

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE**

**Mapování rozšíření raka pruhovaného
(*Orconectes limosus*) v povodí Litavky
ve vztahu k možnému šíření račího moru**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

Bakalant: Alexandra Šafránková, DiS.

2015

Zadání práce



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce:	Alexandra Šafránková, DiS.
Studijní program:	Krajinářství
Obor:	Územní technická a správní služba
Vedoucí práce:	Mgr. Michal Bílý, Ph.D.
Název práce:	Mapování rozšíření raka pruhovaného (<i>Orconectes limosus</i>) v povodí Litavky ve vztahu k možnému šíření račího moru
Název anglicky:	Mapping of spiny-cheek crayfish (<i>Orconectes limosus</i>) occurrence in Litavka catchment in relation to crayfish plague distribution
Cíle práce:	zjistit aktuální rozsah výskytu druhu v povodí a navrhnout možná opatření
Metodika:	- rešerše stávajících dat o výskytu - terénní mapování
Doporučený rozsah práce:	30 stran
Klíčová slova:	rak pruhovaný, Litavka
Doporučené zdroje informací:	1. Štambergová, Monika, Svobodová, Jitka a Kozubíková, Eva. Raci v České republice. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2009. 255 s. Isbn 978-80-87051-78-8.
Předběžný termín obhajoby:	2015/06 (červen)

Elektronicky schváleno: 1. 4. 2014
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 1. 4. 2014
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.
Děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma Mapování rozšíření raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) v povodí Litavky ve vztahu k možnému šíření račího moru vypracovala samostatně, pod vedením Mgr. Michala Bílého, Ph.D. a Mgr. Davida Fischera, a to výhradně s použitím citované literatury a jiných odborných zdrojů.

V Příbrami dne 13. 4. 2015

.....

Alexandra Šafránková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala Mgr. Michalovi Bílému, Ph.D. za vedení práce a její korekturu. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Davidu Fischerovi za odborné vedení a za společnou práci v terénu, poskytnutí dat z monitoringu raků na povodí Litavky z předešlých let a jeho odborné konzultace. V neposlední řadě také děkuji svému manželovi za spolupráci v terénu.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo zmapování aktuálního výskytu raků v povodí Litavky se zvláštním zřetelem na raka pruhovaného, a to z důvodu hromadného úhynu raka říčního v řece Litavce v roce 2011, který byl způsoben račím morem. Zdrojem nákazy byl v daném případě s největší pravděpodobností rak pruhovaný.

Průzkum probíhal v období od července do října 2014 na vybraných vodních tocích povodí Litavky. Bylo stanoveno 26 úseků, a to 13 profilů na přítocích Litavky a 13 profilů na Litavce. Rak pruhovaný byl odchycen pouze v jednom ze zkoumaných profilů, rak říční byl zjištěn v 6 profilech a rak kamenáč v jednom profilu. V jednom ze zkoumaných profilů, v Červeném potoce, byl učiněn pravděpodobně první nález raka říčního v dané části toku.

Mapování výskytu jednotlivých druhů raků přispívá k rozšíření poznatků o této skupině. Ty pak mohou přinést informace využitelné k jejich ochraně.

Klíčová slova:

Rak pruhovaný, *Orconectes limosus*, Litavka, račí mor, rozšíření

Abstract

The aim of this thesis was to map the current occurrence of crayfish in the river basin of Litavka with special emphasis on spiny-cheek crayfish, due to the mass death of crayfish in the river Litavka in 2011, which was caused by crayfish plague. The source of infection in this case was most likely caused by spiny-cheek crayfish.

The survey was conducted in the period from July to October 2014 in selected river's basin of Litavka and took place in 26 sections. 13 profiles was monitored in edge of the river and 13 profiles in Litavka. Spiny-cheek crayfish were captured in only one of the studied profiles, *Astacus astacus* was found in 6 profiles and *Austropotamobius torrentium* in one section. In one of the studied profiles, in Červený potok, was discovered probably the first crayfish in that section.

Mapping of individual crayfish species contributes to the knowledge about this group. These can provide information useful for their protection.

Keywords:

Spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus*, Litavka, crayfish plague, distribution

Obsah

1 Úvod	9
2 Literární rešerše	11
2.1 Rozšíření raka pruhovaného v Evropských zemích	11
2.1.1 Evropa	11
2.1.2 Česká republika	12
2.2 Taxonomické zařazení	12
2.3 Habitat	13
2.4 Určovací znaky	13
2.5 Růst a dospělost	15
2.6 Rozmnožování	16
2.7 Potrava	17
2.8 Račí mor	17
2.8.1 Historie <i>Aphanomyces astaci</i>	18
2.8.2 Zařazení <i>Aphanomyces astaci</i>	19
2.8.3 Životní cyklus <i>Aphanomyces astaci</i>	19
2.8.4 Specifita <i>Aphanomyces astaci</i>	20
2.9 Odolnost severoamerických raků	21
2.10 Migrace	21
2.11 Praktická ochrana raků, opatření minimalizující riziko šíření raka pruhovaného	23
2.12 Mapování výskytu raků v ČR v letech 2004 a 2005 – AOPK ČR	24
3 Metodika	25
3.1 Vymezení zájmového území	25
3.1.1. Vymezení území povodí Litavky	25
3.1.2 Charakteristika toků	32
3.2 Metodika průzkumu	33
3.2.1 Kvalitativní průzkum	37
3.2.2 Kvantitativní průzkum	37
4 Výsledky	38
4.1 Výsledky mapování raků	38
4.2 Nález raka pruhovaného	44
4.3 Vyhodnocení možnosti dalšího šíření raka pruhovaného v povodí Litavky a rizik pro populace původních druhů raků	45

5 Diskuse	47
6 Závěr.....	50
7 Přehled literatury a použitých zdrojů	51
8 Přílohy.....	54

1 Úvod

Raci patří mezi všeobecně známé živočichy. Jsou vnímány širokou veřejností jako jedna z hlavních skupin indikující nenarušené přírodní prostředí (Svobodová et al., 2010). Raci jsou považováni jako tzv. deštníkové druhy a ochranná opatření pro tento živočišný druh mohou zajistit záchranu mnoha dalších ohrožených druhů. Mezi všeobecně doporučené činnosti vedoucí k ochraně raků, k nimž patří podpora stávajících populací (např. ochrana biotopů stávající populace), odborné prezentování problematiky záchrany raků na veřejnosti, reintrodukce, introdukce a záchranné transfery vedené odborníky, patří v neposlední řadě i mapování a následný monitoring populací všech druhů raků (Petrušková et al., 2007).

Původní druhy raků jsou ohroženy nejen v České republice, ale i po celé Evropě. Kromě negativních vlivů, jako je znečišťování toků odpadními vodami, regulační úpravy na tocích nebo narušení biologické rovnováhy nadměrným vysazováním dravých ryb či predací např. ze strany invazních norků amerických (Fischer et al., 2009), stále dochází k úhynům původních druhů raků v důsledku zavlečení smrtelné choroby pro původní evropské druhy zvané račí mor (Online: <http://www.biomonitoring.cz>, 2007; Kozubíková et Petrušek, 2005).

V současné době se v České republice vyskytují ve volné přírodě tři zástupci původních evropských druhů raků, rak říční (*Astacus astacus*, Linnaeus, 1758), rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*, Schrank, 1803) a introdukovaný rak bahenní (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) (Patoka et al., 2012). Oba původní druhy raků figurují v červeném seznamu ohrožených živočichů (Štambergová et al., 2005) – rak kamenáč v kategorii kriticky ohrožený, rak říční pak v kategorii ohrožený. Všechny výše zmiňované druhy pak patří dle platné legislativy (vyhl. 395/1992 Sb.) mezi druhy zvláště chráněné: rak kamenáč a rak říční v kategorii kriticky ohrožený, rak bahenní pak v kategorii ohrožený. Dále se na našem území vyskytují dva zástupci severoamerických druhů, rak signální (*Pacifastacus leniusculus*, Dana, 1852) a rak pruhovaný (*Orconectes limosus*, Rafinesque, 1817). Oba tyto invazní severoamerické druhy jsou vysoce rezistentními přenašeči račího moru (Kozubíková-Balcarová et al., 2014).

V roce 2011 došlo k hromadnému úhynu raka říčního v řece Litavce, způsobeného račím morem. Zdrojem nákazy byl v daném případě s největší pravděpodobností rak pruhovaný, který byl později zaznamenán

ve stejných partiích toku a ve výše položeném Vysokopeckém rybníku (Kozubíková-Balcarová, 2014). Vzhledem k tomu, že k výše uvedeným událostem došlo v horních partiích toku, existuje reálná hrozba dalšího šíření invazního raka pruhovaného (a račího moru) níže po toku (a do celé řady přítoků). V extrémním případě tak hrozí postupné vyhynutí místních velmi početných populací raka říčního a raka kamenáče.

Právě výše uvedená hrozba byla důvodem k výběru tématu bakalářské práce, jejímž cílem bylo zmapování aktuálního výskytu raků v povodí Litavky se zvláštním zřetelem na raka pruhovaného.

2 Literární rešerše

Do poloviny 19. století byli raci značně rozšířeni v potocích, řekách i jezerech střední Evropy (Štambergová et al., 2009 ex. Spitzky, 1973). V důsledku rozvoje průmyslu a následném rostoucím množstvím odpadů vypouštěných do vodních toků došlo k úbytku raků, podpořeného koncem 19. století zavlečením račího moru, který zahubil větší část populací raka říčního (Štambergová et al., 2009 ex. Spitzky, 1973). Po neúspěšných pokusech o introdukci raka bahenního jako náhradu za vyhynulé raky říční, došlo ke zjištění, že i rak bahenní je citlivý k račímu moru. Z tohoto důvodu byly následně vysazovány severoamerické druhy - rak pruhovaný a rak signální (Štambergová et al., 2009 ex. Spitzky, 1973).

2.1 Rozšíření raka pruhovaného v Evropských zemích

2.1.1 Evropa

Rak pruhovaný je původem z východního pobřeží USA a Kanady (Kozák et al., 2004 ex. Rafinesque, 1817). První pokus o jeho vysazení v Evropě byl proveden Maxem von dem Bornem v roce 1890, který vysadil 100 jedinců tohoto druhu pocházejícího z řeky Delaware (Pennsylvania, USA) do chovného rybníka v obci Barnowko (Polsko), který teče do řeky Mysla, přítok řeky Odry (Henttonen et Huner, 1999). Dále následovaly další úspěšné i neúspěšné pokusy vysazení raka pruhovaného v různých částech Evropy, např. ve Francii blízko Fecamp v roce 1895, v Polsku v jezeru Sieroslawskie knězem J. Cyrem v roce 1911 (Henttonen et Huner, 1999).

V současnosti se rak pruhovaný nachází ve 20 státech západní, střední a východní Evropy, a také na Korsice (Holdich et al., 2009). Z Polska, kde je v současné době velmi rozšířen, se pravděpodobně rozšířil do Litvy a Běloruska, odkud se šíří dál i do Lotyšska (Holdich et al., 2009). Na Slovensku se rak pruhovaný vyskytuje od roku 2007 (Puky, 2009). Přírozenou cestou Dunajem z Rakouska osídlil Maďarsko, Chorvatsko, Srbsko a Rumunsko (Puky et Schád, 2006; Holdich et al., 2009 ex. Faller et al., 2009; Holdich et al., 2009 ex. Pârvulescu et al., 2009). Dále je jeho výskyt znám v Belgii, Švýcarsku, Rakousku, Lucembursku, Nizozemsku, Itálii a Anglii (Holdich et al., 2002; Holdich et al., 2009).

2.1.2 Česká republika

První literární záznam o výskytu raka pruhovaného v České republice je datován na konec roku 1989, nicméně přítomnost tohoto druhu v českých vodách byla zaznamenána již v 60. letech 19. století, kdy byly pozorovány v mrtvých ramenech řeky Labe a jejích přiléhajících tůních ve Středních Čechách (Petrušek et al., 2006). Do konce 20. století se pak tento druh, vzhledem k jeho přirozenému disperznímu potenciálu či v důsledku antropogenních translokací, široce rozšířil do několika větších řek povodí Labe i některých jejích přítoků (Kozák et al., 2004, Petrušek et al., 2006).

Dnes se populace raka pruhovaného vyskytuje hlavně v říčním systému Labe a Vltavy, jejich větších přítocích, např. Ohře, Jizera, Cidlina, Metuje, Úpa, Lužnice a Sázava, i jejich menších přítocích ústící do větších přítoků (Petrušek et al., 2006).

Rak pruhovaný se k nám rozšířil migrací z německého úseku řeky Labe (Svobodová, 2011), kam se dostal z oblasti Pomořanska (západní Polsko). Zde byl vysazen v roce 1890 (Svobodová et al., 2010). Občas tyto raky přenášejí v dobré víře amatérští „ochranáři“ s myšlenkou šíření ohroženého druhu. Není výjimkou, kdy je tento druh vysazen z důvodu zvýšení atraktivnosti potápěčské lokality (Kozubíková et Petrušek, 2006).

2.2 Taxonomické zařazení

Rak pruhovaný patří do čeledi Cambaridae spolu s rakem signálním, u nás volně žijícím (Martin et Davis, 2001; Štambergová et al., 2009). Tato čeleď patří do řádu Decapoda (desetinožců), nadřádu Eucarida (velkokrunýřovců) a dále do třídy Malacostraca (rakovci). Všichni raci pak spadají do podkmene Crustacea (korýši) a následně do kmene Arthropoda (členovci) a říše Animalia (živočichové).

Tab. č. 1 - Taxonomické zařazení raka pruhovaného.
(Zdroj: vlastní úprava ex <http://www.faunaeur.org>)

Řazení	Název
Říše	Animalia (Linnaeus, 1758)
Podříše	Eumetazoa (Butschli, 1910)
Kmen	Arthropoda
Podkmen	Crustacea (Brünnich, 1772)
Třída	Malacostraca (Latreille, 1802)
Podtřída	Eumalacostraca (Grobber, 1892)
Nadřád	Eucarida (Calman, 1904)
Řád	Decapoda (Latreille, 1802)
Podřád	Pleocyemata (Burkenroad, 1963)
Infrařád	Astacidae (Latreille, 1802)
Čeleď	Cambaridae (Hobbs, 1942)
Rod	Orconectes (Cope, 1872)
Druh	limosus (Rafinesque, 1817)

2.3 Habitat

Rak pruhovaný žije ve stojatých i tekoucích vodách (Henttonen et Huner, 1999). Může se vyskytovat ve velkých řekách, širokých potocích a jezerech s měkkým bahnitým nebo jílovitým dnem a zakalenou vodou, ale nachází se i v řekách se slabým proudem, kde břehy tvoří kamenný zához nebo volně ložené kameny, mezi jejichž prostory se ukrývá (Holdich et Black, 2007). Tento druh dává přednost klidným a teplejším eutrofizovaným vodám, ale nejsou výjimkou ani chladné, rychle proudící vody (Holdich et Black, 2007). Relativně dobře dokáže odolat znečištění vody a změnám prostředí (Lindqvist et Huner, 1999). Dle databáze AOPK ČR se rak pruhovaný často nachází v tocích protékající industriální, zastavěnou krajinou.

2.4 Určovací znaky

Raka pruhovaného lze na první pohled určit podle cihlových až hnědočervených příčných pruhů na vrchní straně zadečkových článků (Petrušková et al. (2006)). Karapax je na povrchu hladký, jen po stranách hlavohrudi je jsou nápadné ostré trny v oblasti týlního švu (odtud pochází anglický název Spiny-cheek Crayfish) (Štambergová et al., 2009). Rostrum má tento druh poměrně dlouhé a špičaté. Za očima se nachází pouze jeden pár výrazně vystouplých a na obou stranách ostře ohraničených postorbitálních lišt. Klepeta jsou drobná a jejich špičky

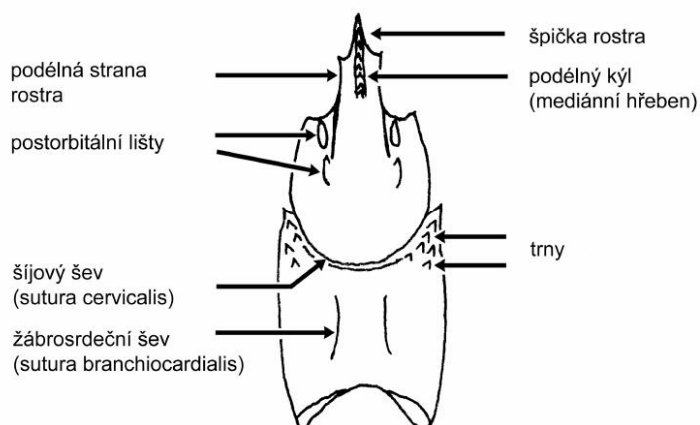
jsou oranžově zbarvené. Spodní strana klepet je světle zbarvená. Na končetinách nesoucích klepeta jsou na dvou člancích z vnitřní strany výrazné trny (Petrusková et al., 2007). Samec má na bázi 3. páru pereopodů výrazný hákovitý výrůstek, kterým si přidržuje samici při kopulaci. U samice se nachází v oblasti břišní strany mezi posledními dvěma páry kráčivých nohou nepárový otvor do tzv. semenné schránky *annulus ventralis*. Tam samec ukládá sperma při páření (Petrusková et al., 2007). U pohlavně dospělých samic bývá semenná schránka zrohovatělá. Rak pruhovaný dorůstá 12 cm (Štambergová et al., 2009). Samci bývají mohutnější než samice a jejich klepeta bývají širší a delší (Štambergová et al., 2009). Rozdíly určovacích znaků mezi našimi původními a nepůvodními druhy raků jsou uvedeny v tab. č. 2.

Tab. č. 2 - Rozlišovací znaky našich původních a nepůvodních druhů raků (hlavní znaky jsou tučně zvýrazněny).

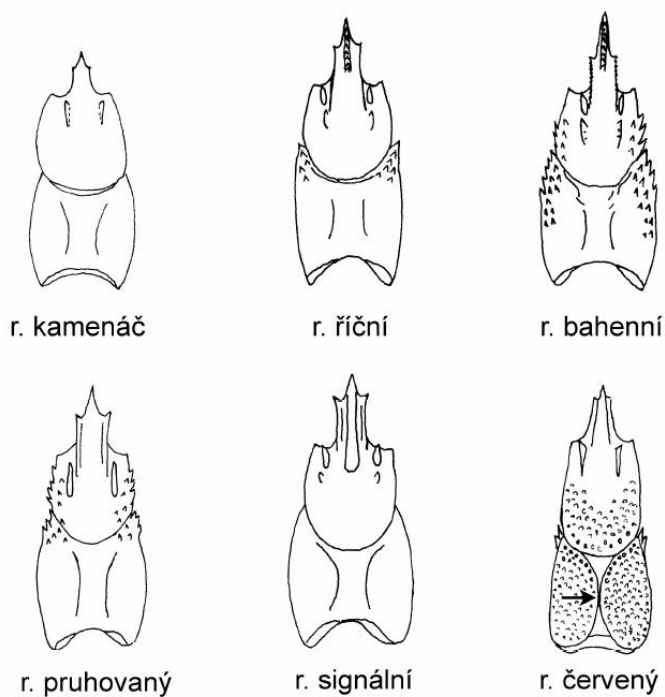
(Zdroj: vlastní úprava ex. Petrusková et al., 2007)

	Rak kamenáč <i>Austropotamobius torrentium</i>	Rak říční <i>Astacus astacus</i>	Rak bahenní <i>Astacus leptodactylus</i>	Rak pruhovaný <i>Orconectes limosus</i>	Rak signální <i>Pacifastacus leniusculus</i>	Rak červený <i>Procambarus clarkii</i>
Status	původní druh	původní druh	vysazen, na jižní Moravě možná původní	nepůvodní druhy ze Severní Ameriky, přenašeči račeho moru	nepůvodní druh Severní Ameriky, u nás zatím nezjištěn	
Právní ochrana	kriticky ohrožený druh	kriticky ohrožený druh	ohrožený druh	-	-	-
Počet postorbálních lišt	1 pár	2 páry	2 páry	1 pár	2 páry	1 pár
Tvar postorbálních lišt	nízké, směrem dozadu se zkrácející	leží v 1 linii	leží v 1 linii	výrazně vystouplé, z obou stran ostře vymezené	-	-
Špička rostra	krátká	poměrně dlouhá, ostrá	velmi dlouhá, úzká a ostrá	poměrně dlouhá, ostrá	poměrně dlouhá, ostrá	krátká, ostrá
Podélný kýl rostra	chybí nebo je slabě naznačen	výrazný, pilovitý	výrazný, pilovitý	chybí	chybí nebo je slabě naznačen	chybí
Podélné strany rostra	hladké	hladké	pilovité	hladké	hladké	hladké
Spodní strana klepet	světlá , béžová, někdy s růžovým nebo oranžovým nádechem	červená až hnědočervená	světlá , bledě žlutá nebo béžová, špičky někdy dočervená	světlá , béžová, někdy oranžová	sytě červená	zářivě červená
Další nápadné zbarvení	-	-	-	příčné hnědočervené nebo cihlové pruhy na zadečce , oranžové špičky klepet	bílá až namodralá "signální" skvrna kloubů pohyblivých prstů klepet	červené, někdy modré skvrny na svrchní straně klepet, často červené skvrny na těle
Povrch krunýře	vždy bez trnů a výrazných hrbolků, pouze jemně zrnitý	malý počet trnů a hrbolků (nejméně 2 páry) pouze za šijovým švem	výrazné trny a hrbolky před i za šijovým švem	výrazné trny a hrbolky před i za šijovým švem	téměř hladký, vždy bez trnů	velké množství trnů před i za šijovým švem
Žabrosrdeční švy	oddálené	oddálené	oddálené	oddálené	oddálené	uprostřed sblížené, často se vzájemně dotýkají
Maximální velikost (bez klepet)	10 cm	16 - 18 cm (výjimečně až 25 cm)	18 - 20 cm (výjimečně až 25 cm)	11 cm	16 - 18 cm (výjimečně až 20 cm)	12 - 15 cm
Tvar a povrch klepet	širší, drsná, obvykle menší než u raka říčního a signálního	mohutná, širší, drsná	úzká s protaženými prsty, drsná	drobná a krátká	mohutná, široká, hladká	poměrně úzká s výrazně protáhnutými prsty, silné trny na svrchní straně

Obr. č. 1 - Schéma hlavohrudního krunýře raka s vysvětlením určovacích znaků.
(Zdroj: Petrusková et al., 2007)



Obr. č. 2 - Hlavohrudní krunýře raků – s výjimkou raka červeného všichni žijí v našich vodách. Rak červený má na rozdíl od všech ostatních druhů sblížené žábrosrdeční švy (šipka).
(Zdroj: Petrusková et al., 2007)



2.5 Růst a dospělost

Rak pruhovaný se stejně jako ostatní americké druhy vyznačuje rychlým růstem, což je způsobeno častějším svlékáním a brzkou pohlavní dospělostí (Lindqvist et Huner, 1999). Mláďata narozená v prvním roce se 9 - 11 svléknou za jedno vegetační období. To může být také důvodem vysoké úmrtnosti raka

pruhovaného během prvního roku (Lindqvist et Huner, 1999). Délka jeho krunýře obvykle měří 18 – 30 mm do první zimy (Buřič, 2009 ex. Holdich et al., 2006), což odpovídá celkové velikosti až 60 mm s klepety (Buřič, 2009 ex. Andrews, 1907) a 40 – 65 mm délky krunýře po prvním vegetačním období. Dospělosti obvykle dosahuje v druhém létě ve velikosti krunýře okolo 25 – 35 mm (Buřič, 2009 ex. Hamr, 2002). Oproti tomu Svobodová et al. (2010) uvádí, že rak pruhovaný dosahuje pohlavní zralosti již v prvním roce života. Po dosažení dospělosti se jejich růst snižuje. Dospělý jedinci se pak svlékají jednou nebo dva krát do roka (Holdich et Black, 2007). Raci mohou dosáhnout celkové délky 65 – 80 mm a 80 – 95 mm na konci jejich druhého a třetího roku (Buřič, 2009 ex. Pieplow, 1938). Podle Holdicha a Blacka, 2007 se tento druh dožívá maximálně 4 let a jeho průměrná délka života jsou dva roky. Jejich maximální velikost krunýře může být až 61 mm (Buřič, 2009 ex. Andrews, 1907).

Buřič (2009) ve své publikaci uvádí, že časná pohlavní dospělost a vysoká pracovní plodnost samic poskytují raku pruhovanému dobré predispozice pro rychlé osídlení nových lokalit.

2.6 Rozmnožování

Raci jsou odděleného pohlaví. K rozmnožování jsou zapotřební samci i samice. Výjimkou je rak mramorovaný *Procambarus* sp., který se rozmnožuje partenogeneticky, tj. bez přítomnosti samců (Štambergová et al., 2009).

Samci u čeledi Astacidae a Cambaridae mají první dva páry zadečkových nožek přeměněny v trubicovitvé kopulační nožky, samice mají pleopod 1. páru zakrnělý. Zatímco je zadeček samců poměrně úzký, samice mají zadečkové články rozšířeny z důvodu ochrany vajíček, které naspodu zadečku nosí a ukrývají. Samice mají pohlavní vývody na bazálním článku nohou 6. hrudního článku, tj. 3. pár pereopodů a samci na bazálním článku nohou 8. hrudního článku, což je poslední pár pereopodů (Štambergová et al., 2009).

Při kopulaci samec ukládá spermatofoxy (spermatický vak) do hrudní oblasti samice (sternum). Tam zůstávají do doby kladení vajíček, což nastává u raka pruhovaného po několika hodinách od páření (Štambergová et al., 2009 ex. Holdich et Reeve, 1988). Nakladená vajíčka se smísí s průsvitným slizovitým sekretem a tím dochází k oplození nepohyblivými spermii. Postupem pak hmota ztuhne

a oplozená vajíčka jsou pevně připojena k zadečkovým nožkám samice, která jim zajišťuje dostatek kyslíku pohybem nožek. Délka vývoje vajíček je silně ovlivněna teplotou vody (Štambergová et al., 2009). Vývoj raků je přímý, bez larválního stadia. Vylíhnutí ráčci zůstávají přichyceni na vláčknech k nožkám samice, po několika svlékáních se pak postupně osamostatňují.

Jak uvádí Štambergová et al. (2009), rak pruhovaný se rozmnožuje na podzim a na jaře, za příznivých podmínek teplot vody (alespoň 7°C) i v zimě. V případě jarního rozmnožování nosí samičky vajíčka od března do května, někdy i kratší dobu. Inkubační doba je velmi krátká, dosahuje zhruba 45 dnů. Díky této krátké inkubaci se eliminují případné ztráty vajíček v zimních měsících a zvyšuje se možnost úspěšného rozmnožování (Buřič, 2009). Ráčata se líhnou v květnu až červnu. Tato ráčata dosahují pohlavní zralosti již následující rok (Štambergová et al., 2009).

Samice produkují více než 400 vajíček. Plodnost má úzkou souvislost s velikostí těla samice (Buřič, 2009). Dle Štambergové et al. (2009) byly zaznamenány v jedné snůšce u amerických populací až 600 vajíček.

2.7 Potrava

Na základě výzkumu spektra potravy raka pruhovaného, jehož obsahem bylo studium rozboru obsahu žaludků jedinců odchycených v letech 2003, 2004, 2005 a 2008 v České republice, zejména z povodí řeky Labe, výsledky ukazují, že se tyto raci ve výběru potravy téměř neliší od našich původních druhů raků. Jde tedy o všežravce se srovnatelným zastoupením rostlinné a živočišné složky potravy a detritu. Výzkum ukazoval, že potravní částice do velikosti 4 mm tento druh pohlcuje vcelku nebo nepatrně zpracované ústním aparátem (Vojkovská et al., 2012)

2.8 Račí mor

Račí mor byl v Evropě poprvé zaznamenán v roce 1859 (Kozubíková et Petrusková, 2009). Na přelomu 19. a 20. století tato choroba vyhubila v České republice většinu račích populací. Ve 20. století se pak již téměř nevyskytovala, až od konce 90. let 20. století bylo zaznamenáno několik případů a potvrzeno minimálně pět masových úhynů populace raka říčního a raka kamenáče prokazatelně způsobených tímto onemocněním (Petrusková et al., 2007).

Kozubíková-Balcarová et al. (2014) ve své studii uvádí, že v letech 2008 – 2011 se v naší republice vyskytovalo pět případů epidemie račího moru, podobně jako v letech 2004 – 2007. Případů však stále přibývá (Kozubíková-Balcarová et al., 2014). Od roku 2008 do ledna roku 2014 račí mor vyhubil řadu populací na našem území - v roce 2008 byl prokázán hromadný úhyn raka říčního na Žebrákovském potoku (Světlá nad Sázavou, povodí Sázavy) a na řece Senici (Lidečko, povodí Vsetínské Bečvy). V roce 2009 v říčce Besének (Tišnov, povodí Svatky) došlo k úhynu raka říčního a v Zákolanském potoku (Okoř, povodí Vltavy) k úhynu raka kamenáče. Dále pak došlo k úhynu raka říčního v roce 2011 v říčce Litavce (Příbram, povodí Berounky) a v roce 2014 v Černém potoce (Pec pod Čerchovem, povodí Radbuzy) (Kozubíková-Balcarová et al., 2014).

Jedná se o smrtelnou chorobu pro původní evropské druhy raků, kterou způsobuje parazit *Aphanomyces astaci* (Oomycetes). (Kozubíková et Petrussek, 2009). Patogen je přenášen jeho původními hostiteli, severoamerickými druhy raků. Pokud dojde ke střetu populací původních evropských a severoamerických druhů infikovaných račím morem, původní druh se zpravidla nakazí a následně vyhyne celá populace (Kozubíková et Petrussek, 2009).

Račí mor je možné přenášet mezi lokalitami i na předmětech kontaminovaných vodou s infekčními stádii patogenu (Petrusková et al., 2007). Může se jednat o nedezinfikované rybářské pomůcky nebo jiné potřeby a pomůcky používané při správě vodních toků. V neposlední řadě je zde brán v úvahu i přenos prostřednictvím predátorů (Svobodová et al., 2010).

2.8.1 Historie *Aphanomyces astaci*

Koncem 19. století B. Hofer, profesor mnichovské univerzity, označil ve své práci z roku 1898 jako původce moru bakterii *Bacillus pestis astaci* (Kozubíková et Petrussek, 2009 ex. Krupauer, 1968). V roce 1903 však F. Schikora popsal tento smrtící patogen jako podobný vláknité houbě a zařadil ho do skupiny *Oomycetes* pod názvem *Aphanomyces astaci*. Jak uvádí Söderhäll a Cerenius (1999), až v roce 1934 O. Nybelin dokázal na základě infekčních pokusů, že *Aphanomyces astaci* je původcem onemocnění. (Kozubíková et Petrussek, 2009)

2.8.2 Zařazení *Aphanomyces astaci*

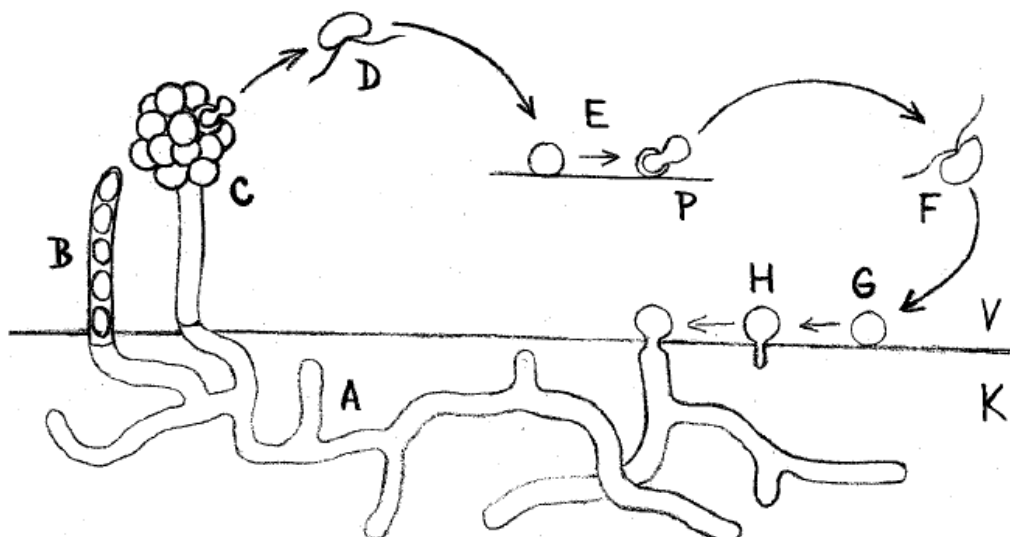
Patogenem způsobujícím račí mor je *Aphanomyces astaci* (z řečtiny: aphano – skrytý, neviditelný; myces – houba; česky je druh nazýván hnileček račí. Tento organismus je řazen do říše Chromista, oddělení Oomycota, třídy Oomycetes, řádu Saprolegniales a čeledi Saprolegniaceae (hnilobytkovité). (Kozubíková et Petrusek, 2009)

2.8.3 Životní cyklus *Aphanomyces astaci*

Aphanomyces astaci je považován za druh bez pohlavního rozmnožování, což může mít souvislost s parazitickým způsobem života (Kozubíková et Petrusek, 2009 ex. Alderman et al., 1984). Známý je pouze asexuální životní cyklus (obr. č. 3). Mycelium rostoucí v těle hostitele vytváří za určitých podmínek sporangia produkující do vodního prostředí pohyblivé zoospory. Ty pak zapříčiňují šíření patogenu. Poté, co zoospory přisednou na vhodný podklad, tj. povrch těla raka, vznikají z nich cysty, které klíčí a parazit proroste do kutikuly. Tím se cyklus uzavře. Pokud zoospora encystuje na nevhodný podklad, cysta se může změnit zpět v zoosporu a dále pokračovat v hledání vhodného hostitele. U *Aphanomyces astaci* nebyla dosud potvrzena trvalá stadia ani zjištěn žádný mezihostitel. Životnost cyst, které vzniknou po přisednutí na nevhodném podkladu, je v řádu dnů. (Kozubíková et Petrusek, 2009 ex. Unestam, 1969 et Alderman a Polglase, 1986)

Obr. č. 3 - Životní cyklus *Aphanomyces astaci*.

K – kutikula raka, V – voda, P – jiný povrch než račí kutikula, A – mycelium, B – sporangium s primárními sporami, C – „spore ball“, útvar tvořený primárními cystami, D – uvolněná zoospora, E – encystace a opětovné uvolnění zoospory, F – zoospora druhé generace, G – cysta, H – klíčící cysta (Zdroj: Kozubíková et Petrussek, 2009)



2.8.4 Specifita *Aphanomyces astaci*

Aphanomyces astaci je cizopasník s převážnou specifitou k rakům. Toto tvrzení vzniklo na základě experimentů Unestama (1972), jak uvádí Kozubíková et Petrussek (2009), při kterých zkoušel tímto patogenem infikovat různé druhy raků, několik druhů planktonních korýšů a jeden druh vidlonožce Mysidacea. Infekce způsobující úhyn se rozvinula pouze u raků. Na základě osobního sdělení Söderhälla (2005) dále Kozubíková et Petrussek (2009) uvádí, že existují také nezveřejněné údaje o tom, že běžní sladkovodní bentičtí korýši, např. blešivci a berušky, nejsou náchylní k tomuto onemocnění ani jej nepřenáší. Jediný případ infekce jiného korýše než raka a následný úhyn na račí mor zaznamenal Benisch (1940; citováno v Unestam (1972)) při infekci kraba druhu *Eriocheir sinensis* (Kozubíková et Petrussek, 2009). Skutečnost, že *Aphanomyces astaci* může infikovat sladkovodní kraby, potvrdil Svodoba et al. ve své studii v roce 2014. Tato studie však neodhalila, zda je tento cizopasník schopen dokončit svůj životní cyklus či infikovat další hostitele (Svoboda et al., 2014). Navzdory tomu Schrimpf et al. ve své studii taktéž z roku 2014 již potvrzuje, že krab druhu *Eriocheir sinensis* může infikovat tímto patogenem původní druhy raků.

2.9 Odolnost severoamerických raků

Severoamerické druhy raků jsou k akutní fázi onemocnění račím morem odolné. Tato odolnost je zřejmě způsobena dlouhodobým vývojem vztahu hostitel – parazit, kde již vzniklá rovnováha umožňuje přežití oběma druhům (Alderman, 1996). Imunita severoamerických raků vůči této chorobě je silnější a účinnější než u raků nepůvodních ze Severní Ameriky, protože parazit dokáže přežívat v kutikule zdravých jedinců severoamerických raků a nezpůsobovat jim akutní onemocnění za pomoci obranné reakce melanizace. Melanizace je produkce fenoloxidázy, enzymu přeměňující fenoly na melanin a chinony. Fenoloxidáza je vázána na povrch buněčné stěny patogenu a vytváří zde melanin. Melanin chrání hostitele před toxiny, které uvolňuje parazit (Kozubíková et Petrussek, 2009 ex. Unestam et Ajaxon, 1976). Parazit pak v těle hostitele setrvává, není však zahuben (Kozubíková et Petrussek, 2009 ex. Oidtmann et al., 2004). K úhynu raka pak může dojít v případě zranění nebo stresu hostitele, tj. reakce na znečištění vody nebo nedostatku kyslíku, atd., kdy se sníží obranyschopnost organismu a latentní infekce se může změnit v akutní onemocnění. Dle Diéguez-Urbeonda a Söderhälla (1993) může úhyn zvířete zřejmě také způsobit i napadení raka extrémně vysokým množstvím zoospor (Kozubíková et Petrussek, 2009).

2.10 Migrace

Jak uvádí Římalová-Kadlecová a Bílý (2013) ve své publikaci, raci všeobecně, mohou žít v sympatrii. Raci žijící v sympatrii si jsou konkurenční, využívají podobných a potenciálně omezených zdrojů a jejich ekologické niky se proto překrývají (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013 ex. Blank and Figler, 1996). Toky s dostatečnou zásobou úkrytů by mohl být důvod, proč smíšené populace druhů raků mohou přežít (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013). Rak se může pohybovat na větší vzdálenosti po vyrušení, ale v přirozeném prostředí bez vyrušování má tendenci pohybovat se jen pár metrů v průběhu několika týdnů (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013 ex. Bohl, 1999), nebo dokud si nenajdou úkryt (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013 ex. Sint et Füreder, 2004). Pohyb raka po proudu toku může být považován do určité míry jako neúmyslný, v důsledku spláchnutí raka velkou vodou (Kozák et al., 2004).

V Kalifornii (USA) byli například pozorováni raci signální při překonávání třímetrové bariéry na výšku. Tito raci byli viděni, jak stoupají po řasami pokryté

svažitě stěně bariéry (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013 ex. Kerby et al., 2005). Podle studie Římalové-Kadlecové a Bílého (2013) je možné, že raci mohou překonat bariéru v důsledku jejího mírného sklonu, nebo mohou opustit vodu a pohybovat se podél břehů, které jsou částečně pokryté vegetací a tím překonat bariéru.

Obecně platí, že nepůvodní druhy raků, přenašeči račího moru a tudíž hrozba pro původní nerezistentní druhy raků, mají širší toleranci k životnímu prostředí a rychle se šíří (Puky et Schád, 2006). Rak pruhovaný se dokáže šířit tokem rychlostí 13 km za rok (Svobodová et al., 2010 ex. Puky et Schád, 2006).

Raci pruhovaní mají velkou schopnost udržet se v relativně silném proudění vody (Kozák et Polícar, 2006). K zabránění šíření invazivních druhů do nových lokalit se doporučuje umístění bariéry na toku, která je vertikální, hladká a vyšší než dva metry (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013 ex. Peay et Füreder, 2011). Taková bariéra bez vegetace a bez postupně se svažujících břehů, která nemůže být překročena nebo obejita, se zdá být jako nejúčinnější řešení (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013).

Další možností šíření raků pruhovaných může být způsobeno záměrným vysazováním nepůvodních druhů raků za účelem zatraktivnění lokalit či zbavení se přemnožených jedinců chovateli (Svobodová et al., 2010). Někdy jsou raci pruhovaní přeneseni na nové místo amatérskými „ochranáři“ nebo dokonce rybáři, kteří si myslí, že pomáhají šířit ohrožený druh (Petrušková et al., 2007).

Za nezáměrné šíření se pak může považovat vysazování omylem, např. v rámci záchranných přenosů, v důsledku neschopnosti rozlišit jednotlivé druhy (Svobodová et al., 2010) nebo přemísťování již infikovaných hynoucích původních raků neinformovanými lidmi, které se domnívají, že je hynutí způsobeno např. znečištěním vody (Kouzubíková et Petrušek, 2009). Stejně tak se může infekce šířit s rybami určenými jako návnada nebo při vysazování ryb (Kouzubíková et Petrušek, 2009 ex. Nylund a Westman, 1995).

2.11 Praktická ochrana raků, opatření minimalizující riziko šíření raka pruhovaného

Petrusková et al. (2006) uvedla ve svém článku čtyři základní činnosti vedoucí všeobecně k efektivní pomoci našich původních druhů raků. Jsou jimi podpora stávajících populací, osvěta, mapování a monitoring a v neposlední řadě reintrodukce a introdukce a záchranné transfery.

Smyslem podpory stávajících populací je důsledná ochrana jejich biotopů, odstranění možných příčin způsobujících nízkou početnost raků ve smyslu například nadměrného zarybnění nebo znečištění vod. Dále to těchto činností spadá i důsledná kontrola lokalit s výskytem nepůvodních druhů raků a v neposlední řadě také podpora přirozeného šíření původních druhů raků (Petrusková et al., 2006). V případě výskytu nepůvodních severoamerických druhů je však na místě budování migračních bariér (Římalová-Kadlecová et Bílý, 2013).

Osvětou se rozumí odborné prezentování záchrany raků na veřejnosti, což mohou být například přednášky pro veřejnost nebo školní besedy. V rámci těchto akcí je třeba seznámit posluchače s nebezpečím račího moru, které mohou nepůvodní druhy šířit, varovat před přenášením raků do nových lokalit a vůbec manipulace s chráněným druhem (rak říční, rak kamenáč i rak bahenní) vyžaduje povolení orgánu ochrany přírody. Naopak rozšiřování nepůvodních druhů bez speciálního povolení orgánu ochrany přírody je zakázáno. Neméně důležitou činností může být výroba informačních tabulí pro veřejnost na lokalitách, kde se vyskytují právě nepůvodní druhy, které budou upozorňovat na nebezpečí před vysazováním nových jedinců (Petrusková et al., 2006).

Základem všech ochranných aktivit je mapování a monitoring všech druhů raků. Dlouhodobý monitoring umožňuje včasné odhalení současného stavu populací raků v naší přírodě i jejich případné šíření (Petrusková et al., 2006).

Reintrodukce a introdukce a záchranné transfery jsou již aktivity, které lze provádět pouze za dozoru odborníků, kteří jsou vlastníky výjimky ochrany přírody a krajiny k manipulaci se zvláště chráněným druhem ze Zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění. Tuto výjimku přidělují příslušné orgány ochrany přírody (Petrusková et al., 2006).

2.12 Mapování výskytu raků v ČR v letech 2004 a 2005 – AOPK ČR

V letech 2004 až 2005 provedla Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (dále jen AOPK ČR) celorepublikové zmapování všech pěti druhů raků, které se u nás vyskytují. Výzkum byl zaměřen na aktuální stav původních i nepůvodních druhů, jejich ekologii a příčiny ohrožení. Výzkum probíhající na vodních tocích a vybraných stojatých vodách v rámci celé republiky byl prováděn dle jednotné metodiky lišící se podle charakteru lokalit. Mapování na malých vodních tocích prováděli zejména studenti přírodovědeckých fakult apod. a to ručně dle metodiky mapování raků pro malé vodní toky (Příloha č. 1). Zjištěné údaje se pak zapisovaly do standardních formulářů (Příloha č. 2). Velké vodní toky a stojaté vody zajišťovala především regionální pracoviště AOPK ČR za použití odlišné metody (Příloha č. 3; Příloha č. 4) instalace vrší s návnadou. V omezené míře probíhá mapování území České republiky i v současnosti. Pro zpracování získaných výsledků vzhledem s výzkumem račích moru a sledování populací v oblastech ohrožených tímto onemocněním byla uzavřena spolupráce s Přírodovědeckou fakultou UK v Praze, katedrou ekologie. Rovněž byla navázána spolupráce s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. v Praze a to ohledně získaných údajů o jakosti vody. Výsledky z mapování slouží jako základ pro ochranu a podporu račích populací a nezbytný podklad pro další monitoring. Zahrnují informace o celkovém rozšíření a ekologii všech pěti druhů raků, vyskytujících se na území našeho státu (Štambergová et al., 2009).

3 Metodika

3.1 Vymezení zájmového území

3.1.1. Vymezení území povodí Litavky

V rámci terénních průzkumů byla pozornost věnována celému povodí říčky Litavky, resp. toku Litavky a vybraným přítokům, jejichž parametry umožňují přežívání raků, viz tab. č. 10 a 11. Stručná charakteristika zkoumaných toků je uvedena v kapitole 3.1.2, dále pak přehledněji se základními údaji o tocích v tab. č. 3.

Českou republiku tvoří 3 hlavní hydrologická povodí, povodí Labe, Odry a Moravy (Dunaje). Tato hlavní povodí jsou dále dělena na 8 oblastí hydrologických povodí, oblast povodí horního a středního Labe, horní Vltavy, Berounky, dolní Vltavy, Ohře a dolního Labe, Odry, Moravy a Dyje, a spravuje je pět státních podniků Povodí: Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Labe, Povodí Odry a Povodí Moravy, viz obr. č. 4. Řeka Litavka spadá do povodí Berounky.

Obr. č. 4 - Mapa oblastí povodí.

(Zdroj: Deník veřejné správy- Informační systém VODA České republiky, 2008)



V rámci vybraných vodních toků bylo stanoveno 22 úseků, kde probíhal následný výzkum. Jednalo se o 11 profilů na přítocích řeky Litavky (profily označeny písmeny A-K) a 11 profilů na řece Litavce (profily označeny písmeny A-K). V průběhu realizace terénních prací pak byly dodatečně zařazeny ještě další 4 profily, a to profil přítoku s označením L dle tabulky č. 2, pořadové číslo 9. – Suchomastský potok, profil přítoku s označením M, pořadové číslo 12. – Červený potok, profil na Litavce s označením L, pořadové číslo 26. a profil na Litavce s označením M, pořadové číslo 27. Celkem tedy bylo sledováno 27 profilů. Profil přítoku Suchomastský potok s označením A, pořadové číslo 1. a 8. jsme zkoumali dvakrát v časovém odstupu 8 dnů, z důvodu nenalezení raka říčního, jehož výskyt byl již v minulosti v této oblasti potvrzen (Fischer in verb.).

První z profilů s označením A na řece Litavce byl stanoven u soutoku řeky Litavky s řekou Berouňkou, další profily byly určeny po 5 km úsecích proti proudu. Profily na přítocích byly stanoveny v místech, kde byl již v minulosti potvrzen výskyt raků nebo v případě dosud nepotvrzeného předchozího nálezu v úseku do 500 m od soutoku toku s řekou Litavka. Jednotlivé profily na řece Litavce jsou zaneseny na obr. č. 5 a profily na přítocích na mapách č. 6 až 10. Seznam všech profilů je uveden v tab. č. 4. Přesný harmonogram prací je uveden v tabulce č. 5, viz kapitolu 3.2.

Stejně písmenné označení řad pro hlavní tok i jeho přítoky je použito z důvodu evidence udělené výjimky z ochranných podmínek zvláště chráněných živočichů druhů rak říční a rak kamenáč, udělené Krajským úřadem Středočeského kraje, viz přílohu č. 5.

Fotodokumentace z jednotlivých profilů je vložena v přílohách č. 7, 9 a 11.

Tab. č. 3 - Charakteristika toků.

(Online: Povodí Vltavy, s.p., <http://www.pvl.cz/>, Ministerstvo zemědělství, Centrální evidence vodních toků, <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>; Vlček et al., 1984)

Název toku	Správce toku	Délka toku (km)	Plocha povodí (km²)	Průměrný průtok u ústí (m³·s⁻¹)
Červený	Povodí Vltavy, s.p. (0-20,78 km) Ministerstvo obrany ČR (20,78-29,46 km)	29,46	224,50	0,89
Chumava	Lesy ČR, s.p.	17,71	77,60	0,35
Litavka	Povodí Vltavy, s.p.	54,51	629,40	2,71
Mlýnský	Lesy ČR, s.p.	1,49	-	-
Mlýnský (Vokačovský)	Lesy ČR, s.p.	3,33	-	-
Obecnický	Povodí Vltavy, s.p.	8,49	31,10	0,15
Ohrazenický	Povodí Vltavy, s.p.	7,91	-	-
Podlužský	Lesy ČR, s.p.	8,37	-	-
Příbramský	Povodí Vltavy, s.p.	11,25	33,10	0,15
Stroupínský	Povodí Vltavy, s.p.	22,60	109,90	0,38
Suchomastský	Povodí Vltavy, s.p.	11,29	29,70	0,03

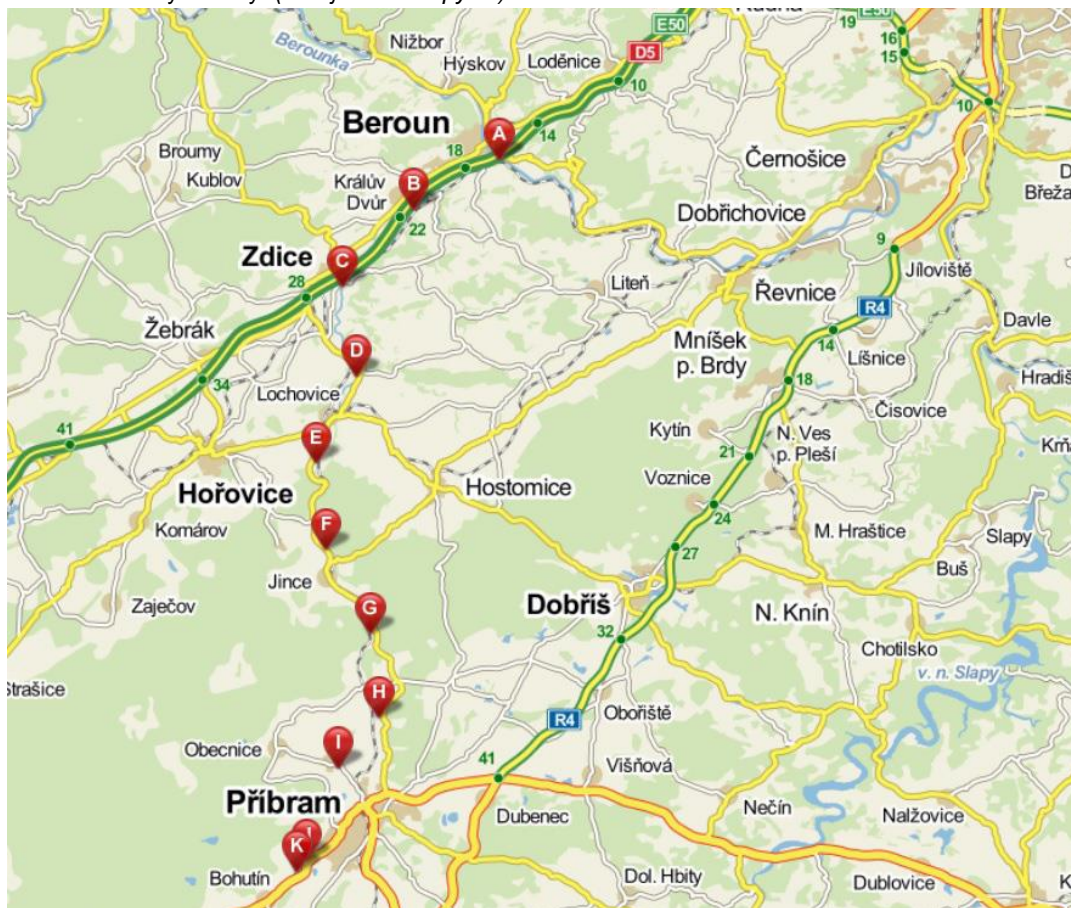
Tab. č. 4 - Seznam profilů, jejich souřadnice a výskytu raků v minulosti (Aa - *Astacus astacus*, At - *Austropotamobius torrentium*, Ol - *Orconectes limosus*).

* Profily dle map viz kapitulu 3.1

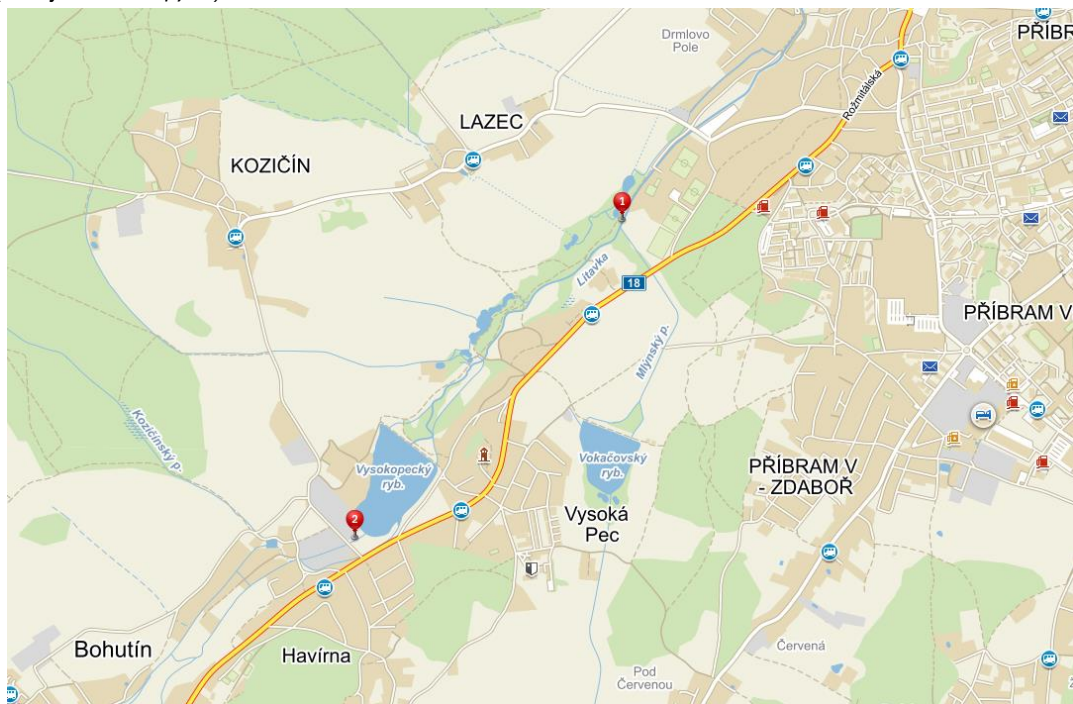
** Údaje z databáze Hornického muzea Příbram (D. Fischer)

Pořadové číslo	Profil (dle map)*		Název toku	Lokalita	GPS		Výskyt raků v minulosti**
	Přítoky	Litavka			šířka	délka	
1.	A		Suchomastský	Králův Dvůr	49°56'37.5"	14°4'51.2"	ANO (Aa)
2.		A	Litavka	Beroun	49°57'43.4"	14°2'49.2"	ANO (Aa)
3.		B	Litavka	Králův Dvůr	49°56'20"	14°1'47.1"	ANO (Aa)
4.		C	Litavka	Zdice	49°54'24.2"	13°59'5.5"	ANO (Aa)
5.		D	Litavka	Libomyšl	49°52'19.7"	13°59'47.2"	ANO (Aa)
6.	G		Ohrazenický	Jince	49°47'28"	13°58'17.8"	ANO (Aa)
7.	D		Stroupínský	Zdice	49°54'3"	13°57'19.3"	ANO (Aa, At)
8.	A		Suchomastský	Králův Dvůr	49°56'37.5"	14°2'49.2"	ANO (Aa)
9.	L				49°56'30"	14°2'39.5"	NE
10.	B		Mlýnský	Zdice	49°55'0.7"	14°0'7"	NE
11.	C		Červený	Zdice	49°54'44.5"	13°59'3.6"	NE
12.	M			Zdice	49°54'46.4"	13°59'12.4"	NE
13.	E		Chumava	Libomyšl	49°52'16.3"	14°0'16.7"	ANO (Aa)
14.	F		Podlužský	Lochovice	49°50'36.3"	13°58'30.5"	ANO (Aa)
15.	J		Obecnický	Obecnice - Octárna	49°43'0.2"	13°55'55.7"	ANO (Aa)
16.	I			Příbram - Kovohutě	49°42'32.6"	13°58'56.1"	NE
17.	H		Příbramský	Příbram - Areál Nový rybník	49°40'25.1"	14°0'9.2"	ANO (Aa)
18.		E	Litavka	Lochovice	49°49'48.2"	13°58'13.1"	NE
19.		F	Litavka	Jince	49°47'49.5"	13°58'42.7"	NE
20.		G	Litavka	Čenkov	49°45'17.3"	14°0'2.1"	ANO (Aa)
21.		H	Litavka	Trhové Dušníky	49°44'4.4"	14°0'29.7"	NE
22.		I	Litavka	Příbram - Kovohutě	49°42'34.3"	13°59'13.9"	NE
23.		K	Litavka	Vysoká pec - pod Vysokopeckým rybníkem	49°39'59.8"	13°57'45.1"	ANO (Aa, od 2013 Ol)
24.		J	Litavka	Vysoká Pec	49°40'17.3"	13°58'2.4"	ANO (Ol, 2013)
25.	K		Mlýnský (Vokačovský)	Příbram - Lesopark	49°40'26.7"	13°58'24.1"	NE
26.		L	Litavka	Příbram - Lesopark	49°40'27.5"	13°58'22.2"	ANO (Aa)
27.		M	Litavka	Vysoká pec - nad Vysokopeckým rybníkem	49°39'48"	13°57'29.9"	NE

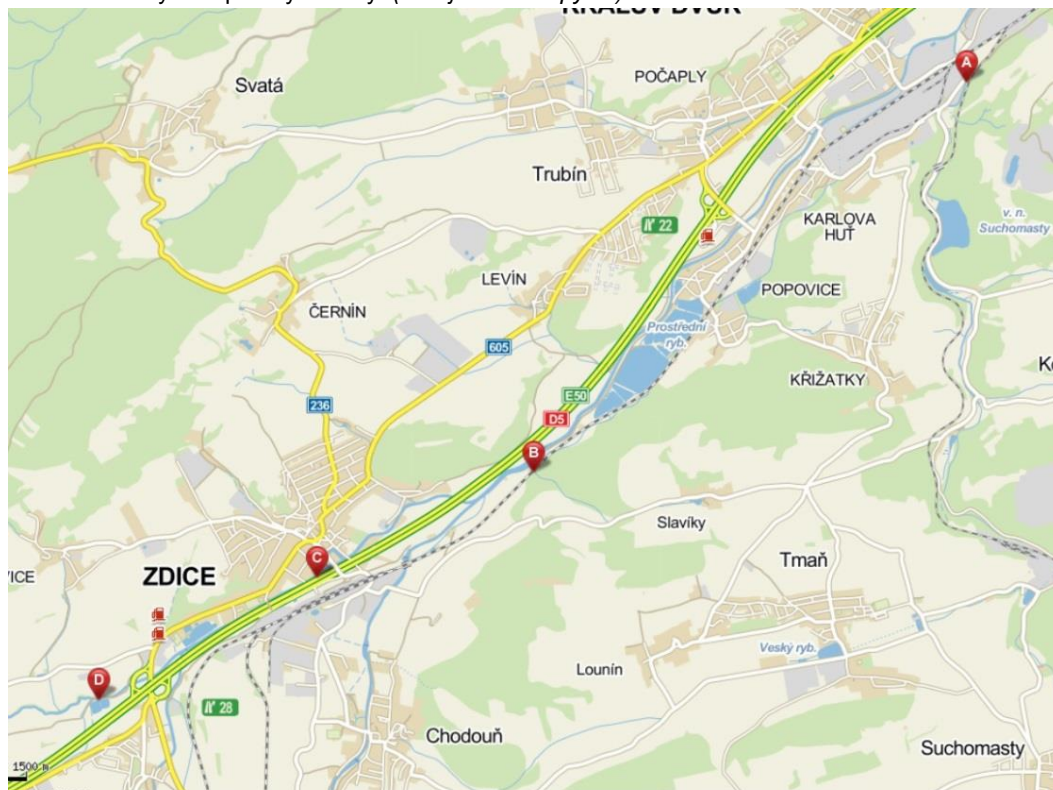
Obr. č. 5 – Profily Litavky. (Zdroj: www.mapy.cz)



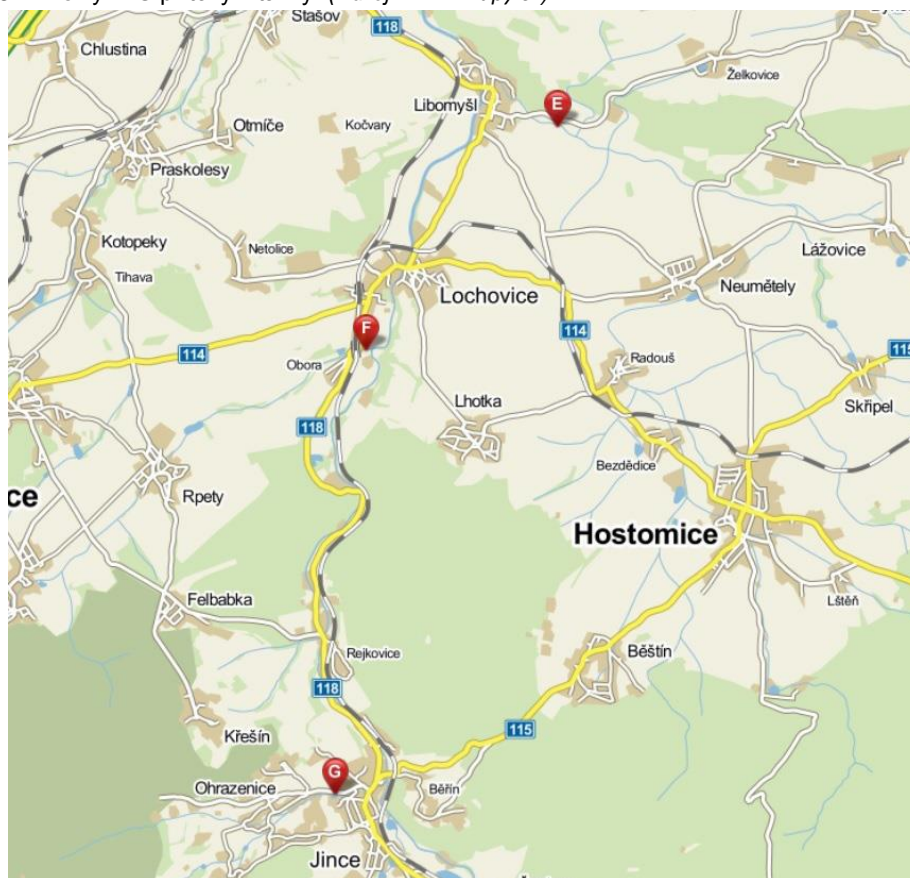
Obr. č. 6 – Dodatečně přidáné profily Litavky, č. 1 = profil L, č. 2 = profil M.
(Zdroj: www.mapy.cz)



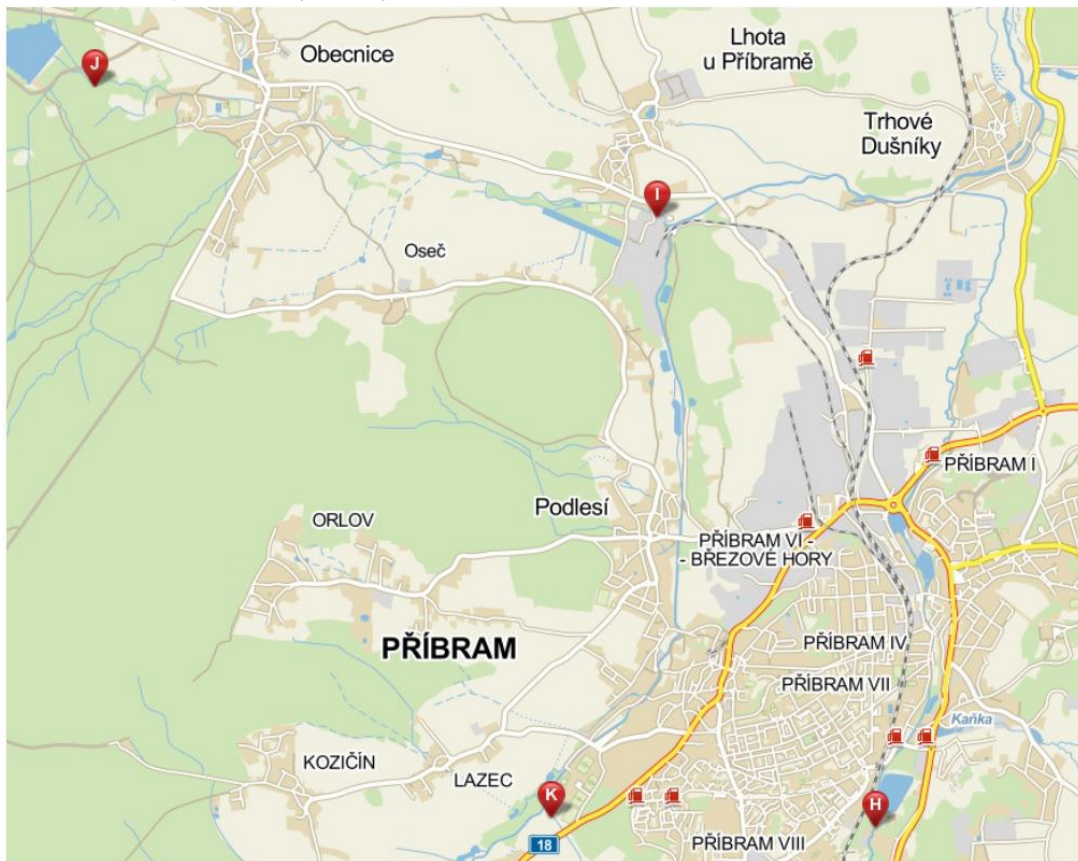
Obr. č. 7 – Profily A-D přítoky Litavky. (Zdroj: www.mapy.cz)



Obr. č. 8 – Profily E-G přítoky Litavky. (Zdroj: www.mapy.cz)



Obr. č. 9 – Profily H-K přítoky Litavky. (Zdroj: www.mapy.cz)



Obr. č. 10 – Dodatečně přidáné profily přítoků Litavky, č. 1 = profil L, č. 2 = profil M. (Zdroj: www.mapy.cz)



3.1.2 Charakteristika toků

Červený potok

Červený potok pramení na severní straně Brd poblíž vrchu Houpák v nadmořské výšce 775 m. Délka toku činí 29,49 km a plocha povodí je cca 224,5 km². Vlévá se do Litavky zleva poblíž Zdic v 247 m n. m. Průměrný průtok u ústí je 0,89 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

Chumava

Chumava pramení pod vrchem Velká Baba asi 8 km západně od Dobříše, v nadmořské výšce 571 m. Plocha povodí je 77,6 km² a délka toku je 17,71 km. Do Litavky ústí zprava v Libomyšli v 278 m n. m. Průměrný průtok u ústí je 0,35 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

Litavka

Řeka Litavka pramení v nadmořské výšce 765 m na východním svahu Malého Toku ve VVP Jince. Plocha povodí je 629,4 km² a délka toku je 54,51 km. V Berouně se vlévá zprava do řeky Berounky v 218 m n. m. Průměrný průtok u ústí je 2,71 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

Mlýnský potok

Délka toku je 1,49 km a do Litavky se vlévá zprava nedaleko Zdic (Online: <http://www.pvl.cz/>).

Mlýnský (Vokačovský) potok

Délka toku je 3,33 km. Do Litavky ústí zprava nedaleko Příbrami (Online: <http://www.pvl.cz/>).

Obecnický potok

Obecnický potok pramení na severním svahu Toku v nadmořské výšce 745 m. Délka toku je 8,49 km a plocha povodí činí 31,1 km². Do Litavky se vlévá zleva ve Lhotě u Příbrami, hned vedle areálu továrny Kovohutě Příbram. Průměrný průtok u ústí je 0,15 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

Ohrazenický potok

Délka toku je 7,91 km. Do Litavky ústí zleva v Jincích (Online: <http://www.pvl.cz/>).

Podlužský potok

Délka toku je 8,37 km. Do Litavky ústí zleva poblíž Lochovic (Online: <http://www.pvl.cz/>).

Příbramský potok

Příbramský potok pramení 1 km východně od Konětop v nadmořské výšce 562 m. Délka toku je 11,25 km a plocha povodí je 33,1 km². Do Litavky ústí zprava u Trhových Dušníků v 446 m n. m. Průměrný průtok u ústí je 0,15 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

Stroupínský potok

Stroupínský potok pramení 1 km jihovýchodně od Kařízku v nadmořské výšce 573. Délka toku je 22,6 km. Plocha povodí činí 109,9 km². Ústí zleva do Červeného potoka u Bavoryně v 264 m n. m. Průměrný průtok u ústí je 0,38 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

Suchomastský potok

Suchomastský potok pramení 1,5 km východně od Bykoše v nadmořské výšce 398 m. Délka toku je 11,29 km. Plocha povodí činí 29,7 km². Vlévá se zprava do Litavky v Králově Dvoře v 223 m n. m. Průměrný průtok u ústí je 0,03 m³·s⁻¹ (Online: <http://www.pvl.cz/>; Vlček et al., 1984).

3.2 Metodika průzkumu

Při mapování bylo postupováno v souladu s metodikou AOPK ČR pro mapování výskytu raků v malých vodních tocích (Štambergová et al., 2009), popř. pro monitoring raka říčního (Dušek et al., 2006a) a raka kamenáče (Dušek et al., 2006b), což představovalo prohledávání 100 m dlouhých úseků od sebe vzdálených cca 5 km. První z mapovaných úseků se nacházel vždy při soutoku s hlavním tokem, který však za určitých podmínek (např. v případě, že se v blízkosti nacházel úsek s větší pravděpodobností výskytu raků) mohl být posunut. Vymezené úseky byly zaneseny v mapových podkladech schválených Krajským úřadem Středočeského kraje v udělené výjimce, viz přílohu č. 5. Ve vymezeném úseku byly prohledány všechny možné potenciální úkryty raka, viz seznam možných úkrytů v příloze č. 1. Nejmenší počet prohledávaných úseků byl stanoven na 50, při menším počtu přítomných úkrytů byly prohledány všechny v mapovaném úseku. Poté bylo mapování skončeno. V případě nálezů nepůvodních druhů raků bylo

mapování na daném toku přerušeno kvůli nezbytné sterilizaci výstroje. Prohledání každého úseku trvalo přibližně 45 až 60 minut ve 2 osobách.

Terénní práce byly realizovány v období od července do října 2014 ve spolupráci s Mgr. Davidem Fischerem a Markem Šafránkem. Na veškeré činnosti spojené s realizací terénních výzkumů byla vydána výjimka z ochranných podmínek zvláště chráněných živočichů druhů rak říční a rak kamenáč, viz přílohu č. 5.

Pořadí zkoumání jednotlivých profilů bylo určeno v souladu s metodikou AOPK ČR a na základě doporučení Mgr. Davida Fischera, a to průzkum nejprve těch profilů, kde již byl v minulosti potvrzen výskyt původních druhů raků a dosud nebyl potvrzen výskyt nepůvodních severoamerických raků, možných nositelů račího moru. Poté následovaly profily, kde nebyla dosud zaznamenána jakákoliv račí populace a v poslední řadě profily, kde se již v minulosti potvrdil výskyt nepůvodních druhů raků. Dalším kritériem určení pořadí průzkumu profilů bylo postupovat vždy proti proudu toku, aby se zabránilo případnému šíření račího moru po proudu. Pořadí průzkumu profilů je zaznamenáno v tabulce č. 5.

Průzkum byl prováděn za odborného dozoru Mgr. Davida Fischera a za pomoci Marka Šafránka.

Odchyt raků byl prováděn ručně nebo do sítě. Postupovalo se vždy proti proudu z důvodu možného zakalení vody a následné špatné viditelnosti ve vodě. Byly prozkoumány potenciální úkryty raků, což jsou kameny na dně koryta, napadané listí a větve, kořenový systém stromů zasahující do koryta nebo přímo rostoucí v průtočném profilu a břehy toku.

Vybavení: holiny, brodicí kalhoty, další gumové boty do vody, metr, šuplera, uzavíratelná sklenice na případný nález raka pruhovaného (byly plánovány odběry na následnou analýzu přítomnosti račího moru), síťka na odchyt raků, nádoba na desinfekci vybavení, dezinfekční prostředek Savo a formuláře k vyplnění jednotlivých profilů, viz přílohu č. 2.

Z preventivních důvodů (zamezení případného přenosu račího moru) byla výstroj (holiny, síťka) při přechodu mezi určitými logickými celky dezinfikována (Savo + dokonalé vyschnutí). Výstroj by byla dále dezinfikována vždy při nálezu nepůvodního druhu raka.

Každý zkoumaný profil a výsledky průzkumu byly popsány ve formuláři pro zápis nálezových dat dle metodiky AOPK ČR, viz přílohu č. 6. Přehled všech profilů je uveden v tabulkách č. 12 - 16, které se nacházejí v příloze č. 11.

Tab. č. 5 – Harmonogram prací (barevně jsou odlišeny profily hlavního toku Litavky).

* Profily dle map viz kapitulu 3.1

Pořadové číslo	Profil (dle map)*		Název toku	Lokalita	Datum monitoringu
	Přítoky	Litavka			
1.	A		Suchomastský	Králův Dvůr	20.7.2014
2.		A	Litavka	Beroun	20.7.2014
3.		B	Litavka	Králův Dvůr	20.7.2014
4.		C	Litavka	Zdice	20.7.2014
5.		D	Litavka	Libomyšl	20.7.2014
Doma omytá výstroj + holiny, vyschlé					
6.	G		Ohrazenický	Jince	28.7.2014
7.	D		Stroupínský	Zdice	28.7.2014
8.	A		Suchomastský	Králův Dvůr	28.7.2014
9.	L				28.7.2014
Doma omytá výstroj + holiny, vyschlé					
10.	B		Mlýnský	Zdice	30.7.2014
Doma omytá výstroj + holiny Savem, vyschlé					
11.	C		Červený	Zdice	2.8.2014
12.	M			Zdice	2.8.2014
Dezinfekce holin Savem s vodou z Chumavy, vyschnutí na slunci, dále monitoring v gumových botech					
13.	E		Chumava	Libomyšl	2.8.2014
14.	F		Podlužský	Lochovice	2.8.2014
Doma omytá výstroj + holiny Savem, vyschlé					
15.	J		Obecnický	Obecnice - Octárna	3.8.2014
16.	I			Příbram - Kovohutě	3.8.2014
17.	H		Příbramský	Areál Nový rybník	3.8.2014
Doma omytá výstroj + holiny Savem, vyschlé					
18.		E	Litavka	Lochovice	28.9.2014
19.		F	Litavka	Jince	28.9.2014
20.		G	Litavka	Čenkov	28.9.2014
21.		H	Litavka	Trhové Dušníky	28.9.2014
22.		I	Litavka	Příbram - Kovohutě	28.9.2014
Doma omytá výstroj + holiny Savem, vyschlé					
23.		K	Litavka	Vysoká pec - pod Vysokopeckým rybníkem	30.9.2014
24.		J	Litavka	Vysoká Pec	30.9.2014
25.	K		Mlýnský (Vokačovský)	Příbram - Lesopark	30.9.2014
26.		L	Litavka	Příbram - Lesopark	30.9.2014
Doma omytá výstroj + holiny Savem, vyschlé					
27.		M	Litavka	Vysoká pec - nad Vysokopeckým rybníkem	15.10.2014

3.2.1 Kvalitativní průzkum

Cílem kvalitativního průzkumu profilu bylo pouze potvrzení přítomnosti/nepřítomnosti jednotlivých druhů raků. Průzkum spočíval v projití vybraného úseku v délce 100 m a prozkoumávání všech potenciálních úkrytů. V případě pozitivního nálezu jedince původního druhu byl nalezený jedinec určen, zařazen do délkové kategorie a po zjištění případných poškození a pohlaví byl vypuštěn zpět na místo odchyty. V případě nálezu jedince nepůvodního severoamerického druhu byl v místě nálezu následně proveden kvantitativní průzkum (viz kapitolu č. 3.2.2) a nález převezen do depozitáře Hornického muzea Příbram.

U jedinců, které se nepodařilo odchytit, nemohlo být určeno pohlaví ani délková kategorie. Byli pouze zařazeni do skupiny nálezů jedinců určených vizuálně bez pohlaví na základě pravděpodobnosti již odchyceného druhu v tomtéž místě ve stejnou dobu.

3.2.2 Kvantitativní průzkum

Kvantitativní průzkum spočíval v detailním prohledání reprezentativního úseku toku v rozsahu 30 m². Cílem kvantitativního průzkumu bylo stanovení základních populačních charakteristik, jako je délková (věková) struktura uloveného vzorku jedinců, hustota populace a pohlavní poměry. Sledován měl být i zdravotní stav ulovených jedinců (např. výskyt posttraumatických změn apod.).

4 Výsledky

4.1 Výsledky mapování raků

V rámci provedených terénních prací bylo celkem nalezeno 35 jedinců původních druhů raků, a to 22 jedinců raka říčního a 13 jedinců raka kamenáče. Rak pruhovaný byl nalezen pouze 1, viz tab. č.7 a 8.

Rak říční byl objeven ve Stoupínském potoce, a to 3 jedinci (nález raka říčního zde byl již v minulosti potvrzen, viz kapitolu č. 3.1, tab. č. 4). V potoce Chumava bylo nalezeno celkem 6 jedinců toho druhu (nález raka říčního zde byl již v minulosti potvrzen, viz kapitolu č. 3.1, tab. č. 4). Dále byl objeven rak říční v Ohrazenickém potoce v počtu 6 jedinců, v Příbramském potoce v počtu 4 jedinců a v Obecnickém potoce v počtu 2 jedinců. Ve všech třech tocích byl nález tohoto druhu také již v minulosti potvrzen, viz kapitolu č. 3.1, tab. č. 4. V Červeném potoce bylo nalezeno mrtvé tělo raka říčního. Tělo ještě nebylo v úplném rozkladu a dalo se s ním manipulovat. Je uloženo v depozitáři Hornického muzea Příbram. Zkoumaný profil se nacházel v těsné blízkosti čistírny odpadních vod. Jedná se pravděpodobně o první nález druhu v dané části toku. V minulosti zde nebyl výskyt potvrzen.

Rak kamenáč byl objeven pouze ve Stroupínském potoce společně s rakem říčním. Jednalo se o 13 ks jedinců. Výskyt raka kamenáče byl již v minulosti ve Stroupínském potoce potvrzen, viz kapitolu č. 3.1, tab. č. 4. Na tomto stanovišti byl nalezen i vydří trus obsahující zbytky raka, viz obr. č. 22 v příloze č. 7.

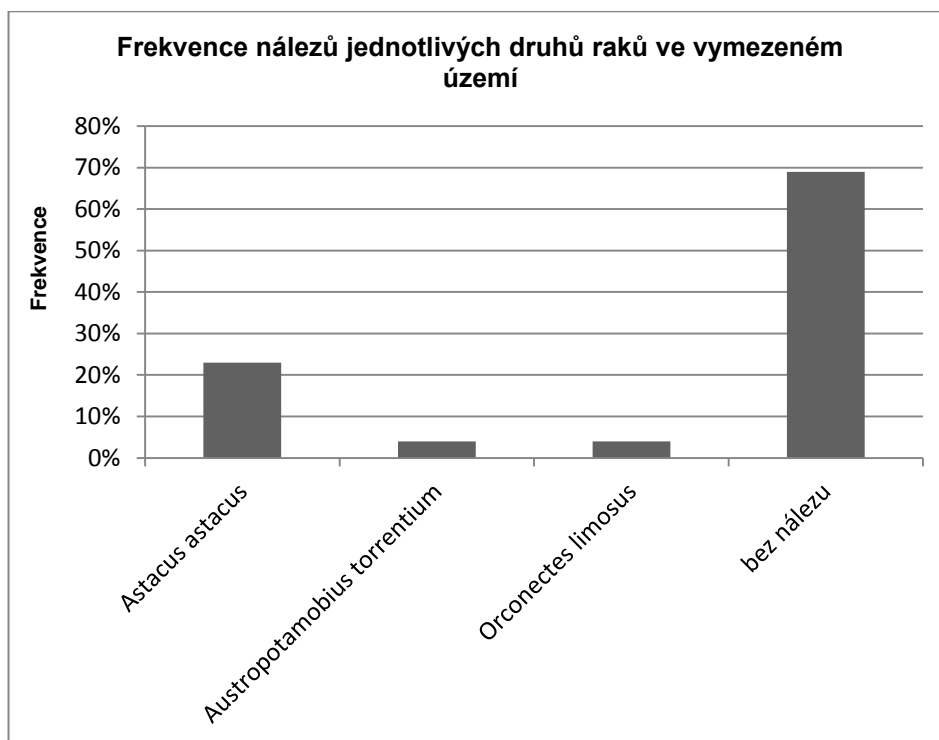
V případě Stroupínského potoka, kde se vyskytovaly dva druhy raků, byli neodchycení jedinci přiřazeni ke svému druhu vizuálně Mgr. Fischerem. V ostatních případech se jedná o pravděpodobné určení druhu, viz kapitolu 3.2.1.

Z hlediska frekvence nálezů jednotlivých druhů raků byl ve vymezeném území zjištěn výskyt již zmíněných tří druhů raků, a to raka říčního, raka kamenáče a raka pruhovaného, viz tab. č. 6. Rak říční byl zaznamenán v šesti zkoumaných profilech – v Ohrazenickém potoce, ve Stroupínském potoce, v Červeném potoce, v Chumavě, v Obecnickém potoce v lokalitě Obecnice – Octárna a v Příbramském potoce, což činí 23 % ze všech zkoumaných profilů, viz tab. č. 6 a 7, obr. č. 11 až 15. Rak kamenáč byl zaznamenán pouze v jednom profilu, a to ve Stroupínském

potoce, kde se vyskytoval společně s rakem říčním. Procentuálně to činí 4 % ze všech zkoumaných profilů, viz tab. č. 6 a 7, obr. č. 11 a 13. Poslední z objevených druhů raků byl rak pruhovaný, který byl nalezen v jednom profilu Litavky v lokalitě Vysoká Pec, což činí 4 % ze všech zkoumaných profilů, viz tab. č. 6 a 8, obr. č. 11, 15 a 16.

Fotodokumentace všech nálezů je uvedena v příloze č. 7.

Obr. č. 11 – Frekvence nálezů jednotlivých druhů raků ve vymezeném území (27 lokalit).

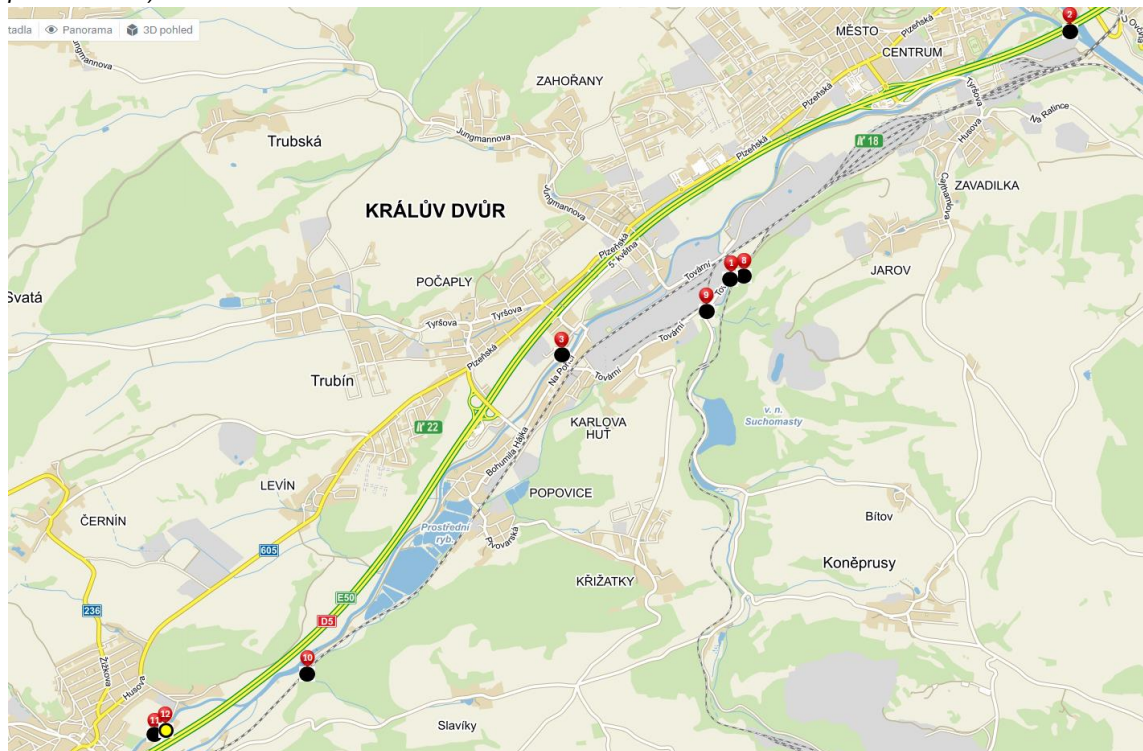


Tab. č. 6 – Výsledky kvalitativního průzkumu vymezeného území (barevně jsou odlišeny profily s pozitivními nálezy).

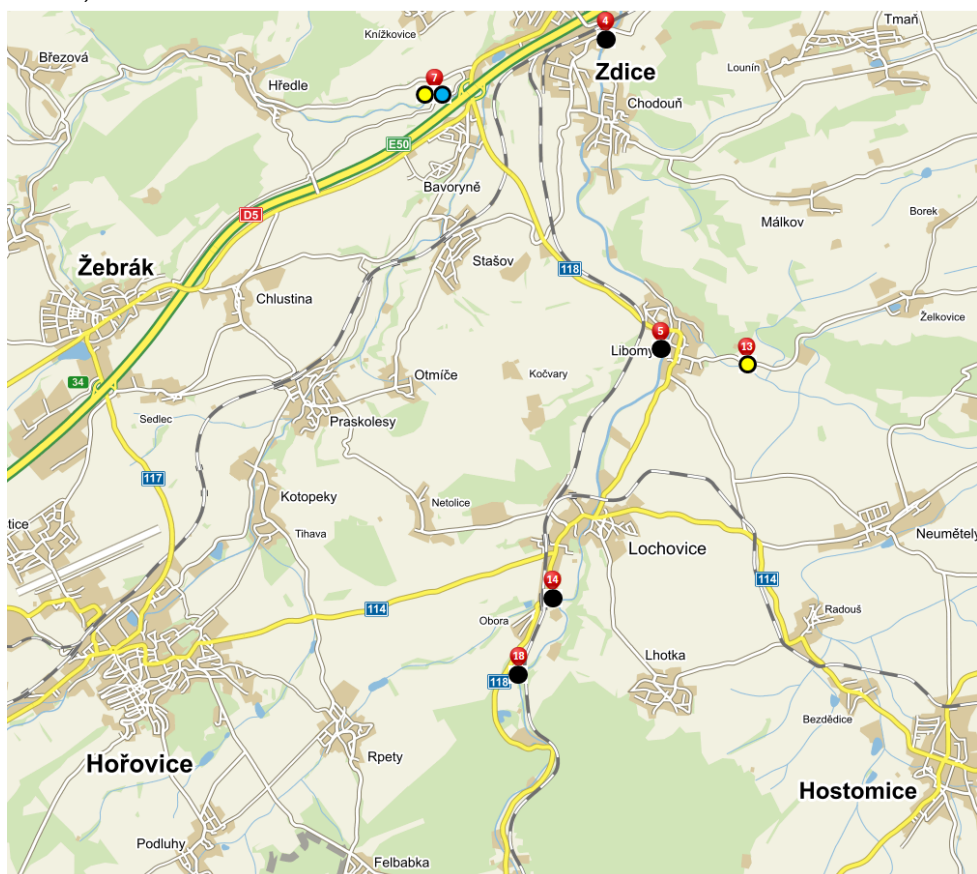
* Profily dle map viz kapitulu 3.1

Pořadové číslo	Profil (dle map)*		Název toku	Přítomnost raka ano/ne				
	Přítoky	Litavka		Rak říční	Rak kamenáč	Rak bahenní	Rak pruhovaný	Rak signální
1.	A		Suchomastský	ne	ne	ne	ne	ne
2.		A	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
3.		B	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
4.		C	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
5.		D	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
6.	G		Ohrazenický	ano	ne	ne	ne	ne
7.	D		Stroupínský	ano	ano	ne	ne	ne
8.	A		Suchomastský	ne	ne	ne	ne	ne
9.	L			ne	ne	ne	ne	ne
10.	B		Mlýnský	ne	ne	ne	ne	ne
11.	C		Červený	ne	ne	ne	ne	ne
12.	M			ano	ne	ne	ne	ne
13.	E		Chumava	ano	ne	ne	ne	ne
14.	F		Podlužský	ne	ne	ne	ne	ne
15.	J		Obecnický	ano	ne	ne	ne	ne
16.	I			ne	ne	ne	ne	ne
17.	H		Příbramský	ano	ne	ne	ne	ne
18.		E	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
19.		F	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
20.		G	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
21.		H	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
22.		I	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
23.		K	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
24.		J	Litavka	ne	ne	ne	ano	ne
25.	K		Mlýnský (Vokačovský)	ne	ne	ne	ne	ne
26.		L	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne
27.		M	Litavka	ne	ne	ne	ne	ne

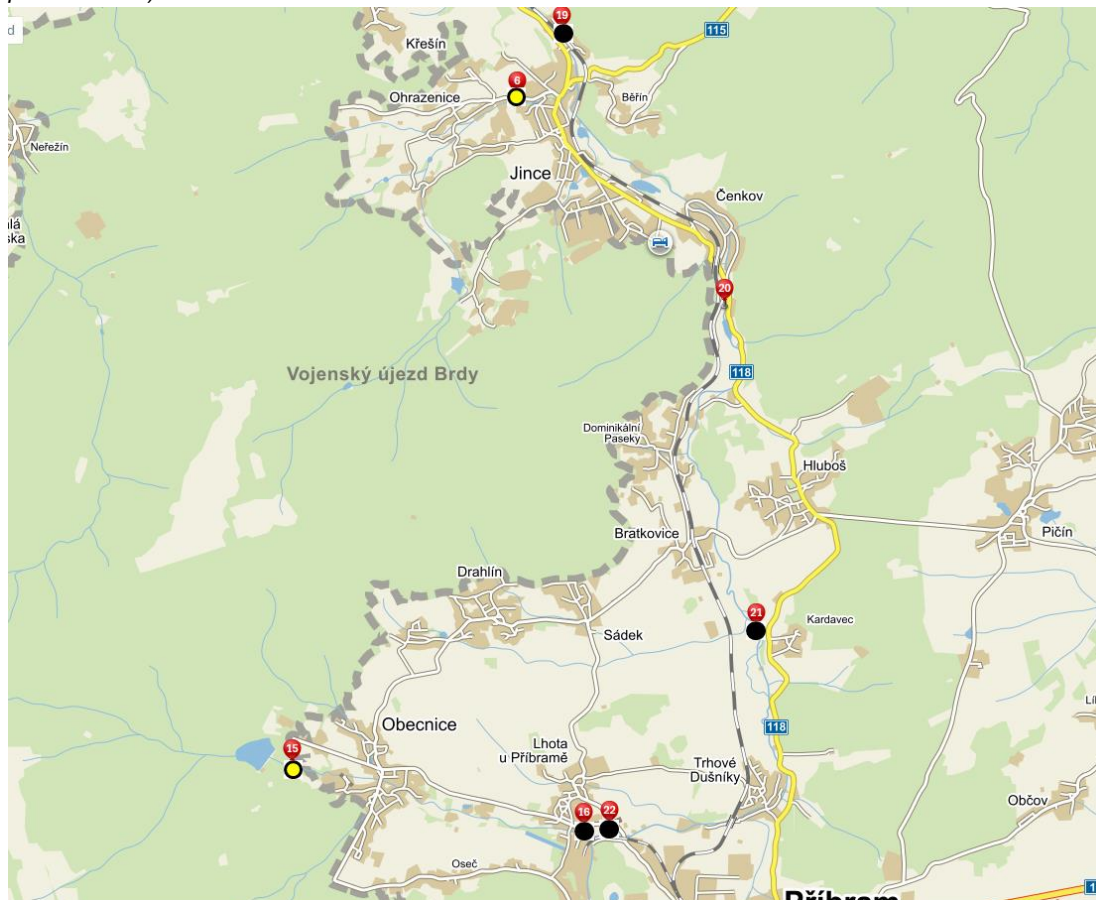
Obr. č. 12 – Mapa s výskytem a nevýskytem raků - čísla profilů dle tab. č. 6 (černý bod – nevýskyt raka, žlutý bod – výskyt raka říčního, modrý bod – výskyt raka kamenáče, červený bod – výskyt raka pruhovaného).



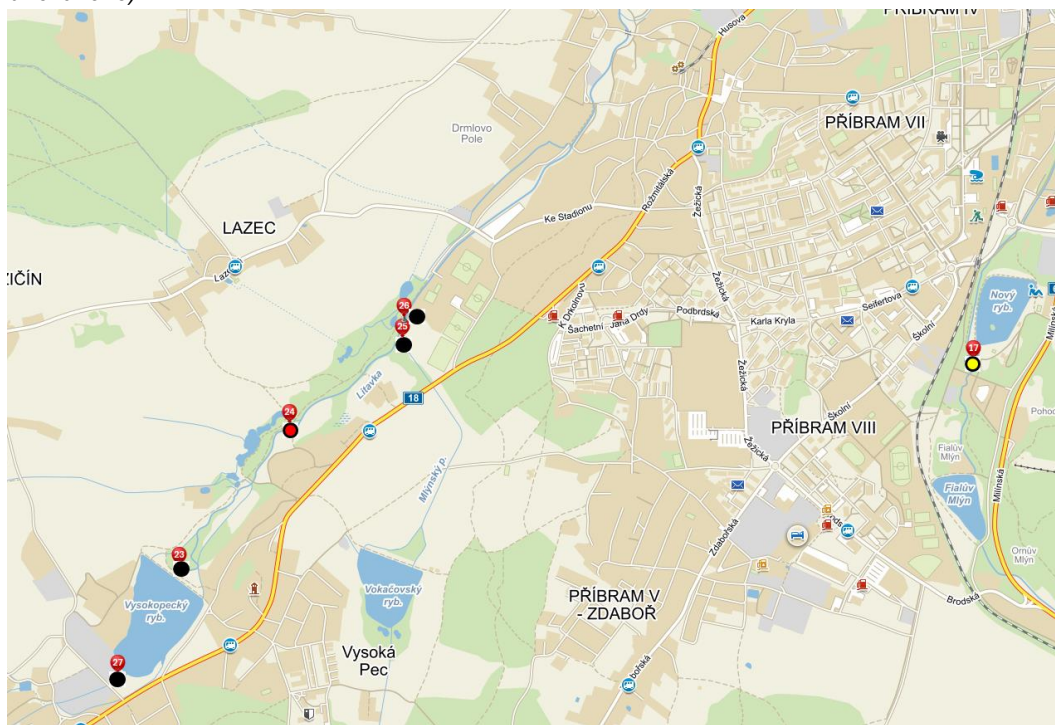
Obr. č. 13 – Mapa s výskytem a nevýskytem raků - čísla profilů dle tab. č. 6 (černý bod – nevýskyt raka, žlutý bod – výskyt raka říčního, modrý bod – výskyt raka kamenáče, červený bod – výskyt raka pruhovaného).



Obr. č. 14 – Mapa s výskytem a nevýskytem raků - čísla profilů dle tab. č. 6 (černý bod – nevýskyt raka, žlutý bod – výskyt raka říčního, modrý bod – výskyt raka kamenáče, červený bod – výskyt raka pruhovaného).



Obr. č. 15 – Mapa s výskytem a nevýskytem raků - čísla profilů dle tab. č. 6 (černý bod – nevýskyt raka, žlutý bod – výskyt raka říčního, modrý bod – výskyt raka kamenáče, červený bod – výskyt raka pruhovaného).



Tab. č. 7 - Profily s nálezy původních druhů raků – bližší charakteristika.

* Profily dle map viz kapitulu 3.1

** Juvenil – jedinec cca do 1 roku stáří

*** Pravděpodobné určení druhu viz kapitulu 3.2.1

Profil (dle map)*	Název toku	Datum monitoringu	Nález (jedinců)					Pozn.	
			Druh raka	Samec - celková délka (mm)	Samice - celková délka (mm)	Juvenil**	Vizuálně bez určení pohlaví***		Celkem
D	Stroupínský	28.7.2014	říční	1 (74)	-	-	2	3	různé věkové kategorie, pravděpodobná vitální populace
			kamenáč	-	1 (52)	-	12	13	různé věkové kategorie, zřejmě početná vitální populace
E	Chumava	2.8.2014	říční	-	2 (81, 76)	-	4	6	různé věkové kategorie, pravděpodobná vitální populace
G	Ohrazenický	28.7.2014	říční	1 (84)	2 (86,75)	1	2	6	různé věkové kategorie, zřejmě početná vitální populace
H	Příbramský	3.8.2014	říční	2 (84, 79)	1 (103)	-	1	4	různé věkové kategorie, pravděpodobná vitální populace
J	Obecnický	3.8.2014	říční	1 (66)	1 (65)	-	-	2	relativně početná populace, dle informací D. Fischera 2014 - relativně početná a stabilní populace
M	Červený	2.8.2014	říční	-	-	-	1	1	nalezen mrtvý jedinec, pravděpodobně první nález druhu v dané části toku (početná populace výše proti proudu, např. Hořovice - Fischer in verb)

Tab. č. 8 – Výskyt raka pruhovaného ve zkoumaných profilech.

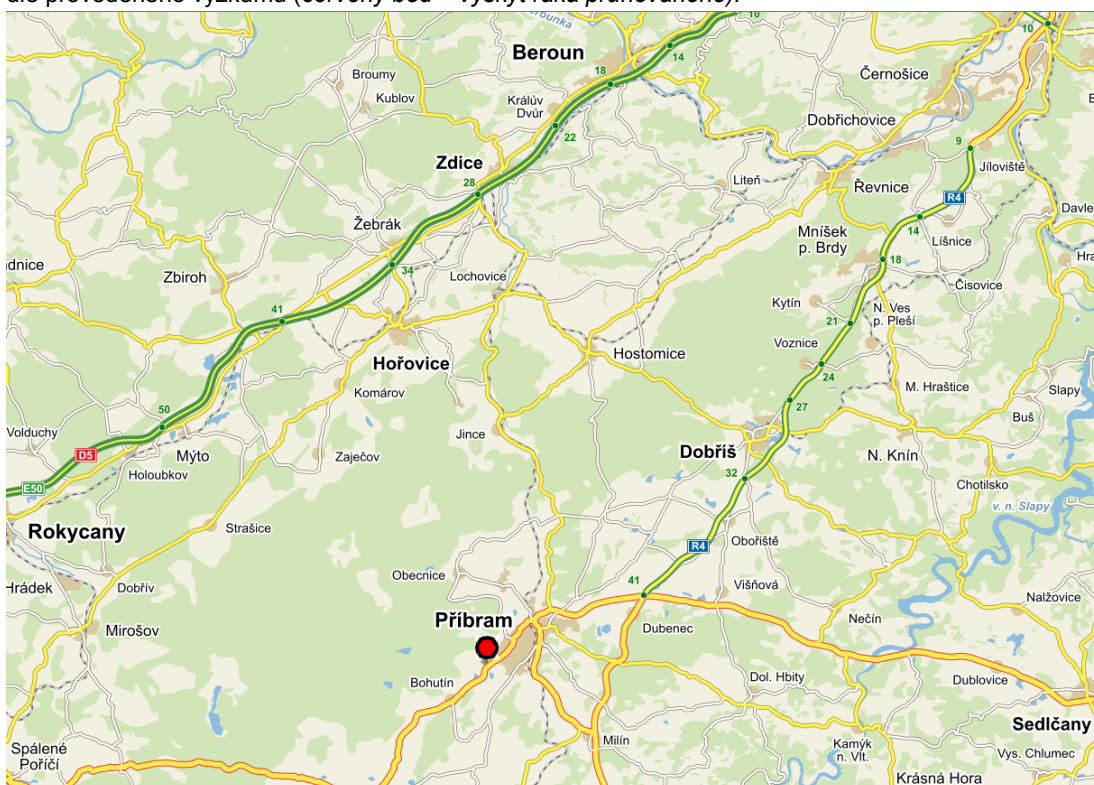
* Profily dle map viz kapitulu 3.1

** Juvenil – jedinec cca do 1 roku stáří

*** Pravděpodobné určení druhu viz kapitulu 3.2.1

Profil (dle map)*	Název toku	Datum monitoringu	Nález (jedinců)					Pozn.	
			Druh raka	Samec - celková délka - mm	Samice - celková délka - mm	Juvenil**	Vizuálně bez určení pohlaví***		Celkem
J	Litavka	30.9.2014	pruhovaný	-	1 (98)	-	-	1	v roce 2013 ve stejném úseku nalezeno 7 jedinců (Fischer in Verb), tok je pravděpodobně v počáteční fázi kolonizace tímto druhem

Obr. č. 16 – Mapa aktuálního rozšíření raka pruhovaného v povodí Litavky v roce 2014 dle provedeného výzkumu (červený bod – výskyt raka pruhovaného).



4.2 Nález raka pruhovaného

Rak pruhovaný byl zjištěn pouze v jednom ze zkoumaných profilů (viz kapitolu 4.1, tab. č. 6 a 8, obr. č. 15 a 16. Kvalitativní průzkum byl tak dle metodiky proveden pouze v místě tohoto nálezu. Další jedinec v rámci provedeného podrobného průzkumu v ploše 30 m² již nalezen nebyl. Z tohoto důvodu nelze stanovit většinu populačních charakteristik. Úvaha o výskytu pouze jedno jedince na prohledávané ploše odpovídá hustotě populace 0,03 jedinců m².

V případě jediného nalezeného jedince se jednalo o adultní samici o celkové délce 98 mm a délce od hlavohrudi 67 mm. Krunýř byl měkký, tedy bezprostředně po svlékání (svlečka ležela na dně toku do 15 cm nálezu). Samice neměla v době nálezu ani vajíčka, ani ráčata. Jedinec byl v dobrém zdravotním stavu (vitální, bez posttraumatických změn) a je uložen v depozitáři Hornického muzea Příbram.

Fotodokumentace nálezu a místa nálezu je uvedena v příloze č. 7.

4.3 Vyhodnocení možnosti dalšího šíření raka pruhovaného v povodí Litavky a rizik pro populace původních druhů raků

Rak pruhovaný se může šířit v povodí Litavky přirozenou cestou, což znamená pasivně po proudu Litavky, zejména při povodňových událostech, kdy může dojít ke splachování jedinců, a dále pak aktivně po proudu, což znamená běžnou migrací a obsazováním nových partií toku při předpokládaném nárůstu početnosti.

Běžná migrace proti proudu z místa výskytu je znemožněna migrační bariérou - Vysokopeckým rybníkem. Migrace po proudu je možná, avšak díky betonové regulaci na toku v Příbramském úseku pod lesoparkem není zcela pravděpodobná.

Šíření přirozenou cestou do přítoků Litavky může z hlavní části zabránit existence migračních bariér. Bariéry nejsou v potoce Chumava, dále pak v Podlužském, Obecnickém a Mlýnském (Vokačovském) potoce. Zde je tedy potenciální hrozba rozšíření největší. K částečné migraci může dojít v Suchomastském potoce, kde je nad jeho soutokem s Litavkou dlouhý regulovaný úsek toku. Nízké příčné stupně, tedy migračně pravděpodobně prostupné, se nachází v Ohrazenickém potoku. Spíše neprostupné, díky regulaci nad soutokem nebo přítomnosti příčných vysokých stupňů či soustavy příčných stupňů, se jeví Mlýnský, Stoupínský a Červený potok. Příbramský potok by měl být zcela neprostupný díky přítomnosti průtočných rybníků, viz tab. č. 9.

Případné šíření do povodí Litavky vlivem záměrného vysazování je již součástí kapitoly diskuse a nebezpečí šíření račích moru bez nutnosti šíření raků je popsáno v kapitole 2.8.

Tab. č. 9 – Přítomnost migračních bariér na přítocích Litavky

<i>Název toku</i>	<i>Přítomnost migrační bariéry ano/ne</i>	<i>Charakteristika migrační bariéry</i>
Suchomastský	ano	dlouhý regulovaný úsek toku nad soutokem s Litavkou - částečná migrace
Mlýnský	ano	regulace nad soutokem
Stroupínský	ano	příčné vysoké stupně - spíše neprostupné
Chumava	ne	-
Podlužský	ne	-
Ohrazenický	ne	pouze nízké příčné stupně - migračně pravděpodobně propustné
Příbramský	ano	přítomnost průtočných rybníků
Obecnický	ne	-
Mlýnský (Vokačovský)	ne	-
Červený	ano	soustava příčných stupňů - spíše neprostupné

5 Diskuse

Na řece Litavce nebyl objeven jiný druh raka, kromě již zmiňovaného raka pruhovaného.

Navzdory přechozím potvrzeným nálezům z minulosti nebyl objeven žádný jedinec raka říčního v Suchomastském potoce. Průzkum byl proveden dvakrát v časovém rozmezí osmi dnů, a to ve dnech 20. 7. 2014 a 28. 7. 2014 a stanoven ještě další profil nacházející se výše proti proudu nad původním. Ani tam nebyl žádný jedinec nalezen. Dne 20. 7. 2014 bylo koryto zkoumaného profilu celé zanesené bahnem, ovšem v té době s nízkým průtokem. Jednalo se o den po několikadenních vydatných deštích. Z toho důvodu byl průzkum proveden podruhé, avšak také bez pozitivního nálezu. Lze tedy usuzovat, že raci byli buď odneseni proudem v období deštů do nižších partií toku, nebo se vyskytovali pod nánosy bahna a nebyli objeveni.

Na profilech Litavky s označením A, B, C, D, G a L (dle map, viz kapitulu 3.1) nebyl učiněn žádný nález. Nepotvrdil se tak výskyt raků v minulosti. Ve všech případech se jednalo o potvrzené nálezy raka říčního. Dále nebyl potvrzen nález v Litavce na profilu K ani raka říčního, ani raka pruhovaného, který tam byl monitorován od roku 2013 a na přítoku Podlužský potok, kde se v minulosti vyskytoval rak říční. Nelze tedy s jistotou tvrdit, že by nenalezení původních druhů souviselo s rozšířením raka pruhovaného do těchto partií toku či dokonce s propuknutím infekce račího moru, jelikož zde nebyla nalezena ani mrtvá těla jedinců původního druhu, ani zde nebyla prokázána přítomnost raka pruhovaného. Je zde proto možnost, že se na zmíněných profilech stále ještě vyskytují původní druhy, které pouze nebyly nalezeny. Na zbylých profilech již nález v minulosti učiněn nebyl, viz kapitulu č. 3.1.1, tab. č. 4.

Dle informací Kozáka et Policara (2006) jsou raci pruhovaní schopni se udržet v relativně silném proudění vody v toku. Z tohoto důvodu regulace zabráňující silnému proudění více méně nemají vliv na šíření raka ve vodním toku přirozenou cestou. Římalová-Kadlecová et Bílý (2013) zase citují ve své publikaci Peay et Füreder (2011) doporučení o umístění hladkých vertikálních bariér na toku, které jsou vyšší než dva metry k zabránění šíření invazivních druhů do nových lokalit. Pokud by se taková bariéra bez vegetace (nebo soustavy příčných stupňů) a bez postupně se svažujících břehů umístila do ohrožených míst, jako jsou přítoky

Litavky bez migračních bariér nad soutokem, dalo by se zabránit šíření raka pruhovaného přirozenou cestou do přítoků i po celé délce toku.

Vzhledem k geografickému umístění by jako první na řadě připadal v úvahu Příbramský potok, co se týče přirozené migrace. Nicméně díky přítomnosti průtočných rybníků již zmiňovaných v kapitole 4.3, je pravděpodobnost rozšíření velmi malá. Nejvíce ohrožen je Obecnický potok, na kterém se nenachází žádná migrační bariéra, avšak se v něm vyskytuje početná populace raka říčního. To samé platí pro potok Chumavu s výskytem raka říčního. Méně ohrožený díky přítomnosti nízkých příčných stupňů je Ohrazenický potok s výskytem raka říčního a Stroupínský potok s výskytem raka říčního i raka kamenáče, s již vyššími příčnými stupni představující vyšší ochranu před přirozenou migrací raka pruhovaného. U těchto právě zmíněných přítoků je vybudování migračních bariér více než vhodné, společně s častějším a opětovným monitoringem za účelem zjištění, zda nedochází k migraci raka pruhovaného do těchto lokalit s výskytem původních druhů raků.

Vzhledem k hromadnému úhynu raka říčního v horních partiích Litavky v roce 2011, který byl způsoben s největší pravděpodobností nákazou infikovaného raka pruhovaného račím morem, je zcela nebytné vytvoření preventivních regulačních opatření po celé délce toku, např. překážky na vodním toku (např. hráze, jezy) zabraňující šíření, zejména pak v oblastech zaústění přítoků, kde se již v minulosti nebo tímto výzkumem potvrdila přítomnost původních druhů raků, a to raků říčních a raků kamenáčů v povodí Litavky a dosud se zde nenachází žádná migrační bariéra. Jedná se zejména o potok Chumavu, Podlužský a Obecnický potok. Toto opatření se zdá být efektivní, avšak vzhledem k velikosti toku je pravděpodobně nereálné. Je třeba brát také v úvahu to, že se rak pruhovaný nachází v horní části toku, tudíž migrační bariéry umístěné v nižších partiích toku nezabrání šíření raka dále po proudu. Zabrání pouze šíření proti proudu. Jistá možnost vytvoření preventivních opatření by již byla reálná i efektivnější na přítocích.

Dalším krokem k záchraně původních druhů raků a zabránění šíření račího moru či dokonce nepůvodních druhů do nových lokalit povodí Litavky, mohou být přednášky pro veřejnost nebo školní besedy na toto téma. V neposlední řadě pak umístění informačních tabulí pro veřejnost v lokalitě Příbramského lesoparku s upozorněním na výskyt raka pruhovaného a nebezpečí související s jeho přenosem či vysazováním nových jedinců.

Nález jedince raka pruhovaného v rámci toho průzkumu prostorově souvisí s místem hromadného úhynu raků na račí mor v roce 2011, což potvrzuje informaci Kozubíkové-Balcarové (2014) o vysazení raka pruhovaného na tomto území. Informaci Kozubíkové-Balcarové (2014) o tom, že byl tento úhyn s největší pravděpodobností způsobný právě vysazením infikovaného raka pruhovaného do těchto partií toku a dále výše položené části toku, Vysokopeckého rybníka, nelze potvrdit, a to z toho důvodu, že u nalezeného jedince stále ještě nebyla prokázána infekce. Ovšem z důvodu nálezu pouze raka pruhovaného v tomto místě a nikoliv žádného jiného jedince původního druhu, který se zde vyskytoval před rokem 2011, lze usuzovat, že úhyn raků na račí mor v roce 2011 byl způsoben právě vysazením raka pruhovaného a nalezený jedinec může být stále pozůstatkem z doby zmíněného hromadného úhynu. Možnost přirozené migrace raka po proudu z Vysokopeckého rybníka, kde se již v minulosti také vyskytoval, není zcela reálná díky migrační bariéře, kterou je hráze rybníka. Další možností by bylo opětovné vysazení nebo přirozená migrace proti proudu, což nelze také prokázat, jelikož na nižších partiích toku nebyl v rámci tohoto průzkumu nalezen žádný jedinec raka pruhovaného.

Z tohoto průzkumu vyplývá doporučení opětovného průzkumu lokalit s výskytem raka pruhovaného s cílem získání většího množství jedinců tohoto druhu, u kterých by byla následně provedena analýza nákazy račím morem. Pokud by se nákaza u nalezené populace nepotvrdila, neznamenaloby to, že se račí mor v povodí nevyskytuje, avšak je zde jistá pravděpodobnost, že račí mor není v povodí tolik rozšířený. Prokázání této nákazy by znamenalo více sledovat tuto lokalitu, což je velice důležité pro ochranu původních druhů raků v povodí.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zmapování aktuálního výskytu raků v povodí Litavky se zvláštním zřetelem na raka pruhovaného v letním či podzimním období roku 2014 podle metodik používaných AOPK ČR. Mapování výskytu jednotlivých druhů raků přispívá k rozšíření poznatků o této skupině. Ty pak mohou přinést informace využitelné k jejich ochraně.

Záznamy o nálezech jednotlivých druhů raků získaných během průzkumu budou uloženy do nálezové databáze ochrany přírody (NDOP) a závěry z průzkumu budou předloženy krajskému orgánu ochrany přírody.

Průzkum probíhal v období od července do října 2014. V rámci vybraných vodních toků bylo stanoveno 26 úseků, kde probíhal výzkum. Jednalo se o 13 profilů na přítocích Litavky a 13 profilů na Litavce. Rak pruhovaný byl odchycen pouze v jednom ze zkoumaných profilů, a to v Litavce na území Příbramského lesoparku, kde byl již v minulosti jeho výskyt potvrzen. Z důvodu nálezu pouze jednoho jedince nešlo stanovit většinu populačních charakteristik. Rak říční byl zjištěn v 6 profilech z 15 v minulosti potvrzených úsecích a rak kamenáč v 1 profilu z 1 v minulosti potvrzeného úseku. V jednom ze zkoumaných profilů, v Červeném potoce, byl učiněn pravděpodobně první nález raka říčního v dané části toku. Jednalo se však o mrtvého jedince.

Na základě toho průzkumu byla přítomnost raka pruhovaného v daném povodí prokázána, proto je zde reálné nebezpečí jeho šíření v povodí a infikování stávající populace račím morem.

Zjištěné údaje z výzkumu byly zaznamenány do přehledných tabulek a grafu.

7 Přehled literatury a použitých zdrojů

ALDERMAN D. J., 1996: Geographical spread of bacterial and fungal diseases of crustaceans. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 15.2: 603-632.

BUŘIČ M., 2009: Biology of Spiny-cheek Crayfish (*Orconectes Limosus*, Rafinesque, 1817) Under Conditions of the Czech Republic and the Study of Factors Influencing Its Invasive Spreading. *University of South Bohemia České Budějovice, Faculty of Fishery and Water Protection, Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology*, 139 s.

DUŠEK J., ĎURIŠ Z., FISCHER D., PETRUSEK A., ŠTAMBERGOVÁ M. et VLACH P., 2006a: Metodika monitoringu raka kamenáče. *AOPK ČR, Praha, online: www.nature.cz*

DUŠEK J., ĎURIŠ Z., FISCHER D., ŠTAMBERGOVÁ M. et VLACH P., 2006b: Metodika monitoringu raka kamenáče. *AOPK ČR, Praha, online: www.nature.cz*

FISCHER D., PAVLUVČÍK P., SEDLÁČEK F. et ŠÁLEK M., 2009: Predation of the alien American mink, *Mustela vison* on native crayfish in middle-sized streams in central and western Bohemia. *Folia Zool*, 58(1): 45-56.

HENTTONEN P. et HUNER J. V., 1999: The Introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction. *In: GHERARDI F. et HOLDICH D. M. [eds]: Crayfish in Europe as alien species. CRC Press, Rotterdam*, 13-22.

HOLDICH D., REYNOLDS J. et EDSMAN L., 2002: Roundtable session 1A: Monitoring in conservation and management of indigenous crayfish populations. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 367: 875-879.

HOLDICH D. M. et BLACK J., 2007: The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions*, 2(1): 1-15.

HOLDICH D. M., REYNOLDS J. D., SOUTY-GROSSET C. et SIBLEY P. J., 2009: A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 11: 394-395, 46 s.

KOZÁK P. et POLICAR T., 2006: Využitelnost komorového rybího přechodu hydroelektrárny na řece Labi v Obříství k migraci raka pruhovaného. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 42 (1): 48-49.

KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ E., BERAN L., ĎURIŠ Z., FISCHER D., HORKÁ I., SVOBODOVÁ J. et PETRUSEK A., 2014: Status and recovery of indigenous crayfish populations after recent crayfish plague outbreaks in the Czech Republic. *Ethology Ecology & Evolution*, 26:2-3, 299-319.

KOZUBÍKOVÁ E. et PETRUSEK A., 2005: An old menace is back: crayfish plague in Czechia. *Crayfish News* 27(3): 6 s.

KOZUBÍKOVÁ E. et PETRUSEK A., 2006: Pohroma zvaná račí mor. *Oceán*: 114-115.

KOZUBÍKOVÁ E. et PETRUSEK A., 2009: Crayfish plague-review of present knowledge on serious disease of crayfish and evaluation of the situation in the Czech Republic. *Bulletin-VÚRH Vodňany*, 45 (2/3): 34-57.

LINDQVIST O. V. et HUNER J. V., 1999: Life history characteristics of crayfish: What makes some of them good colonizers? *In*: GHERARDI F. et HOLDICH D. M. [eds]: Crayfish in Europe as alien species. *CRC Press, Rotterdam*: 23-30.

MARTIN J. W. et DAVIS G. E., 2001: An Updated Classification of the Recent Crustacea. Science Series No. 39. *Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles*, 124 s.

PATOKA J., PETRTÝL M. et KALOUS L., 2012: Raci v České republice: přehled komerčně využívaných druhů. *In*: KUBÍK Š. et BARTÁK M.: Workshop on biodiversity. *Jevany*: 133-142.

PETRUSEK A., FILIPOVÁ L., ĎURIŠ Z., HORKÁ I., KOZÁK P., POLICAR T., ŠTAMBERGOVÁ M. et KUČERA Z., 2006: Distribution of the invasive spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in the Czech Republic. Past and present. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*: 903-918.

PETRUSKOVÁ T., FISCHER D., ŠTAMBERGOVÁ M. et KOZUBÍKOVÁ E., 2007: Praktická ochrana raků. 13 s.

PUKY M., 2009: Confirmation of the presence of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) in Slovakia. *North-Western Journal of Zoology*, 5(1): 214-217.

PUKY M. et SCHÁD P., 2006: *Orconectes limosus* colonises new areas fast along the danube in Hungary. *Bull. Fr. Pêche Piscic*: 919-926.

ŘÍMALOVÁ-KADLECOVÁ K. et BÍLÝ M., 2013: The Movement Patterns of *Austropotamobius torrentium* and *Astacus astacus*: Is a Stony Step a Barrier? *In*: Freshwater Crayfish 19(1). *International Association of Astacology*: 69-75.

SCHRIMPF A., SCHMIDT T. et SCHULZ R., 2014: Invasive Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) transmits crayfish plague pathogen (*Aphanomyces astaci*). *Aquatic Invasions*, 9(2): 203-209.

SVOBODA J., STRAND D. A., VRÁLSTAD T., GRANDJEAN F., EDSMAN L., KOZÁK P., KOUBA A., FRISTAD R. F., BAHADIR KOCA S. et PETRUSEK A., 2014: The crayfish plague pathogen can infect freshwater-inhabiting crabs. *Freshwater biology*, 59(5): 918-929.

SVOBODOVÁ J., 2011: Faktory ovlivňující populaci raka kamenáče v zákolanském potoce. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 4/2011. *Ročník 53*: 4-8.

SVOBODOVÁ J., VLACH P. et FISCHER D., 2010: Legislativní ochrana raků v České republice a ostatních státech Evropy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 4/2010. Ročník 52: 1-5.

ŠTAMBERGOVÁ M., BÁDR V. et ĎURIŠ Z., 2005: Decapoda (desetinožci) In: FARKAČ J., KRÁL D. et ŠKORPÍK M. [eds.]: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha*, 760 s.

ŠTAMBERGOVÁ M., SVOBODOVÁ J. et KOZUBÍKOVÁ E., 2009: Raci v České republice. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha*, 255 s.

VOJKOVSKÁ R., HORKÁ I., et ĎURIŠ Z., 2012: Spektrum potravy raka pruhovaného v České republice. *Studentská vědecká konference, Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity*, 4 s.

VLČEK V., KESTŘÁNEK J., KRÍŽ H., NOVOTNÝ S. ET PÍŠE J., 1984: Zeměpisný lexikon ČSR: Vodní toky a nádrže. *Academia, Praha*, s. 316.

Vyhláška 395/1992 Sb. ministerstva životního prostředí České republiky ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

Internetové zdroje:

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky:

<http://www.ochranaprirody.cz/>

Fauna Europaea: <http://www.faunaeur.org>

Ministerstvo zemědělství, Centrální evidence vodních toků:

<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>

Povodí Vltavy, s.p.: <http://www.pvl.cz/>