nejnižší taxonomické úrovně – ideálně druhové.



Obrázek 1: Mikroskopické pracoviště VÚV TGM – přebírání organismů odebraných vzorků pod stereolupou a jejich třídění podle hlavních taxonomických skupin, zdroj: vlastní.

5.4 Popis lokalit

Pro účely práce bylo vtypováno šest lokalit, kde byly provedeny odběry bentosu i vody na analýzu chemismu. Odběrové lokality jsou situovány do míst, kde se nachází významnější přítok nebo jiný možný zdroj změny kvality vody. Na Obrázku 4 je znázorněna poloha jednotlivých lokalit, které jsou v následujících kapitolách jednotlivě detailně popsány. V Tabulce 2 jsou abiotické parametry lokalit.



Obrázek 2: Poloha vybraných lokalit pro odběry makrozoobentosu a vody na území Vltavského luhu (v povodí Vltavy nad Lipnem).

Lokalita	vzdálenost od pramene (km)	nadmořská výška (m)	sklon dna (‰)	plocha povodí (km ²)	řád toku dle Strahlera
Teplá Vltava - nad Řasnicí	36,5	755	3,3	181,28	6
Řasnice - ústí	21,1	755	1,0	89,68	5
Teplá Vltava - Dobrá	48,4	737	0,7	220,83	6
Teplá Vltava - Chlum	54	731	0,7	258,25	6
Studená Vltava - nad Hučínou	15,1	733	1,7	99,89	5
Vltava - nad Ovesnou	61,7	727	1,5	387,23	6

Tabulka 2: Environmentální proměnné lokalit v povodí horní Vltavy na území NP Šumava vybraných pro studii makrozoobentosu.

5.4.1 Teplá Vltava – nad Řasnicí

Lokalita se nachází jihozápadně od obce Lenora, nad přítokem Řasnice. Přibližně 500 metrů nad lokalitou ústí do Teplé Vltavy Houženský potok. Úsek řeky je na levém i pravém břehu lemovaný vyšší vegetací, na obou stranách úseku jsou pole. Vzorky byly odebírány v rameni s písčítým ostrovem. GPS souřadnice systému WGS84: N: 48,9183197, E: 13,7952744.

Lokalita Teplá Vltava - Nad Řasnicí



1:2 000

Obrázek 5: Lokalita Teplá Vltava – nad Řasnicí.

5.4.2 Řasnice – ústí

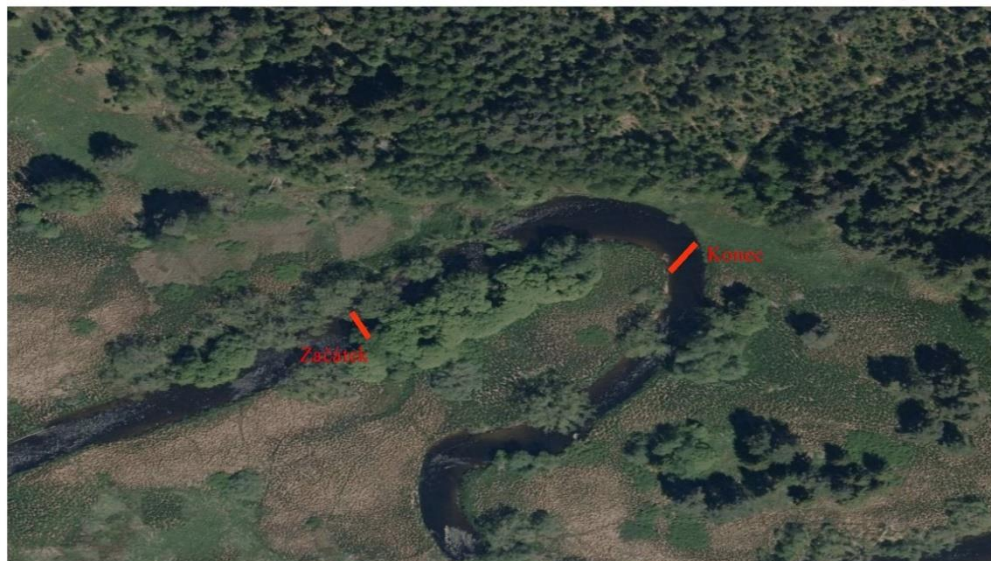
Lokalita se nachází jižně od obce Lenora, v ústí řeky Řasnice do Teplé Vltavy. V těsné blízkosti se nachází most přes Teplou Vltavu. Okolí úseku je lemováno stromy. GPS souřadnice systému WGS84: N: 48,9173722; E: 13,7962742.



Obrázek 6: Lokalita Řasnice – ústí.

5.4.3 Teplá Vltava – Dobrá

Lokalita se nalézá jižně od obce Volary, v blízkosti železničního mostu u obce Dobrá na Šumavě. Odběrový úsek je umístěn v druhém zákrutu Teplé Vltavy za mostem směrem po toku. V okolí se vyskytují mokřady, úsek je částečně lemován stromy. GPS souřadnice systému WGS84: N: 48,8811992; E: 13,8678625.



1:2 000

Obrázek 7: Lokalita Teplá Vltava – Dobrá.

5.4.4 Teplá Vltava – Chlum

Lokalita se nachází jihozápadně od obce Chlum, přibližně 1 km pod ústím Volarského potoka a nad ústím Studené Vltavy do Teplé Vltavy. V blízkosti nad vybraným úsekem se nachází bývalý jez. Vybrána byla proto, že Volarský potok je trvalým zdrojem antropogenního znečištění toku, a také proto, že teprve na úrovni jezu pod obcí Chlum dochází k promíchání Volarského potoka s Teplou Vltavou. V okolí lokality je smrkový les. GPS souřadnice lokality v systému WGS84: N: 48,8612164; E: 13,8959556.



1:2 000

Obrázek 8: Lokalita Teplá Vltava – Chlum.

5.4.5 Studená Vltava – nad Hučínou

Lokalita se nachází východně od železniční stanice Černý Kříž. Pod lokalitou ústí do Studené Vltavy přítok Hučina. Úsek je situován v zákrutu řeky nad bývalým mostem. GPS souřadnice systému WGS84: N: 48,8603672; E: 13,8771911.



1:2 000

Obrázek 9: Lokalita Studená Vltava – nad Hučínou.

5.4.6 Vltava – nad Ovesnou

Lokalita leží mezi chatami nad železniční stanicí Ovesná. V blízkosti se nachází silniční komunikace a malé turistické odpočívadlo. Jako jediná ze studovaných lokalit leží až pod soutokem Studené a Teplé Vltavy. GPS souřadnice lokality v systému WGS84: N: 48,8287306; E: 13,9345622

Lokalita Vltava - Nad Ovesnou



1:2 000

Obrázek 10: Lokalita Vltava – nad Ovesnou.

6. Výsledky

Práce si kladly za cíl zhodnotit makrozoobentos na šesti vybraných lokalitách v povodí horní Vltavy, na území Vltavského luhu v NP Šumava, v jarním období roku 2018. Hodnoceno bylo kvantitativní zastoupení všech základních taxonomických skupin a druhové zastoupení tzv. EPT taxonů (jepic, pošvatek a chrostíků). Dále byla na daných lokalitách vypočtena biodiverzita EPT taxonů. Výsledky byly porovnány s chemickými parametry vody měřenými na stejných profilech Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka v Praze po celý rok.

6.1 Celkové kvantitativní zastoupení základních taxonů

Tabulka 3 uvádí početní zastoupení základních taxonomických skupin na jednotlivých lokalitách a habitatech. Ke dni zpracování dat nebyly k dispozici kompletní determinace máloštětinatců a pakomárů (z důvodu nepředvídané časové náročnosti třídění organismů ze vzorků, která měla za následek pozdní odeslání přebraných vzorků odborníkům k determinaci), proto jsou tyto skupiny značně podhodnoceny. Z Tabulky 3 je zřejmé, že z hlediska četnosti byly dominantní skupinou na všech lokalitách jepice. Významné kvantitativní zastoupení měli také brouci, dvoukřídlí, chrostíci a pošvatky. Nejméně zastoupeni pak byli měkkýši a pijavice.

Lokalita	Habitat	Datum	Čas odběru	Podíl vzorku	Coleoptera	Diptera	Ephemeroptera	Hirudinea	Chironomidae	Mollusca	Oligochaeta	Plecoptera	Trichoptera	Var.	Suma	Suma Lokality
Teplá Vltava - nad Rasinč	dřevo	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	15	38	42	1	-	3	4	52	148	9	312	1417
	kameny	17.IV.2018	3x 10s	1/4	53	28	46	0	-	0	-	47	108	3	285	
	makrofytá	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	62	163	72	0	-	4	-	97	83	4	485	
Teplá Vltava - nad Rasinč	pišek	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	9	39	47	1	-	9	-	37	0	11	153	2198
	šetrkopišek	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	23	57	63	0	-	1	-	34	0	4	182	
	dřevo	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	8	34	75	0	10	0	28	61	18	0	234	
Rasinč - Ústí	kameny	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	101	37	138	0	8	0	266	27	91	0	668	2198
	makrofytá	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	146	29	177	0	25	0	26	70	92	0	565	
	pišek	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	5	33	49	0	117	0	144	30	28	0	406	
Teplá Vltava - Dobrá	šetrkopišek	17.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	29	30	50	0	12	0	133	0	71	0	325	1294
	dřevo - tišina	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	20	10	111	0	-	0	-	37	67	3	248	
	kameny - proudnice	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	0	1	37	0	-	0	-	8	74	0	120	
Teplá Vltava - Dobrá	kameny - tišina	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	27	7	150	0	-	0	-	36	36	0	256	1294
	pišek	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	5	0	24	0	-	0	-	2	18	0	49	
	šetrk	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	65	3	80	0	-	0	-	5	35	0	188	
Teplá Vltava - Chlum	šetrkopišek	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	47	22	176	0	-	0	-	13	175	0	433	2288
	dřevo	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	22	17	59	2	-	2	-	29	29	2	162	
	kameny	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	53	19	213	7	-	2	-	58	32	0	384	
Teplá Vltava - Chlum	makrofytá	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	23	13	181	0	-	1	-	31	52	1	302	2288
	pišek	12.IV.2018	3x 10s	1/2	53	24	47	5	-	6	-	7	84	2	228	
	šetrk	12.IV.2018	3x 10s	1/4	82	20	209	2	-	0	-	24	27	2	366	
Studená Vltava - nad Hlčínou	šetrkopišek - boční rameno	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	20	5	240	1	-	0	-	39	23	3	331	1673
	šetrkopišek - proudnice	12.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	191	26	189	1	-	0	-	48	41	19	515	
	dřevo	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	12	31	54	0	-	10	160	114	154	3	538	
Studená Vltava - nad Hlčínou	kameny	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	35	3	32	0	-	0	-	25	0	0	95	1500
	makrofytá	11.IV.2018	2x 10s	Přebírán celý	154	40	14	0	-	10	259	94	87	7	665	
	pišek - proudnice	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	2	34	3	0	-	0	79	3	7	1	129	
Studená Vltava - nad Hlčínou	pišek - tišina	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	2	57	2	0	-	1	-	7	23	1	93	1500
	šetrk	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	12	52	5	0	-	0	-	0	0	0	69	
	šetrkopišek	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	3	52	0	0	-	0	-	29	0	0	84	
Vltava - nad Ovesnou	dřevo	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	79	33	39	2	-	0	-	118	144	4	419	1500
	makrofytá	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	29	33	55	0	-	1	5	42	50	2	217	
	pišek - proudnice	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	87	120	27	0	-	14	-	11	40	8	307	
Vltava - nad Ovesnou	pišek - tišina	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	0	5	10	0	-	0	-	10	2	0	27	1500
	šetrk	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	116	8	49	1	-	1	-	23	108	7	313	
	šetrkopišek	11.IV.2018	3x 10s	Přebírán celý	87	20	60	0	-	0	-	30	18	2	217	
	Suma				1677	1143	2825	23	172	65	1104	1298	1965	98	10370	10370

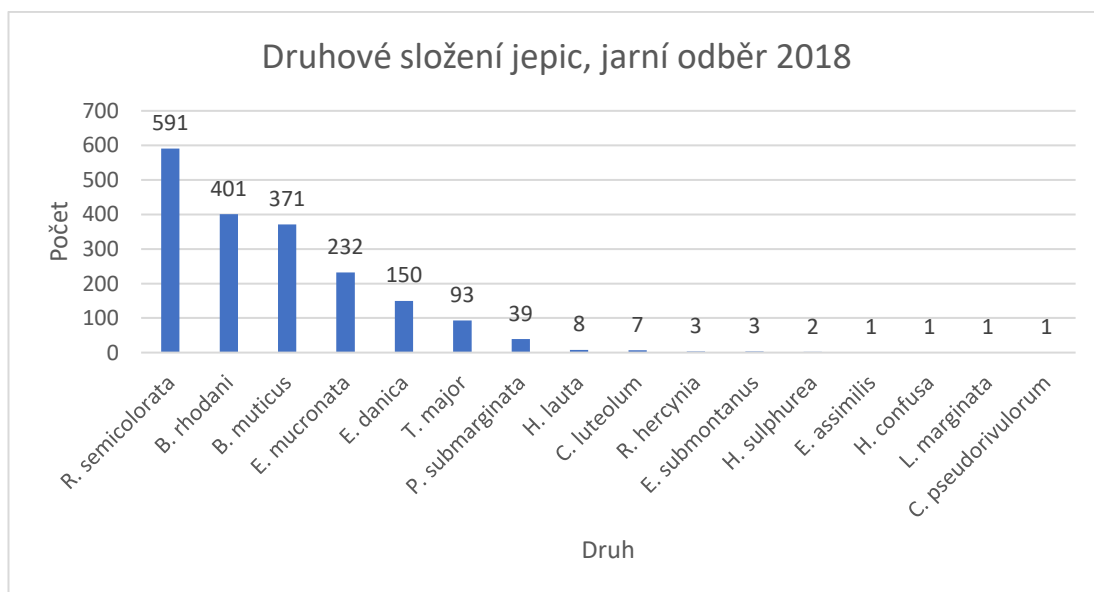
Tabulka 3: Počty nalezených jedinců všech základních taxonomických skupin, rozdělené podle lokalit a habitatů při jarním odběru makrozoobentosu v roce 2018. Je uveden čas (délka odebrání jednotlivých habitatů) a podíl vzorku, jaký byl zpracován v laboratoři.

6.2 Druhové složení EPT taxonů

Následující grafy (Graf 1–3) znázorňují druhové a početní složení těchto tří taxonů v jarním období roku 2018. Příloha 2 uvádí všechny nalezené druhy jepic, pošvatek a chrostíků.

6.2.1 Druhové složení jepic

Bylo nalezeno celkem 16 druhů jepic. Převládajícím druhem byly jepice *Rhithrogena semicolorata*, kterých se našlo celkem (na všech lokalitách) 591 jedinců. Významně zastoupen byl také rod *Baetis* (druhy *B. rhodani* a *B. muticus*), dále pak druhy *Ephemerella mucronata* a *Ephemera danica*. Významněji se vyskytly také druhy *Torleya major* a *Paraleptophlebia submarginata*, které však byly zastoupeny méně než 100 jedinci. Ostatní druhy se vyskytovaly pouze sporadicky. Z celkového počtu 2 825 nalezených jedinců jepic se jich nepodařilo 896 druhově určit, převážně šlo o juvenilní stádia nebo poškozené larvy.

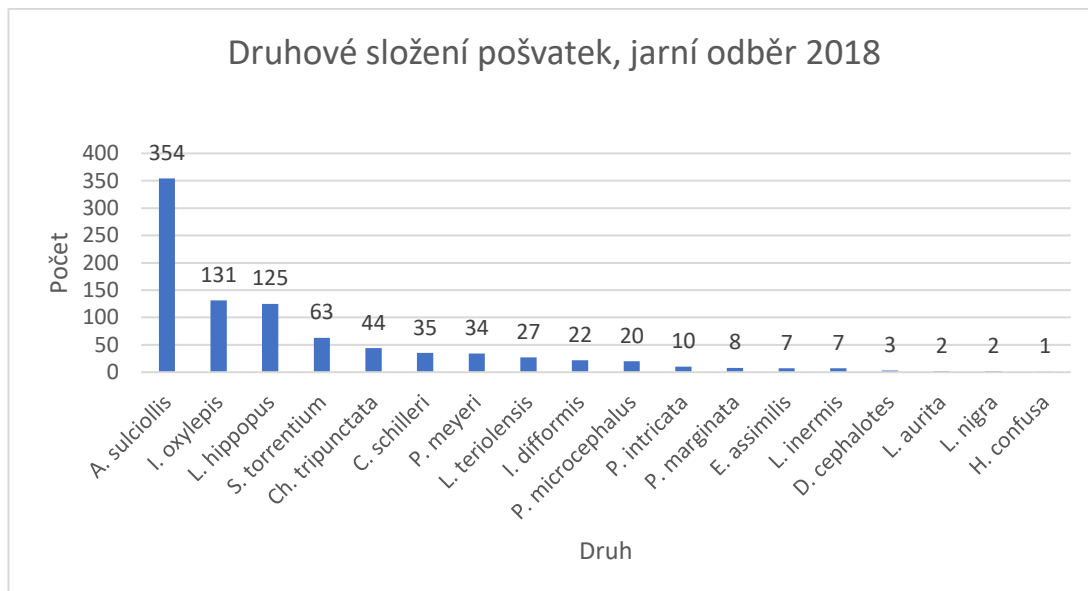


Graf 1: Druhá skladba jepic nalezených na všech lokalitách v povodí horní Vltavy na jaře 2018 a jejich počty.

6.2.2 Druhové složení pošvatek

Bylo nalezeno celkem 18 druhů pošvatek. Z Grafu 2 vyplývá, že naprosto dominantní pošvatkou byl druh *Amphinemura sulcicollis* (354 jedinců). Jeho počet dvakrát převyšuje druhý nejzastoupenější druh, a to *Isoperla oxylepis* (131 jedinců).

Dalším hojně zastoupeným druhem byla pošvatka *Leuctra hippopus* (125 jedinců). Zbylé druhy byly zastoupeny méně významnými počty. 403 nalezených jedinců z celkového počtu 1 298 nebylo možné druhově určit, jednalo se převážně o juvenilní vývojová stádia nebo poškozené larvy.

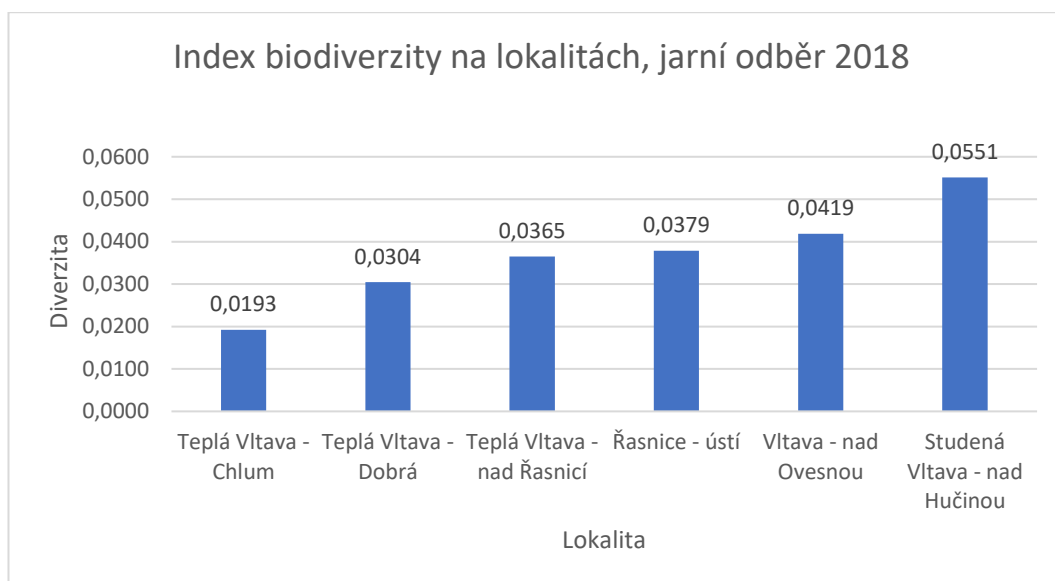


Graf 2: Druhová skladba pošvatek nalezených na všech lokalitách v povodí horní Vltavy na jaře 2018 a jejich počty.

6.2.3 Druhové složení chrostíků

Chrostíci byli v rámci EPT taxonů druhově nejbohatší skupina, určeno bylo celkem 32 druhů. Nejhojněji zastoupen byl druh *Silo piceus* s celkovým počtem 230 jedinců. Hojně byly zastoupeny také druhy *Agapetus fuscipes* (200 jedinců), *Lepidostoma hirtum* (190 jedinců) a *Ecclisopteryx dalecarlica* (149 jedinců). Z celkového počtu 1 965 nalezených jedinců se jich 677 nepodařilo druhově určit, jednalo se převážně o juvenilní stádia nebo poškozené larvy.

6.3.1 Biodiverzity jednotlivých lokalit



Graf 4: Hodnoty indexu biodiverzity EPT taxonů na jednotlivých lokalitách v povodí horní Vltavy na jaře 2018.

Studená Vltava – nad Hučínou

Lokalitou s největší diverzitou byla pro jarní odběr 2018 Studená Vltava nad Hučínou, tedy jediná hodnocená lokalita ležící na Studené Vltavě. Počet nalezených druhů zde byl roven 36, počet jedinců 653 a diverzita I_{div} 0,055130. Nejvyšší diverzita zde byla z důvodu výskytu nejmenšího počtu jedinců ze všech lokalit (viz Příloha 3).

Vltava – nad Ovesnou

Druhá největší diverzita byla spočítána na lokalitě Vltava – nad Ovesnou. Jedná se o jedinou lokalitu po soutoku Teplé a Studené Vltavy. Zde byl počet nalezených jedinců 836, počet druhů 35 (Příloha 3) a diverzita I_{div} 0,041866.

Řasnice – ústí

Třetí nejvyšší diverzita byla nalezena na lokalitě Řasnice – ústí, jedná se o pravý přítok Teplé Vltavy, kde se našlo 977 jedinců. Na tomto úseku bylo nalezeno nejvíce druhů ze všech lokalit, celkem 37 (Příloha 3). Diverzita I_{div} byla 0,037871.

Teplá Vltava – nad Řasnicí

Velmi podobnou hodnotu indexu diverzity jako lokalita Řasnice – ústí měla také lokalita Teplá Vltava – nad Řasnicí. Bylo zde nalezeno 876 jedinců 32 druhů (Příloha 4). Na této lokalitě byl nalezen nejmenší počet druhů, stejně jako na lokalitě Teplá Vltava – Chlum. Diverzita I_{div} byla 0,036530.

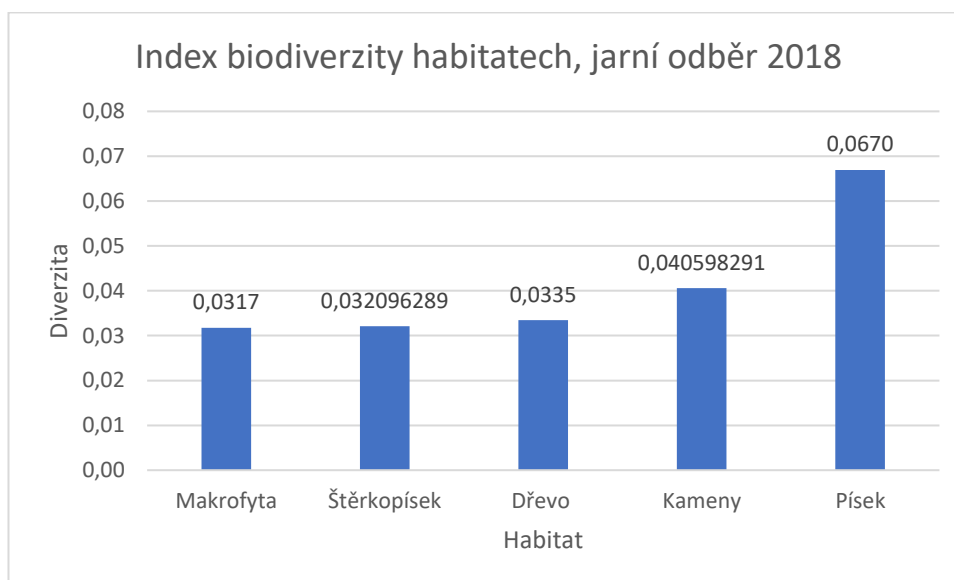
Teplá Vltava – Dobrá

Lokalita Teplá Vltava – Dobrá svou diverzitou nijak nevybočuje oproti předešlým lokalitám, bylo zde nalezeno 1084 jedinců 33 druhů (Příloha 4). Diverzita I_{div} byla 0,030443.

Teplá Vltava – Chlum

Na lokalitě Teplá Vltava – Chlum však byla diverzita výrazně nižší oproti ostatním hodnoceným lokalitám. Způsobeno je to největším počtem nalezených jedinců (konkrétně jepic) a jedním ze dvou nejmenších počtů druhů (stejně jako na lokalitě Teplá Vltava – nad Řasnicí). Počet jedinců zde byl 1 662, počet druhů 32 (Příloha 4) a diverzita I_{div} byla 0,019254.

6.3.2 Biodiverzity jednotlivých habitatů



Graf 5: Hodnoty indexu biodiverzity EPT taxonů na jednotlivých habitatěch v povodí horní Vltavy na jaře 2018.

Písek

Habitatem s největší biodiverzitou byl písek. Vyskytovalo se zde 463 jedinců 31 druhů EPT taxonů. V písku byl nalezen nejmenší počet jedinců i druhů ze všech hodnocených habitatů (Příloha 5). $I_{div} = 0,066955$.

Kameny

Druhá největší diverzita byla nalezena na habitatu kameny (kamenité dno), kde bylo nalezeno 936 jedinců 38 druhů EPT taxonů. Počet druhů byl stejný jako u habitatů

dřevo a makrofyta, počet jedinců byl srovnatelný s ostatními habitaty (Příloha 5). $I_{div} = 0,040598$.

Dřevo

Třetí nejvyšší biodiverzita byla nalezena u habitu dřevo s 1136 jedinců patřících k 38 druhům (Příloha 5). Počet druhů zde byl stejný jako na habitatech makrofyta a kameny, počet jedinců byl druhý nejvyšší. $I_{div} = 0,033451$.

Štěrkopísek

Na habitatu štěrkopísek bylo nalezeno 997 jedinců 32 druhů. Počet druhů zde byl ve srovnání s ostatními habitaty druhý nejmenší, počet jedinců byl srovnatelný (Příloha 6). $I_{div} = 0,032096$.

Makrofyta

Biodiverzita byla nejmenší u habitu makrofyta. Nalezeno zde bylo 1197 jedinců 38 druhů (Příloha 6). Na tomto habitatu bylo nalezeno nejvíce jedinců, počet druhů byl stejný jako u habitatů dřevo a kameny. $I_{div} = 0,031746$.

6.4 Zastoupení nejhojnějších druhů v jednotlivých lokalitách a habitatech

6.4.1 Zastoupení v lokalitách

Z Tabulky 4 plyne, že lokalitou s největším výskytem jepic byla Teplá Vltava – Chlum, nejhojněji zde byly zastoupeny všechny tři vybrané druhy (což je způsobeno velkým množstvím jepic nalezených na této lokalitě). Jepic druhu *Rhithrogena semicolorata* bylo mimo Teplou Vltavu – Chlum nalezeno nejvíce na lokalitě Řasnice – ústí, druh *Baetis rhodani* byl nejčastěji (mimo již zmiňovaný Chlum) nacházen na lokalitě Teplá Vltava – nad Řasnicí a druh *B. muticus* byl nejhojnější na lokalitě Teplá Vltava – Dobrá.

Pošvatky druhu *Amphinemura sulcicollis* byly zastoupeny nejvíce na lokalitě Teplá Vltava – nad Řasnicí. Druh *Isoperla oxylepis* byl nejčastěji nacházen na lokalitě Teplá Vltava – Dobrá a druh *Leuctra hippopus* pak na lokalitě Vltava – nad Ovesnou. Lokalitou s největším počtem pošvatek těchto vybraných druhů byla Teplá Vltava – nad Řasnicí.

Chrostíci druhu *Silo piceus* se nejčastěji nacházeli na lokalitě Teplá Vltava – nad Řasnicí. Druhy *Agapetus fuscipes* a *Lepidostoma hirtum* byly nejhojnější na lokalitě Vltava – nad Ovesnou.

<i>Ephemeroptera</i>	Teplá Vltava - nad Řasnicí	Teplá Vltava - Řasnice - ústí	Teplá Vltava - Dobrá	Teplá Vltava - Chlum	Studená Vltava - nad Hučinou	Vltava - nad Ovesnou	suma
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	21	147	11	392	2	18	591
<i>Baetis rhodani</i>	94	31	24	221	1	30	401
<i>Baetis muticus</i>	33	34	65	127	49	63	371
suma	148	212	100	740	52	111	
<i>Plecoptera</i>							
<i>Amphinemura sulciollis</i>	120	37	10	16	114	57	354
<i>Isoperla oxylepis</i>	23	19	9	43	20	17	131
<i>Leuctra hippopus</i>	33	16	14	3	24	35	125
suma	176	72	33	62	158	109	
<i>Trichoptera</i>							
<i>Silo piceus</i>	18	10	116	81	0	5	230
<i>Agapetus fuscipes</i>	59	33	1	25	1	81	200
<i>Lepidostoma hirtum</i>	4	6	2	32	65	81	190
suma	81	49	119	138	66	167	
celková suma	405	333	252	940	276	387	2593

Tabulka 4: Početní rozložení tří nejsilněji zastoupených druhů všech tří EPT taxonů (jepic, pošvatek a chrostíků) na lokalitách při jarním odběru bentosu 2018.

6.4.2 Zastoupení v habitatech

V Tabulce 5 je přehledně uvedeno, na jakých habitatech a v jakých počtech se vyskytovaly nejhojněji zastoupené druhy jepic, pošvatek a chrostíků. Vybrány byly ty habitaty, které se vyskytly alespoň na pěti lokalitách. Z Tabulky 4 plyne, že nejchudší ze všech habitatů byl pro vybrané (nejvíce zastoupené) druhy z hlediska kvantity písek. Naopak nejbohatším habitatem se pro dané druhy stala makrofyta, ve kterých se vykytovaly především jepice druhů *Baetis rhodani* a *B. muticus* a dále pošvatky druhu *Amphinemura sulciollis*. Druhý nejbohatší habitat bylo dřevo, kde se vykytovali chrostíci druhu *Lepidostoma hirtum* a pošvatky druhu *Amphinemura sulciollis*.

Pro vybrané (tj. nejvíce zastoupené) druhy chrostíků se ukázaly jako nejoblíbenější habitaty dřevo a štěrkopísek, v těsném závěsu pro ně byly kameny. Pro jepice to byly habitaty makrofyta a kameny a pro pošvatky makrofyta a dřevo.

Ephemeroptera	Písek	Štěrkopísek	Kameny	Makrofyta	Dřevo	suma
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	6	76	161	18	18	279
<i>Baetis rhodani</i>	14	67	20	133	35	269
<i>Baetis muticus</i>	33	15	19	135	97	299
suma	53	158	200	286	150	
Plecoptera						
<i>Amphinemura sulciollis</i>	7	48	22	146	125	348
<i>Isoperla oxylepis</i>	5	9	15	38	44	111
<i>Leuctra hippopus</i>	14	8	4	16	65	107
suma	26	65	41	200	234	
Trichoptera						
<i>Silo piceus</i>	68	75	22	0	2	167
<i>Agapetus fuscipes</i>	3	26	76	6	7	118
<i>Lepidostoma hirtum</i>	13	7	2	39	123	184
suma	84	108	100	45	132	
celková suma	163	331	341	531	516	1882

Tabulka 5: Početní rozložení tří nejsilněji zastoupených druhů všech tří EPT taxonů (jepic, pošvatek a chrostiků) v habitatech při jarním odběru bentosu 2018.

6.5 Výsledky chemismu a zhodnocení jejich vlivu na složení bentické fauny

Příloha 7 uvádí průměrné hodnoty základních fyzikálně-chemických a chemických parametrů vody na všech šesti vybraných lokalitách za rok 2018. Po zhodnocení druhové skladby, četnosti výskytu druhů a biodiverzity a jejich porovnání s průměrnými chemickými parametry na vybraných lokalitách jsem došel k závěru, zvýšené hodnoty fosforu a dusíku na lokalitě Teplá Vltava – Chlum, mohly pozitivně ovlivnit nalezený počet jepic. Na této lokalitě se nacházelo nejvíce jedinců, především zde byly velmi hojně zastoupeny jepice *Rhithrogena semicolorata* a *Baetis rhodani*. Jepice nalezené na této lokalitě tvořily téměř polovinu jepic nalezených na všech lokalitách. Velký počet jedinců způsobil, že vypočtená druhová biodiverzita byla na této lokalitě nejmenší. U ostatních lokalit předpokládám, že hodnocené vlastnosti společenstev jsou pouze prostorově stratifikovány. I přes známou závislost bentické fauny na chemických vlastnostech prostředí se mi ji nepodařilo v této práci jinak prokázat.

Sloupcové grafy jednotlivých chemických parametrů byly porovnávány s výše uvedenými grafy a tabulkami druhového a kvantitativního složení a diverzity. Například byly srovnávány hodnoty pH vody s vypočtenými hodnotami biodiverzity na jednotlivých lokalitách a obdobně byly porovnány ostatní hodnoty. Nebyla použita žádná statistická metoda.

7. Diskuse

Celkový ekologický stav toku na dané lokalitě je vždy výsledkem vyhodnocení stavu jednotlivých složek vodního prostředí, a to jak biologických, tak podpůrných (hydromorfologických, fyzikálně-chemických a chemických). Výhodou biologických složek kvality vody je oproti jednorázovému odběru vody pro chemické analýzy to, že složení a početní zastoupení organismů v okamžiku odběru, zejména organismů dna, odráží dlouhodobý stav chemismu vody.

Jednou z biologických složek kvality používaných k hodnocení ekologického stavu povrchových tekoucích vod podle Rámcové směrnice Evropské unie 2000/60/ES o vodách je makrozoobentos. Výhodami využití makrozoobentosu je jeho hojný výskyt po celé délce toku, taxonomická a ekologická heterogenita (citlivé indikování kvality vody i habitatu), relativně dlouhá délka života (zachycení změn za delší časové období), relativně snadný sběr i determinace. Mezi nevýhody naopak patří nerovnoměrný výskyt v prostoru a čase a odrážení i jiných parametrů než kvality vody (na místech se stejnou kvalitou vody se mohou vyskytovat různá společenstva). Mezi významné biologické indikátory bentické fauny (organismy citlivé na znečištění) patří tzv. EPT taxony, tedy larvy jepic (Ephemeroptera), pošvatek (Plecoptera) a chrostíků (Trichoptera). Proto byla tato práce zvláště zaměřena právě na tyto taxonomické skupiny.

V povodí horní Vltavy byli druhově nejbohatší skupinou chrostíci, kteří se vyskytovali na všech zkoumaných lokalitách. Z jarního odběru 2018 bylo určeno celkem 32 druhů. Chrostíci patří k běžným zástupcům horských a podhorských potoků a řek (Chvojka, 2008). Výskyt chrostíků, podobně jako brouků, je dán spíše typem lokality a potravní nabídkou než chemickými vlastnostmi vody (Braukmann, 2001). Nejzastoupenějším druhem byl *Silo piceus*, který preferuje kamenité a štěrkopískové prostředí (Český hydrometeorologický ústav ©2019). V této práci se tento druh také nejhojněji vyskytoval v habitatu štěrkopísek s celkovým počtu 75 jedinců. Velmi početně byl zastoupen i v habitatu písek s počtem 68 jedinců. V habitatu kameny bylo jeho zastoupení malé, pouze 22 jedinců. Co se týče lokalit, nejčastěji byl nalezen v Teplé Vltavě – Dobrá, naproti tomu ve Studené Vltavě – nad Hučinou nebyl nalezen ani jeden jedinec i přes to, že na této lokalitě byly odběry provedeny v habitatech štěrkopísek i kameny.

Pošvatek bylo na vybraných lokalitách nalezeno 18 druhů. Jedná se o typické bentické živočichy (Hartman, 2005). Jak uvádějí Guérolod a kol. (1995), pošvatky obvykle tvoří v horských potocích, zvláště acidifikovaných, dominantní skupinu. V této práci se však pH vody na zvolených lokalitách pohybovalo mezi 7 – 7,4 a zřejmě i proto pošvatky nebyly dominantní skupinou. Hartman (2005) zmiňuje, že nejčastějším druhem horských pošvatek je *Perla burmeisteriana*, která na lokalitách vybraných pro tuto studii nebyla nalezena. Nejčastěji nalezenými druhy zde byly pošvatky *Amphinemura sulcicollis*, *Isoperla oxylepis* a *Leuctra hippopus*. Larvy druhů *Leuctra hippopus* a *Amphinemura sulcicollis* se živí řasami, rostlinnými zbytky a listy rostlin (McGavin, 2000), s čímž zjevně souvisí jejich výskyt na habitatu makrofyta. Larvy druhu *Isoperla oxylepis* jsou převážně dravé, mohou se ale živit i rozkládajícím se organickým materiálem. V této práci byly nejhojněji zastoupeny v habitatu dřevo, což může souviset s jejich potravními preferencemi i prostředím poskytujícím úkryt.

Jepice jsou podle Rozkošného (1980) v čistých horských vodách velmi hojně zastoupené a tvoří významnou část bentického společenstva. Výsledky této práce se s tímto tvrzením shodují, jepice tvořily nejpočetnější taxonomickou skupinu, bylo jich nalezeno celkem 2 825. Počet nalezených druhů byl u jepic nižší než u chrostíků a pošvatek, určeno bylo celkem 16 druhů, nejhojněji byl zastoupen druh *Rhithrogena semicolorata*. Tento druh patří do čeledi *Heptageniidae*, jejíž larvy jsou velmi čilé, vyhledávají kamenité dno a přitisknuty k podkladu odolávají silnému proudu vody. Také se často vyskytují mezi rostlinami, živí se řasami (McGavin, 2000). Při jarním odběru 2018 byl tento druh nejčastější právě na habitatu kameny. Spojitost s habitatem makrofyta se nepodařilo prokázat. McGavin (2000) zmiňuje, že v horských bystřinách a řekách a chladnějších oblastech převládá rod *Baetis*, který se hojně vyskytuje na habitatu kameny, kde nalézá potravu v podobě řas. V této práci patřil rod *Baetis*, konkrétně druhy *Baetis muticus* a *B. rhodani*, mezi nejvíce zastoupené představitele jepic. Nepodařilo se ale prokázat jeho vázanost na habitat kameny, nejčastěji se nacházel na habitatu makrofyta.

Lellák a Kubíček (1991) uvádějí, že písčité prostředí dna vodních toků je co do počtu druhů i jedinců nejhudší, a že nejlépe přizpůsobení životu v písku, a tedy i nejhojněji zde zastoupeni, bývají dvoukřídlí, častí jsou také chrostíci, hrabavé druhy jepic a pošvatky. Z výsledků práce plyne, že v písku bylo opravdu nejméně druhů

i jedinců ze všech hodnocených habitatů. Významný byl především velmi nízký počet jedinců, který způsobil, že výsledná druhová biodiverzita habitatu písek byla nejvyšší. Ze všech nalezených taxonomických skupin byly na habitatech písek nejhojněji zastoupeni jepice, chrostíci a brouci, naopak pošvatek a dvoukřídlých bylo v rámci této práce v písku nalezeno velmi málo. Kožený a kol. (2018) také potvrzuje, že nejchudším prostředím z hlediska makrozoobentosu je písek, což se shoduje s celkovým nalezeným počtem 1 271 jedinců v této práci, ačkoli se habitat písek nacházel v každé lokalitě. Ve štěrku se sice našel ještě nižší počet jedinců, ovšem tento habitat byl zastoupen v lokalitách pouze 4x.

Lellák a Kubíček (1991) také uvádějí, že druhově nejbohatším habitatem jsou kameny, ve kterých se vyskytují i velké počty jedinců bentické fauny. Především zde bývají zastoupena společenstva tvořená larvami hmyzu jako jsou jepice, pošvatky, chrostíci, muchničky, pakomáři a brouci. Často se zde vyskytují také plži, ploštěnky a pijavice. Výsledky práce se s tímto tvrzením shodují, habitat kameny byl druhově bohatý a počet jedinců nalezených na tomto habitatu byl srovnatelný s počty bentických organismů na ostatních habitatech. Druhová biodiverzita pro kameny byla mezi porovnávanými typy habitatů druhá nejvyšší.

Lorencová (2013, nepublikováno) ve své práci uvádí, že toky, ve kterých se vyskytuje mrtvé dřevo, a především konkrétní habitat dřevo, jsou velmi druhově rozmanité a obývá je velký počet bentických živočichů. Kožený a kol. (2018) uvádějí, že říční dřevo patří mezi jeden z hlavních fenoménů pozitivně ovlivňujících početnost a druhovou bohatost makrozoobentosu. Z výsledků práce lze tyto závěry částečně potvrdit, habitat dřevo byl druhově bohatý, obsahoval stejný počet druhů jako habitat kameny. Počty jedinců ve dřevě byly průměrné.

Toky na území Šumavy jsou významné pro vysokou kvalitu (čistotu) své vody, což umožňuje výskyt mnoha cenných a vzácných druhů a společenstev organismů (Dvořák, Kučerová, 2016). Růžičková (1998) uvádí, že hodnoty chemických parametrů vod na území Šumavy jako je vodivost, tvrdost a koncentrace iontů dusíku, fosforu, chlóru a vápníku jsou několikanásobně nižší než v jiných chráněných oblastech České republiky. Výsledky chemické analýzy vody z lokalit vybraných pro tuto práci potvrzují nízký obsah těchto látek, tedy vysokou čistotu a oligotrofní charakter vod v horním toku Vltavy a jejích přítocích v oblasti Národního parku Šumava.

8. Závěr

V této bakalářské práci bylo srovnáno kvantitativní zastoupení devíti taxonomických skupin makrozoobentosu na šesti lokalitách horního toku Vltavy v jarním období 2018. Z výsledků plyne, že dominantním taxonem byly jepice. Nejhojněji se vykytovaly na lokalitách Teplá Vltava – Dobrá, Teplá Vltava – Chlum a Řasnice – ústí. Druhý nejpočetněji zastoupený taxon byli chrostíci, kteří dominovali na lokalitách Teplá Vltava – nad Řasnicí a Vltava – nad Ovesnou. Hojně byli zastoupeni na všech lokalitách také brouci, pošvatky a dvoukřídlí. Nejméně zastoupeni byli na všech lokalitách pijavice a měkkýši.

Dále byla srovnána druhová biodiverzita jednotlivých habitatů a lokalit pro jepice, pošvatky a chrostíky (tzv. EPT taxony s významnou indikační hodnotou). Habitatem s největší biodiverzitou se stal písek, přestože počtem druhů i počtem jedinců značně zaostával za ostatními habitaty. Nejmenší druhová biodiverzita byla zjištěna na habitatu makrofyta. Lokalitou s největší druhovou biodiverzitou byla Studená Vltava – nad Hučinou, nejmenší diverzita byla zjištěna na lokalitě Teplá Vltava – Chlum.

Bylo pozorováno rozložení tří nejhojněji zastoupených druhů u všech tří EPT taxonů (jepic, pošvatek a chrostíků) na nejčteněji zastoupených habitatech a na všech lokalitách. Nejvíce zastoupeny byly jepice druhů *Rhitrogena semicolorata*, *Baetis rhodani* a *Baetis muticus*, pošvatky druhů *Amphinemura sulcicollis*, *Isoperla oxylepis* a *Leuctra hippopus* a chrostíci druhů *Silo piceus*, *Agapetus fuscipes* a *Lepidostoma hirtum*.

Přínosem práce je celkový přehled o složení makrozoobentosu, především jepic, pošvatek a chrostíků, na horním toku Vltavy v Národním parku Šumava, který může posloužit k budoucímu porovnávání změny a vývoje těchto společenstev.

9. Zdroje

9.1 Literární zdroje

- ARMITAGE, P., D., PINDER, L., C., CRANSON, P., 1994: The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges. Springer Science & Business Media, London, 572 s.
- BICKEL, D., MEIER, R., PAPE, T., 2009: Diptera Diversity: Status, challenges and Tools. Koninklijke Brill NV, Leiden, ISBN 90-04-14897-3, 479 s.
- BRAUKMANN, U., 2001: Stream acidification in south Germany – chemical and biological assessment methods and trends. *Aquatic Ecology* 35, s. 207 – 232.
- BUKVAREVA, E., 2018: Ecological Indicators: The optimal biodiversity – a new dimension of landscape assessment. Elsevier, Moscow, s. 6 – 11.
- CÍLEK, V., JUST, T., SŮVOVÁ, Z., MUDRA, P., ROHOVEC, J., ZAJÍC, J., DOSTÁL, I., HAVEL, P., STROCH, D., MIKULÁŠ, R., NOVÁKOVÁ, T., MORAVEC, P., 2017: Voda a krajina. Život v proudu. Nakladatelství Dokořán s.r.o., Praha, ISBN 978-80-7363-837-5, 198 s.
- CULEK, M. 1995: Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, ISBN 80-85368-80-3, 347 s.
- DVOŘÁK, V., KUČEROVÁ, M., 2016: Světem šumavské přírody. Správa NP Šumava, ISBN: 978-80-87257-34-0, 204 s.
- GUÉROLD, F., VEIN, D., JACQUEMIN, G., PIHAN, J. C., 1995: The macroinvertebrate communities of streams draining a small granitic catchment exposed to acidic precipitations. *Hydrobiologia* 300/301, s. 141 – 148.
- GULLAN, P. J., P. S. CRANSTON, 2005: The insects: an outline of entomology. 3rd ed, Malden, Blackwell, ISBN 978-1-4051-1113-3, 505 s.
- HARTMAN, P., PŘIKRYL, I., ŠTĚDRONSKÝ, E., 2005: Hydrobiologie. Informatorium, Praha, ISBN 80-7333-046-6, 359 s.
- HUBENÝ, P., ČÍŽKOVÁ, P., 2016: Šumavské lesy pod lupou. Správa NP Šumava, ISBN 978-80-87257-31-9, 128 s.

- HŮRKA, K., ČEPICKÁ A., 1978: Rozmnožování a vývoj hmyzu. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 223 s.
- CHVOJKA., P., 2008: Chrostíci (Trichoptera) Jizerských hor a Frýdlantska. Sborník severočeského Muzea 26, 49 – 77 s.
- KOKEŠ, J. a D. NĚMEJCOVÁ, 2006: Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou Perla. VÚV T.G.M., Praha, 10 s.
- KOŽENÝ, P., JANOVSKÁ, H., OPATŘILOVÁ, L., BOUŠE, E., BERÁNKOVÁ, T., 2018: Perspektivní hydromorfologické fenomény z hlediska zlepšování ekologického stavu vodních toků. Sborník konference Říční krajina 2018, 8 s.
- LELLÁK, J., KUBÍČEK, F., 1991: Hydrobiologie. Univerzita Karlova, Praha, ISBN 80-7066-530-0, 257 s.
- LESCHEN, R. A. B., BEUTEL, R., LAWRENCE, J. F., ŚLIPÍŃSKI, S.A., 2010: Handbook of zoology. De Gruyter, Berlin, ISBN 978-3-11-019075-5, 786 s.
- LEWIS, G. L., VIESSMAN, W., 2003: Introduction to hydrology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, ISBN 067399337X, 612 s.
- LORENCOVÁ, V., 2013: Vliv přítomnosti dřevní hmoty na složení makrozoobentosu v tocích. Česká zemědělská univerzita, fakulta životního prostředí, Praha, 107 s. „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- LOSOS, B., 1980: Ekologie živočichů. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 316 s.
- MCGAVIN, G., C., 2000: Insect and other terrestrial arthropods. Dorling Kindersley Limited, London, 255 s.
- ODUM, E., P., 1977: Základy ekologie. Academia, Praha, 733 s.
- ROZKOŠNÝ, R., 1980: Klíč vodních larev hmyzu. Československá akademie věd, Praha, 524 s.
- RŮŽIČKOVÁ, J., BENEŠOVÁ, L., 1998: Benthic macroinvertebrates as indicators of biological integrity in lotic freshwater ecosystems of large-scale protected area in the Czech republic. Institute for Environmental Studies, Faculty of Science, Charles university, Praha.

- SMRŽ, J., 2013: Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů. Karolinum, Praha, ISBN 978-80-246-2258-3, 192 s.
- STEVENSON, R. J., BOTHWELL, M. L., LOWE, R. L., THORP, J. H., 1996: Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystem. Academic Press, London, 753 s.
- ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J., KŘENOVÁ, Z., SVOBODA, M., BENČOKOVÁ A., EDWARDS M., FUCHS, R., HAIS M., HRUŠKA, J., KOPÁČEK J., MATĚJKA K., RUSEK J., 2010: Co vyprávějí šumavské smrčiny; Průvodce lesními ekosystémy Šumavy. Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk, ISBN 978-80-87257-04-3, 153 s.
- ŠUSTR, P., 2015a: Hirsche im Böhmerwald. Herausgegeben von der Verwaltung des Nationalparks Böhmerwald. Správa NP Šumava, Vimperk, ISBN 978-80-87257-30-2, 163 s.
- ŠUSTR, P., 2015b: Velcí savci na Šumavě. Správa NP Šumava, Vimperk, ISBN 978-80-87257-24-1, 155 s.
- WIGGINS, G., B., 1998: The Caddisfly Family Phryganeidae (Trichoptera). University of Toronto, Toronto, 306 s.
- WOIWOOD, I., REYNOLDS, D. R., THOMAS C. D., 2001: Insect movement: mechanisms and consequences: proceedings of the Royal Entomological Society's 20th Symposium. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, 458 s.

9.2 Internetové zdroje

- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, ©2017: Česká republika: 2. Území a podnebí (online) [cit. 2019.03.29], dostupné z <<https://www.czso.cz/documents/10180/98990500/32019818c02.pdf/d0e63d6c-ff82-4191-b1bd-6a330a5bd7ec?version=1.1>>
- NÁRODNÍ PARK ŠUMAVA, ©2008: Vltava v Národním parku Šumava (online) [cit. 2019.03.20], dostupné z <http://www.npsumava.cz/gallery/24/7366-vltava_naucna_stezka.pdf>
- NÁRODNÍ PARK ŠUMAVA, ©2019: Přírodní poměry (online) [cit. 2019.03.27], dostupné z <<http://www.npsumava.cz/cz/1262/sekce/prirodni-pomery/>>

PERLORODKA, ©2015: Perlorodka říční (online) [cit. 2019.04.06], dostupné z <http://www.perlorodkaricni.cz/>

ŘÍHOVÁ – AMBROŽOVÁ, J., 2007: Encyklopedie hydrobiologie (online) [cit. 2019.03.16], dostupné z http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=P003

10. Přílohy

Příloha 1

datum	lokalita	habitat
11.dubna	Vltava - nad Ovesnou	dřevo
11.dubna	Vltava - nad Ovesnou	makrofyta
11.dubna	Vltava - nad Ovesnou	písek - proudnice
11.dubna	Vltava - nad Ovesnou	písek - tišina
11.dubna	Vltava - nad Ovesnou	štěrk
11.dubna	Vltava - nad Ovesnou	štěrko-písek
datum	lokalita	habitat
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	dřevo
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	kameny
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	makrofyta
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	písek - proudnice
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	písek - tišina
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	štěrk
11.dubna	Studená Vltava - nad Hučinou	štěrko-písek
datum	lokalita	habitat
12.dubna	Teplá Vltava - Dobrá	dřevo - tišina
12.dubna	Teplá Vltava - Dobrá	kameny - proudnice
12.dubna	Teplá Vltava - Dobrá	kameny - tišina
12.dubna	Teplá Vltava - Dobrá	písek
12.dubna	Teplá Vltava - Dobrá	štěrk
12.dubna	Teplá Vltava - Dobrá	štěrko-písek
datum	lokalita	habitat
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	dřevo
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	kameny
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	makrofyta
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	písek
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	štěrk
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	štěrko-písek - boční rameno
12.dubna	Teplá Vltava - Chlum	štěrko-písek - proudnice
datum	lokalita	habitat
17.dubna	Teplá Vltava - nad Řasnicí	dřevo
17.dubna	Teplá Vltava - nad Řasnicí	kameny
17.dubna	Teplá Vltava - nad Řasnicí	makrofyta
17.dubna	Teplá Vltava - nad Řasnicí	písek
17.dubna	Teplá Vltava - nad Řasnicí	štěrko-písek
datum	lokalita	habitat
17.dubna	Řasnice - ústí	dřevo
17.dubna	Řasnice - ústí	kameny
17.dubna	Řasnice - ústí	makrofyta
17.dubna	Řasnice - ústí	písek
17.dubna	Řasnice - ústí	štěrko-písek

Příloha 1: Přehled vybraných lokalit a habitatů v povodí horní Vltavy na území NP Šumava, z nichž byl na jaře 2018 odebrán makrozoobentos.

Příloha 2

<i>Ephemeroptera</i>		<i>Plecoptera</i>		<i>Trichoptera</i>	
Rod a druh	Počet jedinců	Rod a druh	Počet jedinců	Rod a druh	Počet jedinců
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	591,00	<i>Amphinemura sulciollis</i>	354,00	<i>Silo piceus</i>	230
<i>Baetis rhodani</i>	401,00	<i>Isoperla oxylepis</i>	131,00	<i>Agapetus fuscipes</i>	200
<i>Baetis muticus</i>	371,00	<i>Leuctra hippopus</i>	125,00	<i>Lepidostoma hirtum</i>	190
<i>Ephemerella mucronata</i>	232,00	<i>Siphonoperla torrentium</i>	63,00	<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	149
<i>Ephemera danica</i>	150,00	<i>Chloroperla tripnuctata</i>	44,00	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	110
<i>Torleya major</i>	93,00	<i>Capnopsis schilleri</i>	35,00	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	107
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	39,00	<i>Protonemura meyeri</i>	34,00	<i>Micrasema longulum</i>	66
<i>Habrophlebia lauta</i>	8,00	<i>Leuctra teriolensis</i>	27,00	<i>Micrasema minimum</i>	59
<i>Centroptilum luteolum</i>	7,00	<i>Isoperla difformis</i>	22,00	<i>Anomalopterygella chauviniana</i>	42
<i>Rhithrogena hercynia</i>	3,00	<i>Perlodes microcephalus</i>	20,00	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	33
<i>Ecdyonurus submontanus</i>	3,00	<i>Protonemura intricata</i>	10,00	<i>Hydropsyche silfveni</i>	24
<i>Heptagenia sulphurea</i>	2,00	<i>Perla marginata</i>	8,00	<i>Lepidostoma basale</i>	11
<i>Epeorus assimilis</i>	1,00	<i>Epeorus assimilis</i>	7,00	<i>Athripsodes bilineatus</i>	8
<i>Habroleptoides confusa</i>	1,00	<i>Leuctra inermis</i>	7,00	<i>Drusus monticola</i>	7
<i>Leptophlebia marginata</i>	1,00	<i>Dinocras cephalotes</i>	3,00	<i>Sericostoma personatum</i>	7
<i>Caenis pseudorivulorum</i>	1,00	<i>Leuctra aurita</i>	2,00	<i>Goera pilosa</i>	6
		<i>Leuctra nigra</i>	2,00	<i>Brachycentrus montanus</i>	5
		<i>Habroleptoides confusa</i>	1,00	<i>Odontocerum albicorne</i>	4
				<i>Rhyacophila dorsalis cf.</i>	4
				<i>Ecclisopteryx madida</i>	3
				<i>Psychomyia pusilla</i>	3
				<i>Allogamus auricollis</i>	2
				<i>Neureclipsis bimaculata</i>	2
				<i>Halesus digitatus</i>	2
				<i>Silo nigricornis</i>	2
				<i>Oecetis testacea</i>	2
				<i>Ceraclea annulicornis</i>	1
				<i>Athripsodes cinereus</i>	1
				<i>Rhyacophila evoluta</i>	1
				<i>Rhyacophila fasciata</i>	1
				<i>Pothamophylax latipennis</i>	1
				<i>Potamophylax luctuosus</i>	1

Příloha 2: Soupis všech nalezených druhů jepic, pošvatek a chrostíků na vybraných šesti lokalitách při jarním odběru bentosu v roce 2018

Příloha 3

Lokalita Studená Vltava - nad Hučínou				Lokalita Vltava - nad Ovesnou				Lokalita Řasnice - ústí			
taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců
Ephemeroptera	110	1 <i>B. muticus</i>	240	Ephemeroptera	11	1 <i>B. muticus</i>	240	Ephemeroptera	11	1 <i>B. rhodani</i>	489
		2 <i>B. rhodani</i>				2 <i>B. rhodani</i>				2 <i>B. muticus</i>	
		3 <i>E. submontanus</i>				3 <i>C. luteolum</i>				3 <i>E. submontanus</i>	
		4 <i>E. danica</i>				4 <i>E. danica</i>				4 <i>E. danica</i>	
		5 <i>P. submarginata</i>				5 <i>E. mucronata</i>				5 <i>E. mucronata</i>	
		6 <i>R. semicolorata</i>				6 <i>H. lauta</i>				6 <i>P. submarginata</i>	
		7 <i>E. assimilis</i>				7 <i>P. submarginata</i>				7 <i>R. semicolorata</i>	
		8 <i>E. mucronata</i>				8 <i>T. major</i>				8 <i>T. major</i>	
		9 <i>H. lauta</i>				9 <i>R. semicolorata</i>				9 <i>A. sulcicollis</i>	
		10 <i>H. sulphurea</i>				10 <i>C. pseudorivulorum</i>				10 <i>Ch. tripunctata</i>	
		11 <i>T. major</i>				11 <i>A. sulcicollis</i>				11 <i>I. oxylepis</i>	
Plecoptera	272	12 <i>I. oxylepis</i>	234	Plecoptera	12	12 <i>C. schilleri</i>	362	Plecoptera	12	12 <i>L. hippopus</i>	188
		13 <i>L. inermis</i>				13 <i>I. oxylepis</i>				13 <i>P. meyeri</i>	
		14 <i>P. microcephalus</i>				14 <i>L. hippopus</i>				14 <i>S. torrentium</i>	
		15 <i>A. sulcicollis</i>				15 <i>S. teriolensis</i>				15 <i>L. teriolensis</i>	
		16 <i>Ch. tripunctata</i>				16 <i>P. microcephalus</i>				16 <i>D. cephalotes</i>	
		17 <i>P. meyeri</i>				17 <i>P. meyeri</i>				17 <i>L. inermis</i>	
		18 <i>C. schilleri</i>				18 <i>S. torrentium</i>				18 <i>P. marginata</i>	
		19 <i>L. hippopus</i>				19 <i>I. difformis</i>				19 <i>P. microcephalus</i>	
		20 <i>L. teriolensis</i>				20 <i>Ch. tripunctata</i>				20 <i>C. schilleri</i>	
		21 <i>S. torrentium</i>				21 <i>H. pellucidula</i>				21 <i>L. nigra</i>	
		22 <i>L. nigra</i>				22 <i>I. lamellaris</i>				22 <i>P. intricata</i>	
Trichoptera	271	23 <i>A. bilineatus</i>	362	Trichoptera	14	23 <i>L. hirtum</i>	300	Trichoptera	14	23 <i>A. fuscipes</i>	
		24 <i>M. minimum</i>				24 <i>O. testacea</i>				24 <i>A. chauviniana</i>	
		25 <i>A. fuscipes</i>				25 <i>P. flavomaculatus</i>				25 <i>E. dalecarlica</i>	
		26 <i>A. chauviniana</i>				26 <i>A. fuscipes</i>				26 <i>L. hirtum</i>	
		27 <i>B. montanus</i>				27 <i>S. nigricornis</i>				27 <i>H. pellucidula</i>	
		28 <i>H. silfvenii</i>				28 <i>A. cinereus</i>				28 <i>H. silfvenii</i>	
		29 <i>I. lamellaris</i>				29 <i>A. chauviniana</i>				29 <i>M. longulum</i>	
		30 <i>L. hirtum</i>				30 <i>L. basale</i>				30 <i>M. minimum</i>	
		31 <i>L. basale</i>				31 <i>M. longulum</i>				31 <i>R. evoluta</i>	
		32 <i>M. longulum</i>				32 <i>S. piceus</i>				32 <i>R. dorsalis</i>	
		33 <i>P. flavomaculatus</i>				33 <i>E. dalecarlica</i>				33 <i>R. fasciata</i>	
		34 <i>P. luctuosus</i>				34 <i>G. pilosa</i>				34 <i>S. piceus</i>	
		35 <i>E. dalecarlica</i>				35 <i>M. minimum</i>				35 <i>O. albicorne</i>	
		36 <i>H. digitatus</i>								36 <i>L. basale</i>	
		37 <i>S. personatum</i>									
Diverzita	0,0551302		Diverzita	0,0418660		Diverzita	0,0378710				

Příloha 3: Tabulka dat pro výpočet biodiverzity obsahující seznam druhů a počty jedinců v jednotlivých lokalitách (Studená Vltava – nad Hučínou, Vltava – nad Ovesnou, Řasnice – ústí) z jarního odběru bentosu 2018

Příloha 4

Lokalita Teplá Vltava - nad Řasnicí				Lokalita Teplá Vltava - Dobrá				Lokalita Teplá Vltava - Chlum			
taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců
Ephemeroptera	270	1 <i>B. rhodani</i>		Ephemeroptera	578	1 <i>B. muticus</i>		Ephemeroptera	1138	1 <i>B. rhodani</i>	
		2 <i>B. muticus</i>				2 <i>B. rhodani</i>				2 <i>E. danica</i>	
		3 <i>E. danica</i>				3 <i>E. danica</i>				3 <i>E. mucronata</i>	
		4 <i>E. mucronata</i>				4 <i>H. lauta</i>				4 <i>R. semicolorata</i>	
		5 <i>H. lauta</i>				5 <i>H. sulphurea</i>				5 <i>T. major</i>	
		6 <i>P. submarginata</i>				6 <i>P. submarginata</i>				6 <i>P. submarginata</i>	
		7 <i>R. semicolorata</i>				7 <i>R. semicolorata</i>				7 <i>H. confusa</i>	
		8 <i>T. major</i>				8 <i>T. major</i>				8 <i>L. marginata</i>	
		9 <i>R. hercynia</i>				9 <i>R. hercynia</i>				9 <i>H. lauta</i>	
		10 <i>C. luteolum</i>				10 <i>A. sulcicollis</i>				10 <i>A. sulcicollis</i>	
Plecoptera	267	11 <i>A. sulcicollis</i>		Plecoptera	101	11 <i>C. schilleri</i>		Plecoptera	236	11 <i>Ch. tripunctata</i>	
		12 <i>H. confusa</i>				12 <i>D. cephalotes</i>				12 <i>I. oxylepis</i>	
		13 <i>I. oxylepis</i>				13 <i>I. difformis</i>				13 <i>P. microcephalus</i>	
		14 <i>L. hippopus</i>				14 <i>L. hippopus</i>				14 <i>P. meyeri</i>	
		15 <i>P. meyeri</i>				15 <i>S. torrentium</i>				15 <i>L. hippopus</i>	
		16 <i>S. torrentium</i>				16 <i>P. microcephalus</i>				16 <i>P. marginata</i>	
		17 <i>E. assimilis</i>				17 <i>I. oxylepis</i>				17 <i>S. torrentium</i>	
		18 <i>Ch. tripunctata</i>				18 <i>P. marginata</i>				18 <i>I. difformis</i>	
		19 <i>L. teriolensis</i>				19 <i>A. fuscipes</i>				19 <i>L. aurita</i>	
		20 <i>P. marginata</i>				20 <i>A. chauviniana</i>				20 <i>A. fuscipes</i>	
Trichoptera	339	21 <i>P. intricata</i>		Trichoptera	405	21 <i>I. lamellaris</i>		Trichoptera	288	21 <i>A. bilineatus</i>	
		22 <i>A. fuscipes</i>				22 <i>M. longulum</i>				22 <i>E. dalecarlica</i>	
		23 <i>A. chauviniana</i>				23 <i>M. bimaculata</i>				23 <i>H. pellucidula</i>	
		24 <i>E. dalecarlica</i>				24 <i>P. flavomaculatus</i>				24 <i>M. longulum</i>	
		25 <i>H. digitatus</i>				25 <i>E. dalecarlica</i>				25 <i>L. hirtum</i>	
		26 <i>M. longulum</i>				26 <i>O. albicorne</i>				26 <i>C. annulicornis</i>	
		27 <i>M. minimum</i>				27 <i>S. piceus</i>				27 <i>S. piceus</i>	
		28 <i>S. piceus</i>				28 <i>H. pellucidula</i>				28 <i>B. montanus</i>	
		29 <i>A. auricollis</i>				29 <i>H. silfvenii</i>				29 <i>H. silfvenii</i>	
		30 <i>P. latipennis</i>				30 <i>E. madida</i>				30 <i>P. flavomaculatus</i>	
		31 <i>B. montanus</i>				31 <i>A. bilineatus</i>				31 <i>P. pusilla</i>	
		32 <i>L. hirtum</i>				32 <i>S. personatum</i>				32 <i>A. chauviniana</i>	
Diverzita	0,0365297		Diverzita	0,0304428		Diverzita	0,0192539				

Příloha 4: Tabulka dat pro výpočet biodiverzity obsahující seznam druhů a počty jedinců v jednotlivých lokalitách (Teplá Vltava – nad Řasnicí, Teplá Vltava – Dobrá a Teplá Vltava – Chlum) z jarního odběru bentosu 2018

Příloha 5

Písek				Kameny				Dřevo			
taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců
Ephemeroptera	196	1 <i>B. muticus</i>		Ephemeroptera	466	1 <i>B. muticus</i>		Ephemeroptera	269	1 <i>B. rhodani</i>	
		2 <i>E. danica</i>				2 <i>B. rhodani</i>				2 <i>B. muticus</i>	
		3 <i>E. mucronata</i>				3 <i>E. mucronata</i>				3 <i>E. submontanus</i>	
		4 <i>T. major</i>				4 <i>R. semicolorata</i>				4 <i>E. danica</i>	
		5 <i>B. rhodani</i>				5 <i>T. major</i>				5 <i>E. mucronata</i>	
		6 <i>R. semicolorata</i>				6 <i>H. confusa</i>				6 <i>P. submarginata</i>	
Plecoptera	90	7 <i>A. sulcicollis</i>		Plecoptera	165	7 <i>H. lauta</i>		Plecoptera	374	7 <i>R. semicolorata</i>	
		8 <i>C. schilleri</i>				8 <i>R. hercynia</i>				8 <i>T. major</i>	
		9 <i>Ch. tripunctata</i>				9 <i>E. danica</i>				9 <i>H. lauta</i>	
		10 <i>I. oxylepis</i>				10 <i>H. sulphurea</i>				10 <i>C. luteolum</i>	
		11 <i>L. hippopus</i>				11 <i>A. sulcicollis</i>				11 <i>A. sulcicollis</i>	
		12 <i>L. inermis</i>				12 <i>L. teriolensis</i>				12 <i>Ch. tripunctata</i>	
		13 <i>L. nigra</i>				13 <i>P. microcephalus</i>				13 <i>I. oxylepis</i>	
		14 <i>P. intricata</i>				14 <i>Ch. tripunctata</i>				14 <i>L. hippopus</i>	
		15 <i>S. torrentium</i>				15 <i>I. oxylepis</i>				15 <i>P. meyeri</i>	
		16 <i>I. difformis</i>				16 <i>L. hippopus</i>				16 <i>Ch. torrentium</i>	
Trichoptera	177	17 <i>P. microcephalus</i>		Trichoptera	305	17 <i>P. marginata</i>		Trichoptera	493	17 <i>C. schilleri</i>	
		18 <i>E. dalecarlica</i>				18 <i>S. torrentium</i>				18 <i>L. teriolensis</i>	
		19 <i>H. pellucidula</i>				19 <i>E. assimilis</i>				19 <i>P. microcephalus</i>	
		20 <i>L. basale</i>				20 <i>A. fuscipes</i>				20 <i>H. confusa</i>	
		21 <i>L. hirtum</i>				21 <i>A. chauviniana</i>				21 <i>A. fuscipes</i>	
		22 <i>A. chauviniana</i>				22 <i>E. dalecarlica</i>				22 <i>E. dalecarlica</i>	
		23 <i>A. bilineatus</i>				23 <i>H. pellucidula</i>				23 <i>L. hirtum</i>	
		24 <i>H. silfvenii</i>				24 <i>H. silfvenii</i>				24 <i>A. chauviniana</i>	
		25 <i>S. piceus</i>				25 <i>L. hirtum</i>				25 <i>A. bilineatus</i>	
		26 <i>A. fuscipes</i>				26 <i>M. longulum</i>				26 <i>B. montanus</i>	
		27 <i>A. cinereus</i>				27 <i>M. minimum</i>				27 <i>H. silfvenii</i>	
28 <i>I. lamellaris</i>	28 <i>R. evoluta</i>	28 <i>I. lamellaris</i>									
29 <i>M. longulum</i>	29 <i>R. dorsalis</i>	29 <i>L. basale</i>									
30 <i>P. flavomaculatus</i>	30 <i>R. fasciata</i>	30 <i>M. longulum</i>									
31 <i>S. nigricornis</i>	31 <i>S. piceus</i>	31 <i>M. minimum</i>									
Diverzita	0,066955		Diverzita	0,040598		Diverzita	0,033451				

Příloha 5: Tabulka dat pro výpočet biodiverzity obsahující seznam druhů a počty jedinců v jednotlivých habitatech (písek, kameny a dřevo) z jarního odběru bentosu 2018

Příloha 6

Štěrkopísek				Makrofyta			
taxon	počet druhů	druh	počet jedinců	taxon	počet druhů	druh	počet jedinců
Ephemeroptera	1	<i>B. rhodani</i>	538	Ephemeroptera	1	<i>B. rhodani</i>	499
	2	<i>E. mucronata</i>			2	<i>E. danica</i>	
	3	<i>R. semicolorata</i>			3	<i>E. mucronata</i>	
	4	<i>T. major</i>			4	<i>R. semicolorata</i>	
	5	<i>B. muticus</i>			5	<i>T. major</i>	
	6	<i>H. lauta</i>			6	<i>B. muticus</i>	
	7	<i>E. danica</i>			7	<i>E. assimilis</i>	
Plecoptera	8	<i>A. sulcicollis</i>	154	Plecoptera	8	<i>L. marginata</i>	334
	9	<i>Ch. tripuncata</i>			9	<i>P. submarginata</i>	
	10	<i>L. hippopus</i>			10	<i>C. luteolum</i>	
	11	<i>L. inermis</i>			11	<i>A. sulcicollis</i>	
	12	<i>P. meyeri</i>			12	<i>D. cephalotes</i>	
	13	<i>P. marginata</i>			13	<i>I. oxylepis</i>	
	14	<i>L. aurita</i>			14	<i>L. hippopus</i>	
	15	<i>P. microcephalus</i>			15	<i>L. inermis</i>	
	16	<i>I. oxylepis</i>			16	<i>L. teriolensis</i>	
	17	<i>I. difformis</i>			17	<i>P. marginata</i>	
	18	<i>L. teriolensis</i>			18	<i>P. microcephalus</i>	
Trichoptera	19	<i>S. torrentium</i>	305	Trichoptera	19	<i>C. schilleri</i>	364
	20	<i>A. fuscipes</i>			20	<i>L. nigra</i>	
	21	<i>A. chauviniana</i>			21	<i>P. meyeri</i>	
	22	<i>E. dalecarlica</i>			22	<i>S. torrentium</i>	
	23	<i>H. silfvenii</i>			23	<i>P. intricata</i>	
	24	<i>H. pellucidula</i>			24	<i>I. difformis</i>	
	25	<i>R. dorsalis</i>			25	<i>A. fuscipes</i>	
	26	<i>S. personatum</i>			26	<i>E. dalecarlica</i>	
	27	<i>S. piceus</i>			27	<i>H. pellucidula</i>	
	28	<i>L. hirtum</i>			28	<i>H. silfvenii</i>	
	29	<i>M. longulum</i>			29	<i>L. hirtum</i>	
	30	<i>M. minimum</i>			30	<i>M. longulum</i>	
	31	<i>O. albicorne</i>			31	<i>M. minimum</i>	
	32	<i>A. bilineatus</i>			32	<i>O. albicorne</i>	
Diverzita		0,032096		Diverzita		0,031746	

Příloha 6: Tabulka pro výpočet biodiverzity obsahující seznam druhů a počty jedinců v jednotlivých habitatech (štěrkopísek a makrofyta) z jarního odběru bentosu 2018

Příloha 7

	konduktivita mS/cm	pH	NL105 (mg/l)	N _{amoni.} (mg/l)	NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻	P _{celk.} (nízké konc.) (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (nízké konc.) (mg/l)	A ₂₅₄	Ca (mg/l)	T (°C)
Teplá Vltava - Dobrá	54,9	7,4	4,9	0,016	0,021	0,004	0,013	0,487	2,085	0,063	0,013	0,352	3,742	10,350
Teplá Vltava - Chlum	52,2	7,1	5,3	0,022	0,028	0,004	0,013	0,515	2,209	0,047	0,016	0,380	3,586	9,900
Rasnice - ústí	70,8	7,0	3,1	0,022	0,028	0,004	0,012	0,633	2,714	0,040	0,017	0,368	4,240	9,292
Teplá Vltava - nad Rasnicí	47,8	7,1	3,8	0,015	0,019	0,004	0,012	0,425	1,823	0,034	0,012	0,329	3,663	9,075
Vltava - Ovesná	52,3	7,1	6,6	0,039	0,051	0,004	0,012	0,516	2,210	0,052	0,018	0,378	3,592	10,525
Studená Vltava - nad Hučínou	39,8	7,0	3,4	0,017	0,022	0,003	0,010	0,436	1,870	0,044	0,021	0,384	2,253	9,717

Příloha 7: Fyzikálně-chemické a chemické parametry vody na lokalitách vybraných pro odběr makrozoobentosu na jaře 2018. Uvedeny jsou aritmetické průměry hodnot z 12 odběrů v měsíčním kroku v průběhu roku 2018.