

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**MEZIDRUHOVÉ ROZDÍLY VE VÝSKYTU POTOČNIC
NA RAKU KAMENÁČI A RAKU ŘÍČNÍM**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Lenka Klimešová

Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Pavel Vlach, PhD.

Plzeň 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 30. června 2020

.....
Lenka Klimešová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala několika lidem, bez nichž by tato bakalářská práce nemohla vzniknout. Především RNDr. Pavlu Vlachovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a čas, který věnoval práci v terénu a následnému statistickému vyhodnocení nasbíraných dat. Děkuji pracovníkům Gymnázia a SOŠ Rokycany za zapůjčení přístrojové techniky. Na závěr chci poděkovat svým rodičům za jejich dlouhodobou trvalou podporu při mém studiu.

ZADÁNÍ

(dostupné v tištěné verzi)

ABSTRAKT

V rámci této práce byly zjišťovány mezidruhové rozdíly ve výskytu potočnic rodu *Branchiobdellida* na tocích s přítomností našich původních druhů raků. Dále byla zjišťována četnost jednotlivých potočnic a možná souvislost jejich výskytu s délkou raka. Byla analyzována i délková struktura raků na vybraných tocích. Výzkum probíhal v průběhu roku 2019 na šesti tocích v různých částech České republiky. Ručním odchytem bylo získáno celkem 87 raků. Z těch bylo odebráno 454 potočnic, které byly následně determinovány. Bylo zjištěno, že jde o celkem tři druhy potočnic, které se u nás běžně vyskytují. Na jedincích raka kamenáče to byly dva druhy a v případě raka říčního tři druhy. Výskyt potočnic se u jednotlivých vodních toků lišil. Počet potočnic na jednoho raka byl vyšší na tocích s výskytem raka říčního. Tyto rozdíly ve výskytu potočnic lze pravděpodobně vysvětlit především vlivem prostředí. Všechna data byla statisticky zpracována.

Klíčová slova: rak kamenáč, rak říční, Česká republika, *Branchiobdellida*

ABSTRACT

As part of the research of this bachelor thesis, the interspecies differences in the occurrence of Branchiobdellida in streams with a proven presence of our native crayfish species were determined. Furthermore, both the frequency of occurrence of individual branchiobdellidans and the possible relationship between their occurrence and the length of crayfish were examined. So the length structure of the crayfish in selected streams was analyzed as well. The research took place during 2019 on six streams in different parts of the Czech Republic. A total of 87 crayfish were caught by hand. Of these, 454 individuals of branchiobdellidans were taken, which were subsequently determined. It was found that these are a total of three species of branchiobdellidans, which are common in streams of our country. In the case of the stone crayfish, there were found two species and in the case of the noble crayfish, three species. The occurrence of branchiobdellidans varied from stream to stream. The number of branchiobdellidans per one crayfish was higher in streams with a occurrence of noble crayfish. These differences can probably may be explained mainly by the influence of the environment. All data were statistically processed.

Key words: stone crayfish, noble crayfish, Czech Republic, Branchiobdellida

OBSAH

Úvod.....	3
1 BIOLOGIE RAKŮ.....	5
1.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE	5
1.2 POTRAVA.....	6
1.3 ROZMNOŽOVÁNÍ A ŽIVOTNÍ CYKLUS	7
1.4 ROZŠÍŘENÍ A OCHRANA	8
2 RAK KAMENÁČ (<i>AUSTROPOTAMOBIOUS TORRETIUM</i>)	9
2.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE	10
2.2 ROZŠÍŘENÍ A OBÝVANÉ BIOTOPY	10
3 RAK ŘÍČNÍ (<i>ASTACUS ASTACUS</i>).....	13
3.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE	13
3.2 ROZŠÍŘENÍ A OBÝVANÉ BIOTOPY	14
4 POTOČNICE (<i>BRANCHIOBDELLIDA</i>).....	15
4.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE	15
4.2 ROZMNOŽOVÁNÍ A ŽIVOTNÍ CYKLUS	15
4.3 POTRAVA A EKOLOGIE.....	16
4.4 ROZŠÍŘENÍ.....	17
4.5 MORFOLOGIE EVROPSKÝCH DRUHŮ POTOČNIC	17
5 METODIKA.....	20
5.1 CHARAKTERISTIKA TOKŮ	20
5.1.1 Zubřina.....	20
5.1.2 Mítovský potok	21
5.1.3 Příkosický potok	22
5.1.4 Mešenský potok	23
5.1.5 Ohrazenický potok	24
5.1.6 Chvalšinský potok.....	25
5.2 METODIKA SBĚRU DAT V TERÉNU.....	26
5.3 DETERMINACE NALEZENÝCH POTOČNIC.....	27
5.4 METODY VYHODNOCENÍ DAT.....	27
6 VÝSLEDKY	29
6.1 DÉLKOVÁ STRUKTURA RAKA KAMENÁČE	30
6.2 DÉLKOVÁ STRUKTURA RAKA ŘÍČNÍHO.....	31
6.3 POČET POTOČNIC NA JEDNOM JEDINCI RAKA KAMENÁČE NA JEDNOTLIVÝCH TOCÍCH	32
6.4 POČET POTOČNIC NA JEDNOM JEDINCI RAKA ŘÍČNÍHO NA JEDNOTLIVÝCH TOCÍCH.....	33
6.5 ZÁVISLOST MEZI DÉLKOU RAKA KAMENÁČE A POČTEM POTOČNIC.....	34
6.6 ZÁVISLOST MEZI DÉLKOU RAKA ŘÍČNÍHO A POČTEM POTOČNIC.....	35
6.7 ZJIŠTĚNÉ DRUHY POTOČNIC.....	36
6.7.1 Rak kamenáč.....	36
6.7.2 Rak říční	37
6.7.3 Vzájemné porovnání zjištěných druhů potočnic na raku kamenáči a raku říčním...38	
7 DISKUZE	39
ZÁVĚR	43
RESUMÉ.....	45
RESUMÉ.....	46
SEZNAM LITERATURY.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....	51

SEZNAM TABULEK.....	52
8 PŘÍLOHY.....	53
8.1 PŘÍLOHA I: CHITINÓZNÍ ZUBY POTOČNICE DRUHU <i>B. PARASITA</i>	53
8.2 PŘÍLOHA II: CHITINÓZNÍ ZUBY POTOČNICE DRUHU <i>B. PENTADONTA</i>	54
8.3 PŘÍLOHA III: CHITINÓZNÍ ZUBY POTOČNICE DRUHU <i>B. HEXADONTA</i>	55
8.4 PŘÍLOHA IV: NALEZENÉ POTOČNICE PŘI TERÉNNÍ PRÁCI	56

Úvod

Raci jsou živočichové, kteří žijí v našich vodách po staletí. Mají nezastupitelnou roli v ekosystémech našich vod. Často jsou označováni za bioindikátory čistých vod. V dnešní době, kdy si lidé začínají uvědomovat, že zásoby vody nejsou nevyčerpatelné, to platí dvojnásobně. V důsledku rostoucí průmyslové výroby, úpravy říčních systémů, introdukcí (zavlečením) nepůvodních druhů a dalším působením lidské činnosti dochází k úbytku původních račích populací. Ve snaze zachovat raky v našich tocích byly v minulých letech prováděny experimenty s introdukcí nepůvodních druhů, to však s sebou přineslo mnohá nečekaná úskalí. Působení člověka se tak stalo novým evolučním faktorem, který rozhoduje o rozmístění raků po celém světě, nejen v Evropě.

V České republice žije pět druhů raků, z čehož pouze dva druhy jsou původní. Jedná se o raka kamenáče (*Austropotamobius torrentium*) a raka říčního (*Astacus astacus*). Ostatní tři druhy sem byly introdukovány. Rak bahenní byl dovezen z východní Evropy a vysazován u nás na konci 19. století. Později, v průběhu 20. století, byl ze Severní Ameriky introdukován rak signální a stejně tak i rak pruhovaný (Štambergová et al., 2009).

Výzkumy ukazují, že ze Severní Ameriky k nám bylo spolu s raky zavlečeno i onemocnění zvané račí mor. Tato choroba představuje velkou hrozbu především pro populace našich původních druhů. Většina ostatních invazivních druhů je totiž vůči račímu moru více imunní, čímž dochází k postupnému vytlačování našich původních druhů. Tento fakt byl naštěstí brzy zjištěn a ochrana původních druhů raků se stala nedílnou součástí našeho zájmu o tyto velké vodní korýše. V rámci ochrany je však důležité tyto organismy správně pochopit a probádat komplexně. Ve způsobu jejich života je totiž stále mnoho otazníků. Jedním z nich je i problematika výskytu potočnic, pro něž hraje tělo raka roli hostitele. Z hlediska komplexního přístupu k tématu je tedy vhodné se i touto problematikou zabývat.

Raci jsou součástí vodních ekosystémů po celém světě. Ve svém prostředí žijí obklopeni různými organismy. Mezi nápadné živočichy žijící na povrchu račích těl patří potočnice. Jsou to malí opaskovci, kteří se na povrchu těla raka živí jeho tkáněmi nebo řasovými nárůsty. V minulých letech se předpokládalo, že vztah potočnic k rakům je parazitický. Současné poznatky svědčí o tom, že se tyto vztahy proměňují – vztah raka a potočnice

může být i symbiotický a přinášet tak užitek nejen potočnici, nýbrž i samotnému rakovi. O tom, jaký tento vztah je, rozhoduje především druh a počet potočnic na těle raka. Početnost potočnic je ovlivněna zejména biotickými a abiotickými faktory daného prostředí. Mimo to jsou tyto faktory variabilní i v čase (Skelton et al., 2013; Védia et al., 2016). Prozatím bylo na našem území zaznamenáno 5 druhů potočnic: *Branchiobdella parasita*, *Branchiobdella pentadonta*, *Branchiobdella hexadonta*, *Branchiobdella astaci*, *Branchiobdella balcanica* (Bádr, 2002; Ďuriš et al., 2006; Vlach et al., 2017).

Tato práce si klade za cíl zanalyzovat mezidruhové rozdíly ve výskytu potočnic na odlovených jedincích raka kamenáče a raka říčního žijících ve vybraných tocích na našem území. Bude tak zjištěno, zda se na vybraných tocích vyskytují jen původní druhy potočnic, nebo i druhy nepůvodní. Bude stanovena délková struktura odlovených raků a statisticky porovnávána závislost mezi délkou konkrétního raka a počtem na něm nalezených potočnic. Počet potočnic na jednom jedinci pak bude statisticky vyhodnocen.

1 BIOLOGIE RAKŮ

Raci jsou členovci obývající zejména sladkovodní toky, méně častěji stojaté vody. Patří do skupiny korýšů (Crustacea), s čímž souvisí i jejich latinský název. Ten má původ ve slově *crusta* neboli skořápka či schránka. Vyznačují se tím, že jejich měkké tělo chrání pevný krunýř (Štambergová et al., 2009).

Raci patří k nejdéle žijícím vodním bezobratlým živočichům. Délka jejich života kolísá v průměru přibližně od čtyř až do deseti, někdy až patnáct let a to v závislosti na druhu. Není výjimkou, že zástupci některých druhů dosahují věku až dvacet let. Tento mimořádně vysoký věk byl zaznamenán u jedinců raka říčního a raka signálního (Štambergová et al., 2009; Kozák et al., 2015).

1.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE

U těla raka lze popsat dvě základní části. Tvoří jej hlavohrud' (*cephalothorax*) a zadeček (*abdomen*). V přední části těla vybíhá pevný krunýř v rostrum špičatého tvaru, přičemž nad hlavohrudí vytváří hlavohrudní štít (*carapax*). Pro tento štít jsou charakteristické druhově specifické struktury a větší či menší množství trnů, případně výběžků. Oči raka jsou složené, umístěné na stopkách po obou stranách štítu. Hned za nimi najdeme postorbitální lišty, což je jeden z rozlišovacích znaků jednotlivých druhů raků. Předěl mezi hlavou a hrudí tvoří týlní šev (*sutura cervicalis*), jenž svým prohnutím směřuje kaudálně. Za ním štít dále přechází v podélné rýhy, tzv. žábrosrdeční švy (*suturæ branchiocardales*). Po stranách štítu se vytváří volný prostor pro žábry, jimiž raci dýchají, přičemž probíhá příjem rozpuštěného kyslíku z vody. V zadní části tvoří tělo raka sedm článků, vzájemně pohyblivě spojených. Svrchní část článků je více inkrustovaná než část spodní. Poslední, sedmý článek těla je označován jako telson (Štambergová et al., 2009).

Raci spadají do řádu desetinožců (*Decapoda*) – mají deset párů nápadně vyvinutých končetin. Na hlavohrudí, na její hlavové části, rozlišujeme v pořadí odpředu: 1. tykadla (antenuly), 2. tykadla (anteny), kusadla (mandibuly), 2 páry čelistí (maxily). Na hrudní části jsou umístěny 3 páry krátkých příústních nožek (maxilopody) sloužících k manipulaci s potravou. Hrudní část má rovněž 5 párů končetin (pereopody), což tedy představuje na hrudní části celkem 8 párů. Pár č. 1 je tvořen mohutnými, nezřídka až robustními klepety (Kozák et al., 2015). U samců bývají klepeta v poměru k délce těla větší než u samic (Vlach

a Valdmanová, 2015). Pak následují 4 páry sloužící k pohybu. 2. a 3. pár má rovněž drobná klepeta, a 4. a 5. pár je zakončen pouze drápkem. Zadní články těla nesou vždy jeden pár dvouvětvených nožek (pleopody). Na předposledním článku (6. zadečkový) najdeme ploché, lupínkovité nožky (uropody). Ty spolu s lupínkovitým telsonem tvoří ocasní ploutvičku, díky níž jsou raci schopni rychlé únikové reakce. Na telsonu, jakožto posledním článku, ústí řitní otvor (Štambergová et al., 2009).

Silný vápenitý krunýř raka je vylučován pokožkou a jeho primárním účelem je chránit měkké račí tělo a zároveň tvořit jeho podporu. Hovoříme tak o exoskeletu, vnější kostře, jež je tvořena chitinem, uhličitanem a fosforečnanem vápenatým a dalšími minerálními látkami. Na exoskelet se upínají svaly. Svoji vnější kostru raci několikrát za život svlékají. Tento pozoruhodný proces je označován jako ekdyze. Její průběh je řízen hormonálně. V době, kdy stará kutikula praská, vytváří se zároveň pod ní již nová. Z té rak postupně vylézá, až je plně inkrustována kutikula nová. K inkrustaci slouží drobné čočkovité útvary ve stěně žaludku. Nazývají se gastrolity či jako tzv. rakůvky a představují hlavní zásobárnu minerálních látek. K tomu, aby inkrustace proběhla rychleji, dokáží raci využít své staré svlečky. Jejich pozřením totiž získají zpět velké množství minerálních látek, zejména vápníku (Štambergová et al., 2009).

1.2 POTRAVA

Raci tvoří přirozenou, nedílnou a nepostradatelnou součást ekosystémů. Působí jako predátoři pro jiné vodní bezobratlé živočichy, ale zároveň jsou složkou potravy jiných vyšších organismů. (Kozák et al., 2015). Pokud jde o skladbu potravy, jsou raci všežravci, kteří přijímají rozmanitou rostlinnou i živočišnou potravu. V rostlinné složce převládá zejména listový opad, detrit, řasové nárosty, rostliny (růžkatec, parožnatky, rdest, orobínek) a mech. Složku živočišnou tvoří mimo jiné vodní larvy hmyzu, měkkýši, žížaly, ryby, drobní korýši. Výjimkou však nejsou ani raci samotní (Štambergová et al., 2009). U dospělých raků souvisí výběr potravy s fyziologickým stavem konkrétního jedince, jeho věkem a také ročním obdobím (Goddard, 1988). Podle výzkumu autorů Renze a Breithaupta (2000) převládá rostlinná strava u raka kamenáče především v jarních měsících, kdy teplota vody nepřesahuje 7 °C. Jakmile teplota vody vystoupí nad hranici 14 °C, začne převládat potrava živočišného původu. Mnoho studií také poukazuje na fakt, že živočišná potrava dominuje u juvenilních jedinců, kdežto dospělí jedinci přijímají

rozkládající se zbytky organického materiálu, mikroorganismy a okolní vegetaci. Důležitou složku potravy raků tvoří řasy a drobné částičky, které raci dokáží filtrovat z vody. Tato schopnost jim přijde vhod hlavně v mezidobí mezi ekdyzí a úplným zpevněním kutikuly, kdy je rak v podstatě bezbranný vůči svým predátorům, takže se zákonitě snaží jen minimálně opouštět svůj úkryt (Goddard, 1988; Štambergová et al., 2009).

1.3 ROZMNOŽOVÁNÍ A ŽIVOTNÍ CYKLUS

Raci jsou gonochoristé neboli živočichové odděleného pohlaví. Znaky pohlavního dimorfismu jsou u nich dobře patrné. K rozmnožování je třeba samce i samice. Výjimku představuje rak mramorovaný, jenž je schopen i partenogenetického rozmnožování, tedy vývin nového jedince z neoplozeného vajíčka samice (Štambergová et al., 2009).

Pohlavní dimorfismus můžeme pozorovat na pleopodech: u samců je první a druhý pár pleopodů přizpůsoben ke kopulaci, označujeme je proto jako gonopody. U samic je naproti tomu první pár pleopodů zakrnělý. Pohlavní vývody u samců leží na bazálním článku posledního páru pereopodů. U samic je to 3. pár pereopodů (Štambergová et al., 2009). U samců bývá delší karapax, na rozdíl od samic, které mají delší rostrální část. U samic je možné pozorovat i širší abdomen, jehož účelem je ochrana vajíček (Vlach a Valdmanová, 2015).

Velikost klepet samců má primárně spojitost s jejich sociálním chováním. Klepeta totiž samci využívají v boji o samice a větší klepeta jsou v tomto směru přirozeně výhodou. K jejich využití dochází i při páření samotném, kdy samcům umožňují páření se samicemi většího věku, které mají širší abdomen, pod nímž se ukryje více vajíček (Vlach a Valdmanová, 2015).

K páření našich (původních druhů) raků dochází v podzimních měsících. Přípravy na rozmnožování i samotný proces jsou výrazně ovlivněny teplotou vody (Ďuriš a Horká, 2005). Při samotné kopulaci samec přidržuje samici na zádech, oba jedinci jsou tak k sobě otočeni břišní stranou, a do oblasti jejího sternu (v hrudní části) ukládá spermatofory. Spermatofory zůstávají na místě až do doby kladení vajíček, jež nastává pouze několik málo hodin po páření. Poté následuje proces rozpouštění stěny spermatoforů, jež je umožněn sekretem z bílkovinných žláz. Bílkovinné žlázy samice se nacházejí na její břišní straně po uzrání v rozmnožovacím období. Žlázy se vyznačují krémovou barvou. Samice

vytvoří ohnutím svého zadečku k hlavohrudi jakousi komoru, kterou naplní sekretem a poté se přetáčí na záda. Následně vytlačí vajíčka z pohlavních otvorů a dojde k promísení se slizovitým sekretem, čímž dojde k samotnému oplození nepohyblivými spermii. Tato hmota následně pomalu tuhne a oplozená vajíčka zůstávají přichycena k zadečkovým nožkám samice. K zadečku samice jsou vajíčka připevněna pevnými vlákny. Tím, že je samice často urovnává, zajišťuje jim pohybem dostatečný přísun kyslíku. Takto upevněná vajíčka nosí samice našich raků až do jara následujícího roku. Jinak je tomu však u raků severoamerických: například samice raka pruhovaného kladou vajíčka až na jaře (Štambergová et al., 2009).

Čas, kdy se ráčata líhnou, souvisí opět výrazně s teplotou okolí, tj. vody. U raka kamenáče to ale bývá většinou od května do června (Sounty-Grosset et al., 2006). Při líhnutí chybí stádium larvy, malí raci se líhnou přímo z vajíčka. Prasklý obal vajíček zůstává po vylíhnutí ráčat přichycen na těle samice až do jejího dalšího svlékání. Čerstvě vylíhnutá ráčata jsou zpočátku nepohyblivá a výživu přijímají pouze ze žloutkového váčku. Můžeme u nich pozorovat široký telson bez štětín, nemají ani uropody. Žijí přichyceni k samici a teprve až po několika svlékáních se osamostatňují (Štambergová et al., 2009).

1.4 ROZŠÍŘENÍ A OCHRANA

Naše znalosti o rozšíření raků na území České republiky byly ještě v nedávné době relativně kusé, ačkoli se jedná o poměrně populární, známé a velice zajímavé zástupce naší fauny.

Lze říci, že obecně raci obývají především tekoucí vody a jen v menší míře vody stojaté. Tyto preference se však liší druh od druhu. Stejně tak se liší i jejich nároky na čistotu a kvalitu vody. Pokud zkoumáme okolí toků, zjistíme, že jej tvoří většinou smíšené nebo listnaté lesy, ale také keřovitá pásma s olšemi, vrbami a jilmy. V blízkosti potoků se mohou nacházet i extenzivně využívané louky (Štambergová et al., 2009).

Soustavné sledování aktuálního stavu všech našich raků se provádí, lze říci, od roku 2004, kdy Agentura ochrany přírody a krajiny (AOPK ČR) zahájila jejich celoplošné detailní mapování. Tento monitoring se provádí podle jednotné metodiky, ovšem s ohledem na charakter té které lokality. Využívá se metodika pro vodní toky malé, vodní toky velké a pro stojaté vody.

2 RAK KAMENÁČ (*AUSTROPOTAMOBIOUS TORRETIIUM*)

Mezi nejmenší a nejpomaleji rostoucí evropské druhy raků patří rak kamenáč. Jeho rozměry totiž u samců nepřesahují obvykle délku 8–10 cm, pro samice je obvyklých 6 až 9 cm a hmotnost 55 g. Tento druh se dožívá i více než 10 let (Kozák et al., 2015). V České republice byla provedena biometrická analýza jedinců raka kamenáče autory Vlachem a Valdmanovou (2015). Podle dat tohoto výzkumu byla pozorována maximální délka těla u samce 103,6 mm a 94,8 mm u samice (Vlach a Valdmanová, 2015).

U raka kamenáče můžeme v současné době popsat následující tři poddruhy – macedonicus, dalmatinus a danubicus. Tyto poddruhy však nejsou zjevně monofyletické a genetická struktura těchto populací bude pravděpodobně mnohem složitější. Řada molekulárních studií rovněž ukazuje, že někteří jedinci se geneticky vzájemně liší natolik, že si v budoucnu pravděpodobně zaslouží status zcela nového samostatného druhu. Jde zejména o jedince žijící v oblasti Dinárského krasu (v Chorvatsku u hranic s Bosnou a Hercegovinou). Největší genetická diverzita tohoto druhu potom byla zaznamenána na jihu Balkánského poloostrova (Kozák et al., 2015).

I přes výše uvedené bylo zjištěno, že populace raka kamenáče v České republice jsou geneticky relativně jednotné, až na jednu výjimku. Tu představuje lokalita v Lučním potoce v Podkrkonoší, kde žije izolovaná populace raka kamenáče, která byla jinak nalezena pouze ve Slovinsku. Případným vyhynutím jedinců v této lokalitě by tak pravděpodobně došlo k nenahraditelné ztrátě dlouhodobě izolované části genofondu tohoto druhu raka (Kozák et al., 2002). Příbuzné linie nebyly nalezeny nikde v Evropě severně od Alp. Z toho je tedy možné usoudit, že sem byli raci nejspíše introdukováni v minulých několika letech. U ostatních populací převažoval genotyp, který lze najít i na většině území SRN. Vzácně se pak vyskytuje mutace od dominantního genotypu. Tato linie pravděpodobně překročila rozvodí Dunaje a Labe v období čtvrtohor a začala tak kolonizovat povodí Berounky a tedy i některé přítoky Labe v českých pohraničních horách (Štambergová et al., 2009). Jeho výskyt byl spolehlivě potvrzen jen na 4 lokalitách (Kozák et al., 2015), což představuje přibližně 40 toků, a to ve středních a západních Čechách. Konkrétně byl zjištěn výskyt v povodích řek Radbuzy, Úhlavy, Úslavy, Berounky, Klabavy, Střely a Zubřiny (Bádr, 2000).

2.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE

Zbarvení těla raka kamenáče je velmi proměnlivé. Byli nalezeni jedinci v různých odstínech béžové, v odstínech olivově zelených až hnědých. V ojedinělých případech i odstínech oranžových. Vzácně můžeme objevit i raky mramorované. Vždy však platí, že spodní strana těla bývá, jako u většiny raků, světlejší (Kozák et al., 2015).

Hlavohruď tohoto druhu je téměř hladká a jen jemně zrnitá, přičemž zde nepozorujeme větší trny nebo výčnělky. Charakteristickým znakem je pouze jediný pár postorbitálních lišt. Jeden pár postorbitálních lišt najdeme rovněž u nepůvodního raka pruhovaného. Postorbitální lišty jsou nízké a kaudálním směrem se plynule ztrácejí. Dalším typickým znakem je pilovitý vzhled ventrálního okraje antenální šupiny. Tento znak však může být různě variabilní. A to jak co se týká počtu, tak i velikosti výběžků. U některých jedinců se nám v důsledku toho může antenální šupina jevit jako hladká. Rostrum je krátké, nejčastěji tupé a u většiny jedinců připomíná svým vzhledem tvar rovnostranného trojúhelníka. Báze rostra je širší a špička kratší než u raka říčního (Štambergová et al., 2009; Kozák et al., 2015).

Klepeta jsou mohutná v porovnání s velikostí těla a u samců jsou větší než u samic. Na svrchní straně jsou klepeta silně hrbolatá a drsná, zejména u dobře vyvinutých dospělých samců. Na nepohyblivém prstu jsou znatelné dva velké zuby oddělené mělkou prohlubní. U nedospělých jedinců nalezneme pouze jeden zub. Svrchní strana klepet má obvykle barvu těla. Ze spodní strany pak zaznamenáme odstíny žluté, béžové, narůžovělé až oranžové. Na rozdíl od raka říčního (a raka signálního) však nikdy nejsou špinavě hnědé nebo sytě červené. Pouze kloub klepet může být lehce červený (Štambergová et al., 2009; Kozák et al., 2015).

2.2 ROZŠÍŘENÍ A OBÝVANÉ BIOTOPY

Rak kamenáč je na našem území považován za nejvzácnější z původních druhů. Ještě před několika lety se totiž tento druh ve vodách v České republice pohyboval na hranici naprostého vymizení. V současné době je výskyt raka kamenáče na našem území potvrzen ve čtyřech lokalitách, a to ve Středočeském kraji, Plzeňském kraji, Ústeckém kraji a Libereckém kraji. Sledování populací raka kamenáče bylo prováděno na všech dříve známých i nově objevených lokalitách v České republice, což obnášelo celkem 46 potoků.

Nashromážděná data pocházejí většinou z monitorování populace v letech 2007 a 2008, s některými dalšími údaji z roku 2009 (Vlach et al., 2009).

Lokality obývané rakem kamenáčem jsou často negativně ovlivněny různými faktory. Primárním takovým faktorem je riziko oomycet *Aphanomyces astaci* (tj. račí mor), což je smrtelné onemocnění pro původní evropskou populaci. V minulosti toto onemocnění způsobilo zánik některých račích populací a v současnosti se stále vyskytují lokální zániky. Kromě račího moru je česká populace raka kamenáče ohrožena i dravým americkým norkem a vydrou. Rizikovými faktory jsou také kanalizace potoků a další změny v přirozených povodích a intenzivní chov ryb. Znečištění vody je také velkým problémem, a to i přes nedávné důkazy, že rak kamenáč disponuje vůči některým znečišťujícím látkám větší tolerancí, než se v minulosti předpokládalo (Svobodová et al., 2008; Vlach et al., 2009).

Za jeden z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících přítomnost raků nebo negativně ovlivňujících jejich populační charakteristiky je nejčastěji považována kvalita vody. Bylo publikováno mnoho prací popisujících vliv vlastností vody, zejména toxicity tvrdých kovů, v laboratorních podmínkách (Vlach et al., 2012). Ačkoli jsou raci obecně považováni za spolehlivé bioindikátory čistých vod, bylo zjištěno, že rak kamenáč se může v extrémních případech vyskytovat a přežívat i v silně znečištěných tocích – ať už znečištěných komunálními odpady nebo se silným zabahněním (Pecina, 1985; Mourek et al., 2006). Zajímavý je také rozdíl v nárocích na kvalitu vody našich původních druhů ve srovnání s invazivními druhy raků. Byla provedena studie s cílem prozkoumat rozsah fyzikálně-chemické tolerance raka říčního a raka kamenáče v České republice ve srovnání s invazivním rakem pruhovaným. Na 1008 stanovištích s přítomností resp. nepřítomností raků bylo zkoumáno 18 fyzikálně-chemických proměnných (např. rozpuštěný kyslík, pH, amoniak, amonné ionty, dusitan, dusičnanové ionty, zinek, měď, železo, hliník, vápník, sírany, chloridy, suspendované pevné látky a vodivost). U raka říčního a raka kamenáče byly nalezeny pouze malé rozdíly v kvalitě vody. Což naznačuje, že požadavky na kvalitu vody u těchto původních druhů raků budou pravděpodobně velmi podobné. Byly však pozorovány významné rozdíly v kvalitě vody mezi lokalitami obývanými původními druhy raků a místy obývanými invazivními zavlečenými druhy. Na základě těchto zjištění lze předpokládat, že invazivní druh je schopen přežít v lokalitách s nižší kvalitou vody.

Jednoduché logistické regresní modely byly poté použity ke zkoumání vztahů mezi přítomností nebo nepřítomností raků říčních a každou z hodnocených proměnných kvality vody. Přítomnost tohoto druhu raka významně souvisí s proměnnými, které indikují obohacení vody živinami (zejména amoniak) a železem. Celkově lze říci, že ačkoli původní druhy raka byly nalezeny na několika místech, kde byly odebrány vzorky s horší kvalitou vody, statistické analýzy naznačují, že původní druhy raků vyžadují vodu vysoké kvality. Zlepšení kvality vody je proto důležitým krokem k udržení populací původních druhů raků na našem území (Svobodová et al., 2012).

V posledních letech se populace raků na našem území postupně rozrůstají, čemuž napomáhá i pravidelný monitoring. Sledování populací raka kamenáče probíhá vždy v dvouletých periodách na všech lokalitách jejich výskytu, především tedy v tekoucích vodách. Jednotlivé metodiky provádění monitoringu jsou k dispozici na internetových stránkách (www.biomonitoring.cz).

3 RAK ŘÍČNÍ (*ASTACUS ASTACUS*)

Raka říčního můžeme zařadit spíše mezi větší druhy raků, neboť jeho velikost se obvykle pohybuje kolem 15 cm, někdy dosahuje délky až 20 cm (měřeno od trnu rostra po telson). Samci bývají větší, samice většinou nepřesahují délku 15 cm a hmotnost 250 g (Štambergová et al., 2009; Kozák et al., 2015).

3.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE

Při určování není determinačním znakem barva těla. Zbarvení totiž velmi kolísá a je závislé na mnoha okolnostech. Mezi ně můžeme řadit například organické zatížení dané lokality nebo nárůst epibiontů. Lze však obecně říci, že zbarvení těla bývá na hřbetní straně v různých odstínech hnědé (od světlé po tmavou), zatímco na břišní straně převládají světlejší odstíny béžové a olivově zelené. Poměrně často se také můžeme setkat s modrošedým až jasně modrým zbarvením, vzácněji se zbarvením červeným (Kozák et al., 2015).

Hlavohruď je hladká bez větších trnů. Nese rostrum, které má střední délku a ostrou špičku. Střední rýha rostra je jemně ozubená (Kozák et al., 2015). Při určování raka říčního se můžeme řídit hladkými antenálními šupinami a dále dvěma páry postorbitálních lišt za očima. Nicméně druhý pár již nemusí být tolik výrazný a je téměř až nenápadný. Dva páry postorbitálních lišt se ale objevují i u dalších druhů - raka signálního a bahenního (Štambergová et al., 2009).

Klepeta mají drsný povrch, jsou široká a zejména u velkých samců jsou velmi robustní. Na vnitřní straně pevného prstu pozorujeme dva výrazné hrboly. Barva klepet odpovídá povrchu těla. Ze spodní strany je světlejší a velmi často přechází do sytě červené barvy, pro tento druh charakteristické. Zvláště u jasně modře zbarvených jedinců zůstává červená barva na kloubu pevného i pohyblivého prstu klepet (Štambergová et al., 2009).

3.2 ROZŠÍŘENÍ A OBÝVANÉ BIOTOPY

Rak říční je nejrozšířenějším původním račím druhem v České republice. Jeho výskyt je téměř rovnoměrný na celém území. Zejména proto, že spektrum jeho biotopů je velmi široké a pestré. Rak říční obývá nejen tekoucí vody potoků a řek, ale i stojaté vody. Najdeme jej v hlubších a chladnějších rybnících, v zatopených pískovných nebo lomech, ale často i v přehradních nádržích nebo náhonech. Vždy je důležité, aby měl možnost úkrytu. I proto preferuje místa, kde se v dostatečném množství vyskytují zejména kořeny, kameny, klády a nejrůznější hrubý materiál. Úkryt samotný potom rak říční nachází typicky v různě hlubokých norách (dutinách), které si hloubí pod kameny. Jednu noru obývá pak obvykle po celý život. Pokud však nemá k dispozici žádný jiný vhodný materiál, dokáže si noru vybudovat i v dostatečně soudržných březích, nejčastěji s převládajícím jílovitým složením. Po bahnitěm dně se pohybuje pouze při hledání potravy (Kozák et al., 2015).

4 POTOČNICE (*BRANCHIOBDELLIDA*)

Následkem koevoluce žijí raci ve vodách celého světa více či méně ve spojení s jinými živočichy. Těmi mohou být parazité, epizoičtí komenzálové či symbionté. Rak je ohroženým druhem, který ale zároveň představuje životní prostor pro jiné, často četně druhově specializované druhy (Nesemann a Hutter, 2002).

Na povrchu těla raků žijí i drobní živočichové potočnice. Jedná se o obligátní ektobionty a jako své hostitele využívají zejména sladkovodní raky rodu Astacidae (Gelder, 2015). Řadíme je do kmene kroužkovci (Annelida) (Gelder, 1999). Třída Branchiobdellae je podobná pijavkám (Hirudinea) a maloštětinatcům (Oligochaeta) (Sounty-Grosset et al., 2006). Třída zahrnuje pouze jeden řád *Branchiobdellida* s asi 150 druhy (Gelder, 2001).

4.1 ANATOMIE A MORFOLOGIE

Velikost těla potočnic kolísá v závislosti na konkrétním druhu, obvykle však jejich délka nepřekračuje 12 mm (Kozák et al., 2015). Tělo je nepigmentované a tvoří jej několik článků. Jejich počet se pohybuje mezi 15–17, přičemž přední 4 články jsou přeměněny na hlavovou kapsulu. Na ní ani jinde nenajdeme oči. V kapsuli se nacházejí dva chitinózní zuby, jež jsou velmi důležitým determinačním znakem pro odlišení jednotlivých druhů potočnic navzájem. Druhý článek může sloužit jako ústní přísavka. Samotné tělo potočnice začíná pátým článkem a tvoří jej 10–12 článků. Poslední článek je zakončen terčovitou přísavkou. Tu potočnice využívají (spolu s ústní přísavkou na začátku těla) k přichycení k povrchu krunýře raka. Přísavky potočnice také dokážou využít k pídalkovitému způsobu přemísťování po povrchu svého hostitele (Nesemann, 1994).

4.2 ROZMNOŽOVÁNÍ A ŽIVOTNÍ CYKLUS

Potočnice jsou hermafrodité. Rozmnožují se sexuálně. Jejich reprodukční orgány se nacházejí v devátém až jedenáctém článku těla. Samčí pohlavní orgány jsou uloženy ve dvou člancích, zatímco samičí orgány pouze v jednom článku. V devátém článku je uložena spermatéka, což představuje další druhově specifický znak pro determinaci. Oplození probíhá jako u ostatních opaskovců v opasku. Poté vznikají kokony, dožluta zbarvené, které jsou krátkou stopkou připojeny k povrchu raka (Neubert a Nesemann, 1999). Takovéto připojení je velmi pevné a brání utržení kokonu i při rychlých pohybech raka (Nesemann a Hutter, 2002). Uvnitř kokonu se vyvíjí vždy jen jedno vajíčko. Jeho vývoj

trvá 10 až 12 dní při teplotě 20 až 22 °C. Z toho plyne, že největší počet potočnic se tak na racích nachází v letních měsících (Kozák et al., 2015).

Potočnice svého hostitele nutně potřebují v průběhu celého svého životního cyklu. Volně se vyskytující potočnice nebyly zaznamenány. Jsou však schopné přemísťování z jednoho jedince na druhého. Dochází k tomu především v období ekdyze, kdy se potočnice přemísťují ze svleček, aby si zajistily své přežití v co nejhojnějším počtu. Rak se tak může potočnic i zbavit a to především tehdy, kdy se na jeho krunýři nacházejí pouze kokony (Nesemann a Hutter, 2002; Kozák et al., 2015). Potočnice preferují osidlování dospělých jedinců, neboť mladí raci se často svlékají a potočnice jsou tak nuceny se mnohokrát složitě přemísťovat. Mimo to se za krátkou dobu mezi jednotlivými svlékání nestihne na krunýři vytvořit dostatečné množství detritu coby potravního základu potočnic (Nesemann a Hutter, 2002; Védia et al., 2016).

4.3 POTRAVA A EKOLOGIE

Na těle raka potočnice osidlují nejčastěji krunýř, klepeta nebo žaberní dutinu. Mohou se živit tzv. detritem, což je jemný organický materiál, dále nárůsty řas, vajíčky a larvami vodního hmyzu nebo nálevníky. V některých případech se potočnice dokážou živit i dravě – pak požírají například klanonožce (*Copepoda*) nebo larvy pakomárovitých (*Chironomidae*). Některé druhy mohou na rakovi konzumovat i jeho tkáň, nejčastěji z žaberní dutiny (Nesemann a Hutter, 2002; Vlach et al., 2017).

Potravní nároky jsou mezidruhově rozdílné, obecně jsou však potočnice prezentovány jako oportunističtí všežravci. Rozdíly v potravních preferencích mohou být dány například rozdílnými chitinózními zuby v hlavové kapsuli, které jsou rovněž druhově specifické. Je pravděpodobné, že struktura potravy závisí i na velikosti potočnic. To vychází z předpokladu, že čím menší tělo, tím menší ústní otvor (Jennings a Gelder, 1979; Ložek, 2015).

V souvislosti s potravními preferencemi potočnic je klíčovým tématem i hodnocení vztahu mezi rakem a potočnicemi. Potočnice jsou označovány za epibionty, kteří se živí detritem na krunýři raka. Tento vztah tedy může být chápán jako komenzálismus (Füreder et al., 2009; Skelton et al., 2013). Druhy požírající tkáň z žaberní dutiny patří mezi fakultativní parazity (Nesemann a Hutter, 2002). Tyto vztahy se však mohou měnit v souvislosti

s počtem potočnic na jednom jedinci – může to být v důsledku snížení potravní kompetice při zvýšeném počtu potočnic na jednom raku a naopak.

4.4 ROZŠÍŘENÍ

Výskyt zástupců třídy Branchiobdellae je geograficky omezen pouze na severní polokouli a na ní na Evropu, Severní Ameriku a východní Asii. V Severní Americe jsou potočnice rozšířeny od jižní Kanady po Mexiko a Kostariku. Celkem tu bylo nalezeno a popsáno přibližně 90 druhů potočnic. Ve východní Asii bylo zaznamenáno více než 20 druhů, především v Číně a Japonsku. Evropský areál rozšíření potočnic je vymezen na jedné straně západní částí území Francie a na východě pohořím Ural. Jižní hranice probíhá jižní Francií a severní Itálií až k Balkánskému poloostrovu a Ukrajině. Nejdále na severu byly potočnice nalezeny na jihu Švédska a jihu Finska (Nesemann, 1994; Gelder, 1999; Subchev, 2014).

V rámci řádu Branchiobdellida bylo v současnosti popsáno 21 rodů s přibližně 150 druhy. Většina z těchto druhů náleží do rodu *Branchiobdella* nebo *Cambarincola*. Dalším rodem spadajícím do řádu Branchiobdellida je *Xironogiton*. Právě zástupci tohoto rodu a rodu *Cambarincola* byli do Evropy zavlečeni spolu s importem severoamerických raků. Jediným autochtonním rodem v Evropě je *Branchiobdella*. V Evropě je tak možno nalézt celkem osm druhů: *Branchiobdella parasita*, *Branchiobdella pentadonta*, *Branchiobdella hexadonta*, *Branchiobdella astaci*, *Branchiobdella papillosa*, *Branchiobdella balcanica*, *Branchiobdella italica* a *Branchiobdella kozarovi* (Nesemann a Hutter, 2002; Subchev, 2014; Vlach et al., 2017;).

V České republice bylo dosud zjištěno pět druhů potočnic: *Branchiobdella parasita*, *Branchiobdella pentadonta*, *Branchiobdella hexadonta*, *Branchiobdella astaci*, *Branchiobdella balcanica* (Bádr, 2002; Ďuriš et al., 2006; Vlach et al., 2017).

4.5 MORFOLOGIE EVROPSKÝCH DRUHŮ POTOČNIC

Branchiobdella parasita

Jedná se o větší druh potočnice. Obvykle dosahuje rozměrů 4,5–10 mm, někdy i 12 mm (Subchev, 2014). Její výskyt je v Evropě velmi četný. Nejjižněji byla nalezena na severu Řecka. Velmi hojně se vyskytuje v horních částech Rýna a Dunaje (Nesemann a Hutter, 2002).

Její hlava je velká a má vejčitý tvar. Tuto potočnici lze dobře odlišit od ostatních druhů díky nápadně vyboulené hlavě. Ústa jsou široká, což jí umožňuje požívání i většího materiálu (Nesemann a Hutter, 2002). Nesemann a Hutter (2002) popisují, že je schopna pozřít i kořist o velikosti sebe sama. Je dravá, živí se detritem, nálevníky, larvami hmyzu a klanonožci. Charakteristický je pro ni rozšířený prstenec v rozsahu 5. až 12. článku. Na 9. a 10. článku jsou zřetelné gonopory samců a póry spermatéky. Střední část těla je válcovitá a zploštělá. Dospělí jedinci mohou být lososově až rezavě zbarvení. Mladí jedinci mívají bělavou barvu (Nesemann a Hutter, 2002). Charakteristické jsou pro ni přibližně stejně velké dva zuby, které mají uprostřed velký apikální hrot. Po stranách zubu jsou další 3 malé hroty. Tyto 3 hroty nemá *B. astaci*, se kterou by se mohly zaměnit (Subchev, 1984; Gelder et al., 1994; Subchev, 2014).

Branchiobdella pentadonta

B. pentadonta je potočnice velikosti maximálně 4-5 mm (Subchev, 2014). Pro tento druh potočnic je typické rozšíření těla 3. až 6. článku. Zuby v hlavové části jsou podobné *B. balcanica*. Každý zub má 5 hrotů, prostřední je největší (Gelder et al., 1994). Ventrální zub může mít hrotů až 7 (Subchev, 2014). Trubicovitá část spermaték bývá kratší nebo dosahuje maximálně stejné délky jako vakovitá část (Čermáková a Bádr, 2002).

Branchiobdella hexadonta

B. hexadonta je menší druh potočnice. Obvykle mívá její tělo velikost 3 až 4 mm. Hlava je kónická nebo válcovitá a je rozdělena brázdou na dvě části. Střední část těla je válcovitá a nezploštělá. Na 9. článku se nacházejí póry spermaték. Na 10. článku vyúsťují samčí gonopory. Dospělí jedinci jsou jemně bělaví až průsvitní (Nesemann a Hutter, 2002). V hlavové části se nacházejí dva obdélníkovité zuby. Dorsální nese 6 hrotů, přičemž vnější hroty jsou větší. Ventrální zub je stejný, ale nese pouze 5 hrotů (Subchev, 1984; Gelder et al., 1994; Nesemann a Hutter, 2002).

Branchiobdella astaci

Hlavním odlišovacím znakem od ostatních druhů je velikost těla. Obvykle dosahuje více než 4–5 mm (Subchev, 1984; Subchev, 2014). Dorsální zub je větší a nemá postranní hroty (Gelder et al., 1994; Čermáková a Bádr, 2002; Subchev, 2014).

Branchiobdella balcanica

Tělo má vřetenovitý charakter, v oblasti 4. článku je výrazné boční rozšíření. Chitinózní zuby jsou ledvinovitého tvaru a mají 5 až 6 hrotů. Prostřední hrot je nejdelší (Subchev, 1984). Spermatéky jsou bez viditelných zaškrncení a trubicovitá část spermaték je zakončena bursou (Čermáková a Bádr, 2002).

Branchiobdella papillosa

Potočnice náležející mezi velké druhy. Jejich délka dosahuje až 5,2 mm. Střední část těla je štíhlá a válcovitá a nese 4 páry nápadných papilkovitých rozšíření. 5. až 7. článek je rozšířen v prstenec. Zuby jsou velmi podobné jako u *B. parasita*. Jsou trojúhelníkovité a po stranách nesou 3 menší hroty. Uprostřed zub vybíhá ve velký apikální hrot. Od *B. parasita* se odlišuje širší přední částí a štíhlejší střední částí těla (Nesemann a Hutter, 2002). Tento druh byl zjištěn pouze na jedincích raka kamenáče v Rakousku (Nesemann a Hutter, 2002).

Branchiobdella italica

Dorzální zub má 6 hrotů, ale ventrální pouze 5 hrotů. Prostřední hrot bývá větší (Gelder et al., 1994). Trubicovitá část spermaték je, na rozdíl od *B. pentadonta*, 1,5 až 2 × delší než vakovitá část spermaték (Čermáková a Bádr, 2002).

Branchiobdella kozarovi

Jde o potočnice s oválnou hlavou. Zuby mají stejnou velikost a obdélníkový tvar. Dorzální zub nese 6 hrotů, ventrální pouze 5. Prostřední hrot je delší (Kolesnikova a Utevsky, 2012). Spermatéky jsou zaškrncením rozděleny na vakovitou a trubicovitou část. Trubicovitá část spermaték dosahuje maximálně délky vakovité části spermaték (Čermáková a Bádr, 2002).

5 METODIKA

Terénní výzkum probíhal v období od 14. září do 16. listopadu 2019. Bylo probádáno celkem šest toků ve třech krajích.

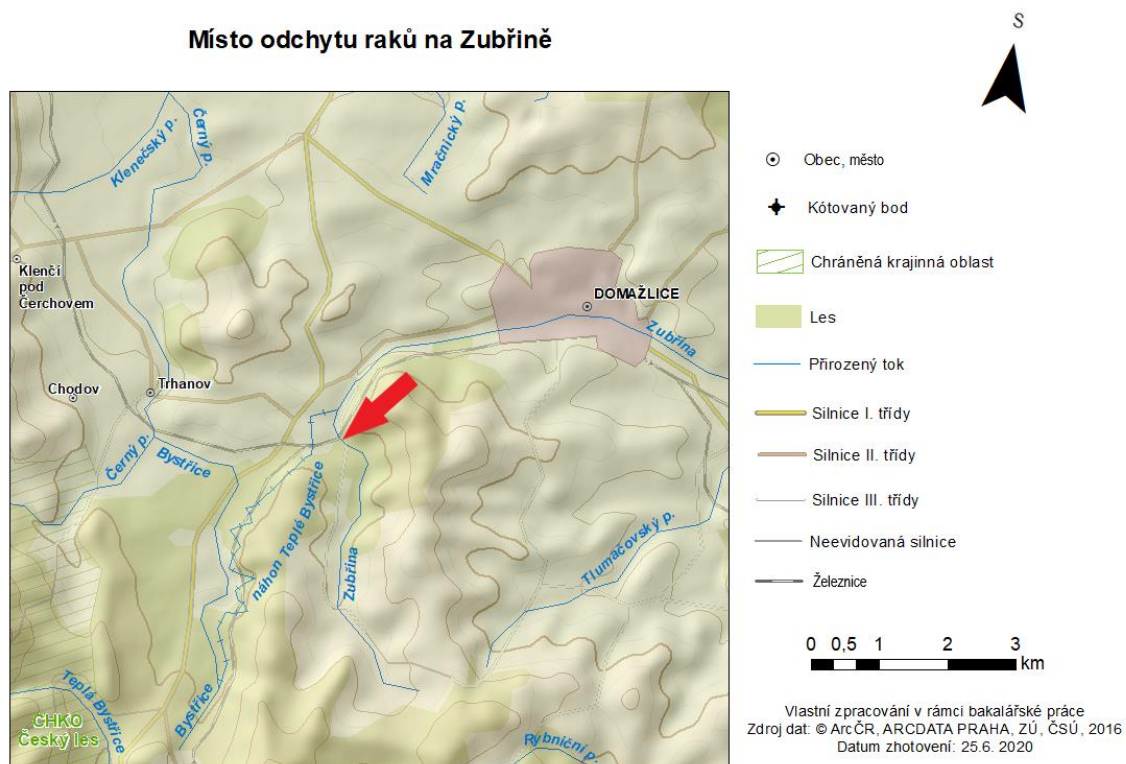
Osobně jsem se podílela na odchytu raků a sběru potočnic pod odborným dozorem, který laskavě vykonával RNDr. Pavel Vlach, Ph.D.

5.1 CHARAKTERISTIKA TOKŮ

V Plzeňském kraji byl probádán potok Zubřina, Mítovský potok, Příkosický potok a Mešenský potok. Ve Středočeském kraji se jednalo o Ohrazenický potok. Posledním tokem byl Chvalšinský potok v Jihočeském kraji. Na všech tocích byl prokázán výskyt raka kamenáče, raka říčního nebo jejich sympatrický výskyt. Příkladem sympatrického výskytu raka kamenáče a raka říčního je potok Zubřina.

5.1.1 ZUBŘINA

Potok Zubřina se nachází v okrese Domažlice Plzeňského kraje. Tato říčka je jedním z pravostranných přítoků řeky Radbuzy, do které ústí v nadmořské výšce 355 m u Staňkova. Pramení v nadmořské výšce 552 m u obce Pelechý a na celém svém průběhu, který měří 33,1 km, protéká několika obcemi. Její voda je zadržována po směru toku nejprve Pasečnickým rybníkem a poté říčka protéká přírodním parkem Zelenov, kde napájí Strakovský a Zelenovský rybník. Průměrný průtok říčky v oblasti ústí je $1,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a plocha povodí $213,7 \text{ km}^2$ (Vlach et al., 2009). Povodím spadá pod řeky Střelu a Berounku (Vlček et al., 1984). Zubřina představuje jediný tok, kde žijí současně raci obou zkoumaných druhů. Odchyt raků probíhal na několika úsecích říčky. Potočnice však byly nalezeny pouze v místě se souřadnicemi $49^{\circ}25'6.744''$ severní šířky a $12^{\circ}53'7.628''$ východní délky.

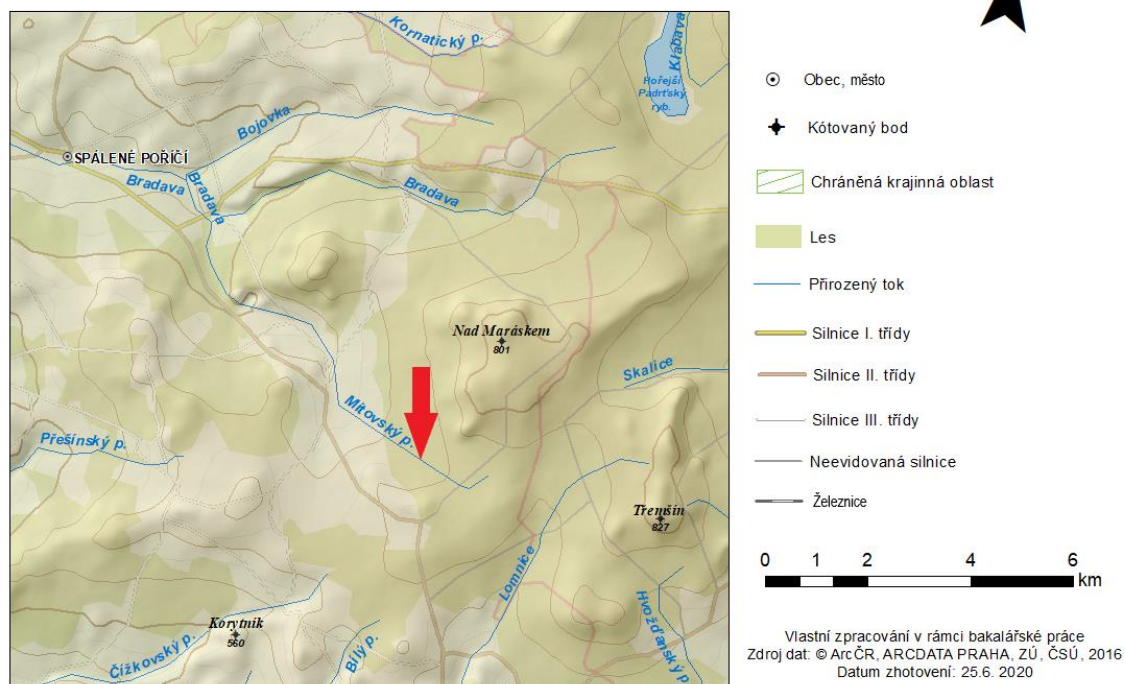


Obr. 1: Mapa znázorňující místo odchytu na Zubřině

5.1.2 MÍTOVSKÝ POTOK

Mítovský potok pramení v bohatém lesním porostu na jihu CHKO Brdy u obce Chynín v nadmořské výšce 675 m. Celková délka potoku je 9,3 km. Povodí má plochu 32,5 km². Ve svém průběhu potok napájí rybník Drahot a Kolářík. V dolní části toku se po obou jeho březích nachází přírodní památka Hořehledy. U samotné obce Hořehledy se potok z levé strany vlévá do Bradavy v nadmořské výšce 450 m. Je součástí povodí Úslavy (Vlček et al., 1984). Odchyt raků proběhl v místě se souřadnicemi 49°34'31.299" severní šířky a 13°41'44.112" východní délky.

Místo odchyту raků na Mítovském potoce

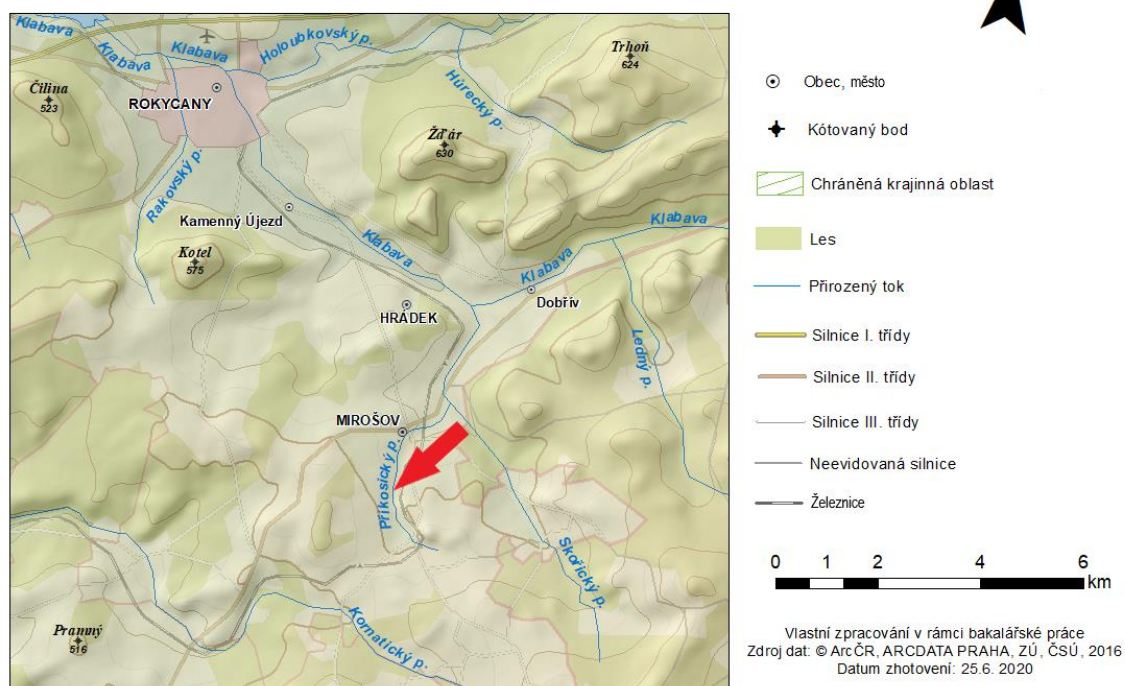


Obr. 2: Mapa znázorňující místo odchytu na Mítovském potoce

5.1.3 PŘÍKOSICKÝ POTOK

Příkosický potok pramení v nadmořské výšce 500 m u obce Štítov. Protéká obcemi Příkosice a Mirošov. Voda Příkosického potoka napájí rybník Pohodák, který se nachází mezi zmíněnými obcemi. U Mirošova se potok vlévá do Skořického potoka. Celková délka toku je 3,5 km. Tvoří povodí Klabavy (Vlach et al., 2009). Odchyt raků byl prováděn na místě pod rybníkem Pohodák se souřadnicemi 49°40'36.986" severní šířky a 13°39'28.781" východní délky.

Místo odchytu raků na Příkosickém potoce

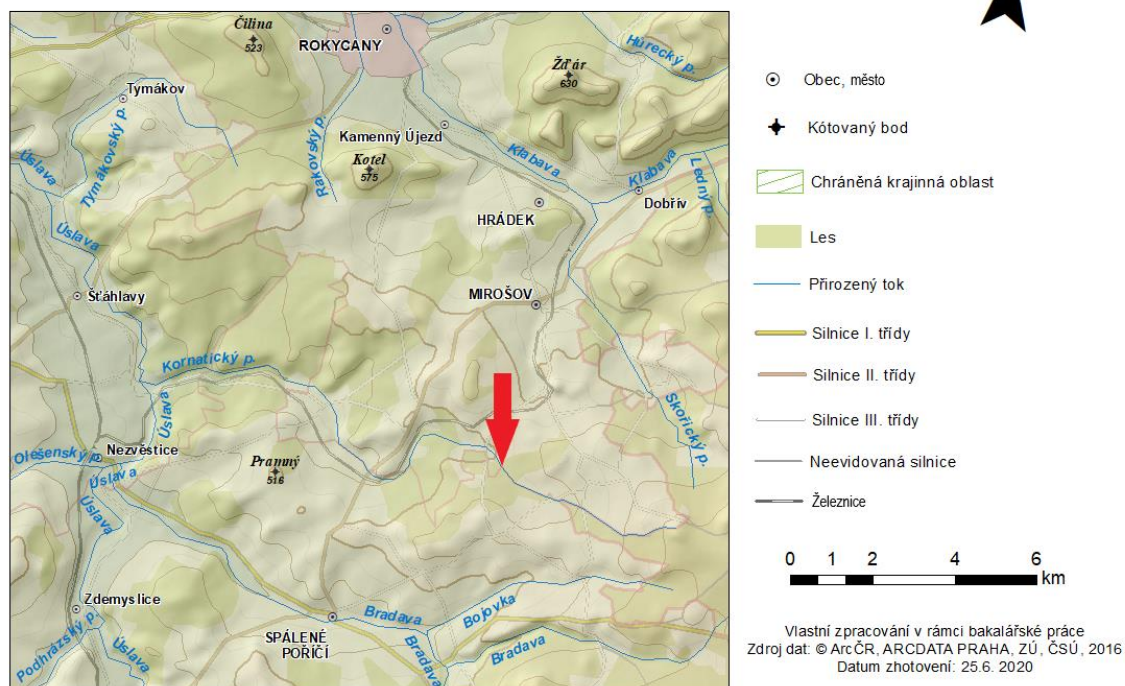


Obr. 3: Mapa znázorňující místo odchytu na Příkosickém potoce

5.1.4 MEŠENSKÝ POTOK

Místo pramenu Mešenského potoka leží v Brdech u Trokavce v nadmořské výšce 595 m. V obci Kornatice do potoka ústí z pravé strany Kábovský potok a pod zříceninou hradu Lopaty také zprava potok Hádecký. Mešenský potok napájí Příkosický rybník a za obcí Kornatice také Kornatický rybník. U obce Štáhlavice ústí Mešenský potok v nadmořské výšce 352 m do řeky Úslavy. Celková délka toku je 16,2 km (Vlček et al., 1984). Lov raků byl prováděn v místě před Příkosickým rybníkem se souřadnicemi 49°39'11.526" severní šířky a 13°39'6.650" východní délky.

Místo odchyту raků na Mešenském (Kornatickém) potoce



Obr. 4: Mapa znázorňující místo odchytu na Mešenském potoce

5.1.5 OHRAZENICKÝ POTOK

Tento potok sbírá vodu v lesích Brd u vrcholu Brda v nadmořské výšce přibližně 610 m. Potok napájí Pstruhový a Mlýnský rybník. V obci Jince ústí z levé strany do Litavky. Povodím je součástí řeky Berounky. Odchyt raků byl proveden mezi Pstruhovým a Mlýnským rybníkem na místě se souřadnicemi 49°46'3.135" severní šířky a 13°57'30.933" východní délky.

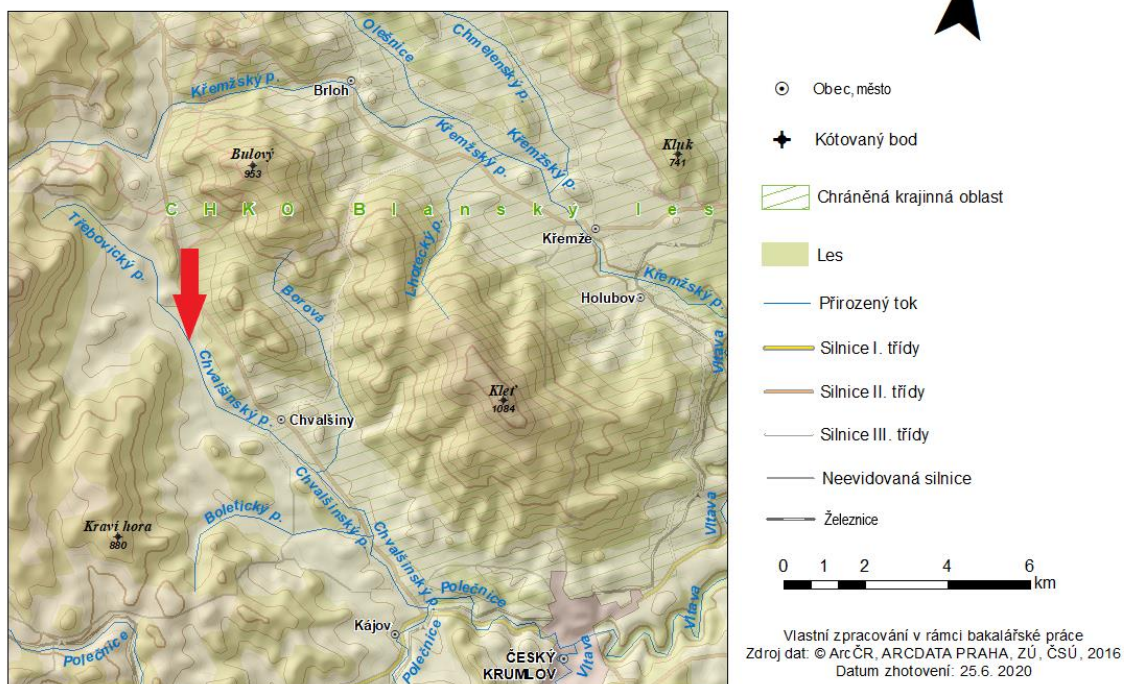


Obr. 5: Mapa znázorňující místo odchytu na Ohrazenickém potoce

5.1.6 CHVALŠINSKÝ POTOK

Chvalšinský potok pramení jako Třebovický potok ve Vojenském újezdu Boletice. Sbírá vodu přibližně už v nadmořské výšce 725 m u vrcholu Malý Plešný. Za obcí Třebovice ústí do potoka přítok z Březovického rybníka. Chvalšinský potok sám napájí rybník Okrouhlík. Za Okrouhlíkem se do něj vlévá Lužný potok a nedaleko také Střemilský potok. Potok je nazván podle blízké obce Chvalšiny. U obce Kájov ústí z levé strany do Polečnice, která je součástí povodí Vltavy. Odchyt raků proběhl nedaleko obce Chvalšiny v místě se souřadnicemi $48^{\circ}51'30.746''$ severní šířky a $14^{\circ}11'6.468''$ východní délky.

Místo odchyту raků na Chvalšinském potoce



Obr. 6: Mapa znázorňující místo odchytu na Chvalšinském potoce

5.2 METODIKA SBĚRU DAT V TERÉNU

Samotný sběr dat v terénu spočíval v šetrném ručním odchytu raků. Odchyt byl prováděn na všech tocích v přibližně stejně dlouhém úseku o délce 100 m. V této délce byly prohledávány potenciální račí úkryty. Ty představovaly nejčastěji volné prostory pod kameny, pod naplaveným dřevem, příbřežní kořenové systémy keřů a stromů nebo račí nory. Při postupném prohledávání jsme vždy postupovali proti směru toku vody, aby nevznikal nežádoucí kal ve vodě.

Na všech tocích bylo nasbíráno celkem 88 raků obou druhů, z toho 49 raků kamenáčů a 39 raků říčních. V získaném souboru exemplářů převažovali samci, kterých bylo 52, samic 35. Odloven byl jeden rak obojího pohlaví.

Po odchycení byli raci umístěni do nádoby s potoční vodou. Následně byli jednotlivě narkotizováni v jiné nádobě s roztokem vody potoční a balené perlivé vody. Roztok byl smísen vždy v poměru 1:1. Raci byli narkotizováni nejdéle po dobu 2 minut. Poté byl určen druh raka, jeho pohlaví a proběhlo měření každého jedince posuvným měřítkem

s přesností na 0,01 mm ve střední linii od rostra po telson. Pinzetou byly důkladně odebrány potočnice, které byly následně fixovány v označených zkumavkách se 70% roztokem ethanolu.

5.3 DETERMINACE NALEZENÝCH POTOČNIC

Odebrané potočnice byly prohlíženy pod binokulární lupou se zvětšením 60 × až 80 ×. Pod lupou byly potočnice determinovány podle vnější morfologie. Dále byla změřena délka těla pomocí milimetrového papíru. Následně byl udělán roztlačový preparát potočnice, který byl pozorován pod světelným mikroskopem se zvětšením 100 × až 400 ×. Druhové určení proběhlo na základě morfologicky specifických znaků chitinózních zubů, charakteristických pro jednotlivé druhy. Pokud byly zuby překryty a byly špatně rozeznatelné, bylo nutné je opatrně vypreparovat, aby mohly být správně určeny. Fotografie chitinózních zubů nalezených druhů se nacházejí v přílohách na konci práce.

5.4 METODY VYHODNOCENÍ DAT

Vyhodnocování dat bylo prováděno pro jednotlivé druhy raků zvlášť. Základní popisné charakteristiky jako průměr, minimum, maximum, směrodatná odchylka, medián a ostatní kvartily byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel 2010. Rovněž grafické zpracování a prezentace dat bylo provedeno v tomto programu.

K vyhodnocení byla používána Yatesova transformace χ^2 test a k ostatním testům program NCSS 9.0. Testy byly prováděny s hladinou významnosti 5 % ($P < 0,05$).

Délková struktura

Data byla nejprve zanesena do tabulkového procesoru (Microsoft Excel). Poté byl zjištěn poměr samců a samic na tocích. Jelikož jsou samci obvykle větší než samice, mohlo by to mít vliv na samotné vyhodnocení. Poměr byl zjištěn pomocí Yatesovy transformace χ^2 testem, dostupné na internetové stránce Quantpsy.org. Následně bylo nutné otestovat normalitu rozdělení dat pomocí programu NCSS 9.0. Pokud normalita nebyla porušena, byly použity pro porovnávání délkové struktury parametrické metody hodnocení v programu NCSS 9.0 (ANOVA a Turkey-Kramerův test). V případě porušení normality byly použity neparametrické metody hodnocení (Kruskal-Wallis a Turkey-Kramerův test). Turkey-Kramerův test sloužil vždy pro mnohonásobné porovnání délkových struktur na jednotlivých tocích navzájem.

Počet potočnic na jednom jedinci raka

Podobně byl zpracován i počet potočnic na jednom jedinci raka. U obou druhů byly použity neparametrické metody hodnocení (Kruskal-Wallis a Turkey-Kramerův test).

Závislost mezi délkou raka a počtem potočnic

Závislost mezi délkou raka a počtem potočnic byla zpracována metodou lineární regrese v programu NCSS 9.0.

6 VÝSLEDKY

Rak kamenáč

V průběhu terénního výzkumu bylo odloveno celkem 49 jedinců raka kamenáče na 4 tocích. U raka kamenáče bylo samčí pohlaví zastoupeno 23 jedinci a samičí pohlaví 26 jedinci.

Na Zubřině bylo nalezeno celkem 14 jedinců raka kamenáče, z toho 8 samců a 6 samic. Na Mítovském potoce bylo odchyceno 9 raků kamenáče v poměru 4 samci a 5 samic. Dalším tokem s výhradním výskytem raka kamenáče je Příkosický potok. Zde bylo odchyceno celkem 13 jedinců, kteří se skládali z 5 samců a 8 samic. Posledním tokem s výskytem raka kamenáče byl Mešenský potok, kde bylo nalezeno rovněž celkem 13 zástupců, 6 samců a 7 samic. Uvedené údaje jsou patrné i z tabulky 1.

Poměr pohlaví na jednotlivých tocích se statisticky významně neliší (Yatesova transformace $\chi^2 = 1,793$; $P = 0,839$).

Tab. 1: Počet samců a samic raka kamenáče na jednotlivých tocích

Potok	samec	samice	Celkem
Mítovský	4	5	9
Mešenský	6	7	13
Příkosický	5	8	13
Zubřina	8	6	14
Celkem	23	26	49

Rak říční

Jedinci raka říčního byli loveni na 3 tocích. U raka říčního bylo samčí pohlaví zastoupeno celkem 30 jedinci a samičí pohlaví 10 jedinci.

Na Zubřině bylo nalezeno dohromady 9 jedinců raka říčního, skládajících se z 6 samců a 3 samic. Raci říční byli dále loveni na Ohrazenickém potoce, kde jich bylo celkem 16. Pohlavním zastoupením jasně převažovali samci, kterých bylo 15. Poslední nalezený jedinec na tomto potoce měl, jako jediný, obojí pohlaví. Na Chvalšinském potoce bylo odchyceno 14 raků říčních, z toho 8 samců a 6 samic. Uvedené údaje jsou patrné i z tabulky 2.

Poměr pohlaví na jednotlivých tocích se statisticky významně lišil (Yatesova transformace $\chi^2 = 8,917$; $P = 0,043$). Jedinci samčího pohlaví byli selektivně vybíráni pro jiné účely. Míra výskytu potočnic však není závislá na pohlaví.

Tab. 2: Počet samců a samic raka říčního na jednotlivých tocích

Potok	samec	samice	Celkem
Ohrazenický	15	intersex	15
Chvalšinský	8	6	14
Zubřina	6	3	9
Celkem	29	9	38

6.1 DÉLKOVÁ STRUKTURA RAKA KAMENÁČE

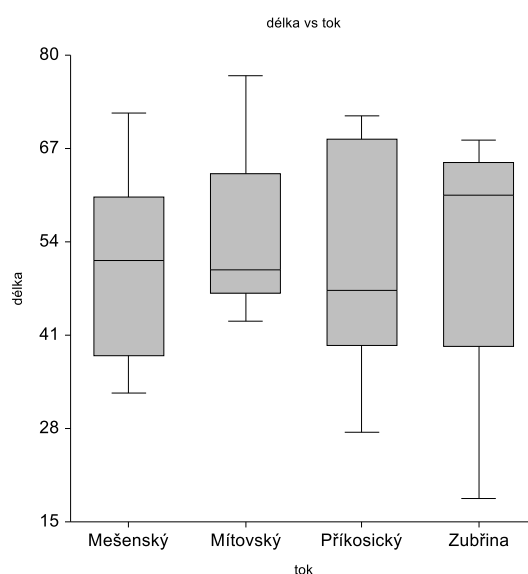
Průměrné délky odlovených raků se výrazně nelišily. Nejdelší jedinec na Mítovském potoce měřil 77,2 mm, naopak nejmenší 43,0 mm. Průměrná délka raků zde dosahovala 54,96 mm (SD = 10,82). Průměrná délka jedinců na Zubřině byla 52,69 mm (SD = 16,64). Největší jedinec zde měřil 68,2 mm, nejmenší 18,3 mm. Na Příkosickém potoce byla průměrná délka 50,95 mm (SD = 14,25). Největší jedinec na Příkosickém potoce měřil 71,6 mm, nejmenší jedinec 27,5 mm. Průměrná délka na Mešenském potoce byla 50,75 mm (SD = 12,57). Nejdelší jedinec zde měřil 72 mm a nejmenší 33 mm. Zjištěné údaje jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3: Délková struktura raka kamenáče.

Počet jedinců, délka těla (mm), směrodatná odchylka (mm), minimum a maximum (mm).

Potok	počet	průměr	SD	minimum	maximum
Mítovský	4	54,96	10,82	43	77,2
Mešenský	6	50,75	12,57	33	72
Příkosický	5	50,95	14,25	27,5	71,6
Zubřina	8	52,69	16,64	18,3	68,2

Statistické testy ukázaly, že délková struktura jedinců raka kamenáče na jednotlivých tocích se statisticky významně neliší (ANOVA; $F = 0,19$; $P = 0,906$). Délkové struktury raka kamenáče jsou zobrazeny v grafu na obrázku 7.



Obr. 7: Boxplot zobrazující délkovou strukturu raka kamenáče na jednotlivých tocích. Osa x – tok, osa y – délka (mm); (medián, interkvartilové rozpětí – IQR, nejbližší nižší hodnota než $1,5 \times \text{IQR}$, nejbližší vyšší hodnota než $-1,5 \times \text{IQR}$)

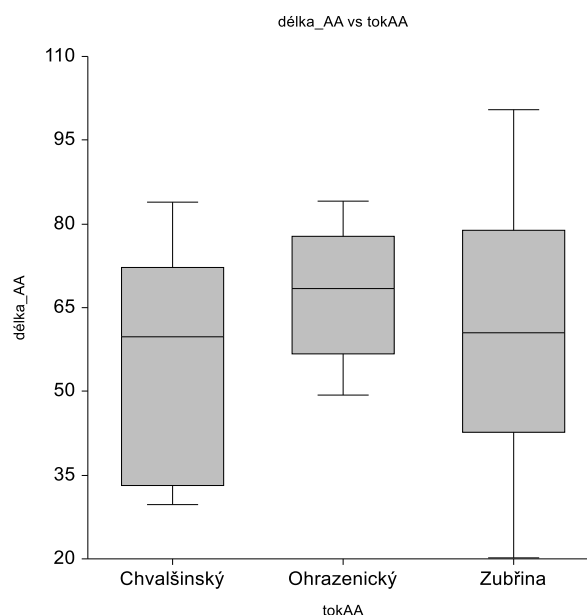
6.2 DÉLKOVÁ STRUKTURA RAKA ŘÍČNÍHO

Nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly v délkové struktuře raků říčních na jednotlivých lokalitách (ANOVA; $F=1,26$; $P=0,295$).

Na Ohrazenickém potoce byla zjištěna průměrná délka jedinců 67,18 mm ($SD = 10,71$). Nejdelší jedinec zde dosahoval 80,5 mm, naopak nejmenší 49,3 mm. Na Zubřině činila průměrná délka raků 60,31 mm ($SD = 23,41$). Byl zde nalezen nejdelší jedinec ze všech toků, který měřil 100,5 mm. Nejmenší jedinec měřil 20,1 mm. Průměrná délka jedinců na Chvalšinském potoce byla 57,06 mm ($SD = 18,09$). Nejdelší jedinec měřil 83,87 mm a naopak nejmenší 32 mm. Údaje jsou uvedeny i v tabulce č. 4. Délkové struktury raka říčního jsou viditelné v grafu na obrázku 8.

Tab. 4: Délková struktura raka říčního. Počet jedinců, délka těla (mm), směrodatná odchylka (mm), minimum a maximum (mm).

Potok	počet	průměr	SD	minimum	maximum
Ohrazenický	4	67,18	10,71	49,3	80,5
Chvalšinský	6	57,06	18,09	32	83,87
Zubřina	5	60,31	23,41	20,1	100,5



Obr. 8: Boxplot zobrazující délkovou strukturu raka říčního na jednotlivých tocích. Osa x – tok, osa y – délka (mm); (medián, interkvartilové rozpětí – IQR, nejbližší nižší hodnota než $1,5 \times \text{IQR}$, nejbližší vyšší hodnota než $1,5 \times \text{IQR}$)

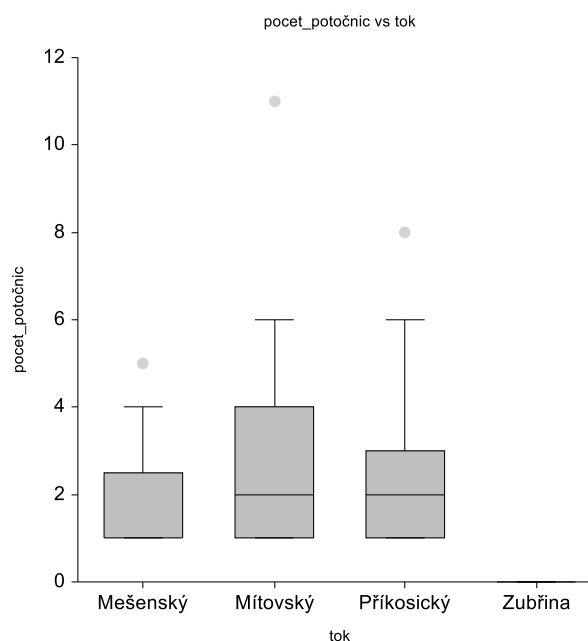
6.3 POČET POTOČNIC NA JEDNOM JEDINCI RAKA KAMENÁČE NA JEDNOTLIVÝCH TOCÍCH

Hodnota mediánu počtu potočnic na jednoho raka kamenáče na Mešenském potoce byla pouze 1 ($Q_1 = 1$; $Q_3 = 2$). Maximální počet potočnic na jednom jedinci byl 8 kusů. Na Mítovském potoce byla hodnota mediánu 2 ($Q_1 = 1$; $Q_3 = 2$). Maximální počet potočnic na jednom jedinci byl 11 kusů. Hodnota mediánu na Příkosickém potoce byla 2 ($Q_1 = 1$; $Q_3 = 2$). Maximálně tu bylo na jednom jedinci nalezeno 5 potočnic. Na všech tocích byli nalezeni jedinci s minimálně jednou potočnicí. Výjimkou byla Zubřina, kde nebyly nalezeny žádné potočnice. Uvedené údaje jsou patrné z tabulky 5. Jsou viditelné z grafu na obrázku 9.

Průměrný počet potočnic na raku kamenáči se mezi sledovanými toky významně lišil (Kruskal-Wallis; $H = 29,75$; $P = 0,00002$).

Tab. 5: Počet potočnic na jednom jedinci raka kamenáče na jednotlivých tocích. Minimum (ks), Q_1 hodnota prvního kvartilu (ks), Q_2 medián (ks), Q_3 hodnota třetího kvartilu (ks), maximum (ks).

Potok	minimum	Q_1	Q_2	Q_3	maximum
Mítovský	1	1	2	2	11
Mešenský	1	1	1	2	8
Příkosický	1	1	2	2	5
Zubřina	0	0	0	0	0



Obr. 9: Boxplot zobrazující počet potočnic na jednom jedinci raka kamenáče na jednotlivých tocích. Osa x – tok, osa y – délka (mm); (medián, interkvartilové rozpětí – IQR, nejbližší nižší hodnota než $1,5 \times IQR$, nejbližší vyšší hodnota než $-1,5 \times IQR$)

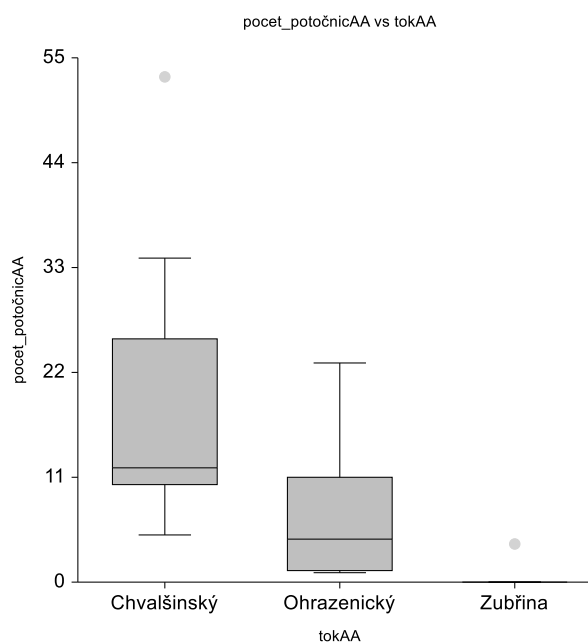
6.4 POČET POTOČNIC NA JEDNOM JEDINCI RAKA ŘÍČNÍHO NA JEDNOTLIVÝCH TOCÍCH

Hodnota mediánu počtu potočnic na jednoho raka říčního na Ohrazenickém potoce byla 4,5 ($Q_1 = 1,75$; $Q_3 = 11$). Byl zde nalezen jedinec s maximálním množstvím 23 kusů potočnic a jedinec s nejméně 1 potočnicí. Na Chvalšinském potoce měl medián hodnotu 12 ($Q_1 = 11$; $Q_3 = 24$). Výskyt potočnic zde byl vůbec největší. Nejméně tu měl jedinec na sobě 5 potočnic, naopak maximálním počtem bylo 53 kusů na jednom jedinci. Na Zubřině byl nalezen pouze jeden jedinec, který měl na sobě 4 potočnice. Zjištěné údaje jsou patrné z tabulky 6. Rozdíly na jednotlivých tocích jsou viditelné z grafu na obrázku 10.

Bylo zjištěno, že počet potočnic na jednom jedinci raka říčního se mezi sledovanými toky významně lišil (Kruskal-Wallis; $H = 24,92$; $P = 0,00004$).

Tab. 6: Počet potočnic na jednom jedinci raka říčního na jednotlivých tocích. Minimum (ks), Q₁ hodnota prvního kvartilu (ks), Q₂ medián (ks), Q₃ hodnota třetího kvartilu (ks), maximum (ks).

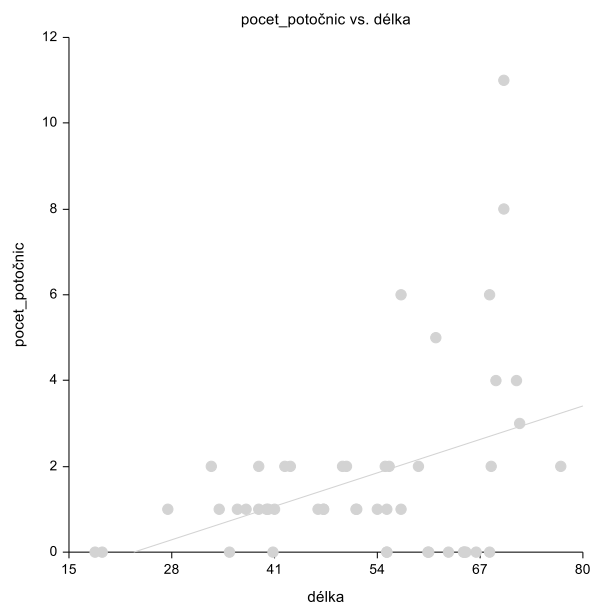
Potok	minimum	Q ₁	Q ₂	Q ₃	maximum
Ohrazenický	1	1,75	4,5	11	23
Chvalšinský	5	11	12	24	53
Zubřina	0	0	0	0	4



Obr. 10: Boxplot zobrazující počet potočnic na jednom jedinci raka říčního na jednotlivých tocích. Osa x – tok, osa y – délka (mm); (medián, interkvartilové rozpětí – IQR, nejbližší nižší hodnota než $1,5 \times \text{IQR}$, nejbližší vyšší hodnota než $-1,5 \times \text{IQR}$)

6.5 ZÁVISLOST MEZI DÉLKOU RAKA KAMENÁČE A POČTEM POTOČNIC

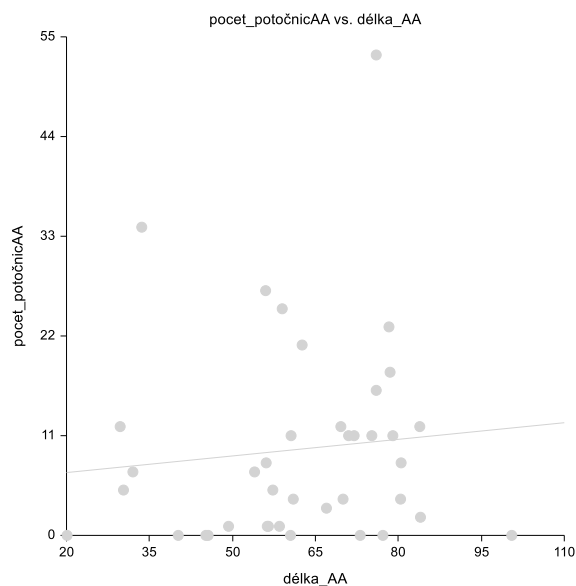
Metodou lineární regrese byla zjištěna závislost mezi délkou raka a počtem potočnic. U raka kamenáče jsme statisticky potvrdili, že na daných tocích s rostoucí délkou raka roste i počet potočnic. Tento vztah můžeme popsat přímkou: počet potočnic = $0,0601 \times \text{délka těla} - 1,3968$ ($T = 2,87$; $P = 0,006$). Závislost je patrná rovněž z grafu na obrázku 11.



Obr. 11: Graf zobrazující závislost mezi délkou raka kamenáče a počtem potočnic. Osa x – délka (mm), osa y – počet potočnic (ks)

6.6 ZÁVISLOST MEZI DÉLKOU RAKA ŘÍČNÍHO A POČTEM POTOČNIC

Bylo zjištěno, že podobná závislost mezi délkou raka a počtem potočnic u raka říčního neplatí. U raka říčního jsme statisticky nepotvrdili, že na daných tocích s rostoucí délkou raka roste i počet potočnic. Což je viditelné i z grafu na obrázku 12.



Obr. 12: Graf zobrazující závislost mezi délkou raka říčního a počtem potočnic. Osa x – délka (mm), osa y – počet potočnic (ks)

6.7 ZJIŠTĚNÉ DRUHY POTOČNIC

Výskyt potočnic byl zjištěn v různé míře celkem na 6 lokalitách. Byl zaznamenán výskyt třech evropských druhů potočnic – *Branchiobdella parasita*, *Branchiobdella pentadonta* a *Branchiobdella hexadonta*.

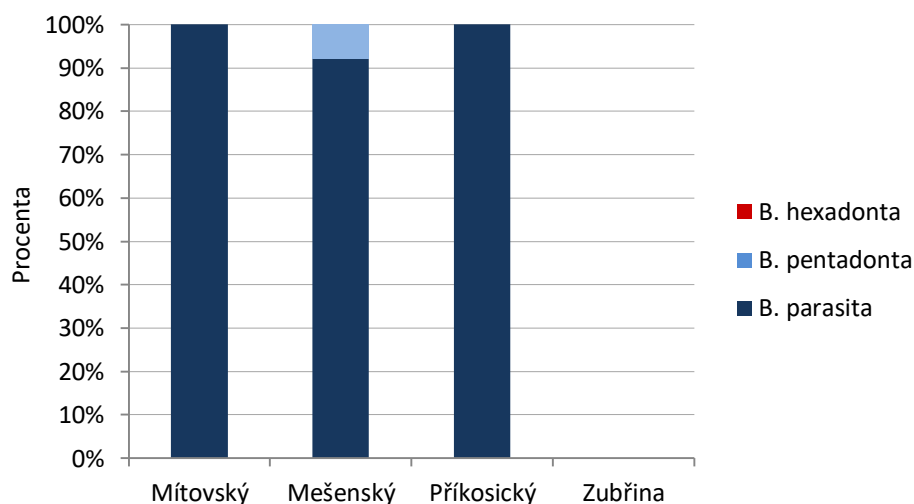
6.7.1 RAK KAMENÁČ

Na zástupcích raka kamenáče bylo nalezeno a determinováno celkem 85 jedinců potočnic. Největší druhové zastoupení na všech potocích měla *Branchiobdella parasita*. Té bylo na raku kamenáči nalezeno celkem 83 kusů. Nejvíce na Příkosickém potoce, kde bylo determinováno všech 32 potočnic jako *B. parasita*. Podobně tomu bylo i na Mítovském potoce. I zde bylo všech 28 nalezených potočnic určeno jako *B. parasita* a nebyl zaznamenán žádný jiný druh. Jinak tomu bylo na Mešenském potoce. I na tomto potoce převažoval nález *B. parasita*, celkem 23 kusů. Ale oproti ostatním tokům tu byly nalezeny i 2 potočnice druhu *Branchiobdella pentadonta*. Uvedené údaje jsou uvedeny rovněž v tabulce 7. Procentuální zastoupení druhů je viditelné z grafu na obrázku 13.

Na raku kamenáči tedy zcela převažoval nález *B. parasita*. Nebyly tak zjištěny statisticky významné rozdíly v četnosti jednotlivých druhů potočnic na sledovaných tocích (Yatesova transformace $\chi^2 = 4,916$; $P = 0,55$).

Tab. 7: Zjištěné druhy potočnic na raku kamenáči (ks)

Potok	B. parasita	B. pentadonta	B. hexadonta	Celkem
Mítovský	28	0	0	28
Mešenský	23	2	0	25
Příkosický	32	0	0	32
Zubřina	0	0	0	0
Celkem	83	2	0	85



Obr. 13: Graf zobrazující procentuální zastoupení jednotlivých druhů potočnic na raku kamenáči

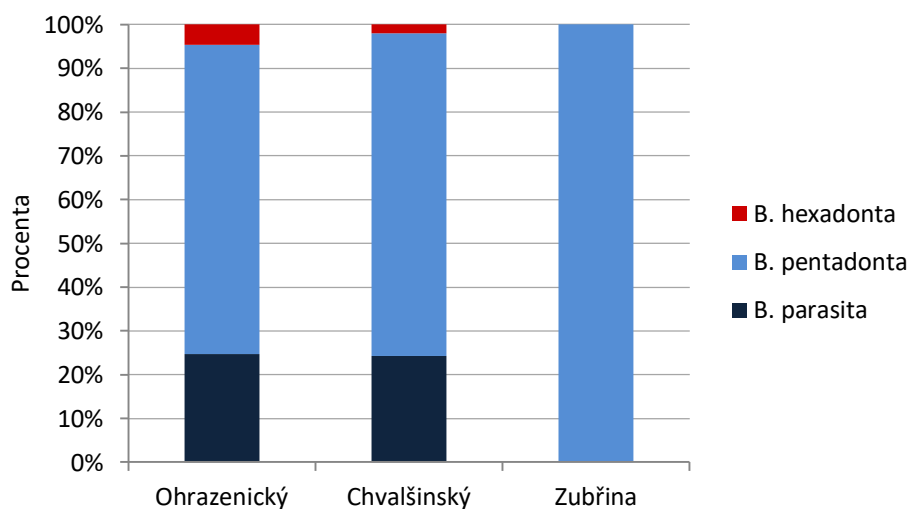
6.7.2 RAK ŘÍČNÍ

Na jedincích raka říčního bylo, v porovnání s rakem kamenáčem, nalezeno mnohem více potočnic. Celkem bylo determinováno 369 potočnic. Zastoupením převažovala *Branchiobdella pentadonta*. Jedinců tohoto druhu bylo 270. Většina z těchto potočnic pocházela z Chvalšinského potoka. Na tomto potoce jich bylo 189. Na Ohrazenickém potoce bylo odloveno 77 jedinců *B. pentadonta*. Na Zubřině se vyskytovaly pouze 4 potočnice a to pouze *B. pentadonta*. Na ostatních tocích byly nalezeny i druhy *B. parasita* a *B. hexadonta*. Jedinců *B. parasita* bylo na Chvalšinském potoce 62, rovněž více než na Ohrazenickém. Na Ohrazenickém bylo zaznamenáno 27 potočnic *B. parasita*. Zastoupení potočnic *Branchiobdella hexadonta* bylo na obou potocích stejné, celkem 5 kusů. Tyto údaje jsou uvedeny v tabulce 8. Procentuální zastoupení druhů je patrné z grafu na obrázku 14.

V četnosti výskytu jednotlivých druhů potočnic na raku říčním na sledovaných tocích nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly (Yatesova transformace $\chi^2 = 3,556$; $P = 0,469$).

Tab. 8: Zjištěné druhy potočnic na raku říčním (ks)

Potok	B. parasita	B. pentadonta	B. hexadonta	Celkem
Ohrazenický	27	77	5	109
Chvalšinský	62	189	5	256
Zubřina	0	4	0	4
Celkem	89	270	10	369



Obr. 14: Graf zobrazující procentuální zastoupení jednotlivých druhů potočnic na raku říčním

6.7.3 VZÁJEMNÉ POROVNÁNÍ ZJIŠTĚNÝCH DRUHŮ POTOČNIC NA RAKU KAMENÁČI A RAKU ŘÍČNÍM

Při vzájemném porovnání nalezených druhů potočnic na raku kamenáči a raku říčním byly zaznamenány signifikantní rozdíly (Yatesova transformace $\chi^2 = 158,72$; $P = 0$). Na raku kamenáči převažovali jedinci druhu *B. parasita*, zatímco na raku říčním *B. pentadonta*. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů potočnic je znázorněno na obrázcích 13 a 14.

7 DISKUZE

V rámci výzkumu této bakalářské práce bylo odchyceno 49 jedinců raka kamenáče na 4 tocích a 38 jedinců raka říčního na 3 tocích. Na tocích byl prokázán výskyt raka kamenáče nebo raka říčního, či dokonce jejich sympatrický výskyt. Všichni raci byli podrobeni analýzám délkové struktury a závislosti počtu potočnic na délce raka. Ze všech jedinců byly odebrány potočnice, kterých bylo v celkovém součtu 454. Statisticky byl vyhodnocen počet potočnic na jednoho jedince raka. Dále bylo u potočnic určeno druhové zařazení na základě vnější i vnitřní morfologie.

Z výsledků vyplývá, že délková struktura odlovených jedinců raka kamenáče se na jednotlivých tocích navzájem nelišila. V průměru se na všech tocích pohybovaly velikosti 51 až 55 mm. Kozák et al. (2015) uvádějí velikost raka kamenáče u samic 6 až 9 cm a samců 8 až 10 cm. Na všech vybraných tocích jsou tedy v porovnání s uvedenými velikostmi menší jedinci. Může to být způsobeno mírnou převahou samic ve vybraných vzorcích. Samice bývají totiž zpravidla menší než samci. Pouze na Zubřině bylo nalezeno více samců než samic.

U raka říčního byli na Ohrazenickém potoce selektivně vybíráni jedinci samčího pohlaví na jiný výzkum. Díky této skutečnosti se poměr pohlaví na jednotlivých tocích signifikantně lišil a hodnocení délkových struktur tak mohlo být mírně zkresleno. Přesto se délkové struktury jedinců na tocích výrazně nelišily. Průměrné délky se na tocích pohybovaly od 60 do 67 mm. Kozák et al. (2015) popisují, že délka raka říčního může dosahovat mezi 15 až 20 cm. V porovnání s tímto údajem jsou na všech tocích spíše menší jedinci.

Z výsledků hodnocení počtu potočnic na jednom jedinci raka kamenáče na jednotlivých tocích je patrné, že se signifikantně liší. Je to způsobené tím, že při terénním výzkumu na Zubřině byla zjištěna nepřítomnost potočnic na jedincích raka kamenáče. Tato skutečnost ovlivnila i vývoj celého výzkumu v rámci bakalářské práce. Jak uvádějí autoři (Vlach et al., 2017; Šrámková, 2014), potočnice na jedincích raka kamenáče se v minulých letech na Zubřině vyskytovaly v hojném počtu. Popisují počet potočnic na Zubřině jako vůbec nejvyšší (306 ks) z vybraných toků s prokázaným výskytem raka kamenáče. Uvádějí 17 kusů potočnic jako průměrnou hodnotu počtu potočnic na jednoho raka kamenáče (Vlach et al., 2017; Šrámková, 2014).

Pro lepší vyjádření počtu potočnic byla použita hodnota mediánu místo průměru. Jen u Mešenského potoka byla hodnota mediánu 1, u ostatních byla 2.

U hodnocení počtu potočnic na jednom jedinci raka říčního na jednotlivých tocích byla situace obdobná. Zubřina je jediným ze sledovaných toků se sympatrickým výskytem raka kamenáče a raka říčního. Byly zde nalezeny pouze 4 potočnice na jednom jedinci raka říčního. V porovnání s ostatními toky se tak počet potočnic na jednom jedinci signifikantně lišil.

Početnost potočnic na racích je velmi variabilní a je závislá na mnoha faktorech. Subchev (2007) uvádí na dvou místech Řecka počet potočnic na jednoho raka přes 100 kusů (101 a 145,5). Bádr (2000) popisuje na tocích u Zbraslavi u Brna až 400 potočnic na jednom jedinci raka říčního. To jsou zcela odlišné hodnoty početnosti, než jaké zaznamenal výzkum této práce. Ďuriš et al. (2006) zase uvádějí jako jeden z možných faktorů snižující početnost potočnic změny hydrologických podmínek. K snížení druhové i početní rozmanitosti došlo kvůli povodni na řece Labi (Ďuriš et al., 2006). Jelikož nebyly v rámci tohoto výzkumu brány v potaz hydrologické podmínky, není tak možné s jistotou odůvodnit nízkou početnost na některých sledovaných tocích. Védia et al. (2016) popisují vliv životního prostředí na početnost. Zmiňují zejména fosfáty, draslík, koliformní bakterie a biochemický kyslík. S větším množstvím organické hmoty ve vodě se totiž zvyšuje množství nánosů na exoskeletech raků. Zvýšené množství potravy pak může přímo souviset s vyšší početností potočnic (Védia et al., 2016). Kozák et al. (2015) uvádějí jako jednu z možných eliminací potočnic využití slané vody nebo roztoku $MgCl_2$. Podle těchto autorů jsou potočnice citlivé i na zvýšenou vodivost vody. Při hodnotách $100 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$ došlo k vymizení potočnic bez poškození hostitele (Kozák et al., 2015). Z toho je patrné, jak moc je výskyt potočnic ovlivněn okolím. Při porovnání výsledků mezi jednotlivými druhy je zřetelně vyšší počet potočnic na jedincích raka říčního.

Z výsledků zkoumání závislosti délky raka a počtem potočnic je patrné, že u zástupců kamenáče závislost platí. Gherardi (2002) popisuje obdobnou skutečnost, kdy se vyskytuje relativně vyšší počet potočnic na větších racích. U jedinců raka říčního však tato závislost potvrzena nebyla.

Druhová rozmanitost potočnic se v posledních letech rozšířila. Je to způsobené především zavlečením nepůvodních druhů raků. Přesto nejsou všechny záznamy o některých druzích dostatečně ucelené.

V Evropě byly do začátku 20. století známy pouze 4 druhy: *B. parasita*, *B. astaci*, *B. hexadonta* a *B. pentadonta* (Subchev et al., 2007). V současné době je evidováno 8 druhů potočnic: *B. parasita*, *B. pentadonta*, *B. hexadonta*, *B. astaci*, *B. papillosa*, *B. balcanica*, *B. italica* a *B. kozarovi* (Nesemann a Hutter, 2002; Subchev, 2014). Přičemž v České republice je to celkem pět druhů potočnic: *B. parasita*, *B. pentadonta*, *B. hexadonta*, *B. astaci*, *B. balcanica* (Bádr, 2002; Ďuriš et al., 2006; Vlach et al., 2017).

Výzkum této práce byl prováděn jak na raku kamenáči, tak i na raku říčním. Rak kamenáč byl loven celkem na 4 tocích. Potočnice byly nalezeny pouze na jedincích ze 3 toků. Celkem bylo zanalyzováno 85 kusů potočnic a byly zaznamenány pouze dva druhy. Zcela dominovala potočnice druhu *B. parasita*. Tvořila 98 % (83 ks) všech nalezených potočnic na jedincích raka kamenáče. Zbývá 2 % (2 ks) tvořily potočnice duhu *B. pentadonta*. Ani na jednom toku nebyl zaznamenán jiný druh.

Jedinci raka říčního byli loveni na 3 tocích. Na všech tocích byly nalezeny potočnice. Přestože na Zubřině pouze na jediném jedinci (4 ks). Celkově bylo nalezeno a determinováno 369 potočnic. Všechny potočnice náležely pouze 3 druhům. Byly zaznamenány potočnice druhu *B. parasita*, *B. pentadonta*, *B. hexadonta*. Na jedincích raka říčního zcela dominovala potočnice druhu *B. pentadonta*, která tvořila 73 % (270 ks) nalezených potočnic. Potočnice *B. pentadonta* byly nalezeny na všech sledovaných tocích. Na Zubřině byly nalezeny jen potočnice tohoto druhu. Druhým četným druhem byly potočnice *B. parasita*. Celkem bylo determinováno 24 % (89 ks) tohoto druhu. Posledním zjištěným druhem byli jedinci potočnic *B. hexadonta*. Ti tvořili 3 % nalezených potočnic (10 ks).

Podle očekávání dominovaly na tělech raků potočnice *B. parasita* a *B. pentadonta*. Tyto druhy jsou v České republice běžné a byly na našem území popsány jako jedny z prvních (Subchev et al., 2017).

Potočnice *B. hexadonta* byly v rámci výzkumu této práce nalezeny pouze na zástupcích raka říčního. Vlach et al. (2017) uvádějí podobný počet nalezených jedinců. Podle Subcheva (2014) se ale tento druh v Evropě vyskytuje hojně.

Výskyt *B. astaci* na našem území prokázal pouze Subchev (2012). Ostatní nálezy *B. astaci* autory (Šrámková, 2014) byly následně vyvráceny a určeny jako jiné druhy (Subchev et al., 2017). Podobně byl vyvrácen nález *B. italica* autorkami Nováková a Fialová (2012). Druhovú determinace pouze podle chitinózních zubů může být často zavádějící. Je nutné se zaměřit i na další specifické znaky, například uspořádání spermaték. Rozšíření potočnic je evidentně velmi dynamický proces a nikdy tak není vyloučen záchyt nepůvodních druhů.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce měla vytyčené tři hlavní cíle. Porovnat mezidruhové rozdíly ve výskytu potočnic na nalezených jedincích raka kamenáče a raka říčního z vybraných toků. Dále určit počet potočnic připadajících v průměru na jednoho raka a zároveň porovnat délkovou strukturu vybraných raků. A také zjistit, zda existuje závislost mezi délkou raka a počtem potočnic na jeho těle.

Terénní výzkum v rámci této práce probíhal od léta do podzimu roku 2019 a to na šesti tocích. Aby byla zajištěna maximální rozmanitost prostředí, byly zvoleny toky v Plzeňském, Středočeském a Jihočeském kraji, tedy v regionech s rozdílným charakterem krajiny, potažmo vodních toků.

Během terénního výzkumu bylo odchyceno celkem 49 jedinců raka kamenáče a 38 jedinců raka říčního. U všech odchycených exemplářů bylo určeno pohlaví, raci byli změřeni a byly z nich odebrány potočnice. Celkem bylo odebráno 494 potočnic k následné determinaci.

Lze konstatovat, že:

Největší rozdíly v délkové struktuře raka kamenáče i raka říčního byly zaznamenány na potoce Zubřina (okres Domažlice).

Vyšší počet potočnic připadajících na jednoho jedince byl zaznamenán v případě raka říčního.

Závislost mezi délkou raka a počtem potočnic byla zjištěna u raka kamenáče. Obdobná závislost u raka říčního nalezena nebyla.

Druhová rozmanitost potočnic byla vyšší u jedinců raka říčního. Byly nalezeny celkem 3 druhy: *B. pentadonta*, *B. parasita* a *B. hexadonta*. Na jedincích raka kamenáče byly nalezeny potočnice pouze 2 druhů: *B. parasita* a *B. pentadonta*. V rámci mezidruhového výskytu potočnic na raku kamenáči a raku říčním bylo zjištěno, že na raku kamenáči se nejvíce vyskytovala *B. parasita* a až poté *B. pentadonta*. U raka říčního tomu bylo přesně naopak. Nejhojnější nálezy byly druhu *B. pentadonta*, poté *B. parasita* a sporadicky (celkem 10 ks) *B. hexadonta*.

Nejvíce potočnic (256 ks) bylo nalezeno na Chvalšinském potoce (okres Český Krumlov) s výskytem raka říčního. Naopak velkým překvapením byla nízká početnost potočnic na

Zubřině v Plzeňském kraji. V případě raka kamenáče to byla jejich úplná nepřítomnost. Ve srovnání s výzkumy ostatních autorů se jedná o potvrzení skutečnosti, že rozšíření potočnic (nejen co do počtu, ale především druhová rozmanitost) je proces velmi dynamický, závislý navíc na několika faktorech.

I přes množství publikovaných odborných prací a existujících publikací není výskyt mnohých druhů potočnic dosud zcela uspokojivě objasněn. Je zřejmé, že problematika potočnic bude ještě dlouho vyvolávat nové diskuze a bude podnětem k dalším výzkumům a bádáním. Díky tomu naše poznatky o těchto organismech budou přibývat. K tomu měla přispět i tato práce.

Vzhledem k tomu, že všech tří vytčených cílů bylo dosaženo, může tato práce přiměřeně doplnit ostatní výzkumy, poskytnout výchozí fakta pro další bádání a celkově tak obohatit naše povědomí o životě těchto pozoruhodných organismů.

RESUMÉ

V rámci výzkumu této práce byly zjišťovány mezidruhové rozdíly ve výskytu potočnic řádu Branchiobdellida na tocích s prokázanou přítomností našich původních druhů raků. Dílčími cíli bylo dále zachytit četnost jednotlivých potočnic a zanalyzovat možnou závislost výskytu potočnic v souvislosti s délkou raka. Zkoumána byla i délková struktura těla raků na sledovaných tocích. Výzkum probíhal v roce 2019 na šesti tocích. Všechna data byla statisticky a vyhodnocena a následně graficky znázorněna.

RESUMÉ

In the research of this work, interspecies differences in the occurrence of branchiobdellidans in streams with a proven presence of native species of crayfish were found out. The partial goal was to capture the frequency of occurrence of individual branchiobdellidans and to analyze the possible relationship between the occurrence of branchiobdellidans and the length of crayfish. The body length of crayfish in the monitored streams was examined also. The research was carried out in 2019 on six streams. All data were statistically evaluated and graphically represented.

SEZNAM LITERATURY

Bádr, V. 2000. Výskyt potočnic r. *Branchiobdella* v České republice a jejich možná patogenita – předběžná zpráva. – *Bulletin VURH Vodňany*, 36, 1-2: 33-40.

Brinkhurst, R. O., Gelder, S. R. 2001. Annelida: Oligochaeta including Branchiobdellidae. In Thorpe, J. H. a Covich, A. P. (eds.). 2001. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, 2nd edition. New York: 431-463.

Čermáková, J., Bádr, J. 2002. Determinační znaky evropských zástupců třídy Branchiobdellae. In: Bryja J, Zukal J, eds. Zoologické dny Brno 2002, Sborník abstraktu z konference 14.–15. února 2002. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, pp. 22–23 (in Czech).

Řuriš, Z., Dolný, A. 2001. K výskytu dvou bezobratlých na důlních odkalištích Karvinska. In: Hornická a pohornická krajina Horního Slezska – VŠB - Technická univerzita Ostrava: Sborník z mezinárodní konference Hornická a pohornická krajina Horního Slezska 2001-10-02 VŠB TU Ostrava. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2001. s. 11-14.

Řuriš, Z., Horká I. 2005. Rešerše biologie a ekologie raků v České republice. – Nепublikovaná zpráva. Deponovaná ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka v Praze, 31 pp. Ostrava.

Řuriš Z., Horká, I., Kristian, I., Kozák, P. 2006. Some cases of macroepibiosis on the invasive crayfish *Orconectes limosus* in the Czech Republic. *Bull Fr Pêche Piscic* 380–381: 1325–1337.

Füreder, L., Summerer, M., Brandstätter, A. 2009. Phylogeny and species composition of five European species of *Branchiobdella* (Annelida: Clitellata: Branchiobdellida) reflect the biogeographic history of three endangered crayfish species. - *J Zool* 279: 164–172.

Gelder, SR. 1999. Zoogeography of branchiobdellidans (Annelida) and temnocephalidans (Plathelminthes) ectosymbiotic on freshwater crustaceans, and their reactions to one another in vitro. – *Hydrobiologia* 406: 21–31.

Gelder, SR, Delmastro GB, Ferraguti M. 1994. A report on branchiobdellidans (Annelida: Clitellata) and taxonomic key to the species in northern Italy, including the first record of

Cambarincola mesochoreus on the introduced American red swamp crayfish. – *Boll Zool* 61: 179–183.

Gherardi, F., Cenni, F., Crudel, G., Mori, M. 2002. Infestation rate of branchiobdellids in *Austropotamobius pallipes italicus* from a stream of central Italy: Preliminary results. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 367: 785-792.

Goddard J.S. 1988. Food and Feeding. - In: D.M. Holdich & R.S. Lowery (eds.). *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. The University Press. 145-166. Cambridge.

Jennings, J. B., Gelder, S. R. 1979. Gut structure, feeding and digestion in the branchiobdellid oligochaete *Cambarincola macrodonta* Ellis 1912, an ectosymbiote of the freshwater crayfish *Procambarus clarkii*. *The Biological Bulletin* 156: 300–314.

Kolesnikova, M., Utevsky, D.M.S. 2012. First record of *Branchiobdella kozarovi* (Clitellata: Branchiobdellida) for the Netherlands, with a overview of the Dutch Branchiobdellida. – *Lauterbornia*, 74: 101-103.

Kozák, P., Ďuriš, Z., Petrusek, A., Buřič, M., Horká, I., Kouba, A., Kozubíková-Balcarová, E., Polícar, T. 2015. *Biologie a chov raků. 2., aktualizované vydání*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, České Budějovice, 429.

Kozák, P., Ďuriš, Z., Polícar, T. 2002. The stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank) in the Czech Republic. *Bull Fr Pêche Piscic* 367: 707–713.

Ložek, F. 2015. *Společenstvo potočnic na nepůvodních druzích raku ČR*, Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 38 s.

Mourek, J., Zavadil, V., Fischer, D., Štambergová, M. & Hoffmannová, K. 2006. Dva druhy raků v Zákolanském potoce. - *Budeč 1 100 let. II. Příroda – krajina – člověk*, 146–164. Kovary.

Nesemann, H., 1994. Die Krebsigel im Gebiet der Oberen Donau (Österreich, Deutschland) mit Bestimmungsschlüssel zu den europäischen Arten (Clitellata, Branchiobdellida). *Lauterbornia* 19: 79-93.

- Nesemann, H. a Hutter, G. 2002. Krebssegel (Branchiobdellidae: Branchiobdella ODIER, 1823) in Vorarlberg (Österreich) mit einer Neubeschreibung von *Branchiobdella papillosa* n.sp. – *Vorarlberger Naturschau*, 11: 203-214.
- Neubert, E., a Nesemann, H. 1999. Annelida, Clitellata. *Spektrum Akademischer Verlag*, Heidelberg: Berlin, 192.
- Nováková, K. a Fialová, K. 2012. Výskyt potočnic rodu *Branchiobdella* na raku kamenáči na Plzeňsku. *Středoškolská odborná činnost 2011/2012. Obor 4- Biologie*, 26 s.
- Pecina, P. 1985. O ráčatech na potoce. - *Nika*, 6, 10: 227-229.
- Renz, M., Breithaupt, T. 2000. Habitat use of the crayfish *Austropotamobius torrentium* in small brooks and in Lake Constance, Southern Germany. - *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 356: 139-154.
- Skelton, J., Farrell, K. J., Creed, RP, et al. 2013. Servants, scoundrels, and hitchhikers: current understanding of the complex interactions between crayfish and their ectosymbiotic worms (Branchiobdellida). *Freshw Sci* 32: 1345–1357.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noël, P.Y., Reynolds, J.D.a Haffner, P. 2006. Atlas of crayfish in Europe. – , *Patrimoines Naturels*, Paříž. 64, 187.
- Subchev, MA, Koutrakis, E, Perdikaris, C. 2007. Crayfish epibionts *Branchiobdella* sp. and *Hystriocosoma chappuisi* (Annelida: Clitellata) in Greece. *Bull Fr Pêche Piscic* 387: 59–66.
- Subchev, MA. 2014. The genus *Branchiobdella* Odier, 1823 (Annelida, Clitellata, Branchiobdellida): a review of its European species. *Acta Zool Bulg* 66: 5–20.
- Svobodová, J., Štambergová, M., Vlach, P., Pícek, J., Douda, K., Beránková, M. 2008. Vliv jakosti vody na populace raků v České republice – porovnání s legislativou ČR. – *Vodní hospodářství*, 12, příloha VTEI, 50, 6: 1-5.
- Šrámková, L. 2014. Stanovištní druhové preference epizoických potočnic rodu *Branchiobdella* na raku kamenáči, Bakalářská práce. Plzeň: *Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická*, 57 s.
- Štambergová, M., Svobodová, J. a Kozubíková, E. 2009. Raci v České republice. – *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*, Praha. 255.

Védia, I, Miranda, R, Oscoz, J, Baquero, E. 2016. Invading the invaders: environmental conditions and relationships of an exotic branchiobdellidan with its exotic host. *Inland Waters* 6: 54–64.

Vlach, P., Hulec, L. a Fischer, D. 2009. Recent distribution, population densities and ecological requirements of the stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in the Czech Republic. – *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 13: 394-395.

Vlach, P., Svobodová, J. a Fischer, D. 2012. Stone crayfish in the Czech Republic: how does its population density depend on basic chemical and physical properties of water? – *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 407 (5): 1-13.

Vlach, P, Šrámková, L, Fialová, K, Nováková, K. 2017. The occurrence of branchiobdellidans on stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in the Czech Republic. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 418, 39.

Vlček, V., Kestřánek, J., Kříž, H., Novotný, S. A Píše, J. 1984. Zeměpisný lexikon ČSR: Vodní toky a nádrže. 1. vyd. Praha: *Academia.*, 316.

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1: Mapa znázorňující místo odchyty na Zubřině.....	21
Obr. 2: Mapa znázorňující místo odchyty na Mítovském potoce	22
Obr. 3: Mapa znázorňující místo odchyty na Příkosickém potoce	23
Obr. 4: Mapa znázorňující místo odchyty na Mešenském potoce.....	24
Obr. 5: Mapa znázorňující místo odchyty na Ohrazenickém potoce	25
Obr. 6: Mapa znázorňující místo odchyty na Chvalšinském potoce	26
Obr. 7: Boxplot zobrazující délkovou strukturu raka kamenáče na jednotlivých tocích.	31
Obr. 8: Boxplot zobrazující délkovou strukturu raka říčního na jednotlivých tocích..	32
Obr. 9: Boxplot zobrazující počet potočnic na jednom jedinci raka kamenáče na jednotlivých tocích.....	33
Obr. 10: Boxplot zobrazující počet potočnic na jednom jedinci raka říčního na jednotlivých tocích.....	34
Obr. 11: Graf zobrazující závislost mezi délkou raka kamenáče a počtem potočnic. ...	35
Obr. 12: Graf zobrazující závislost mezi délkou raka říčního a počtem potočnic.	35
Obr. 13: Graf zobrazující procentuální zastoupení jednotlivých druhů potočnic na raku kamenáči.....	37
Obr. 14: Graf zobrazující procentuální zastoupení jednotlivých druhů potočnic na raku říčním.....	38

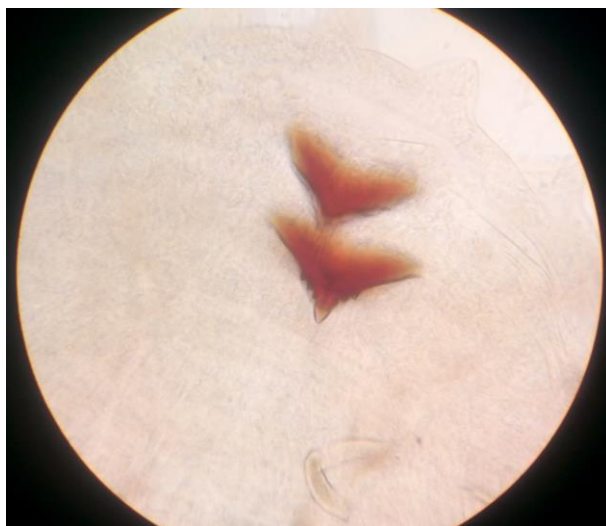
SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Počet samců a samic raka kamenáče na jednotlivých tocích.....	29
Tab. 2: Počet samců a samic raka říčního na jednotlivých tocích	30
Tab. 3: Délková struktura raka kamenáče.....	30
Tab. 4: Délková struktura raka říčního.....	31
Tab. 5: Počet potočnic na jednom jedinci raka kamenáče na jednotlivých tocích.....	33
Tab. 6: Počet potočnic na jednom jedinci raka říčního na jednotlivých tocích.	34
Tab. 7: Zjištěné druhy potočnic na raku kamenáči (ks).....	36
Tab. 8: Zjištěné druhy potočnic na raku říčním (ks)	37

8 PŘÍLOHY

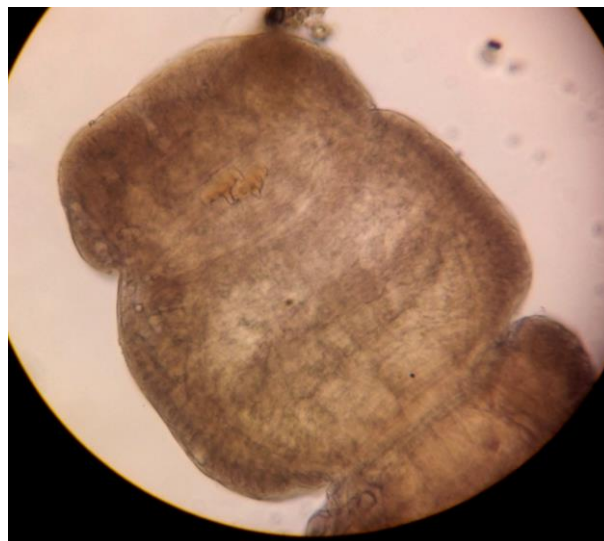
8.1 PŘÍLOHA I: Chitinózní zuby potočnice druhu *B. parasita*

(Foto L. Klimešová)



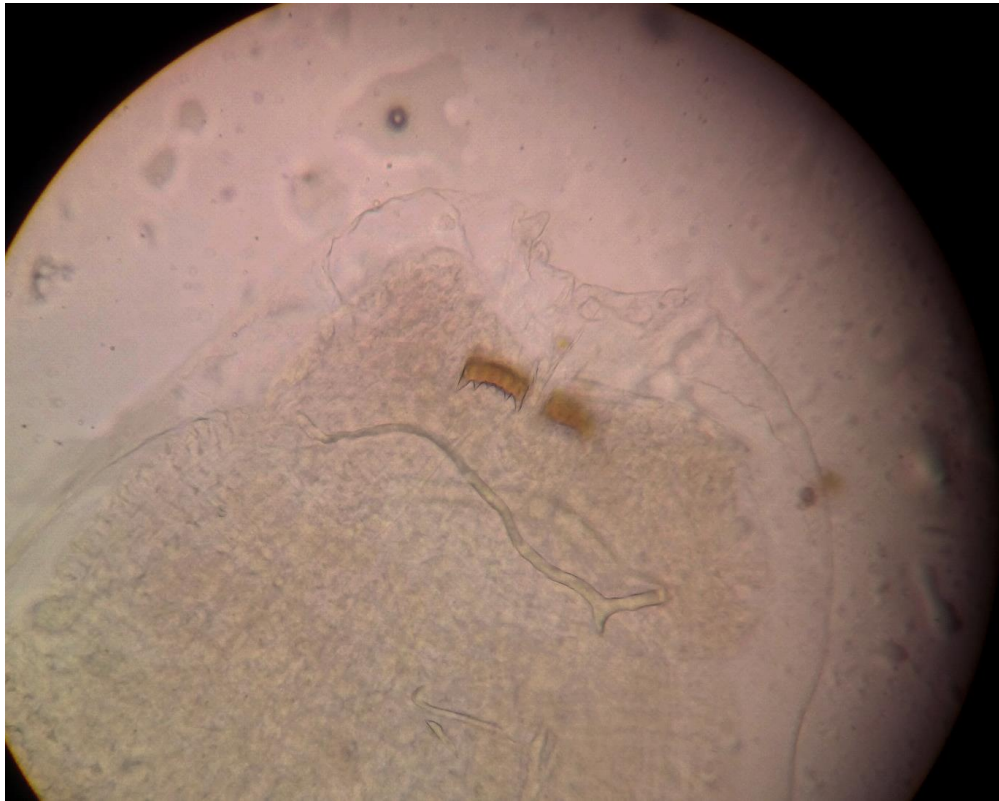
8.2 PŘÍLOHA II: Chitinózní zuby potočnice druhu *B. pentadonta*

(Foto L. Klimešová)



8.3 PŘÍLOHA III: Chitinózní zuby potočnice druhu *B. hexadonta*

(Foto L. Klimešová)



8.4 PŘÍLOHA IV: Nalezené potočnice při terénní práci

(Foto L. Klimešová)

