

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra Zoologie a ornitologická laboratoř



**Aktualizace rozšíření raka signálního  
(*Pacifastacus leniusculus*) na Vysočině**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Martin Riebel**

Studijní obor: Biologie a ekologie  
Forma studia: Prezenční  
Vedoucí práce: Ing. Antonín Kouba, Ph.D.  
Olomouc 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Antonína Kouby, Ph.D. a jen s použitím citované literatury.

V Olomouci dne:

.....

.....

Podpis

**Poděkování:**

V první řadě bych chtěl poděkovat Ing. Antonínu Koubovi, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, poskytování rad a materiálových podkladů k práci. Dále děkuji Lukáši Jurkovi za cenné rady potřebné k terénnímu monitoringu. Můj dík patří i mé matce, která mi obětavě pomáhala při monitoringu raků.

## **BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE**

**Jméno a příjmení autora:** Martin Riebel

**Název práce:** Aktualizace rozšíření raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) na Vysočině

**Typ práce:** bakalářská práce

**Pracoviště:** Katedra zoologie a ornitologická laboratoř

**Vedoucí práce:** Ing. Antonín Kouba, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2020

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se snaží podat přehled invazivních druhů raků v Evropě a České republice a problematikou jejich šíření. V České republice se můžeme setkat se třemi nepůvodními druhy raků. Po nejrozšířenějším raku pruhovaném *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) nabývá na významu i rak signální *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852). Ten se prozatím dominantně vyskytuje především na Vysočině, kam byl v minulosti na několika místech vysazen. Navzdory jeho prokázanému negativnímu působení na osídlené ekosystémy není jeho rozšíření systematicky sledováno.

V rámci terénní práce jsem s odstupem šesti let navazoval na monitoring Lukáše Jurka (2014) provedený v letech 2011–2013 zaměřený na mapování výskytu raka signálního na Vysočině. Zdokumentoval jsem distribuční změny raka signálního a původního raka říčního *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) vyskytujících se na dříve sledovaných lokalitách, které jsem doplnil o 17 nových lokalit z regionu Vysočina v okolí Velkého Meziříčí. Výskyt raka signálního byl potvrzen na většině původních lokalit stanovených během předchozího monitoringu, přičemž v případě řeky Oslavy došlo k posunu raka signálního dále po proudu. Rak signální byl nově zaznamenán na čtyřech lokalitách v povodí řeky Oslavy a třech lokalitách v povodí řeky Balinky, které nebyly doposud zaznamenány. Na lokalitách, kde Jurek (2014) během svého monitoringu zaznamenal sympatrický výskyt raka signálního s rakem říčním byl nalezen pouze rak signální. To svědčí o extrémní konkurenční zdatnosti raka signálního dané především početní převahou, rychlejším růstem a agresivitou, čemuž už tak izolované populace raka říčního v oblasti Velkého Meziříčí mohou jen stěží konkurovat.

**Klíčová slova:** nepůvodní druh, rak signální, Vysočina, Česká republika

## **BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION**

**Author's first name and surname:** Martin Riebel

**Title:** An update of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) distribution in the Vysočina Region

**Type of thesis:** bachelor thesis

**Department:** Department of Zoology and Laboratory of Ornithology

**Supervisor:** Ing. Antonín Kouba, Ph.D.

**The year of presentation:** 2020

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis tries to give an overview of crayfish invasive species in the Europe and the Czech Republic and the issue of their spread. We can find three non-indigenous crayfish species in the Czech Republic. After the most widespread spiny-cheek crayfish *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) is the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) in importance. The signal crayfish predominantly occurs in the Vysočina region, where it was introduced at several places in the past. Despite its proven negative impacts on settled ecosystems, its spreading is not systematically monitored.

During the field work, I updated the monitoring of Lukáš Jurek (2014) focused on mapping the occurrence of the signal crayfish in the Vysočina region conducted in 2011–2013. I documented the distributional changes of the signal crayfish and the native noble crayfish *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) occurring at the previously monitored localities, further supplemented with 17 new localities from the Vysočina region in the vicinity of Velké Meziříčí. The occurrence of the signal crayfish was confirmed in most of the original localities determined during the previous monitoring. Signal crayfish spread downstream the Oslava River. Signal crayfish was newly recorded at four localities in the Oslava River basin and three localities in the Balinka River basin, which have not been reported yet. At the localities where Jurek (2014) recorded a sympatric occurrence of signal crayfish with the noble crayfish, signal crayfish was documented recently. This testifies to the extreme competitive ability of signal crayfish, given mainly by numerical superiority, faster growth and aggressiveness, to which the already isolated populations of noble crayfish in the vicinity of Velké Meziříčí can hardly compete.

**Key words:** non-indigenous species, signal crayfish, Vysočina Region, Czech Republic

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	8
<b>2. Cíle práce</b> .....	9
<b>3. Literární přehled</b> .....	10
3.1. Původní druhy raků v Evropě.....	11
3.2. Nepůvodní druhy raků v Evropě.....	11
3.2.1. Rak signální <i>Pacifastacus leniusculus</i> .....	12
3.2.2. Raci rodu <i>Faxonius</i> .....	12
3.2.3. Raci rodu <i>Procambarus</i> .....	15
3.2.4. Rak mexický <i>Cambarellus patzcuarensis</i> .....	17
3.2.5. Raci rodu <i>Cherax</i> .....	18
3.3. Druhy raků v České republice.....	19
3.3.1. Rak pruhovaný <i>Faxonius limosus</i> .....	19
3.3.2. Rak mramorovaný <i>Procambarus virginalis</i> .....	20
3.3.3. Rak signální <i>Pacifastacus leniusculus</i> .....	20
3.4. Rak signální <i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852).....	29
3.4.1. Životní cyklus.....	29
3.4.2. Ekologie druhu.....	30
3.4.3. Rak signální v roli hostitele.....	31
3.4.4. Interakce s jinými druhy raků.....	33
<b>4. Metodika</b> .....	34
4.1. Metody používané při odchytu raků.....	34
4.1.1. Odchyt do rukou pomocí síťky.....	35
4.1.2. Odchyt do vrše.....	35
4.2. Získaná data.....	36
<b>5. Výsledky</b> .....	38
5.1. Povodí řeky Oslavy.....	38
5.2. Povodí řeky Balinky.....	40
5.3. Křižanovsko – povodí řeky Bobruvky.....	41
5.4. Žďár nad Sázavou – povodí řeky Sázavy.....	41
5.5. Ujčov – povodí řeky Svatky.....	42

<b>6. Diskuze</b> .....	49
6.1. Povodí řeky Oslavy.....	49
6.2. Povodí řeky Balinky.....	65
6.3. Křižanovsko – povodí řeky Bobruvky.....	73
6.4. Žďár nad Sázavou – povodí řeky Sázavy.....	74
6.5. Ujčov – povodí řeky Svratky.....	75
<b>7. Závěr</b> .....	76
<b>8. Seznam použité literatury</b> .....	78
<b>9. Přílohy</b> .....	97

## 1. Úvod

Raci patří mezi jednu z neúspěšnějších skupin vodních organismů podílejících se na fenoménu biologických invazí. Na Vysočině byl v minulosti z důvodu předpokládaného komerčního využití vysazen severoamerický rak signální *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), který později začal kolonizovat nová území daleko od míst původního vysazení. Hlavním problémem šíření tohoto druhu raka je kromě schopnosti přenosu původce račího moru *Aphanomyces astaci* (Schikora), vůči kterému je imunní, také jeho početní převaha na lokalitách výskytu, což působí konkurenční tlak na původní populace raka říčního *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) vyskytující se na Vysočině.

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování literárního přehledu o problematice introdukcí raků v rámci Evropy s důrazem na situaci v České republice, kde byla hlavní pozornost věnována raku signálnímu a jeho biologii. V rámci terénní práce jsem navazoval na monitoring Ing. Lukáše Jurka (bakalářská práce „Biologie a invazivní šíření raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) na Vysočině“, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích; FROV JU), zaměřený na mapování výskytu raka signálního na Vysočině v letech 2011-2013. Cílem terénního výzkumu bylo zdokumentovat případné distribuční změny obou zmiňovaných druhů raků na již dříve sledovaných lokalitách, jenž jsem doplnil o několik nových míst s výskytem raků v regionu.



## **2. Cíle práce**

1. Vypracování literárního přehledu o problematice introdukcí raků v Evropě a České republice s důrazem na raka signálního.
2. Navázání na monitoring Lukáše Jurka (2014) zaměřený na mapování výskytu raka signálního na Vysočině.
3. Zdokumentování případných distribučních změn raka signálního a raka říčního na již dříve sledovaných lokalitách doplněných o nové lokality ve zkoumané oblasti.

### 3. Literární přehled

Původní areály sladkovodních raků nalezneme na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy a kontinentální Afriky. I na posledně jmenovaný kontinent však již bylo několik druhů v rámci introdukcí zavlečeno. U raků rozeznáváme celkem čtyři čeledi. Čeledi Astacidae, Cambaridae a Cambaroididae pocházející ze severní polokoule a čeleď Parastacidae z jižní polokoule (Crandall and De Grave 2017). Čeleď Astacidae zahrnuje převážně evropské raky a rod *Pacifastacus* ze severozápadu Severní Ameriky. Do čeledi Cambaridae náleží severoameričtí raci a do čeledi Cambaroididae rod *Cambaroides* z východní Asie. Poslední čeleď Parastacidae zahrnuje rody z Jižní Ameriky, Madagaskaru, Austrálie, Tasmánie, Nového Zélandu a Nové Guineje. Celkem je dnes známo téměř 700 druhů raků (Kozák et al. 2015).

Raci jsou důležitou součástí sladkovodních ekosystémů, protože konzumují bentické bezobratlé, detrit, makrofyta a jsou důležitou potravní složkou ryb a jiných vodních predátorů (Lodge and Hill 1994, Momot 1995, Füreder et al. 2006). Pokud proto dojde ke ztrátě původních druhů nebo se nějaký druh raka dostane mimo areál svého přirozeného výskytu, tak vznikají škody vedoucí ke změně v daném ekosystému a ztrátě místní biodiverzity (Covich et al. 1999, Kozák et al. 2015). Proces invaze lze rozdělit do čtyř etap, kterými jsou transport, introdukce, etablování a šíření. V každé etapě musí druh překonat překážky (geografické, environmentální), aby se mohl dostat do etapy následující. Druh se stává na nové lokalitě invazivním až tehdy, jakmile se zde dokáže rozmnožovat a šířit (Blackburn et al. 2011). Biologická invaze spočívá v tom, že druh „po vymizení přirozených překážek jeho šíření“ získává konkurenční výhodu, což mu umožňuje rychle se šířit a kolonizovat nový ekosystém, v němž se následně stává dominantním (Valéry et al. 2008).

Do Evropy byly nepůvodní druhy raků vysazovány nejčastěji jako náhrada za původní populace raků nakažené původcem račího moru (Henttonen and Huner 1999). Nevědělo se však, že i tyto nepůvodní druhy mohou být nositelem račího moru (Svärdson 1995). Druhým důvodem bylo gastronomické využití, což bylo například důvodem introdukce raka červeného *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) na jih Španělska (Habsburgo-Lorena 1978) nebo raka signálního do České republiky (Štambergová et al. 2009). Třetím důvodem byly úniky raků z chovů nebo jejich záměrně vypouštění nezodpovědnými

chovateli (Machino et al. 2006, Holdich et al. 2009, Weiperth et al. 2017). Nepůvodní druhy raků disponují řadou vlastností, které jim umožňují aktivně soupeřit s původními evropskými druhy. Tyto výhody budou dále rozebrány u popisu jednotlivých nepůvodních druhů v kapitole č. 3.2. Obecně lze však říci, že nepůvodní druhy raků jsou r-stratégy (Lindqvist and Huner 1999). Pro r-stratégy je charakteristické rychlé dospívání, vysoká plodnost a kratší délka života. Původní evropské druhy patří mezi K-stratégy, pro které je charakteristické pomalejší dospívání, méně potomků a dlouhá délka život (Lindqvist and Huner 1999).

### 3.1. Původní druhy raků v Evropě

V Evropě se vyskytují pouze tři původní račí rody, kterými jsou rod *Astacus*, *Austropotamobius* a rod *Pontastacus*. Do rodu *Astacus* patří rak říční, rak balkánský *A. balcanicus* (Karaman, 1929) a rak kolchidský *A. colchicus* (Kessler, 1876). Do rodu *Austropotamobius* patří rak kamenáč *A. torrentium* (Schränk, 1803), rak italský *A. fulcisanus* (Ninni, 1886) a rak bělonohý *A. pallipes* (Lareboullet, 1858). Do rodu *Pontastacus* patří rak bahenní *P. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), rak silnoklepetý *P. pachypus* (Rathke, 1837), rak kubánský *P. cubanicus* (Brsitein & Vinogradov, 1934), rak dunajský *P. danubialis* (Brodsky, 1981), rak deltský *P. daucinus* (Brodsky, 1981), rak Eichwaldův *P. eichwaldi* (Bott, 1950), rak Kesslerův *P. kessleri* (Schimkewitsch, 1886), rak Pylcovův *P. pylzowi* (Skorikov, 1907) a rak černomořský *P. salinus* (von Nordmann, 1842). Celkem se tak v Evropě vyskytuje 15 povodních druhů raků (Holdich et al. 2006, Holdich et al. 2009, Crandall and De Grave 2017).

### 3.2. Nepůvodní druhy raků v Evropě

Důvodem introdukce nepůvodních druhů raků bylo především jejich hospodářské využití. V posledních letech se jedná spíše o úniky nebo úmyslné vypouštění jedinců z akvariálních chovů. Pro severoamerické raky introdukované do Evropy je charakteristický rychlý růst a brzká pohlavní dospělost (Lindqvist and Huner 1999, Chuchol 2013, Kouba et al. 2014).

Mezi lety 1890 a 1970 byli do Evropy introdukovány tři původem severoamerické druhy raků. Tyto jsou v literatuře označovány jako „Old NICS“ (*old non-indigenous crayfish species*), jimiž jsou rak signální, rak pruhovaný *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) a rak červený. Po roce 1980 se do evropských vod dostaly z akvariálních chovů nové

nepůvodní druhy raků, v literatuře často označované jako „New NICS“ (Machino et al. 2006, Holdich et al. 2009). Jedná se o raky rodů *Faxonius*, *Procambarus*, *Cherax* a nově i raka rodu *Cambarellus* (Weiperth et al. 2017).

### **3.2.1. Rak signální *Pacifastacus leniusculus***

Rak signální je severoamerický druh raka s původním areálem výskytu mezi Tichým oceánem a Skalístými horami (státy Idaho, Oregon, Washington a Britská Kolumbie) (Taylor et al. 2007). Kromě USA byl druh introdukován i do Evropy a Japonska (Hiruta 1996, Souty-Grosset et al. 2006).

V roce 1959 byl rak signální poprvé dovezen do Evropy. Jednalo se přibližně o 60 jedinců vysazených ve Švédsku pocházejících z povodí kalifornských řek Natoma River, American River a Sacramento River (Svärdson 1995). V roce 1960 byli vypuštěni do volné přírody v rámci pokusu o nahrazení populací raků říčních, které zde byly od roku 1907 decimovány račím morem (Štambergová et al. 2009). Důvodem tohoto počínu byl fakt, že rak signální je svými ekologickými nároky a gastronomickým využitím podobný raku říčnímu (Kozák et al. 2015). Po tomto úspěšném vysazení na území Švédska následovala další.

Díky únikům z chovných zařízení a následnému samovolnému šíření se rak signální dostal do Rakouska, Belgie, České republiky, Dánska, Anglie, Finska, Francie, Německa, Řecka, Maďarska, Itálie, Kaliningradu (Rusko), Lotyšska, Litvy, Lucemburska, Nizozemska, Polska, Portugalska, Skotska, Slovenska, Španělska, Švýcarska a Walesu (Holdich et al. 2009). Déle byl zaznamenán v Norsku (Johnsen et al. 2007), Estonsku (Paaver and Hurt 2009), Chorvatsku (Maguire et al. 2008), Rusku (Schletterer et al. 2012) a ostrově Malta (Deidun et al. 2018). O biologii raka signálního a jeho vlivu populace na původních raků je pojednáno v samostatné kapitole 3.4.

### **3.2.2. Raci rodu *Faxonius***

Jedná se o severoamerické raky z čeledi Cambaridae (Holdich et al. 2006). Prvním introdukovaným rakiem rodu *Faxonius* byl rak pruhovaný a po roce 1980 byli ve volné přírodě zaznamenány druhy jako je rak kalikový *F. immunis* (Hagen, 1870),

rak mladistvý *F. juvenilis* (Hagen, 1870) a rak statný *F. virilis* (Hagen, 1870) (Holdich et al. 2006, Kouba et al. 2014).

### **Rak pruhovaný *Faxonius limosus***

Pochází z povodí řeky Delaware na východě USA (Rhoades 1962). Byl introdukován do mnoha států USA a také Kanady (Hobbs 1974, Taylor et al. 2007). Do Evropy byl rak pruhovaný poprvé introdukován v roce 1890 jako náhrada za původní populace raků decimované račím morem. Zřejmě z oblasti řeky Delaware v Pensylvánii (USA) bylo introdukováno 90 jedinců do rybníka o rozloze 0,1 ha u obce Barnówko v oblasti dnešního Polska nedaleko německých hranic (Kossakowski 1966). Odtud byli raci pruhovaní vysazeni do dalších polských jezer (Sierosławskie, Szpitalne) a v roce 1895 do Německa (řeka Havel v Postupimi). Z Německa byli raci pruhovaní vysazeni do řeky Cher ve Francii. Kvůli gastronomickému využití a přirozenému šíření po říčních systémech (Marna, Seina a Rhône), rak pruhovaný kolonizoval velkou část Francie (Holdich et al. 2006).

Dnes se vyskytuje v Rakousku, Bělorusku, Belgii, Korsice (Francie), Chorvatsku, České republice, Anglii, Francii, Německu, Maďarsku, Itálii, Kaliningradu (Rusko), Lotyšsku, Litvě, Lucembursku, Nizozemsku, Polsku, Rumunsku, Srbsku, Švýcarsku a na Slovensku (Holdich et al. 2009). Výskyt raka pruhovaného byl také potvrzen v povodí řeky Muga ve Španělsku u hranice s Francií (Benejam et al. 2011, Kouba et al. 2014). Po řece Dunaji se rozšířil do Bulharska (Todorov et al. 2020). Na Slovinsku byl zaznamenán ve šterkovnách poblíž řeky Dráva vzdálených 300 km od nejbližše zaznamenaných lokalit s výskytem raka pruhovaného na toku Drávy v Chorvatsku (Govedič 2017). Rak pruhovaný byl zaznamenán také v Estonsku (Kaldre et al. 2020).

Rak pruhovaný preferuje teplejší pomalu proudící vody s vrstvou sedimentů, do kterých se zahrabává (Holdich et al. 2006, Petrousek et al. 2006). Zahrabáváním způsobuje částečnou erozi dna a okolních břehů (Statzner et al. 2000). Dokáže přežívat i na až několik týdnů vyschlých lokalitách (Holdich et al. 2006). Kromě přenosu račího moru spočívá jeho výhoda nad domácími evropskými raky ve vysoké plodnosti a rychlému růstu (Lindqvist and Huner 1999, Kozák et al. 2006, Kozák et al. 2007). U evropských druhů raků probíhá páření a kladení vajíček na podzim (Van Den Brink et al. 1988). U raka pruhovaného probíhá na podzim i na jaře. Páření i pouze v jednom z těchto období

je dostatečné pro zdárný vývoj vajíček, jenž jsou kladena v jarním období (Buřič et al. 2013). Kladení vajíček na jaře představuje konkurenční výhodu nad rakem signálním a evropskými raky inkubujícími vajíčka přes zimní období (Lewis et al. 2002, Skurdal and Taugøl 2002), což může vést k plesnivění vajíček (Kouba et al. 2010). Významnou výhodou raka pruhovaného může být schopnost fakultativní partenogeneze u samic vyskytujících se na lokalitách s absencí samců (Buřič et al. 2011).

### **Rak kalikový *Faxonius immunis***

Tento druh se vyskytuje na východě USA a v Evropě byl jeho výskyt zaznamenán v polovině 90. let v jižním Německu (Dussling and Hofmann 1998, Dehus et al. 1999). Nalezen byl na dvou lokalitách v přítoku Rýna poblíž města Bühl u letecké základny, odkud se rozšířil dál po proudu. Byl zde nejspíše vysazen kanadskými vojáky jako nástraha k lovu ryb, přičemž tento způsob lovu byl v Kanadě běžný (Chucholl 2013). Proniká až do Francie (Gelmar et al. 2006), nicméně hlavní směr šíření je po proudu Rýna. Rak kalikový přenáší račí mor a navíc bylo prokázáno, že je kompetičně zdatnější při střetu s rakem pruhovaným na společných lokalitách výskytu, jehož dříve etablované populace vytlačuje (Chucholl et al. 2012, Filipová et al. 2013). Zdá se však, že je méně kompetitivní vůči jinému nově se objevujícímu raku – raku mramorovanému *Procambarus virginalis* (Lyko, 2017) (Hossain et al. 2020). Při dešti vylézá na souš, což raku klínovému umožňuje kolonizovat nová území (Crocker and Barr 1968). Také buduje komplexy nor a při nepříznivých podmínkách uzavírá vchod bahnitou zátkou (Kozák et al. 2015).

### **Rak mladistvý *Faxonius juvenilis***

Domovinou raka mladistvého je řeka Ohio v USA (Hobbs 1974). V Evropě byl výskyt raka mladistvého poprvé zaznamenán v řece Dessoubre ve východní Francii. Raci pocházeli z rybníků místní restaurace, ve které byli nabízeni ke konzumaci (Holdich et al. 2006, Chucholl and Daudey 2008). Pro původní evropské raky představuje rak mladistvý nebezpečí hlavně schopností přenosu račího moru, rychlým vývojem a tolerancí vůči znečištění (Kozák et al. 2015).

### **Rak statný *Faxonius virilis***

Pochází z vnitrozemí Severní Ameriky a je posledním doposud introdukovaným zástupcem rodu *Faxonius* v Evropě. První pokusy o jeho introdukci do Evropy pocházejí

z roku 1897 z Francie a z roku 1960 ze Švédska (Abrahamsson 1973). Tyto pokusy však byly neúspěšné. V roce 2004 byl potvrzen výskyt raků statných poblíž nizozemské vesnici Vinkeveem (Soes 2007). Další nález pochází z povodí britské řeky Lee v Londýně, kde byli tito raci zprvu považováni za raka pruhovaného (Holdich and Black 2007). Populace pocházející z Nizozemska a Británie jsou nakažené račím morem, navíc rak statný negativně ovlivňuje vodní vegetaci a budováním nor způsobuje zákal vody nebo erozi břehů (Tilmans et al. 2014, Soes and Koese 2010).

### **3.2.3. Raci rodu *Procambarus***

Vůbec prvním rakem severoamerického rodu *Procambarus* na Evropském kontinentu byl rak červený *P. clarkii*. Po roce 1980 byli v Evropě zaznamenány druhy jako je rak mramorovaný *P. virginialis*, rak klínový *P. acutus* (Girard, 1852) a rak floridský *P. alleni* (Faxon, 1884) (Holdich et al. 2006, Kouba et al. 2014, Kozák et al. 2015).

#### **Rak červený *Procambarus clarkii***

Jedná se o druh raka původem ze severovýchodního Mexika a několika států na severovýchodě USA. V roce 1973 byl ze státu Louisiany kvůli komerčnímu využití introdukovan do jižního Španělska (Habsburgo-Lorena 1978, Habsburgo-Lorena 1986). Časem se populace raka červeného v jižním Španělsku stabilizovala (region Extramadura a řeka Guadalquivir), což vedlo k ilegálním vysazování raků po celém Španělsku, ve kterém se stal nejrozšířenějším druhem raka (Holdich et al. 2006).

Ilegálně byl introdukovan do Francie, Itálie a Portugalska. Vysazen byl na Azorské ostrovy (São Miguel), Baleárské ostrovy (Mallorka), Kanárské ostrovy (Tenerife), Sardinii, Sicílii a Kypru. Introdukce pocházely ze Španělska, ale i Keni nebo Dálného Východu (Holdich et al. 2006). Je známý také z Británie, Nizozemí, Belgie, Německa, Švýcarska, Rakouska (Petutschnig 2008), Maďarska (Weiperth et al. 2015), Malty a Sicílie (Deidun et al. 2018).

Na Slovensku raky červené vysazují do zahradních jezírek (Stloukal and Vitázková 2009). Kromě šíření račího moru (Aquiloni et al. 2011) rovněž negativně ovlivňuje složení druhů v místě svého výskytu (Gutiérrez-Yurrita et al. 1998, Reynolds 2011). Nadměrnou konzumací vodních rostlin a budováním hlubokých nor způsobuje zákal vody

a narušování břehů (Gherardi and Lazzara 2006, Rodríguez et al. 2005, Matsuzaki et al. 2009). Navíc je možné, že se rozmnožuje také partenogeneticky, podobně jako rak pruhovaný nebo rak mramorovaný (Yue et al. 2008, Buřič et al. 2011). Celosvětově je rak červený považován za nejinvazivnější druh raka, zároveň je nejdůležitějším akvakulturním druhem s nejšířší distribucí (Souty-Grosset et al. 2016, Oficialdegui et al. 2019).

### **Rak východotexaský *Procambarus zonangulus***

V roce 1973 byl společně s rakem červeným patrně vysazen v jižním Španělsku. Vzhledem připomíná raka červeného, ale na rozdíl od něj se zde neetabloval (Holdich et al. 2006).

### **Rak mramorovaný *Procambarus virginalis***

Jedná se o druh, který byl považovaný za partenogeneticky rozmnožující se formu raka *Procambarus fallax* pocházejícího ze států Florida a Georgia v USA (Taylor et al. 2007, Lyko 2017). V polovině 90. let byl běžně dostupný v německých a rakouských akvaristických obchodech (Lukhaup 2001). Ve volné přírodě byl poprvé zaznamenán v roce 2003 v německé obci Eggenstein-Leopoldshafen (Marten et al. 2004). V roce 2004 byl zaznamenán během čištění kanálu také v Nizozemsku (Soes and van Eekelen 2006) a v roce 2008 byl jeden rak mramorovaný chycen v Itálii. Nález z Itálie pocházel z Toskánského kanálu, kde se vyskytuje silná populace raka červeného (Nonnis Marzano et al. 2009). Další prosperující populace byly objeveny na Slovensku (Janský and Mutkovič 2010, Lipták et al. 2017), v řece Mårstaån ve Švédsku (Bohman et al. 2013), Chorvatsku (Samardžić et al. 2014), Ukrajině (Novitsky and Son 2016), jezeře Héviz v Maďarsku (Lökkös et al. 2016), Rumunsku (Pârvulescu et al. 2017), Maltě (Deidun et al. 2018), Rakousku (Latzer and Pekny 2018) a Estonsku (Ercoli et al. 2019)

Rak mramorovaný dokáže přežít v chladných klimatických podmínkách (Kaldre et al. 2012, Veselý et al. 2015). U tohoto raka není známá přítomnost samce, a to ani při laboratorní snaze o změnu pohlaví u ráčat prostřednictvím expozice 17-methyl testosteronu (Martin et al. 2007, Vogt 2007). Kromě schopnosti partenogeneze je rak mramorovaný přenašečem račího moru (Keller et al. 2014), vysoce plodný a samice pohlavně dospívá ve věku 20 až 36 týdnů při 20–25 °C (Seitz et al. 2005).



### **Rak klínový *Procambarus acutus***

Výskyt raka klínového byl v Evropě poprvé hlášen v roce 2005 z Nizozemska (Soes and van Eekelen 2006). Odchycen byl v systému vodních příkopů mezi řekou Merwede a kanálem Kanaal van Steenenhoek. V roce 2009 byl rak klínový hlášen z rybníka v nizozemském městě Hoek van Holland (Kozák et al. 2015). U populací z Nizozemska nebyla potvrzena přítomnost račího moru (Tilmans et al. 2014). Nově byla zaznamenána populace raka klínového v Temži v Anglii (Almeida et al. 2014).

### **Rak floridský *Procambarus alleni***

Jedná se o severoamerický druh raka původem z Floridy, který je mezi chovateli oblíbený kvůli svému modrému zbarvení (Chucholl 2013). Rak floridský byl poprvé zaznamenán ve Francii, ale další podrobnosti o jeho výskytu na lokalitě nebyly zmíněny (Holdich et al. 2006, Kouba et al. 2014). Další nález pochází z roku 2013 z Rýna v Německu (Gross 2013). Jednalo se o jedince z chovů a jelikož lze raka floridského snadno získat na německém akvaristickém trhu, tak je zřejmé, že v budoucnosti mohou následovat další pozorování ve volné přírodě (Chucholl 2013, Kouba et al. 2014).

### **3.2.4. Rak mexický *Cambarellus patzcuarensis***

Rak mexický *Cambarellus patzcuarensis* (Villalobos, 1943) pochází ze sopečného jezera Lago de Pátzcuaro v Mexiku (Pedraza-Lara 2012). V Evropě byl poprvé zaznamenán v roce 2017 v Maďarsku (Weiperth et al. 2017). Konkrétně byl zaznamenán v jezírku spadajícím do komplexu termálních lázní Lukács Baths v Budapešti. Teplota vody v jezírku ročně kolísá od 31 do 37 °C. V jezírku bylo za pomoci devíti vrší odchyceno 10 samců, 5 samic a 26 juvenilů raka mexického. Dva samci raka mexického byli chyceni také v přilehlém Dunaji, kam nejspíše pronikli z lázeňského jezírka. Populace raka mexického v Budapešti představuje světově první lokalitu s výskytem raka čeledi Cambarellinae mimo americký kontinent (Weiperth et al. 2017).

### 3.2.5. Australští raci rodu *Cherax*

Prvním introdukovaným rakem tohoto rodu byl rak ničivý *C. destructor* (Clark, 1936), poté byl v Evropě vysazen rak červenoklepetý *C. quadricarinatus* (von Martens, 1868).

#### **Rak ničivý *Cherax destructor***

Rak ničivý je rozšířeným rakem s původním areálem ve východní Austrálii (Horwitz and Knott 1995, Nguyen et al. 2004). V roce 1983 byl z chovů v Kalifornii (USA) dovezen do španělského rybníka ve městě Girona v Katalánsku. V severním Španělsku vznikly stabilní populace raka ničivého, jedna se nacházela v Aragonii a tři v provincii Navarra (Holdich et al. 2006). Narozdíl od severoamerických raků není rak ničivý odolný vůči račímu moru, což vedlo k zániku většiny populací až na populaci ve vesnici Bagüés (Bolea 1996, Kouba et al. 2014).

V 90 letech raka ničivého chovali ve střední a severní Itálii kvůli možnému konzumnímu využití (D'Agaro et al. 1999). Ve střední Itálii existovala prosperující populace v rezervaci Laghi di Ninfa (Scalici et al. 2009), ale byla vytlačena rakem červeným, potencionálně i díky přenesení račího moru (Mazza et al. 2018). Rak ničivý byl zaznamenán v potoce Costanzo na jihovýchodě Sicílie (Deidun et al. 2018). Rak ničivý dobře snáší vysychání, přičemž může využívat i vzdušný kyslík a hloubit nory až na úroveň hladiny spodní vody (Johnston and Robson 2009, Morris and Callaghan 1998).

#### **Rak červenoklepetý *Cherax quadricarinatus***

Pochází ze severní Austrálie a jihu Papuy-Nové Guiney (Lawrence and Jones 2002). V Evropě se rak červenoklepetý choval pro konzumní účely v italské akvakultuře (D'Agaro et al. 1999). Rozmnožující se populace byla nalezena na Slovinsku (Jaklič and Vrezec 2011). Na Slovinsku se vyskytují v termálních pramenech na mrtvém říčním rameni Topla. Byl zaznamenán na ostrově Malta (Deidun et al. 2018) a ve Španělsku v řece Nora u města Oviedo (Arias and Torralba-Burrial 2020). Ojedinelá pozorování byla hlášena z Nizozemska, Anglie a opakovaně z Německa (Soes 2008, Holdich and Sibley 2009, Weiperth et al. 2019). Rak modrý je citlivý na račí mor, ale může přenášet prvoky, bakterie nebo viry původem z jeho domoviny v Austrálii (Unestam 1975, Saoud et al. 2013). Například bakterie *Coxiella cheraxi* způsobila jeho vysokou mortalitu v komerčním chovu v Austrálii (Tan and Owens 2000).

### 3.3. Druhy raků v České republice

V České republice je možné se setkat s dvěma původními druhy raků. Rak říční patří mezi nejrozšířenější původní druh raka v České republice (Chobot 2006, Kozák et al. 2015). Rak kamenáč je naopak nejméně rozšířeným původním druhem raka.

Prvním introdukovaným druhem raka na našem území je **rak bahenní**. Rak bahenní pochází z oblasti úmoří Černého, Azovského a Kaspického moře (Holdich et al. 2006). Druh by sice mohl být původním v povodí dolní Moravy, to však prozatím nebylo uspokojivě prokázáno. V roce 1892 byli na naše území vysazeni pravděpodobně z historické oblasti Haliče a v současné době je výskyt raka bahenního v České republice ostrůvkovitý (Kozák et al. 2015).

Dalšími nepůvodními druhy raků na území České republiky jsou rak signální, rak pruhovaný a rak mramorovaný (Kozák et al. 2015). Na českém trhu je možné sehnat téměř 30 druhů akvarijních raků (Patoka et al. 2014) a je jen otázkou času, kdy se do přírody dostanou další jedinci z chovů. Problematické jsou v tomto ohledu především severoamerické druhy, jenž mohou být chronickými přenašeči původce račího moru (Mrugała et al. 2015).

#### 3.3.1. Rak pruhovaný *Faxonius limosus*

Do České republiky se rak pruhovaný dostal nejspíše migrací proti proudu Labe z Německa (Petrušek et al. 2006). Dnes je jeho výskyt vázán především na řeku Labe, Vltavu, jejich přítoky a stojaté vody v okolí těchto řek (Petrušek et al. 2006). Podle Nálezové databáze AOPK se na Vysočině se vyskytuje v řece Svatce v obci Jimramov (ID: 47552014). Na jižní Moravě se vyskytuje například v Brněnské přehradě nebo Vracovském rybníce (Kozubíková et al. 2008, Štambergová et al. 2009). Nálezová databáze AOPK má z roku 2019 záznam o jeho výskytu na řece Moravě u Bzence (ID: 47620487). Ze severní Moravy je znám z potoka Prudník v povodí Odry (Ďuriš and Horká 2007).

V České republice je rak pruhovaný jako nejčastější nositel račího moru zodpovědný za úhyny raka říčního, raka kamenáče i raka bahenního (Kozubíková et al. 2008, Štambergová et al. 2009). Populace raka pruhovaného v České republice jsou obecně

promořenější račím morem než populace raka signálního (Kozubíková et al. 2009). Přesto se u nás nachází lokality, jako je například zatopený lom Starý Klíčov, kde byla zaznamenána koexistence raka pruhovaného s původními druhy raků – rakem říčním a rakem bahenním (Štambergová et al. 2009).

### **3.3.2. Rak mramorovaný *Procambarus virginalis***

V České republice byl rak mramorovaný poprvé zaznamenán na dvou lokalitách v roce 2016 (Patoka et al. 2016). Pravděpodobně se jednalo o jedince, kterých se chtěli zbavit chovatelé. První lokalitou byla nádrž pražského Parku Přátelství, ve které odchytili 3 samice raků mramorovaných. Populace byla následně eradikována chlorovým vápnem (Görner 2017).

Druhou lokalitou byl rybník Jiřina v Radovesické výsypce okresu Teplice, ve kterém byly zaznamenány 4 samice. V roce 2019 byl rak mramorovaný nalezen rovněž v nádrži Vršíček, která se nachází poblíž rybníku Jiřina (AOPK ČR 2019). Nález z nádrže Vršíček je uveden v Nálezové databázi AOPK (ID: 47718617).

Rak mramorovaný je nenáročný na chov (Jimenez and Faulkes 2010) a navíc je přenašečem původce račího moru (Keller et al. 2014), což v kombinaci se schopností partenogeneze představuje hlavní nebezpečí pro původní druhy raků v České republice.

### **3.3.3. Rak signální *Pacifastacus leniusculus***

Raci signální k nám byli dovezeni s výhledem komerčního využití v roce 1980 ze Švédska v počtu 1000 rácat (o velikosti 12–15 mm). Na Vysočině byli raci vysazeni do rybníku Spustík u Křižanova (400 kusů), rybník u Čáslavice na Třebíčsku (300 kusů), rybníku Skříňka u Velké Bíteše (150 kusů) a v Jihomoravském kraji do odstaveného ramene řeky Jihlavy u Ivančic (městská část Alexovice). Introdukce raka signálního byla úspěšná pouze v případě rybníku Spustík a u Čáslavic, odkud byli raci signální rozšiřováni dál (Štambergová et al. 2009, Kozák et al. 2015).

Nálezová databáze AOPK má z Ústeckého kraje záznam o výskytu raka signálního v Oseckém rybníce u obce Osek, který spadá pod povodí Ohře. V Plzeňském kraji se podle Nálezové databáze AOPK vyskytuje na 5 lokalitách. Jedná se o řeku Mže v povodí

Berounky a čtyři potoky v povodí Dunaje – Černý potok u Necmanic, potok Kouba, Chalupský a Liščí potok. Raci signální na potoce Kouba se šíří protiproudově z Německa na potoky Chalupský a Liščí, které leží na jeho toku. V Jihočeském kraji má Nálezová databáze AOPK záznam ze 7 lokalit spadajících pod povodí Horní Vltavy. Jedná se o Křesánovský potok a řeku Volyňku u Vimperka, řeku Blanici u Vodňan, horní tok řeky Malše, Koštěnický potok u obce Nový Vojířov, řeku Dračici, rybník Osika na toku Dračice a rybnících. Raci signální z horního toku Malše pocházejí pravděpodobně z Rakouska. Nepublikovanou lokalitou s výskytem raka signálního v Jihočeském kraji jsou rybníky pod obcí Lomy u Kunžaku, kam byl rak signální vysazen v roce 1990 a naposled byl zde jeho výskyt potvrzen v roce 2002 (Štambergová et al. 2009).

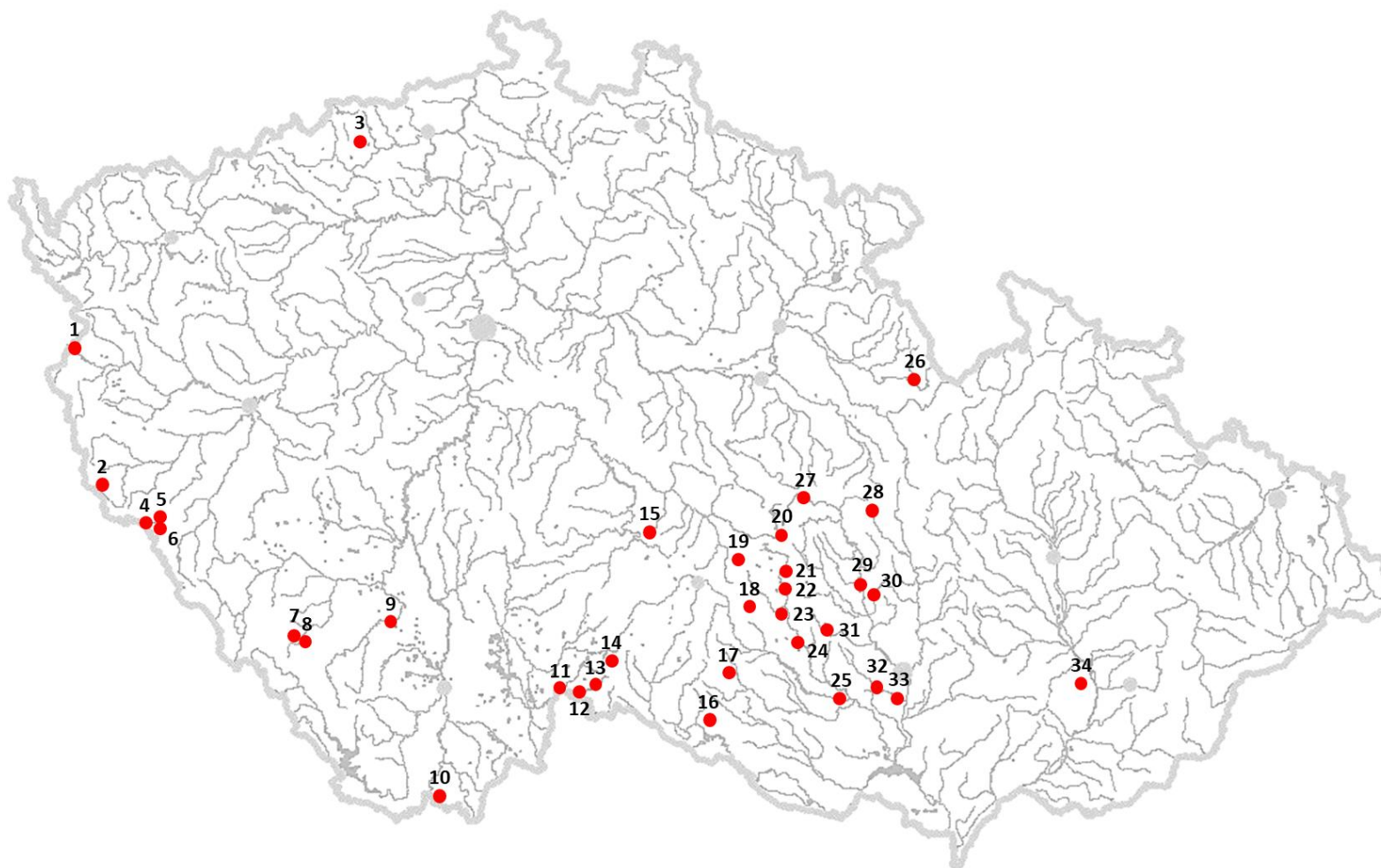
Na Vysočině se v povodí řeky Sázavy podle Nálezové databáze AOPK rak signální vyskytuje v rybníku Cihelna ve městě Humpolec nebo na dvou lokalitách ve Žďáře nad Sázavou. Jedná se o potok Staviště a Konventský rybník. Podle Švanygy a Adamce se rak signální vyskytuje i v rybníku Čihadlo na Ochozském potoce u obce Polná. V rybníce Čihadlo zaznamenali i výskyt až stovek jedinců raka říčního a místní hospodář jim sdělil, že se zde vyskytuje společně s rakem říčním i rak signální.

Nejvíce záznamů o výskytu raka signálního pochází z oblasti Velkomeziříčska, přičemž řada nálezů nebylo v Nálezové databázi AOPK publikováno (Tabulka č. 1). V povodí řeky Jihlavy se na Vysočině vyskytuje na Novém rybníce u Čáslavic (Policar and Kozák 2000). V povodí Svatky se na Vysočině vyskytuje například v úseku Svatky protékající obcí Svatka, rybníce Olešnička v obci Olešnička, areálu pstruhařství v Ujčově nebo Kasanském rybníce v obci Kasany (Jurek 2014, Kozák et al. 2015). Nejjižnější nález z Vysočiny, který není uvedený v Nálezové databázi AOPK, pochází z Neuheuserova rybníku u obce Chvalatice (Policar and Kozák 2000).

V Pardubickém kraji se podle Nálezové databáze AOPK rak signální vyskytuje na dvou lokalitách v povodí Horního Labe. Jedná se o řeku Divokou Orlici a Mlýnský potok ve městě Žamberk. Z jihu Pardubického kraje má Nálezová databáze AOPK záznam o výskytu raka signálního na 2 lokalitách v povodí Svatky. Jedná se o Kmotrovský rybník u obce Jedlová a potok Křetínka u obce Stašov.

Z Jihomoravského kraje má Nálezová databáze AOPK záznamy o výskytu raka signálního z povodí řeky Svratky. V povodí Svratky byl zaznamenán na řece Svatce u obce Doubravník, na potoce Chrastová u obce Rašov a nejnižší na potoce Bobrava u Brna. Z potoka Bobrava raci signální pronikají u obce Popovice i do řeky Svratky.

Ve Zlínském kraji byl v roce 1988 vysazen do rybníka Lubná pod obcí Lubná u Kroměříže (Policar and Kozák 2000, Štambergová et al. 2009). Lokality s výskytem raka signálního v České republice jsou zaznamenány v mapě (Obrázek č. 1), která je doplněna o tabulku s jednotlivými lokalitami (Tabulka č 1).



**Obrázek č. 1:** Doposud známé lokality s výskytem raka signálního *Pacifastacus leniusculus* v České republice. Nálezy pochází z Nálezové databáze AOPK nebo se jedná o lokality nepublikované v Nálezové databázi. Lokality s výskytem raka jsou označeny červeným kolečkem s příslušnou číslicí podle tabulky (Tabulka č. 1).

**Tabulka č. 1:** Seznam lokalit s výskytem raka signálního *Pacifastacus leniusculus* v České republice. Číslice představuje označení lokalit s výskytem raka na mapě České republiky (Obrázek č. 1). Písmena „a–g“ představují více záznamů z jedné lokality na území v mapě. ID je identifikační číslo lokality v Nálezové databáze AOPK. ID „NENÍ“ znamená, že lokalita zatím nebyla zaznamenána do Nálezové databáze AOPK.

Číslice	Název lokality	Obec	Rok nálezů	Zdroj	ID	GPS
1	Mže	Tachov	2018	Stehlíková Eva	45548209	49°50'26.9"N, 12°29'18.6"E
2	Černý potok	Necmanice	2019	Stehlíková Eva	46574556	49°24'50.0"N, 12°45'06.8"E
3	Osecký rybník	Osek	2015	Daniš David	36609956	50°37'16.1"N, 13°41'09.1"E
4	Kouba	Srubby na Šumavě	2006	Fischer David	492164	49°18'43.8"N, 13°00'30.9"E
5	Chalupský potok	Chalupy	2016	Říš Václav	39262424	49°20'10.7"N, 13°02'34.9"E
6	Liščí potok	Srubby na Šumavě	2015	Valach Pavel	36066877	49°18'21.2"N, 13°02'12.6"E
7	Křesánovský potok	Vimperk	2016	Kouba & Buřič	37215235	49°03'32.5"N, 13°45'38.8"E
8	Volyňka	Vimperk	2016	Buřič Miloš	37215283	49°03'09.0"N, 13°46'40.4"E
9	Blanice	Vodňany	2005	Buřič Miloš	4256793	49°09'16.3"N, 14°10'51.9"E
10	Malše	Bukovsko	2012	Svoboda Aleš	33866821	48°39'42.8"N, 14°33'04.2"E
11	Košťenický potok	Nový Vojířov	2019	Křesina Jiří	48708750	49°01'15.0"N, 15°01'15.3"E
12	Dračice	Nová Bystřice	2009	Bednářová Hana	11859115	49°01'11.4"N, 15°06'23.3"E



Číslice	Název lokality	Obec	Rok nálezu	Zdroj	ID	GPS
13	Osika	Albeř	2019	Křesina Jiří	48709026	49°01'51.6"N, 15°08'59.6"E
14	Lomské rybníky	Lomy u Kunžaku	2000	Policar & Kozák	NENÍ	49°06'20.0"N, 15°10'19.8"E*
15	Cihelna	Humpolec	2018	iNaturalist	44429450	49°32'30.9"N, 15°20'48.9"E
16	Neuheuserův rybník	Chvalatice	2000	Policar & Kozák	NENÍ	48°57'02.0"N, 15°44'02.0"E*
17	Nový rybník	Čáslavice	2000	Policar & Kozák	NENÍ	49°08'54.0"N, 15°45'13.0"E
18	Žďárka	Chlumek	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°22'10.5"N, 15°51'12.1"E
19	Čihadlo	Dobrourov	2015	Švanyga & Adamec	36045284	49°28'04.0"N, 15°45'45.9"E
20a	Konventský rybník	Žďár nad Sázavou	2018	Havelka & Doležalová	45736862	49°34'52.1"N, 15°56'16.4"E
20b	Staviště	Žďár nad Sázavou	2010	Havelka Josef	12146311	49°34'02.8"N, 15°56'39.3"E
21a	Koudelův rybníček	Krásněves	2015	Doležalová Petra	36162855	49°26'41.6"N, 15°59'06.4"E
21b	Oslava	Oslava	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°25'27.2"N, 15°58'59.5"E
21c	Babačka	Dolní Bory	2005	Chlubný Michal	4256888	49°25'31.2"N, 16°00'58.3"E
21d	Býčí louka	Dolní Bory	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°25'55.3"N, 16°02'17.4"E
21e	Těšíkův rybník	Dolní Bory	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°25'58.7"N, 16°02'21.2"E
21f	Vosický rybník	Sklené nad Oslavou	2012	Janoušek & Adamec	26556201	49°27'02.7"N, 16°03'24.9"E

Číslice	Název lokality	Obec	Rok nálezu	Zdroj	ID	GPS
21g	Mazlův rybník	Radenice	2012	Janoušek & Adamec	26556199	49°26'21.2"N, 16°04'41.4"E
21g	Horní Tis	Pikárec	2012	Janoušek & Adamec	26556200	49°26'00.7"N, 16°06'12.6"E
22a	Stržek	Kozlov	2000	Policar & Kozák	NENÍ	49°22'41.5"N, 16°05'02.2"E
22b	Spustík	Křižanov	2000	Policar & Kozák	NENÍ	49°22'59.0"N, 16°07'51.0"E
22c	Šípský potok	Martinice	2004	Jeřábková Lenka	4256829	49°22'49.0"N, 16°02'15.6"E
22d	Netínský rybník	Netín	2016	Ondřej Pelánek	46683408	49°24'15.4"N, 15°57'47.9"E
22e	Prchal	Olší nad Oslavou	2015	Matrková Jana	36172802	49°23'26.1"N, 15°59'49.5"E
23a	Balinka a Oslava	Velké Meziříčí	2012	Hladovec	NENÍ	49°21'04.6"N, 16°01'02.5"E
23b	Vodra	Velké Meziříčí	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°20'19.5"N, 16°02'38.8"E
23c	Lálůvka II	Velké Meziříčí	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°21'42.7"N, 15°58'42.5"E
23d	Dolní Lálůvka	Velké Meziříčí	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°21'16.2"N, 15°59'03.4"E
23e	Balinka	Baliny	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°20'03.1"N, 15°58'17.6"E
23f	Balinka	Měřín	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°20'44.5"N, 15°56'36.4"E
23g	Oslava	Nesměř	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°19'11.3"N, 16°01'32.3"E
24a	Oslava	Dolní Heřmanice	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°17'41.5"N, 16°02'41.5"E

Číslice	Název lokality	Obec	Rok nálezu	Zdroj	ID	GPS
24b	Oslava	Vaneč	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°16'09.2"N, 16°05'05.2"E
25	Jihlava	Alexovice u Ivančic	2000	Polícar & Kozák	NENÍ	49°05'36.0"N 16°21'16.7"E*
26a	Divoká Orlice	Žamberk	2017	Divíšek Jan	46513675	50°05'16.4"N, 16°28'09.5"E
26b	Mlýnský potok	Žamberk	2017	Divíšek Jan	46513674	50°05'01.4"N, 16°28'38.0"E
27	Svratka	Svratka	2018	Doležal Zdeněk	46683387	49°42'30.7"N, 16°02'15.1"E
28a	Kmotrovský rybník	Jedlová	2006	Holzer Miloš	4257008	49°40'00.9"N, 16°19'55.4"E
28b	Křetínka	Stašov	2018	Havelka Josef	45486312	49°39'39.8"N, 16°22'25.6"E
29a	Olešnička	Olešnička	2014	Loukota	NENÍ	49°29'51.2"N, 16°19'51.9"E
29b	Ujčov rybníček	Ujčov	2014	Jurek Lukáš	NENÍ	49°29'02.4"N, 16°20'17.8"E
29c	Kasanský rybník	Kasany	2011	Maštera Jaromír	15612726	49°28'34.7"N, 16°20'01.0"E
29e	Svratka	Doubravník	2018	Šorf Michal	45641958	49°25'42.5"N, 16°21'00.1"E
30	Chrastová	Rašov	2015	Markéta Klusková	36066924	49°24'47.0"N, 16°25'38.0"E
31	Skříňka	Velká Bíteš	2000	Polícar & Kozák	NENÍ	49°18'19.3"N, 16°12'40.8"E

Číslice	Název lokality	Obec	Rok nálezu	Zdroj	ID	GPS
32	Bobrava	Radostice u Brna	2004	Musilová & Janšta	4256963	49°08'14.1"N, 16°29'17.7"E
33	Bobrava	Popovice u Rajhradu	2019	Melichar Vladimír	46676833	49°06'31.7"N, 16°37'11.5"E
34	Lubná	Lubná	2006	Holzer Miloš	4257384	49°12'41.7"N, 17°24'09.8"E

\* přibližná GPS lokace nálezu raka signálního

### 3.4. Rak signální *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)

Rak signální velikostně spadá mezi větší druhy raků, jelikož samci tohoto raka dorůstají až 16 cm a samice obvykle do 12 cm (měřeno od špičky rostra po konec telsonu). Vážit může až 250 g. Zbarvení raka signálního je variabilní, od světle hnědé po tmavě hnědou až černou. Vzácně se lze setkat s modrými jedinci (Holdich et al. 2006, Pöckl et al. 2006). Modré zbarvení je způsobeno nedostatečnou syntézou nebo absencí červeného pigmentu crustaceorubinu (Kozák et al. 2015). V oblasti Velkomeziříčska jsem se nejčastěji setkával s tmavě hnědými až černými jedinci a v mělkých potocích i se světle hnědými jedinci. Mramorově zbarvení jedinci se ojediněle vyskytují například v řece Oslavě nebo rybníku Václavák.

První znak, podle kterého lze určit raka signálního, je bílá až namodralá skvrna na svrchní straně u kloubního spojení obou prstů klepete. Jedná se o méně spolehlivý znak, jelikož tato charakteristická skvrna může být u některých dospělých a juvenilních raků nevýrazná, případně může dokonce chybět (Štambergová 2009, Jurek 2014). Juvenilní jedinci kvůli absenci skvrny připomínají vzhledem raka říčního (Štambergová 2009). Spodní strana klepete bývá jasně červená, ale u černě zbarvených jedinců i celá černá. Další tři znaky, podle kterých lze již spolehlivě určit raka signálního, je hladké rostrum, hladký povrch karapaxu a klepet. Rak říční, který se vzhledem podobá raku signálnímu má na rostru ostnitý hřebínek a hrboilatá klepeta. Dále je u raka signálního stejně jako u raka říčního a bahenního zmiňována přítomnost dvou párů postorbitálních lišt těsně za očima, přičemž u raka signálního poslední lišta může být redukována (Holdich et al. 2006, Pöckl et al. 2006, Štambergová 2009).

#### 3.4.1. Životní cyklus

Rak signální se může dožít až 20 let (Holdich et al. 2006), přičemž pohlavně dospívá ve dvou až třech letech života při délce 6–7 cm (Abrahamsson 1971, Kirjavainen nad Westman 1995). Samce raka lze od samice odlišit podle gonopodů, což je přeměněný první a druhý pár pleopodů. Vyústění pohlavních orgánů samců se nachází na bázi 5. páru kráčivých končetin, zatím co u samic na 3. páru kráčivých končetin.

K páření a kladení vajíček dochází stejně jako u raka říčního na podzim, přičemž samec při páření vytlačuje spermatofoxy z ústí pohlavních cest a pomocí gonopodů je lepší na

spodní stranu těla samice. Spermatofoxy ve vodním prostředí ztvrdnou. Při kladení vajíček samice rozpustí obal spermatoforů vylučováním lepivého sekretu ze žláz na abdomenu, který navíc pomáhá usednutí vajíček na pleopody. Samice raka signálního kladou 200–400 vajíček, což je více v porovnání s rakem říčním kladoucím 90–260 vajíček (Vogt 2002, Holdich et al. 2006). U raka signálního k líhnutí ráčat dochází od konce března do konce července (Abrahamsson and Goldman 1970, McGriff 1983).

Vylíhlá, 15–20 mg vážící ráčata se po týdnu svlékají a přechází do druhého vývojového stádia, které se osamostatňuje a je schopné již přijímat potravu. Ve druhém vývojovém stádiu ráčata váží 30 mg a dorůstají velikost 9–11 mm (Kanta 2007).

### **3.4.2. Ekologie druhu**

Rak signální se na severoamerickém kontinentě vyskytuje v potocích, řekách nebo přírodních jezerech. V Evropě osidluje podobná prostředí jako rak říční (Westman and Pursiainen 1984). Na březích vodních toků a nádrží si buduje hluboké nory, čímž napomáhá erozi břehů (Souty-Grosset et al. 2006). Z vlastních pozorování vím, že si raci signální hloubí nory i pod kameny. Příkladem tohoto chování, kdy si rak signální hloubí nory pod kameny, může být rybník Prechal nebo koryto řeky Oslavy v ústí do vodní nádrže Mostišť.

Ranta a Lindström (1993) se zabývali vlivem velikosti raka signálního při výběru úkrytu, jeho získání a obraně před jiným rakem signálním. Nejprve testovali preferenci velikosti úkrytu u malých a velkých jedinců obou pohlaví, přičemž každý jedinec byl umístěn do samostatného akvária. Malé samice preferovaly menší úkryty, ale velké samice si vybíraly velké i malé úkryty. Samci neohledě na velikost preferovali velké úkryty. Poté umístili dva jedince stejného pohlaví o různé velikosti do jednoho akvária s jedním úkrytem a sledovali, jak velký jedinec jako první obsadí úkryt. Úkryt neohledě na pohlaví nejdříve obsadili velcí jedinci. Pokud ale úkryt získal malý rak, tak ho dokázal ubránit i proti velkému rakovi, takže záleželo i na odhodlanosti bojovat za nově získaný úkryt. Autoři si všimli, že pokud byl rak signální v úkrytu, tak vchod do úkrytu uzavíral klepety. Jedinci s většími klepety blokovaly vchod do úkrytu efektivněji než jedinci s menšími klepety. Samci mají obvykle větší klepeta, což jim dávalo v boji výhodu proti

stejně velkým samicím. Malé samice v menších úkrytech mohly lépe bránit svůj úkryt i před většími samicemi.

Rak signální se vyhýbá kyselým vodám s hodnotou pH pod 6,5 (Svobodová et al. 1987). Dokáže přežívat ve vodách s teplotou kolem 30 °C (Becker et al. 1975). Rak signální je stejně jako rak pruhovaný aktivní jak v noci, tak i ve dne (Lozan 2000), což mu dává výhodu nad výhradně nočními domácími druhy raků (Hamrin 1987).

### **3.4.3. Rak signální v roli hostitele**

Rak signální může být hostitelem mnoha organismů od virů, hub až po bezobratlé, přičemž tyto organismy mohou svému nositeli škodit nebo s ním koexistovat. Rak signální by se v budoucnosti mohl stát nositelem viru WSSV „white spot syndrom virus“, který způsobuje až 100% mortalitu raků a jiných korýšů (Longshaw 2011). To dokazuje i experiment, kdy byli nakaženi jedinci raka signálního a raka říčního (Corbel et al. 2001).

V Evropě a České republice je zatím nejzávažnějším onemocněním račí mor, způsobený parazitem *Aphanomyces astaci*. Tento parazit byl dokonce zařazen mezi 100 nejhorších invazivních organismů světa (Lowe et al. 2004). Jedná se o račího parazita ze skupiny Oomycetes, který pochází ze Severní Ameriky a je původcem račího moru (Unestam 1969, Unestam 1972). Stejně jako ostatní severoameričtí raci je rak signální vůči *A. astaci* imunní a funguje pouze jako jeho přenašeč (Söderhäll and Cerenius 1999).

Hyfy *A. astaci* prorůstají do račí kutikuly nebo přímo do těla raka. Některé hyfy vyrostou ven z těla hostitele a vytvoří sporangia. Rozmnožuje se nepohlavně pomocí zoospor uvolněných ze sporangii do vodního prostředí, kde se aktivně šíří pomocí dvou bičíků k novému hostiteli (Cerenius and Söderhäll 1984a, Cerenius et al. 1988). Životnost zoospor je pouze několik týdnů a mohou přežívat ve vodním prostředí nebo vlhku (Alderman and Polglase 1986, Oidtmann 2000). Nejvíce zoospor se uvolňuje z umírajících raků a během svlékání kutikuly. Zoospora po dosednutí na tělo raka odvrhne bičíky, vytvoří cystu a následně hyfovými vlákny proroste do těla raka za tvorby nového mycelia, čímž svůj cyklus završí. Cysta se může v případě nalezení nevhodného hostitele přeměnit zpět v zoosporu a hledat znovu svého račího hostitele (Cerenius and Söderhäll 1984b).

Nákaza evropských, asijských a australských raků původcem račího moru obvykle končí jejich úhynem do několika dnů až týdnů (Alderman et al. 1987, Cerenius et al. 1988). U severoamerických raků k úhynům zpravidla nedochází, protože imunitní reakcí omezují růst hyf pouze v kutikule a k propuknutí nemoci dochází pouze u oslabených jedinců (Söderhäll and Cerenius 1999, Cerenius et al. 1988). První propuknutí račího moru v Evropě bylo zaznamenáno v roce 1859 v italské řece Po, což vedlo k masovým úhynům původních raků bělonohých *Austropotamobius pallipes* (Cornalia 1860). Od té doby se objevily další případy úhynů v rámci celé Evropy a Turecka (Alderman 1996). V České republice byly rozsáhlé úhyny raků pozorovány v polovině 19. století. Do oblasti Čech původce moru pronikl z Německa a na Moravu z Rakouska (Krupauer 1968). Populace raka signálního v České republice jsou obecně méně promořené račím morem než populace raka pruhovaného (Kozubíková et al. 2009).

### **Potočnice *Branchiobdellida***

Potočnice patří mezi drobné kroužkovce (Annelida) žijící na těle raka (Holt 1965). Po rakovi se přemisťují píd'alkovitým pohybem za pomoci ústní zadečkové přísavky a spásají nárosty na jeho krunýři (Meike 1999, Kozák et al. 2015). Tímto způsobem rakovi neškodí ba dokonce prospívají, například když spásají nárosty z žáber bránící rakovi v dýchání (Lee et al. 2009). Některé druhy potočnic jsou i parazitické (Grabda and Wierzbicka 1969).

V Evropě jsou původní zástupci rodu *Branchiobdella* (Odier, 1823), který zahrnuje osm druhů (Gelder 1996, Subchev 2014), ale kvůli introdukci nepůvodních druhů raků byly do Evropy zavlečeny i další druhy. Příkladem může být potočnice *Xironogiton instabilis* (Moore, 1894) zaznamenaná na raku signálním ve Švédsku a Rakousku (Franzén 1962, Neseemann 1998) a *X. victoriensis* (Gelder & Hall, 1990) nalezená na raku signálním ve Španělsku a Itálii (Gelder 1999, Quaglio et al. 2002). Ve Francii byly na raku signálním zaznamenány potočnice *Cambarincola gracilis* (Robinson, 1954), *C. okadai* (Yamaguchi, 1933) a *Triannulata magma* (Goodnight, 1940). *Triannulata magma* byla nalezena na raku signálním v řece Le Gland u francouzského města Saint-Michel, přičemž se jedná o vůbec první nález tohoto druhu potočnice v Evropě (Parpet and Gelder 2020).



#### **3.4.4. Interakce s jinými druhy raků**

Juvenilní i dospělí jedinci raka signálního jsou dominantnější a obecně agresivnější než jedinci raka říčního (Söderbäck 1991). Společný výskyt raka signálního a raka říčního byl pozorován ve finském jezeře Slickolampi, ale v 90. letech byli raci říční rakem signálním kompetičně vytlačeni. Zdejší raci signální přitom nebyli nakaženi původcem račího moru. Navíc se rak signální může křížit s rakem říčním, což vede u samic ke kladení vajíček s nevyvíjejícími se embryi (Wetsman et al. 2002). Lokality se sympatrickým výskytem raka signálního a raka říčního se nachází i v České republice (Štambergová et al. 2009). Jedná se například o Nový rybník u Čáslavic, rybníky Rybářství Litomyšl u obce Jedlová, Těšíkův rybník nebo úsek řeky Oslavy nad vodní nádrží Mostišť (Štambergová et al. 2009, Jurek 2014).

Experimentem zabývajícím se kompeticí raka signálního a raka kamenáče o úkryty bylo zjištěno, že při boji o úkryt záleží u obou druhů na velikosti (Vorburger and Ribi 1999). V druhé části experimentu račím morem nakažení raci signální nakazili během interakcí raky kamenáče, kteří v průběhu 2 týdnů uhynuli (Vorburger and Ribi 1999). Rak signální se v porovnání s rakem bahenním zapojuje do méně bojů s příslušníky vlastního druhu. Pokud při střetu dvou raků signálních však k boji dojde, tak bojuje déle než dva raci bahenní, což raku signálním umožňuje převahu při případném střetu s rakem bahenním (Hudina et al. 2016).

V Japonsku byla na řece Daini-Suzuran ostrova Hokkaido prokázána koexistence raka signálního s dalším nepůvodním druhem, rakem červeným (Nakata et al. 2005). V Portugalsku na řece Maçãs byla potvrzena koexistence raka signálního s rakem červeným, přičemž raci signální dominovali ve studenějších horních partiích řeky a raci červení preferovali teplejších spodní části řeky (Bernardo et al. 2011).

Rak signální si ale nedokáže poradit v boji s nepůvodním rakem statným, který je navíc plodnější než samotný rak signální (James et al. 2016). Rak statný se vyskytuje zatím jenom v Nizozemsku a Anglii, ale není vyloučeno, že se areál jeho výskytu bude rozšiřovat (Soes 2007, Holdich and Black 2007).

## 4. Metodika

Ve své práci jsem s odstupem šesti let navazoval na monitoring Lukáše Jurka (bakalářská práce „Biologie a invazivní šíření raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) na Vysočině“, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích; FROV JU), jenž byl realizován v povodí Dyje (povodí řeky Oslavy, Balinky, Bobrůvky a Svratky) a Dolní Vltavy zahrnující 3 lokality na potoce Staviště (povodí řeky Sázavy). Kromě těchto lokalit jsem zmonitoroval i další dostupná místa v těchto oblastech. Lokality se nacházely na území Vysočiny v nadmořské výšce kolem 400 až 600 m n. m. Jednalo se převážně o zemědělskou krajinu tvořenou především smrkovými lesy a zemědělskou půdou. Sledování výskytu raků signálních probíhalo především od června do listopadu 2019, průzkum na Lavičském potoce a šesti na něm ležících rybníků probíhal od března do dubna 2020. V roce 2020 proběhl ještě průzkum úseku Balinky nad obcí Arnolec a v Nadějovském potoce.

Vzhledem k možnosti výskytu chráněných raků říčních v zájmovém území byly s Krajským úřadem Kraje Vysočina dojednány podmínky pro realizaci astakologického monitoringu. Tyto aktivity podléhaly udělené výjimce č. KUJI/21419/2018 vydané FROV JU a požadavkům Moravského rybářského svazu s pobočkou ve Velkém Meziříčí. Ulovené raky a ostatní vodní živočichy jsem pouštěl zpět na místě jejich odchyty.

### 4.1. Metody používané při odchyty raků

Pořadí úseků v rámci toku kopírovalo výše jmenovanou bakalářskou práci a bylo stanoveno tak, aby se jejich pozice vzdalovala od pramene. Hlavním důvodem byla skutečnost, že se ve vyšších polohách mohou vyskytovat izolované populace raka říčního. Tímto způsobem by se zabránilo šíření zoospor račího moru *Aphanomyces astaci* proti proudu v daném povodí. Při nálezů raka říčního a raka signálního, popřípadě jen raka signálního, na lokalitě byli tito jedinci považováni za nakažené morem a dané vybavení již bez proběhlé dezinfekce (viz níže) nemohlo být použito na lokalitě jiné, byť i jen s potencionálním výskytem raka říčního. Při monitoringu každého toku jsem preventivně používal vždy čisté pomůcky – gumové holiny, sítky a vrše, jež byly následně dezinfikovány (Savo original) a vysušeny na slunci (Obrázek č. 2).



**Obrázek č. 2:** Vybavení po dezinfekci přípravkem Savo original následně sušené na slunci. Foto M. Riebel, 2019.

#### **4.1.1. Odchyt do rukou pomocí síťky**

Touto metodu bylo možné prozkoumávat pouze lokality s hloubkou vody do ~ 60 cm. Jednalo se hlavně o mělké řeky, potoky, stoky nebo vypuštěné rybníky. Především obnažené kořenové systémy, spadené větve, prostory mezi a pod kameny byla místa vhodná k důkladnému prohledání. Při obracení ponořených kamenů jsem po proudu nejprve umístil síťku, abych mohl případně zachytit proudem unášené raky. Všiml jsem si i račích nor vyhloubených v jílu podél břehů nebo přímo pod kameny. Důležité bylo postupovat proti proudu, abych tak zabránil zakalení vody a následnému snížení viditelnosti. Celkem jsem takto prozkoumal 80 lokalit.

#### **4.1.2. Odchyt do vrše**

Do větších hloubek a na lokalitách s nižší viditelností jsem umisťoval vrše. Tato metoda byla vhodná k monitoringu řek a rybníků. Jednalo se o skládací síťovité bubny s kovovým hákem uvnitř, na který byla umisťována rybí návnada. Háček byl umístěn ve středu vrše tak, aby raci museli vstoupit dovnitř, bez možnosti ožírat návnadu zvenčí. Maso bylo čerstvé a nařezané na kusy. Některé vrše měly na boku zapínací kapsu, do které jsem

umístil odřezky, abych tak zvýšil pravděpodobnost šíření pachy z nástrahy vodou (Obrázek č. 3).



**Obrázek č. 3:** Skládací vrše používané k lovu raků. Uvnitř vrše je hák s návnadou. Foto M. Riebel, 2019.

Vrše byly nastražovány v ranních a dopoledních hodinách a na lokalitě byly exponovány po dobu 24 hodin. Vrše musely být celé ponořené pod vodou, nejlépe v blízkosti zatopených kořenových systémů, podemletých břehů nebo říčních naplavenin. Každá vrš měla provázek k upevnění na břehu, aby ji neodnesl proud. Umístění vrše nesmělo být nápadné, abych tak předešel případné krádeži. Na každou lokalitu jsem umístil nejméně 3 vrše. Po vytažení vrší z vody a určení raků jsem vrše vydezinfikoval a nechal sušit na slunci, abych zabránil možnému šíření račího moru. Celkem jsem takto prozkoumal 19 lokalit.

## **4.2. Získaná data**

Údaje o výskytu raka signálního jsem zaznamenával do nálezového formuláře (viz Příloha č. 1), upraveného podle vzoru z bakalářské práce Jurka (2014). Zaznamenával jsem způsob odchyty, jméno toku nebo rybníka, nejbližší obec a GPS souřadnice konkrétní lokality.

Stejně jako Jurek (2014) jsem si všiml charakteru lokality. Poznamenal jsem si habitat, zda se jednalo o řeku, potok, přehradu, rybník nebo odtokový kanál. Sledoval jsem četnost úkrytů, přibližnou šířku a hloubku toku nebo rybníka a typ dna.

Sledoval jsem přítomnost/nepřítomnost raka signálního nebo případně raka říčního na lokalitě, počet odchycených jedinců a jejich pohlaví. Při výzkumu jsem sledoval i výskyt potočnic *Branchiobdella* sp., které se případně vyskytovaly na těle raka. Lokality se zjištěnou přítomností raka jsem následně zaznamenal do Nálezové databáze AOPK. Na konci nálezového formuláře jsem do poznámek uváděl zajímavosti k dané lokalitě.

## 5. Výsledky

V rámci terénního monitoringu jsem zhodnotil rozšíření raka signálního na 82 již dříve sledovaných lokalitách (Jurek 2014), které jsem doplnil o 17 dostupných lokalit z kraje Vysočina. Prohledal jsem tedy 99 lokalit v kraji Vysočina. Rak signální se vyskytoval na 30 lokalitách, přičemž jsem chytil 239 jedinců. Další druh raka, se kterým jsem se během průzkumu lokalit setkával byl rak říční. Rak říční se vyskytoval na 9 lokalitách, přičemž jsem chytil 25 jedinců.

Během předchozího monitoringu byl na 5 lokalitách zaznamenán sympatrický výskyt raka signálního s rakem říčním (Jurek 2014). Hladovec (2018) při monitoringu v roce 2017 potvrdil výskyt raka signálního společně s rakem říčním na řece Oslavě nad vodní nádrží Mostiště. Nad nádrží Mostiště byl sympatrický výskyt obou druhů potvrzen i Jurkem (2014). Při opětovném průzkumu těchto lokalit jsem již narazil pouze na raka signálního. Stejně jako Jurek (2014) během předchozího monitoringu, jsem i já všechny ulovené raky prohlédl kvůli případnému výskytu potočnic *Branchiobdella* sp. na těle raka. Přítomnost potočnic byla zaznamenána pouze na raku říčním a to na 4 lokalitách. Na raku signálním jsem potočnice nenašel a nebyly na něm zaznamenané ani během předchozího monitoringu (Jurek 2014).

### 5.1. Povodí řeky Oslavy

Monitoring v povodí řeky Oslavy proběhl od března do listopadu 2019. Prozkoumal jsem řeku Oslavu, 23 potoků, 7 rybníků a odtokový kanál pod rybníkem Opatský. Všechny tyto lokality byly původní lokality stanovené během předchozího průzkumu (Jurek 2014). Lokality jsem doplnil o desátý úsek na řece Oslavě, 3 rybníky, stoku pod Ústeckým rybníkem a vodní nádrž Mostiště. Výskyt raků signální v nádrži Mostiště byl indikovaný Jurkem (2014) na základě anonymizovaného osobního sdělení. Při průzkumu potoků, odtokových kanálů a vodní nádrže Mostiště jsem raky lovil do rukou nebo za pomoci sítě. Stejnou metodou jsem prohledával i čtyři vypuštěné rybníky (Prchal, Václavák, Mostišťský rybník, Býčí louka) a vodní nádrž Mostiště, která má během léta nízkou hladinu vody. Do vrší jsem chytal na 6 rybnících (Obecník v Krásněvsi, Obecník v Borech, Velký Podvesník, Malý Podvesník, Těšíkův rybník a Martinický rybník). Vrše byly také použity na třetím úseku řeky Oslavy.

Raka signálního jsem zaznamenal na 7 z 10 úseků řeky Oslavy. Konkrétně se jednalo o část řeky Oslavy od soutoku s potokem Zátoky u obce Bory, až po město Náměš' nad Oslavou ležící na toku Oslavy. Na řece Oslavě jsem chytil 31 raků signálních. Rak signální byl nově zaznamenán v odtokové stoce pod Ústeckým rybníkem na potoce Zátoky. Vyskytuje se také na potoce Babačka, kde se mi podařilo chytil 17 raků. Dále byli raci signální zaznamenáni na dvou levostranných potocích, kterými jsou Mastník a Vodra. V potoce Mastník u obce Mostišť jsem chytil 2 raky a potoce Vodra u Velkého Meziříčí 8 raků.

Přítomnost raka signálního jsem zaznamenal na pěti rybnících – Těšíkův rybník, Prchal, Václavák, Mostišťský a Martinický rybník, přičemž rybník Václavák a Mostišťský rybník jsou nové lokality s výskytem raka signálního, které nebyly doposud nikým publikovány. V Těšíkově rybníce jsem chytil 5 raků. Zdejších populace bude časem narůstat, kvůli výskytu raků signálních výše proti proudu potoku Babačka. V rybníku Prchal jsem chytil 27 raků, ve Václaváku 36 raků, v Mostišťském rybníku 32 raků a Martinickém rybníku 8 raků. Všechny tyto rybníky jsou napojeny na řeku Oslavu, a tak během výlovu dochází ke spláchnutí raků signálních z rybníků do řeky. Navíc z rybníku Prchal se raci signální dostávají do vodní nádrže Mostišť, ve které jsem chytil 4 raky. V žádném z rybníků nebyl výskyt raka říčního potvrzen. Dokonce ani sympatrický výskyt obou druhů raků na lokalitách (třetí úsek Oslavy, Těšíkův rybník a stoka pod Opatským rybníkem) pozorovaných Jurkem (2014) jsem již nezaznamenal. Sympatrický výskyt raků na třetím úseku Oslavy zaznamenal i Hladovec (2018) při monitoringu v roce 2017.

Přes silnou populaci raků signálních se v povodí řeky Oslavy stále vyskytují raci říční. Raci říční prosperují na čtyřech izolovaných potocích – Zahradišťský potok, Borský potok, Zátoky a Pucovský potok. Populace raka říčního na Zahradišťském a Borském potoce byly poprvé objeveny během předchozího monitoringu, přičemž tyto lokality nebyly zaznamenány do Nálezové databáze AOPK (Jurek 2014). Zahradišťský potok, Borský potok a potok Zátoky leží na Oslavě nad potokem Babačka a vodní nádrží Mostišť. Na Zahradišťském potoce u obce Zahradiště byli chyceni 2 juvenilní raci říční. Zahradišťský potok je mělký a zarostlý, tudíž by se do něj raci signální z Oslavy protiproudovou migrací patrně ani neměli dostat. Na Borském potoce u Krásněvse jsem chytil 2 raky říční. Na rozdíl od Zahradišťského potoku je Borský potok hlubší, což raku signálnímu může umožnit lepší přístup z řeky Oslavy a usnadnit tak následnou kolonizaci

potoka. V potoce Zátoky u obce Krásněves jsem chytil 5 raků říčních. Od řeky Oslavy je tento potok oddělený kamennou hrází Ústeckého rybníka, tudíž se raci signální z Oslavy nemohou protiproudovou migrací do potoka dostat.

Nejnižší položený výskyt raka říčního na Oslavě byl zaznamenán v Pucovském potoce u Náměště nad Oslavou. Dva raky říční jsem chytil mezi dvěma rybníky na horním toku potoka. Rybníky mohou představovat jakousi bariéru, která raku signálnímu brání dostat se dál proti proudu. Výskyt raka říčního na tomto potoce nebyl doposud publikován. Lokality s výskytem raka signálního a raka říčního v povodí řeky Oslavy jsou přehledně zaznamenány v mnou vytvořené mapě (Obrázek č. 4).

## **5.2. Povodí řeky Balinky**

V povodí řeky Balinky jsem průzkum prováděl v červnu a převážně srpnu 2019. Prozkoumal jsem řeku Balinku, 10 potoků a 3 rybníky. V roce 2020 jsem ještě prozkoumal úsek Balinky nad obcí Arnolec, Nadějovský potok a 6 rybníků na Lavičském potoce. Mělké úseky Balinky, potoky, kanál a rybníček u koupaliště jsem prozkoumával sítkou za pomoci rukou. Stejnou metodou jsem prozkoumal i 6 vypuštěných rybníků Lavičského potoka. Na čtvrtém a pátém úseku Balinky, prvním úseku Svatoslavského potoka, rybnících Mládkov a „U cesty“ jsem použil vrše.

V samotné řece Balince se raci signální vyskytovali na 2 z 5 monitorovaných úseků, nacházejících se ve spodních částech toku od obce Uhřínov po město Velké Meziříčí. Raky signální jsem zaznamenal také v rybníku Dolní Lálůvka ležícím na toku Lavičského potoka u Velkého Meziříčí. Dále byli zaznamenáni v rybníčku u koupaliště ve Velkém Meziříčí. Raci signální byli zaznamenáni na potoce Žďárka, konkrétně se jednalo o samce a samici s vajíčky. Nově jsem zaznamenal výskyt raků signálních na Křivém a Závlahovém potoce, přičemž tyto lokality nebyly doposud nikde publikovány ani evidovány v Nálezové databázi AOPK.

Raka říčního jsem zaznamenal v úseku Balinky nad obcí Arnolec, Nadějovském potoce a Svatoslavském potoce. V úseku Balinky nad obcí Arnolec a také v Nadějovském potoce jsem chytil 1 samce raka říčního. Ve Svatoslavském potoce jsem chytil 11 raků. V potoce Žďárka byl dříve potvrzen sympatrický výskyt raka říčního a signálního (Jurek 2014).



Hladovec (2018) při monitoringu v roce 2017 zaznamenal na potoce Žďárka již jenom raka signálního. Při průzkumu potoka jsem narazil také pouze na raky signální. V rybníce Mládkov, ve kterém se raci říční také vyskytují, se mi raky nepodařilo pomocí vrší chytit, což však nepotvrzuje jejich absenci na lokalitě. Lokality s výskytem raka signálního a raka říčního v povodí řeky Balinky jsou přehledně zaznamenány v mnou vytvořené mapě, která zobrazuje Balinku v rámci povodí řeky Oslavy (Obrázek č. 4).

### **5.3. Křižanovsko – povodí řeky Bobrůvky**

Monitoring kolem obce Křižanov probíhal od 27. do 28. září 2019 na 2 potocích a 7 původně monitorovaných rybnících (Jurek 2014), doplněných o novou lokalitu na rybníce Rozkoš. Při průzkumu potoků jsem používal síťku a k průzkumu rybníků jsem využil vrše, které ale nebyly potřebné u vypuštěného rybníku Rozkoš.

Výskyt raků signálních jsem zaznamenal pouze v rybníce Spustík, ve kterém jsem do vrše chytit jednoho samce. Ve dvou potocích jsem na žádný druh raka nenarazil. Konkrétně se jednalo o jeden úsek na potoce Libochovka a dva úseky na Kadoleckém potoce.

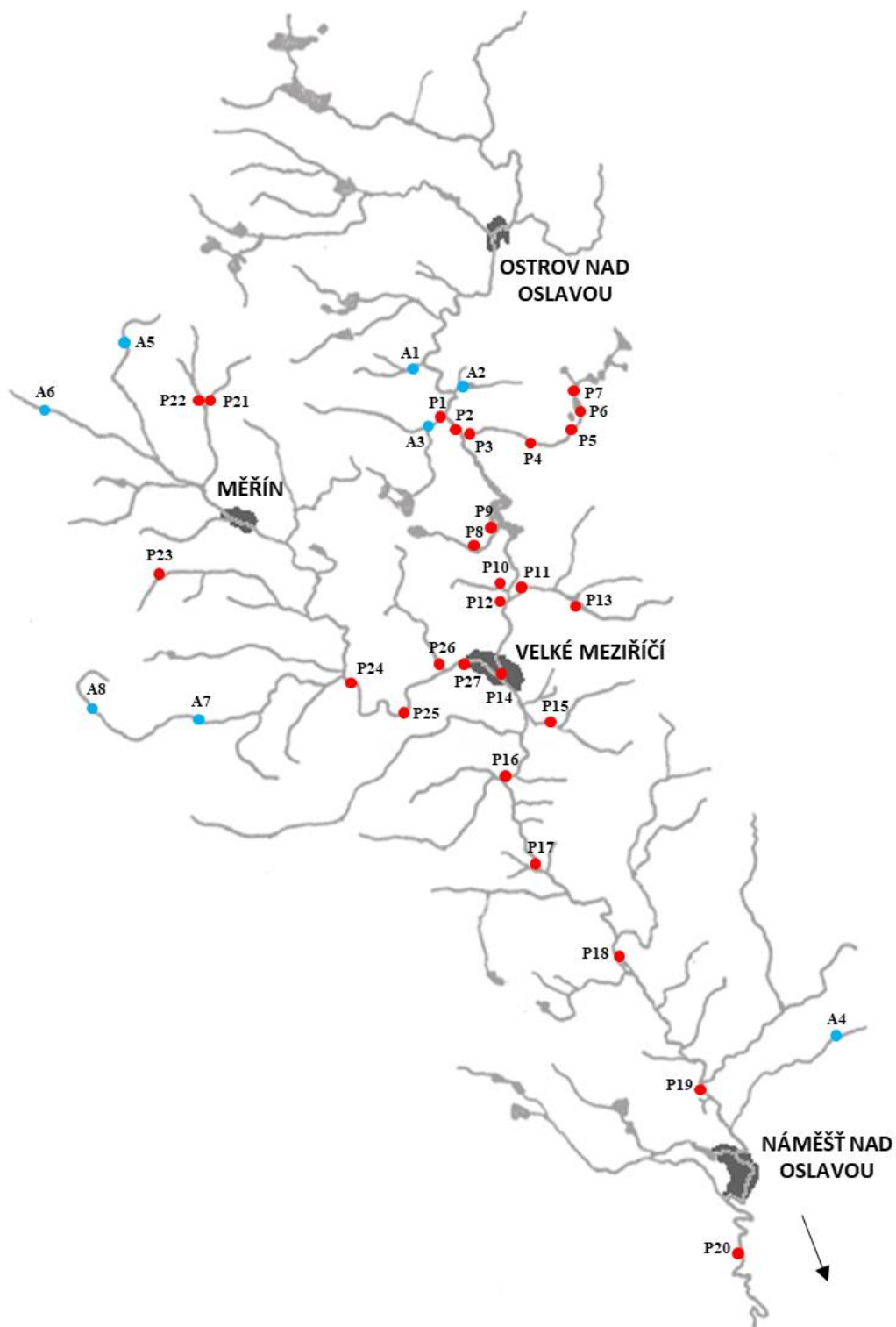
### **5.4. Žďár nad Sázavou – povodí řeky Sázavy**

Ve Žďáře nad Sázavou jsem výzkum prováděl 23. července 2019 na potoce Staviště ústícím do řeky Sázavy. Na potoce Staviště byl výskyt raků signálních uveden v Nálezové databázi AOPK ve dvou částech toku.

Při průzkumu jsem raky chytal do rukou nebo pomocí síťky na třech původně monitorovaných úsecích potoka (Jurek 2014). První úsek ležel na soutoku potoka Staviště a Sázavy, druhý pod Údolní nádrží Staviště a třetí se nacházel nad touto nádrží. Přítomnost raka signálního jsem zaznamenal na prvním a druhém úseku, tedy od soutoku Staviště se Sázavou po Údolní nádrž Staviště. Na prvním úseku u soutoku se Sázavou bylo chyceno 9 jedinců a pod Údolní nádrží Staviště 11 jedinců. Na třetím úseku nacházejícím se nad Údolní nádrží Staviště byly nalezeny pouze zbytky klepet z uhynulého raka říčního. Lokality s výskytem raka signálního a raka říčního na potoce Staviště jsou přehledně zaznamenány v mnou vytvořené mapě na konci této kapitoly (Obrázek č. 5).

## **5.5. Ujčov – povodí řeky Svratky**

Na rybnících v areálu pstruhařství obce Ujčov se vyskytují raci signální, kteří byli vysazení z Kasanského rybníka (Jurek 2014). Při průzkumu rybníků v roce 2019 jsem na žádné raky signální nenarazil, což však nepotvrzuje jejich absenci na lokalitě.



**Obrázek č. 4:** Monitoring raků v povodí řeky OSLAVY. Zobrazena je část řeky Oslavy od pramene až po město Náměšť nad Oslavou ležící na jejím toku. Zahrnuto bylo i povodí řeky BALINKY. Šipka dole ukazuje směr proudu. Lokality s výskytem raka signálního jsou označeny červeným kolečkem a značkou „P“ s příslušnou číslicí podle tabulky (viz Tabulka č. 2–4). Lokality s výskytem raka říčního *Astacus astacus* jsou označeny modrým kolečkem a značkou „A“ s příslušnou číslicí podle tabulky (viz Tabulka č. 5–6).

**Tabulka č. 2:** Lokality s výskytem raka signálního *Pacifastacus leniusculus* v povodí řeky OSLAVY mnou zaznamenané do Nálezové databáze AOPK (1. část). Značka je označení lokality na mapě (Obrázek č. 4). Čísla v závorce u názvu lokalit udávají pořadí úseku na řece nebo potoku směrem po proudu. ID je identifikační kód lokality v Nálezové databázi AOPK.

Značka	Název lokality	Obec	GPS lokace	ID
P1	Stoka pod Ústeckým	Záseka	49°25'42.6"N, 15°58'30.4"E	48857275
P2	Oslava (3)	Dolní Bory	49°25'27.2"N, 15°58'59.5"E	48826788
P3	Babačka (1)	Dolní Bory	49°25'24.4"N, 15°59'08.2"E	48828442
P4	Babačka (2)	Dolní Bory	49°25'27.2"N, 16°01'05.4"E	48826438
P5	Babačka (3)	Dolní Bory	49°25'53.9"N, 16°02'18.8"E	48826430
P6	Těšíkův rybník	Sklenné nad Oslavou	49°25'58.7"N, 16°02'21.2"E	48826655
P7	Babačka (4)	Sklenné nad Oslavou	49°26'18.6"N, 16°02'08.9"E	48826654
P8	Prchal	Olší nad Oslavou	49°23'27.0"N, 15°59'54.8"E	48826770
P9	Vodní nádrž Mostiště	Mostiště	49°23'40.7"N, 16°00'17.3"E	48826793
P10	Václavák	Mostiště	49°22'47.2"N, 16°00'39.1"E	48826771
P11	Mastník	Mostiště	49°22'45.9"N, 16°01'11.8"E	48857464
P12	Mostišťský rybník	Mostiště	49°22'31.4"N, 16°00'56.6"E	48826773
P13	Martinický rybník	Martinice	49°22'39.1"N, 16°02'51.2"E	48857078
P14	Oslava (4)	Velké Meziříčí	49°21'08.5"N, 16°00'58.1"E	48826756
P15	Vodra (2)	Petráveč	49°20'19.5"N, 16°02'38.8"E	48826780
P16	Oslava (5)	Nesměř	49°19'11.3"N, 16°01'32.3"E	48826432
P17	Oslava (6)	Dolní Heřmanice	49°17'41.5"N, 16°02'41.5"E	48826781

**Tabulka č. 3:** Lokality s výskytem raka signálního *Pacifastacus leniusculus* v povodí řeky OSLAVY mnou zaznamenané do Nálezové databáze AOPK (2. část). Značka udává označení lokality na mapě (Obrázek č. 4). Čísla v závorce u názvu lokality udávají pořadí úseku na řece nebo potoku směrem po proudu. ID je identifikační kód lokality v Nálezové databázi AOPK.

Značka	Název lokality	Obec	GPS lokace	ID
P18	Oslava (7)	Vaneč	49°16'09.2"N, 16°05'05.2"E	48827945
P19	Oslava (8)	Naloučany	49°14'16.6"N, 16°07'58.5"E	48827365
P20	Oslava (10)	Náměšť nad Oslavou	49°11'01.7"N, 16°09'31.8"E	48857475

**Tabulka č. 4:** Lokality s výskytem raka signálního *Pacifastacus leniusculus* v povodí řeky BALINKY mnou zaznamenané do Nálezové databáze AOPK. Značka udává označení lokality na mapě (Obrázek č. 4). Čísla v závorce u názvu lokality udávají pořadí úseku na řece nebo potoku směrem proti proudu. ID je identifikační kód lokality v databázi AOPK.

Značka	Název lokality	Obec	GPS lokace	ID
P21	Křivý potok	Černá	49°25'31.9"N, 15°51'49.4"E	48826743
P22	Závlahový potok	Černá	49°25'31.7"N, 15°51'47.2"E	48826744
P23	Žďárka (2)	Chlumek	49°22'10.5"N, 15°51'12.1"E	48826437
P24	Balinka (4)	Uhřínov	49°20'44.5"N, 15°56'36.4"E	48826811
P25	Balinka (5)	Baliny	49°20'03.1"N, 15°58'17.6"E	48826812
P26	Dolní Lálůvka	Velké Meziříčí	49°21'16.2"N, 15°59'03.4"E	48826742
P27	Rybníček u koupaliště	Velké Meziříčí	49°21'17.5"N, 16°00'02.5"E	48857476

**Tabulka č. 5:** Lokality s výskytem raka říčního *Astacus astacus* v povodí řeky OSLAVY mnou zaznamenané do Nálezové databáze AOPK. Značka udává označení lokality na mapě (Obrázek č. 4). Čísla v závorce u názvu lokality udávají pořadí úseku na řece nebo potoku směrem po proudu. ID je identifikační kód lokality v Nálezové databázi AOPK.

Značka	Název lokality	Obec	GPS lokace	ID
A1	Zahradiš'ský potok	Zahradiš'tě	49°26'37.7"N, 15°57'39.5"E	48828987
A2	Borský potok	Krásněves	49°26'19.7"N, 15°59'04.4"E	48828483
A3	Zátoky	Záseka	49°25'27.8"N, 15°58'11.1"E	48828485
A4	Pucovský potok (2)	Jindřichov	49°15'08.9"N, 16°11'18.4"E	48828477

**Tabulka č. 6:** Lokality s výskytem raka říčního *Astacus astacus* v povodí řeky BALINKY mnou zaznamenané do Nálezové databáze AOPK. Značka udává označení lokality na mapě (Obrázek č. 4). Čísla v závorce u názvu lokality udávají pořadí úseku na řece nebo potoku směrem proti proudu. ID je identifikační kód lokality v Nálezové databázi AOPK.

Značka	Název lokality	Obec	GPS lokace	ID
A5	Balinka u Arnolce	Arnolec	49°26'26.5"N, 15°49'16.7"E	48827619
A6	Nadějovský potok	Nadějov	49°25'07.1"N, 15°47'41.6"E	48828372
A7	Svatoslavský potok (2)	Bochovice	49°19'35.1"N, 15°52'58.7"E	48828324
A8	Svatoslavský potok (4)	Svatoslav	49°19'47.5"N, 15°49'27.2"E	48826792



**Obrázek č. 5:** Monitoring raků v povodí řeky SÁZAVY. Zobrazena je část řeky Sázavy od pramene po město Příbyslav ležící na jejím toku. Šipka vlevo ukazuje směr proudu. Zkoumané lokality se nachází na potoce Staviště ve Žďáře nad Sázavou. Lokality s výskytem raka signálního *Pacifastacus leniusculus* jsou označeny červeným kolečkem a značkou „P“ s příslušnou číslicí podle tabulky (viz Tabulka č. 7). Lokality s výskytem raka říčního *Astacus astacus* jsou označeny modrým kolečkem a značkou „A“ s příslušnou číslicí podle tabulky (viz Tabulka č. 7).

**Tabulka č. 7:** Lokality s výskytem raků na potoce Staviště ve Žďáře nad Sázavou mnou zaznamenané do Nálezové databáze AOPK. Značka udává označení lokality na mapě (Obrázek č. 5). Lokality s výskytem raka signálního jsou označeny značkou „P“ s příslušnou číslicí. Lokality s výskytem raka říčního *Astacus astacus* jsou označeny značkou „A“ s příslušnou číslicí. Čísla v závorce u názvu lokality udávají pořadí úseku na potoku směrem proti proudu. ID je identifikační kód lokality v Nálezové databázi AOPK.

<b>Značka</b>	<b>Název lokality</b>	<b>GPS lokace</b>	<b>ID</b>
P1	Staviště (1)	49°34'07.3"N, 15°56'27.7"E	48826768
P2	Staviště (2)	49°34'01.8"N, 15°56'41.2"E	48826656
A1	Staviště (3)	49°34'03.4"N, 15°58'20.3"E	48826470



## 6. Diskuze

Cílem terénního výzkumu bylo zdokumentovat distribuční změny raka signálního a původního raka říčního vyskytujících se na již dříve sledovaných lokalitách (Jurek 2014) doplněných o nová místa s výskytem raků na Vysočině. Postupně jsem prozkoumal lokality v povodí řeky Oslavy, Balinky, oblasti Křižanova, Žďáru nad Sázavou a Ujčově. Výsledky monitoringu na jednotlivých lokalitách jsou zaznamenány v tabulce (Příloha č. 2–8).

### 6.1. Povodí řeky Oslavy

Původních 46 lokalit v povodí řeky Oslavy, které monitoroval Jurek (2014) jsem doplnil o 6 nových lokalit. Doplněnou lokalitou je desátý úsek na řece Oslavě, 3 rybníky (Prchal, Václavák a Mostišťský rybník), stoku pod Ústeckým rybníkem a vodní nádrž Mostiště. Raci signální byli zaznamenáni na 20 z celkových 52 monitorovaných lokalit v povodí řeky Oslavy. Raky signální jsem zaznamenal na 7 z 10 úseků řeky Oslavy, 3 potocích (Babačka, Mastník a Vodra), 5 rybnících (Těšíkův rybník, Prchal, Václavák, Mostišťský a Martinický rybník), stoce pod Ústeckým rybníkem a ve vodní nádrži Mostiště.

Raci říční byli zaznamenáni na 4 potocích (Zahradišťský potok, Borský potok, Zátoky a Pucovský potok). Jurek (2014) zaznamenal sympatrický výskyt raka říčního a raka signálního na 3 lokalitách. Konkrétně se jednalo o třetí úsek na řece Oslavě, Těšíkův rybník a stoku pod Opatským rybníkem (Jurek 2014). Sympatrický výskyt obou druhů na třetím úseku Oslavy zaznamenal i Hladovec (2018) během monitoringu v roce 2017. Při průzkumu sympatrických lokalit jsem zaznamenal výskyt pouze raka signálního. Při průzkumu lokalit jsem si stejně jako Jurek (2014) všiml přítomnosti potočnic na těle raka, přičemž potočnice byly nalezeny pouze na lokalitách s výskytem raka říčního.

Některé zkoumané potoky vykazovaly v monitorovaném úseku nevhodné podmínky pro výskyt raků a nebyl na nich zaznamenán žádný druh raka během obou monitoringů. Jedná se například o potok Oslavička, Žleby, Křížový potok, Záhorský potok, Kundelovský potok, Ratnovský potok a Žlebský potok. Potoky byly vyschlé a Žlebský potok byl ve zkoumaném úseku vedený pod zemí. Tyto potoky by bylo v budoucnu vhodné prohledat na jiných úsecích, jelikož by se zde mohly vyskytovat zbytkové populace raka říčního.

### **Jedlový potok**

Potok v místě průzkumu tvoří odtokovou stoku dvou rybníků ústící do Velkého Radostínského rybníka ležícího nedaleko kravína v obci Radostín nad Oslavou. Charakterem se jedná o potok s hloubkou kolem 30 cm, bahnitým dnem s kameny. Výskyt raků jsem během průzkumu potoka nezaznamenal. Přítomnost raků na potoce nebyla zaznamenána ani během předchozího monitoringu (Jurek 2014).

### **Znětínský potok**

Luční potok zarostlý vláknitými řasami u Radostína nad Oslavou. Výskyt raků v tomto potoce nebyl mnou ani dříve (Jurek 2014) prokázán. Od známého z Radostína jsem však zjistil, že se raci říční údajně vyskytovali v úseku Znětínského potoka, ve kterém potok protéká obcí. Výskyt raka říčního na Znětínském potoce je v Nálezové databázi AOPK zaznamenán na lokalitách – Staroborský rybník (ID: 37204651) a Znětínský rybník (ID: 37204555).

### **Zahradištský potok**

Potok se nachází nad obcí Zahradiště. Charakterem se jedná o úzký lesní potok s hloubkou kolem 5 cm a kamenitým dnem. V červnu 2019 byly okraje potoka značně zarostlé a místy až neprůstupné. V potoce jsem zaznamenal pouze výskyt dvou juvenilních raků říčních. Dříve zde byli chyceno 8 juvenilních raků říčních (Jurek 2014). Zajímavostí na tomto potoce byl výskyt hrachovek *Pisidium* sp. (C. Pfeiffer, 1821), které byly zahrabané v písčitých úsecích potoka.

### **Borský potok**

Jedná se o potok ležící pod obcí Krásněves nedaleko bývalého povrchového lomu. V roce 2012 zde byl Jurkem (2014) poprvé zaznamenán výskyt raka říčního. Monitorovaný úsek potoka se nacházel pod rybníkem Obecník. Jednalo se o olšinami obklopenou část potoka se dnem pokrytým spadenými větvemi a kameny. V roce 2012 zde bylo chyceno 18 převážně juvenilních raků říčních (Jurek 2014) a na raky říční jsem narazil i v roce 2019. Konkrétně se jednalo o 2 středně velké samice (velikost kolem 8 cm).

Nálezová databáze AOPK má od roku 2015 záznam o výskytu raka signálního v Koudelově rybníčku (ID: 36162855) nad obcí Krásněves, který se nachází na bezejmenném potoce vlévajícím se do Borského potoka u soutoku s řekou Oslavou.

Pokud je záznam o výskytu raka signálního pravdivý, mohlo by v budoucnosti dojít k vytlačení raka říčního rakem signálním z Borského potoka.

### **Zátoky**

Tento potok je zaznamenán v Nálezové databázi AOPK od roku 2005 (ID: 4256454) jako lokalita s populací raka říčního. V monitorovaném úseku se na potok Zátoky napojuje stoka z Kněžského rybníka. Kněžský rybník nebyl předmětem mého výzkumu, ale 25. 4. 2020 byl vypuštěný a chtěl jsem se přesvědčit, zda jsou raci říční přítomni i v tomto rybníce. Kamenitá hráz a břehy s vymletými kořeny by rakům poskytovaly vhodné úkryty, ale při průzkumu rybníka se mi nepodařilo raky nalézt. Výskyt raků v tomto rybníce patrně znemožňuje přítomnost okounů říčních, které bylo možné spatřit v počtu desítek uhynulých jedinců na dně rybníka a v korytě potoka Zátoky pod rybníkem.

Potok Zátoky je lesní potok s množstvím úkrytů v podobě kamenů a napadaného smrkového dřeva. Přibližná hloubka potoka byla kolem 5 cm a šířka jeho koryta okolo 50 cm. Monitoring na potoce probíhal v červnu roku 2019 a našel jsem 4 živé samce raka říčního a jednoho velkého uhynulého samce (velikost 20 cm). Na racích byl prokázán i výskyt potočnic. Raci říční se nejvíce zdržovali v blízkosti malého kamenného mostu u soutoku stoky Kněžského rybníka s potokem Zátoky. U stejného mostu jsem 4. 10. 2019 narazil na dvě dospělé samice raka říčního s vajíčky, které se schovávaly ve škvírách mezi kameny pod mostem. Při předchozím monitoringu v září 2012 (Jurek 2014) zde bylo chyceno 8 raků říčních, z nichž většina byly samice. V roce 2017 byl na této lokalitě proveden test na přítomnost račího moru u 4 raků říčních, který nebyl u raků prokázán (Hladovec 2018).

Potok Zátoky dále teče do Ústeckého rybníka, ze kterého odtokovou stokou ústí do řeky Oslavy. V Ústeckém rybníce, který byl v říjnu 2019 vypuštěný, jsem pod kameny u hráze narazil na 2 uhynulé juvenilní raky říční. Ve stoce pod hrází jsem pod kameny našel dospělého samce raka signálního. Pravděpodobně se jednalo o jedince z řeky Oslavy, který se do stoky pod rybníkem dostal během zvýšené hladiny vody. Výskyt raka říčního jsem v odtokové stoce nezaznamenal. Jedná se o dosud nepublikovaný záznam o výskytu raka signálního v potoce Zátoky, i když se jedná pouze o stoku spojenou s řekou Oslavou. Hráz Ústeckého rybníka představuje pro raky signální z Oslavy bariéru, která jim zabraňuje šířit se dál proti proudu potoka Zátoka a ohrožit tak místní populaci raka

říčního. Podle záznamu z roku 2016 z Nálezové databázi AOPK se raci signální vyskytují také v Netínském rybníku u obce Netín (ID: 46683408), což by mohlo při pravdivosti tohoto nálezu představovat nebezpečí pro raky říční na potoce Zátoky. Netínský rybník totiž leží výše na toku potoka Zátoky před zmíněným monitorovaným úsekem u Kněžského rybníka. Pravdivost záznamu o výskytu raka signálního v Netínském rybníce by se měla v budoucnosti prověřit.

### **Babačka**

Na potoce Babačka bylo prozkoumáno celkem 8 lokalit, z čehož dvě lokality byly rybníky (**Býčí louka** a **Těšíkův rybník**) a jedna **stoka pod Opatským rybníkem**, která se napojuje na Babačku. Monitoring na Babačce probíhal v červenci 2019 a raci signální byli prokázáni na 6 lokalitách. První lokalita na potoce Babačka se nacházela pár metrů od soutoku Babačky s řekou Oslavou. Zde jsem našel dva samce raka signálního. Jurek zde v září 2012 narazil na samici raka signálního i s vajíčky, což byl v té době na toku nejnižší zaznamenaný nálezh raka signálního. Druhá lokalita se nacházela v obci Dolní Bory u čističky odpadních vod. Výskyt raků signálních na tomto úseku potoka je od roku 2005 známý v Nálezové databázi AOPK (ID: 4256888). Chytil jsem zde celkem 5 samic, z nichž jedna byla juvenilní a 2 samce. Raci signální se vyskytovali i dál po proudu za čističkou, kde bylo dno dlážděné betonovými bloky.

Třetí úsek na Babačce se nacházel pod Těšíkovým rybníkem, ze kterého Babačka vytéká v podobě tří kanálů, které se postupně spojují. Úsek ležel v nejzápadnějším z kanálů, ve kterém jsem chytil dvě samice raka signálního. Dříve v tomto úseku bylo odchyceno 13 raků signálních (Jurek 2014).

V **Těšíkově rybníku** i **Býčí louce**, nacházejícími se nad třetím úsekem potoka Babačka se raci signální vyskytují, což dokládá i jejich výskyt ve všech odtokových kanálech. Rybník **Býčí louka** je napájen stokou z Těšíkova rybníku. Raci signální v Býčí louce nebudou nikdy vytvářet stabilní a prosperující populaci kvůli každoročnímu výlovu a následnému zimování rybníka s minimem vody. Při podzimním výlovu v roce 2019 zde nebyli nalezeni žádní raci signální. Během předchozího monitoringu zde byli chyceni 2 raci signální (Jurek 2014).

Na **Těšíkově rybníku** je od roku 2014 nově zřízen rybářský revír (revír č. 461 223, Oslava 7A). Raci signální se zde vyskytují, ale od roku 2018 do 2019 byl rybník vypuštěný a zároveň rekonstruován (Obrázek č. 6).



**Obrázek č. 6:** Těšíkův rybník vypuštěný během rekonstrukce v roce 2018. Na dně rybníka bylo možné nalézt uhynulé raky signální *Pacifastacus leniusculus*. Foto L. Jurek, 2018.

V roce 2019 byl Těšíkův rybník opět napuštěn a je tedy předpoklad, že nebude loven dalších několik let. Bude zajímavé sledovat, jakou intenzitou a rychlostí jej raci signální opět obsadí. Návodní strana hráze rybníka je dlážděna kameny, které rakům poskytují vhodný úkryt. Výpust' západního odtokového kanálu je vybetonovaná. V korytě za výpustí se nachází množství kamenů a bahnitě úseky koryta byly zarostlé žabníkem jitrocelovým *Alisma plantago-aquatica* (L.). Na betonovém podkladu výpustí jsem 18. 7. 2019 našel uhynulou samici a samce raka signálního. V kamenitých úsecích západního kanálu pod výpustí jsem dále našel tři živé samice raka signálního, z nichž jedna byla juvenilní. Těšíkův rybník byl lokalitou se sympatrickým výskytem raka signálního a raka říčního. Při monitoringu z roku 2012 zde byli chyceni 3 raci říční spolu s 10 raky signálními (Jurek 2014).

Čtvrtý úsek se nacházel nad Těšíkovým rybníkem, kde Babačka protéká smrkovým lesem. Tato část potoka rakům poskytovala množství úkrytů v podobě kamenů

a spadených kmenů. Chytil jsem jednoho samce a 5 samic raka signálního, z nichž dvě byly juvenilní. Na tomto úseku byli dříve chyceni 2 raci signální (Jurek 2014).

Pátý úsek ležel pod rybníkem Babák. Babačka z tohoto rybníku vytéká v podobě mělké zarostlé strouhy. Při červencovém monitoringu v roce 2019 jsem zde na žádné raky nenarazil, stejná situace nastala i během předchozího monitoringu (Jurek 2014). Poslední úsek se nacházel na **stoce vytékající z Opatského rybníka**, která se napojovala na potok Babačka. Stoka byla během červencového monitoringu v roce 2019 těsně pod výpustí rybníka vyschlá nebo v podobě tůní. Tok byl zanesený hlubokým černým bahnem a výskyt raků zde nebyl potvrzen. Dříve zde byla zaznamenána samice raka říčního a 4 raci signální, kteří byli asi spláchnuti z Opatského rybníka (Jurek 2014).

### **Mastník**

Potok protéká podél louky u obce Mostišťe, kde se napojuje na řeku Oslavu. Dno potoka je bahnité s množstvím balvanů a zatopených kořenů. Na potoce jsem chytil samici raka signálního se zbytky vajíček a juvenilního samce. Dříve zde bylo chyceno 6 raků signálních (Jurek 2014).

### **Šípský potok**

Potok se nachází nad obcí Martinice, kde se vlévá do potoku Mastník. Na Šípském potoce je v Nálezové databázi AOPK uvedený záznam o výskytu raka signálního (ID: 4256829). Monitorovaný úsek potoka se nacházel nad rybníkem Pod Šípem, který je přezdívaný **Martinický rybník**. V tomto rybníce se vyskytuje silná populace raka signálního. Pomocí vrší se mi podařilo chytit 5 samců a 3 samice raka signálního. V roce 2013, když byl rybník vypuštěný, zde Jurek (2014) chytil 36 raků signálních. V Šípském potoce nad zmíněným rybníkem jsem stejně jako Jurek (2014) raky nezaznamenal, raci signální se tedy vyskytují pouze v úseku potoka pod rybníkem.

### **Františkovský potok**

Potok na jihozápadně od Velkého Meziříčí. Františkovský potok má písčité dno, šířku kolem metru a hloubku okolo 5 cm. Na raky signální jsem v potoce ale nenarazil. Ve středních částech je množství kamenů a vodních spádů. U soutoku s řekou Oslavou je navíc potok oddělen klapkovou výpustí s plastovým víkem, které může zabraňovat pronikání raků signálních z řeky Oslavy.

## **Vodra**

Potok leží jihovýchodně od města Velké Meziříčí poblíž městské skládky odpadu a oborou, která potok pomyslně rozdělovala na dva úseky. První úsek se nacházel v oboře. Jednalo se o část potoka s písčitým dnem a množstvím úkrytů v podobě kamenů. Raci signální se zde nevyskytovali.

Druhý úsek nacházející se pod skládkou byl v nálezové tabulce z bakalářské práce omylem označen jako Františkovský potok (Jurek 2014), který leží severozápadně od potoku Vodra. V tomto úseku blízko soutoku s Oslavou se raci signální vyskytují. Jednalo se o na pohled čistý úsek potoka s písčitým dnem, i přesto že se nachází pod městskou skládkou. Raci signální se zde pohybovali mimo své úkryty volně po dně nebo což bylo zajímavé, hromadně seděli na ponořených kořenech olší. Doposud jsem toto chování u raka signálního nepozoroval. Mohlo však souviset s horkým červencovým počasím. Při sebemenším vyrušení ale mizeli v úkrytech, kvůli čemu se mi nepodařilo odchytit více jedinců. Počet odhaduji na desítky jedinců, ale podařilo se mi odchytit pouze 5 samců a 3 samice. Z toho byly 3 samci a 2 juvenilní samice. Dříve zde byli nalezeni dva juvenilní a dva mrtví dospělí raci signální (Jurek 2014).

## **Oslavička**

Oslavička je potok protékající obcí Oslavice u Velkého Meziříčí. Raci se zde nevyskytovali. V červenci bylo koryto vyschlé a vodní organismy se udržovaly pouze v malých tůních. Stejná situace nastala i v případě monitoringu ze září 2012 (Jurek 2014), což nejspíše vylučuje trvalé osídlení lokality raky.

## **Žleby**

Potok protéká pod obcí Petráveč u Velkého Meziříčí. Charakterem se jedná se o lesní potok s písčitým dnem. Stejně jako Jurek (2014) jsem v potoce na raky nenarazil. Potok byl v soutoku s řekou Oslavou v době mého červencového monitoringu zcela vyschlý.

## **Křížový potok**

Na toku tohoto potoka ústícího do řeky Oslavy leží čtyři bezejmenné rybníky. Zkoumal jsem odtokovou stoku spojující první dva rybníky u pramene Křížového potoka. Tato stoka byla ale v červnu vyschlá, tudíž jsem na žádné raky nenarazil. Stejně situace nastala v říjnu 2012, kdy byla stoka rovněž zcela vyschlá (Jurek 2014).

### **Mařek**

Jedná se o potok pramenící nad obcí Hodov a ústící do řeky Oslavy u obce Nesměř. Monitorovaný úsek potoka Mařek se nacházel u obce Rohy. V tomto úseku Mařek protéká podél lesa a zdejší dno potoka je bahnité s množstvím kamenů. I přes množství úkrytů jsem na potoce Mařek na žádné raky nenarazil. Raci zde nebyli zaznamenáni ani v říjnu roku 2012 (Jurek 2014).

Z vlastních pozorování mám ale doklad o výskytu raků signálních v úseku u Nesměře, kde se potok Mařek vlévá do Oslavy. Pravděpodobně se ale jedná o populaci raků signálních z řeky Oslavy, kteří migrují proti proudu do potoka.

### **Záhorský potok**

Potok protéká z části přes pole a v druhé polovině svého toku přes smrkový les. Během červnového monitoringu byl vyschlý a zarostlý, tudíž jsem zde žádné raky nenašel. Stejná situace proběhla i při předchozím monitoringu z říjnu roku 2012 (Jurek 2014).

### **Kundelovský potok**

Kundelovský potok protéká přes Nový rybník do obce Kundelov. V obci ústí do Kundelovského rybníku, ze kterého se pak u obce Oslava vlévá do řeky Oslavy. Zaměřil jsem se na úsek potoka protékající obcí Kundelov mezi oběma rybníky, ale během června byl celý úsek mezi rybníky vyschlý. Raci signální zde nebyli zaznamenáni ani dříve (Jurek 2014).

### **Polomina**

Jedná se o potok vytékající z rybníka Janůvek nacházející se nad obcí Ruda. Potok pak dále protéká obcí Jabloňov a u obce Tasov se vlévá do řeky Oslavy. První úsek se nacházel v lese pod obcí Tasov u soutoku potoka Polomina s Oslavou. V tomto úseku měl potok písčité dno s množstvím kamenů a velmi čistou vodu. Raci zde během srpnového průzkumu nebyli zaznamenáni, a to ani během předchozího monitoringu (Jurek 2014).

Druhý úsek se nacházel pod obcí Jabloňov. Jednalo se o část potoka obklopenou olšínami pod dálnicí D1. Potok zde měl písčité dno s kameny. Ani zde ale nebyl žádný druh raka zaznamenán. Stejná situace nastala i během předchozího monitoringu (Jurek 2014).



### **Podkovák**

Podkovák protéká obcí Pyšel a v obci Vaneč se vlévá do Oslavy. Monitorovaný úsek potoka se nacházel nad obcí Pyšel. Dno potoka v tomto úseku bylo mělké a písčité s hustě zarostlými břehy. Raci se zde nevyskytovali a nebyli zaznamenáni ani při dřívějším monitoringu (Jurek 2014).

### **Ratnovský potok**

Ratnovský potok se nachází mezi obcemi Tasov a Čikov a na jeho toku leží tři rybníky. Nejvýše na toku se nachází rybník Fučík, dále Horní Ratnovský rybník a nejnižší položeným je Spodní Ratnovský rybník. Monitorovaný úsek ležel na odtokovém kanále spojujícím Fučík a Horní Ratnovský rybník.

Odtokový kanál mezi oběma rybníky byl v době průzkumu zcela vyschlý a žádné raky jsem tudíž nenašel. Ze stejného důvodu zde nebyli raci zaznamenáni ani během předchozího monitoringu (Jurek 2014).

### **Bělínský potok**

Bělínský potok pramení v obci Čikov, ze které pak teče do rybníka Býkovec a dále do řeky Oslavy. Úsek se nacházel pod rybníkem Býkovec ležícím pod obcí Čikov. Jednalo se o bahnitou stoku s hlubokými tůněmi, kde se žádní raci nevyskytovali. Raci zde nebyli zaznamenáni ani při předchozím monitoringu (Jurek 2014).

### **Žlebský potok**

Žlebský potok pramení v obci Zahradka a protéká přes rybníky Vesník a Nohavice, než se nad obcí Ocmanice vlévá do Oslavy. Potok v monitorovaném úseku tvořil z části pod zemí vedenou stoku mezi rybníkem Vesník a Nohavice. Z rybníka Nohavice se potok dále vléval do Oslavy. Výskyt raků zde nebyl během obou průzkumů (2014 a 2019) potvrzen.

### **Jasínka**

Potok je v práci Jurka (2014) uveden pod nesprávným názvem Jelenka. Jedná se o lesní potok protékající obcí Jasenice. Při výzkumu jsem se kromě úseku pod obcí, který dříve monitoroval i Jurek, zaměřil i na úsek protékající přímo obcí. Ten byl na rozdíl od písčitého dříve monitorovaného úseku hodně bahnitý. V obou úsecích jsem i tak na raky

nenarazil. Jurek při svém monitoringu raky také nenašel, ale narazil na pstruha obecného *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758) a hrouzka obecného *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), což dokazuje čistotu zdejší vody a možné vhodné prostředí pro raky. V Nálezové databázi AOPK je na potoce Jasinka záznam z roku 2014 o výskytu samce raka říčního (ID: 33726515).

### **Pucovský potok**

Na Pucovském potoce jsem měl stanovené dva úseky, které jsem prozkoumal v srpnu 2019. První úsek ležel pod obcí Pucov při soutoku potoka s řekou Oslavou. V prvním úseku zrovna probíhala těžba smrkového dřeva a kmeny stromů byly popadané přes potok. Navíc byl úsek značně zarostlý s nízkou hladinou vody a raky jsem zde žádné nenašel. Raci zde nebyli zaznamenáni ani při předchozím monitoringu (Jurek 2014).

Potok v druhém úseku nad obcí tvořil mělkou odtokovou stoku z bezejmenného rybníka pod přírodní památkou Olšoveček. Voda zde byla kalná, skoro vyschlá s hlubokým bahnem. Bahno mělo v některých částech úseku až nepřírozeně oranžové zbarvení, které mohlo způsobit vysrážené železo. Zde jsem pod kamenem našel jednoho juvenilního raka říčního a modře zbarveného samce raka říčního (Obrázek č. 7). Modrý rak měl na zadečku vajíčka potočnic. Během předchozího monitoringu zde nebyla tato populace raka říčního zaznamenána (Jurek 2014). Záznam o výskytu raka říčního na Pucovském potoce nebyl doposud publikován.



**Obrázek č. 7:** Úsek Pucovského potoka nad obcí Pucov, kde byl odchycen modře zbarvený samec raka říčního *Astacus astacus*. Foto M. Riebel, 2019.

## **Řeka Oslava**

Na řece Oslavě bylo stanoveno celkem 9 lokalit, přičemž rak signální byl prokázán na šesti z nich. Nejsevernější a zároveň nejvýše položená lokalita na řece Oslavě se nacházela v Ostrově nad Oslavou. Jednalo se o klidnou část řeky s pevným písčitým dnem a množstvím ryb – pozorována byla i mřenka mramorovaná. Raci signální se zde nevyskytovali a nebyli zaznamenáni ani předtím (Jurek 2014). Druhá lokalita se nacházela v obci Radostín nad Oslavou. Koryto řeky v tomto úseku bylo široké s kamenitým dnem. Na raky jsem zde nenarazil a nebyli zde zaznamenáni ani během předchozího monitoringu (Jurek 2014).

Třetí lokalita se nacházela nad vodní nádrží Mostiště u obce Bory. Úsek řeky se nachází nad ústím potoka Babačka do Oslavy, ve kterém se vyskytují raci signální. Při pokládání vrše v červnu 2019 jsem ze břehu pozoroval raky lezoucí mimo své úkryty. Celkem jsem zde do vrší chytil 9 samic a 7 samců. Někteří jedinci měli až mramorované zbarvení (Obrázek č. 8).

Jurek (2014) na tomto úseku během svého výzkumu odchytil kromě raků signálních i tři raky říční, na které jsem během monitoringu nenarazil. Zdá se, že byli rakem signálním vytlačeni, popřípadě je jejich populační hustota velmi nízká. O výskytu raka říčního na potoce Babačka má Nálezová databáze AOPK záznam z roku 2014 (ID: 36609847). V říjnu 2019 jsem našel raka signálního v odtokovém kanále Ústeckého rybníka, který leží nad hrází vodní elektrárny nedaleko monitorovaného úseku. Jez elektrárny přitom mohl představovat pro raka signálního bariéru v jeho šíření proti proudu. Mechanické bariéry tedy nejsou vzhledem k působení lidského faktoru dostatečnou překážkou v šíření (Kozák et al. 2015). V roce 2017 byl na tomto úseku proveden test na přítomnost račího moru u 20 jedinců raka signálního a 3 raků říčních, přičemž test u obou druhů byl negativní (Hladovec 2018).



**Obrázek č. 8:** Mramorově zbarvený jedinec raka signálního *Pacifastacus leniusculus* odchycený na soutoku řeky Oslavy s potokem Babačka. Foto M. Riebel, 2019.

Čtvrtý úsek se nacházel v obci Velké Meziříčí pár metrů od soutoku řeky Oslavy s Balinkou. Řeka je zde mělká s hloubkou kolem 30 cm. V mělčinách pod mostem u pošty se raci signální pohybovali po písčitém dně i během dne. Chytil jsem zde pouze 3 samce raka signálního, z nichž jeden byl juvenil. Ve čtvrtém úseku byli dříve chyceni dva raci signální (Jurek 2014).

Pátý úsek ležel v Nesměřském údolí. Řeka byla o poznání hlubší než na předchozím úseku. Raci signální se zde vyskytují, což bylo potvrzeno odchycem 3 samců a jedné samice. Někteří jedinci měli stejné mramorové zbarvení jako raci ze třetího úseku řeky Oslavy (Obrázek č. 8). Dříve zde byli chyceni 4 raci signální (Jurek 2014).

Šestý úsek ležel u Řihákova mlýna, řeka s písčitým dnem zde byla kolem 1 m hluboká a 10 m široká. Podařilo se mi chytit dva samce, z nichž jeden byl juvenil. Při předchozím monitoringu na šestém úseku byli chyceni také 2 raci signální (Jurek 2014).

Sedmý úsek ležel nad obcí Vaneč. Řeka se nad obcí rozděluje na dvě ramena, která se ve Vanči opět spojují do jednoho. Raky jsem hledal v mělčinách pod hrází na jednom z ramen. Celkem jsem zde pod kameny chytil dvě středně velké samice. Tento úsek byl i posledním úsekem na řece Oslavě, kde Jurek (2014) zaznamenal výskyt raka signálního. Celkem zde zaznamenal 9 raků signálních (Jurek 2014). Na tomto úseku jsem chytil 2 samice raka signálního.

Osmý úsek se nacházel nad obcí Naloučany. Řeka přímo v obci je přehrazována kamennými hrázemi, které tak vytvářely „ostrůvky“ s mělkou vodou. Právě v těchto hrázích se mi podařilo chytit středně velkou samici. V Náměšti nad Oslavou, což byl devátý a mnou poslední monitorovaný úsek na řece Oslavě, jsem už žádné raky signální nezaznamenal. Zajímavostí zde byl výskyt desítek jedinců bahňivky rmutné *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) a mlže okružanky *Sphaerium* sp. (Scopoli, 1777) pod všemi kameny, které jsem obrátil.

Raci signální se ale vyskytují i dále po proudu pod Náměští nad Oslavou. V roce 2017 jsem například při školním výletě narazil na přítomnost raků v Oslavě u rekreačního střediska Jiskra u Náměště nad Oslavou. Tento dodatečný úsek na řece Oslavě je označen v Nálezové tabulce jako Oslava (10) (viz Příloha č. 5).

### **Rybník Obecník u Krásněvse**

Rybník leží pod obcí Krásněves na toku Borského potoka a je obklopený olšínami. Žádné raky se mi do vrší odchytil nepodařilo, což však nepotvrzuje jejich absenci na lokalitě. Jurek (2014) zjistil, že se na tomto rybníce dříve raci vyskytovali a s nejvyšší pravděpodobností se jednalo o raky říční, kteří se vyskytují i v Borském potoce pod rybníkem.

### **Rybník Obecník v Borech**

Rybník se nachází pod obcí Bory. Stoka rybníka není přímo spojena s potokem Babačka a končí slepě na loukách pod rybníkem. V rybníce se žádní raci nevyskytují.

### **Rybník Velký a Malý Podvesník**

Jedná se o dva rybníky propojené odtokovou stokou nad obcí Sklené nad Oslavou. Rybník Velký Podvesník se napojuje na rybník Malý Podvesník dvěma odtokovými stokami,

z nichž jedna z nich je mělká a zarostlá. Odtoková stoka z Malého Podvesníku dále ústí do rybníku Babák, ze kterého je voda odváděna stokou do potoka Babačka. Výskyt raků ve Velkém a Malém Podvesníku nebyl mnou ani dříve zaznamenán (Jurek 2014).

Raci signální se ale podle AOPK vyskytují ve **Vosickém rybníku** (ID: 26556201), který se nachází severně od rybníka Velký Podvesník. Vosický rybník se odtokovou stokou napojuje na Lesní rybník, ze kterého přes soustavu rybníků ústí do rybníku Babák na potoce Babačka. V budoucnu lze tedy očekávat výskyt raků signálních i zde.

### **Rybník Prchal**

Rybník ležící pod obcí Olší nad Oslavou, jsem dodal jako novou lokalitu s výskytem raka signálního. Nálezová databáze AOPK má na tomto rybníce záznam o výskytu raka signálního z roku 2015 (ID: 36172802). Hladovec (2018) prováděl na 16 jedincích raka signálního z Prchalu testy na přítomnost račího moru, přičemž testy u všech raků vyšly negativně. Jedná se o rybník s bahnitým dnem a kamennou hrází, která rakům poskytuje ideální úkrytové možnosti. Raci byli vysazeni pouze do Prchalu, ze kterého se během každoročního vypouštění šíří dál do řeky Oslavy. Po vypuštění rybníka raci přežívají v norách či úkrytech pod kameny, kde se udržuje dostatečná vlhkost.

Populace raků signálních je zde tak velká, že v době výlovu není problém pod kameny nalézt pohromadě až 20 jedinců různých věkových kategorií (Obrázek č. 9). Proti proudu nad rybníkem Prchalem se nachází pouze Závistský rybník. V Závistském rybníce však raci signální prokázáni nebyli a nebylo tedy potvrzeno jejich protiproudové šíření.



**Obrázek č. 9:** Raci signální *Pacifastacus leniusculus* z rybníka Prchal u Olší nad Oslavou. Foto M. Riebel, 2019.

Prchal se svojí odtokovou stokou vedoucí přes smrkový les napojuje do severozápadní části vodní nádrže Mostišťe ležící na řece Oslavě. Vypozoroval jsem, že v této stoce raci signální preferují kamenité úseky, které jim v letním období poskytují úkryty během částečného vyschnutí toku. Tyto kamenité úseky se nachází pouze na dvou místech toku a jsou navzájem oddělené mělkou bažinou s bahnitým dnem, ve které se raci nevyskytují.

### **Vodní nádrž Mostišťe**

Z vlastních pozorování mám potvrzeno, že se raci signální vyskytují i v této přehradě na řece Oslavě. Šíří se jednak ze severu z potoka Babačka ústícího do Oslavy a z jižní strany zase z rybníka Prchal. Právě v místech, kde se vlévají do nádrže Mostišťe jsem se s raky signálními setkával nejčastěji, a to během léta, kdy se vlivem sucha rapidně sníží hladina vody v přehradě.

V nádrži mají raci dostatek úkrytů v podobě zatopených pařezů a kamenitých břehů. Jejich počty zde může limitovat hlavně přítomnost vydry říční *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) a dravých ryb, jako je sumec velký *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758), štika obecná *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), candát obecný *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) a okoun říční *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758).

### **Rybník Václavák**

Rybník Václavák leží v Mostištích a je v soukromém vlastnictví rodiny Krejčích. Svým odtokovým kanálem se napojuje na potok, který teče do řeky Oslavy. Rybník má bahnitě dno a jeho okraje jsou obehnané kamennou hrází. Jedná se o novou lokalitu s výskytem raka signálního. O výskytu raků signálních v tomto rybníce vím od roku 2005, protože majitel rybníku mě často zve na výlov. Zastoupeni jsou zde jedinci obou pohlaví a všech věkových kategorií (Obrázek č. 10). Někteří jedinci raka signálního byli dokonce mramorovaně zbarvení. Výskyt raka signálního v rybníce Václavák nebyl dosud publikován. Rybník Václavák je jedním z míst, ze kterého se raci signální rozšiřují do řeky Oslavy.



**Obrázek č. 10:** Raci signální *Pacifastacus leniusculus* z rybníka Václavák, kteří se při výlovu dostávají až do řeky Oslavy. Foto M. Riebel, 2019.

### **Mostišťský rybník**

Jde o další rybník s nově zaznamenaným výskytem raka signálního v Mostištích. Mostišťský rybník je ve vlastnictví hraběnky Marie Podstatzké - Lichtensteinové. Jedná se o chovný rybník vedle sádek. Má bahnitě dno a okraje obehnané kamennou hrází. Zajímavostí je například přítomnost mřenky mramorované *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758).

Situace s raky signálními je obdobná jako u výše zmiňovaného rybníku Václavák. Raci se ukrývají v kamenné hrázi nebo pod kameny nepravidelně roztroušenými po dně rybníka. Jelikož rybník bývá po výlovu napouštěn postupně a je zásobován pouze vodou vytékající ze sádek, tak zdejší populace raků signálních může kolísat. Stejně jako u Václaváku se raci signální z Mostišťského rybníku dostávají při výlovech do řeky Oslavy.



## **6.2. Povodí řeky Balinky**

Původních 22 lokalit v povodí Balinky jsem doplnil o dvě nové lokality u obce Černá a rybníček u koupaliště ve Velkém Meziříčí, kvůli výskytu raka signálního. V roce 2020 jsem monitoring doplnil úsek Balinky nad obcí Arnolec, Nadějovský potok a 6 rybníků na Lavičském potoce. Doslechl jsem se, že se v Balince nad obcí Arnolec a Nadějovském potoce vyskytují údajně raci říční a toto tvrzení jsem si ověřit, jestli se opravdu jedná o raky říční. Raci signální byli zaznamenáni na 7 z celkových 33 monitorovaných lokalit v povodí řeky Balinky. Raci signální byli zaznamenáni na 2 z 5 úseků řeky Balinky, 3 potocích (Křivý potok, Závlahový potok a Žďárka), rybníku Dolní Lálůvka a rybníčku u koupaliště Palouky ve Velkém Meziříčí. Raci říční byli zaznamenáni pouze na 2 lokalitách na Svatoslavském potoce, ale také na dvou dodatečně zahrnutých lokalitách v úseku Balinky u obce Arnolec a Nadějovském potoce. Na potoce Žďárka, kde Jurek (2014) zaznamenal výskyt raka říčního společně s rakem signálním jsem zaznamenal pouze raka signálního. Výskyt potočnic jsem zaznamenal pouze na raku říčním a to na řece Balince u obce Arnolec a čtvrtém úseku Svatoslavského potoka.

### **Nadějovský potok**

Jedná se o dodatečně přidanou lokalitu, na které jsem si chtěl ověřit záznam o výskytu raka říčního z roku 2015 uvedeného v Nálezové databázi AOPK (ID: 36045316). Nadějovský potok protéká loukami a lesem za obcí Nadějov, než se v obci Meziříčko vlévá do řeky Balinky. V úseku, kde potok protéká loukami má bahnité dno s minimem úkrytů v podobě kamenů, ale v lesním úseku je potok mělký s množstvím kamenů. Na potoce se raci říční opravdu vyskytují. Juvenilního samce raka říčního jsem chytil v lesním úseku u betonové trubky.

### **Liščí potok**

Lesní potok nacházející se jihozápadně od obce Meziříčko, na který se napojuje odtoková stoka z rybníku Stýskal. Liščí potok se za rybníkem Stýskal napojuje na Tříhranný potok, který se vlévá do řeky Balinky. V rybníce Stýskal je v Nálezové databázi AOPK uvedený záznam o výskytu raka říčního (ID: 23373882).

Monitorovaný úsek se nacházel v místě, kde se odtoková stoka rybníka Stýskal napojuje na Liščí potok. Jednalo se o úsek obklopený smrkovým lesem a olšinami. Žádný druh raka

však nebyl na Liščím potoce mnou a ani při předchozím monitoringu (Jurek 2014) zaznamenán.

### **Tříhranný potok**

Lesní potok s písčítým dnem, na který se napojuje Liščí potok. V době srpnového průzkumu roku 2019 byl vyschlý. Žádný druh raka zde nebyl mnou a ani dříve (Jurek 2014) pozorován.

### **Křivý potok**

Křivý potok pramení pod obcí Kyjov a dále protéká obcí Černá, než se západně od Měřína vlévá do řeky Balinky. Na Křivém potoce v obci Černá jsem monitoroval v srpnu 2019 hned dva úseky, kvůli upozornění od místních na výskyt raků u obecního úřadu. První úsek byl původní, zvolený Jurkem (2014). Jednalo se o stoku vytékající z Mlýnského rybníka v obci Černá. Voda v této části potoka značně zapáchala a kameny v potoce byly porostlé oranžovými nárosty. Žádný druh raka zde nebyl zaznamenán a nebyli zaznamenáni ani během předchozího průzkumu (Jurek 2014).

Druhý úsek jsem zvolil po upozornění obyvatel obce Černá přímo nad Mlýnským rybníkem u obecního úřadu. Kromě Křivého potoka se v těchto místech do Mlýnského rybníka vlévá také **Závlahový potok**. Přítomnost raků signálních byla potvrzena v obou potocích v tomto úseku. V Křížovém potoce jsem narazil na samce a dvě samice raka signálního. Byla nalezena také jedna mrtvá samice raka signálního. Závlahový potok protékal kolem autobusové zastávky, byl zarostlý a v jeho korytě jsem narazil na jednu račí noru a juvenilního samce raka signálního.

### **Světlý potok**

Malý potok ležící u obce Chlumek, který se v obci Měřín vlévá do řeky Balinky. Během srpnového průzkumu roku 2019 byl potok velmi zarostlý a téměř vyschlý. Kvůli kůrovcové kalamitě musel být celý smrkový les kolem potoka pokácen, což vedlo k narušení jeho toku v důsledku zasypání větvemi a prosvětlení lokality. Na žádné raky jsem nenarazil a raci zde nebyli zaznamenáni ani při předchozím monitoringu (Jurek 2014).

### **Blížkovský potok**

Křovinami zarostlý potok protékající loukami nad obcí Blížkov, ze které pak ústí do rybníku Nečas a posléze do Balinky. V monitorovaném úseku byl potok hodně úzký a mělký s hloubkou kolem 10 cm. Žádný druh raka zde mnou ani dříve zaznamenán (Jurek 2014). Jedinou zajímavostí na tomto potoce byla přítomnost blešivců potočních *Gammarus fossarum* (Koch in Panzer, 1853), kteří se v době srpnového průzkumu pohybovali po desítkách volně po dně potoka.

### **Přítok do rybníka Borek**

Ve skutečnosti se nejedná o přítok přímo do rybníka Strachovce (viz Jurek 2014), ale o přítok protékající kolem Strachovce do rybníka Borek. Přítok se nachází západně od obce Kochánov. Jde o zarostlý kanál s šířkou kolem jednoho metru, nízkou hladinou vody a hlubokým bahnem. Raci zde nebyli zaznamenáni mnou a ani při dřívějším průzkumu (Jurek 2014).

### **Žďárka**

Jedná se o rozlehlý potok pramenící pod obcí Chlumeck, který dále protéká kolem obory Žďárka nad obcí Otín a u obce Frankův Zhořec se vlévá do řeky Balinky. Potok byl kvůli své rozloze rozdělen na dva úseky. První úsek ležel u obory Žďárka nad obcí Otín. Potok v tomto úseku z části protékal smrkovým lesem a z druhé části olšinami. Obě části potoka odděloval betonový most s vyvýšeným betonovým korytem. Úsek potoka protékající smrkovým lesem byl v srpnu 2019 kompletně vyschlý a voda se držela pouze v olšinách za mostem. Na raky jsem zde nenarazil a nebyli zaznamenáni ani během předchozího monitoringu (Jurek 2014).

Druhý úsek ležící výše proti proudu pod obcí Chlumeck byl poškozený přítomností hovězího dobytka využívající tuto část potoka jako napajedlo. Voda v potoce byla kalná s hlubokým bahnem. Dříve zde bylo chyceno 15 raků signálních a dva raci říční (Jurek 2014). Jednalo se o Jurkem nově zaznamenanou lokalitu se sympatrickým výskytem raka signálního a raka říčního s tím, že populace raka říčního byla značně na ústupu. Narazil jsem zde pouze na raka signálního, a to na samce a samici s ráčaty (Obrázek č. 11). V roce 2017 byl na tomto úseku proveden test na přítomnost račího moru u 28 raků signálních, přičemž přítomnost patogenu nebyla prokázána (Hladovec 2018).



**Obrázek č. 11:** Samice raka signálního *Pacifastacus leniusculus* s ráčaty, potok Žďárka u obce Chlumek. Foto M. Riebel, 2019.

### **Svatoslavský potok**

Svatoslavský potok je podle Nálezové databáze AOPK známý kvůli výskytu raků říčních (ID: 4257337). Potok pramení nad zámečkem Waldštejnovo Zátíší a protéká obcí Svatoslav, podél obce Horní Radslavice a v obci Uhřínov se vlévá do řeky Balinky. Na potoce byly kvůli jeho rozloze stanoveny 4 kontrolní úseky. První úsek ležel východně od obce Horní Radslavice. Jednalo se o zachovalý potok s písčitým dnem, množstvím velkých balvanů a přítomností bobra evropského *Castor fiber* (Linnaeus, 1758). Raky říční se mi ale v červnu 2019 chytit do vrší nepodařilo, i když to nedokazuje, že se zde nevyskytují – během předchozího průzkumu bylo na tomto místě koncem září odchyceno 11 raků říčních (Jurek 2014).

Druhý úsek potoka ležel nad obcí Bochovice mezi obcemi Horní Radslavice a Svatoslav. Potok zde byl obklopen listnatým lesem a střídaly se v něm mělké a hluboké úseky vody. Při předchozím monitoringu zde nebyl žádný druh raka nalezen (Jurek 2014), ale mně se přesto podařilo nalézt uhynulého raka říčního v značném stupni rozkladu. Zajímavostí

byl nález strunovce (Nematomorpha na rozkládajícím mase v hlavohrudí raka (Obrázek č. 12).



**Obrázek č. 12:** Úsek Svatoslavského potoka nad obcí Bochovice, kde byl nalezen uhynulý rak říční *Astacus astacus* se strunovcem (Nematomorpha) v hlavohrudí. Foto M. Riebel, 2019.

Třetí úsek se nacházel na východním okraji obce Svatoslav. V obci Svatoslav do potoka ústí odpadní vody z domácností a bahnitě koryto je zarostlé orobincem širokolistým *Typha latifolia* (L.). Přítomnost raka říčního zde z těchto důvodů nebyla možná.

Poslední úsek Svatoslavského potoka se nacházel u zámečku Waldštejnovo Zátíší. Odtoková stružka z rybníka se postupně měnila v potok protékající olšinami. Dno s hloubkou kolem 15 cm bylo písčité až bahnitě s množstvím úkrytů v podobě kamenů, větví a opadu. Raci říční v době mého červnového průzkumu roku 2019 byli navzdory světelné části dne hodně aktivní a pohybovali se i mimo své úkryty pod kameny. Nejaktivnější byli hlavně na neprohřátých zastíněných částech potoka. Tato místa preferovala také houba říční *Ephydatia fluviatilis* (Linnaeus, 1758), která na kamenech vytvářela velké nárosty. Celkem jsem našel 7 dospělých samců a 3 dospělé samice raka říčního, z nichž dvě samice měly zbytky nevylíhlých vajíček. Jedna ze samic se dokonce snažila vylézt po betonové stěně odtokového kanálu pod rybníkem. V tomto úseku byli dříve chyceni 4 juvenilní raci říční (Jurek 2014).

### Lavičský potok

Potok pramení nad obcí Lavičky a za obcí protéká soustavou 6 rybníků (Jestřábec, Horní Lálůvka, Lálůvka II, Lálůvka III, Lálůvka IV a Dolní Lálůvka) ležících severozápadně

od Velkého Meziříčí, než se později na předměstí Velkého Meziříčí vlévá do řeky Balinky. Rybník Jestřábec vlastní hraběnka Marie Podstatzká – Lichtensteinová, zbylé rybníky obhospodařuje organizace MO MRS Velké Meziříčí a raci signální se dostávají do rybníků průběžně s osádkou ryb nebo s odtékající vodou při výlovu rybníka (Jurek 2014). Kvůli každoročním výlovům, které probíhají někdy na podzim nebo na jaře, však populace raků signálních v rybnících kolísá (Jurek 2014). V úseku nad zmíněnými rybníky se raci signální nevyskytují, dno potoka je zde bahnité a zarostlé. Zajímavostí v této soustavě rybníků je výskyt populace bobra evropského, který kácením stromů podél rybníků pomáhá vytvářet úkryty pro místní vodní živočichy.

**Jestřábec** je prvním a zároveň největším rybníkem celé soustavy. Okraje rybníku jsou zarostlé rákosy, jeho dno je bahnité a pouze kamenitá hráz rybníku představuje pro raky vhodné úkryty. Při dubnovém monitoringu v roce 2020 jsem na raky signální nenarazil. Raci signální se zde patrně ani nevyskytují, což potvrzuje i nepřítomnost raků v odtokových stokách. Rybník Jestřábec má celkem dvě odtokové stoky, které se na sebe napojují a společně ústí do rybníku Horní Lálůvka.

Rybník **Horní Lálůvka** je také označován jako Lálůvka I. Jedná se o malý rybník s bahnitým dnem, břehy zarostlými rákosou a minimem úkrytů. Raci signální se v rybníku nevyskytují. Horní Lálůvka se napojuje na Lálůvku II dvěma odtokovými stokami.

Rybník **Lálůvka II** byl během monitoringu provedeném dne 16. 3. 2020 vypuštěný. Dno rybníku je bahnité s množstvím úkrytů v podobě kamenných břehů a kořenových systémů. Výskyt raků signálních v Lálůvce II mnou nebyl potvrzen, přestože jsem prozkoumal celý rybník společně s odtokovou stoku pod rybníkem. Raci signální se zde patrně již nevyskytují, ale dříve byly na Lálůvce II zaznamenáni dva jedinci (Jurek 2014). Odtokovou stoku Lálůvky II tvoří dva kanály, které se napojují na Lavičský potok protékající olšinami a ústící do rybníka Lálůvka III.

V **Lálůvce III** se raci signální také vyskytují, ale během průzkumu jsem na žádné nenarazil. Jedná se o rybník s bahnitým dnem a kamennou hrází. Zajímavostí v tomto rybníce je výskyt jehlanky válcovité *Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758) a invazivní

střevličky východní *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846). Lálůvka III se napojuje dvěma odtokovými kanály na rybník Lálůvka IV.

V **Lálůvce IV** se raci signální také vyskytují, ale během monitoringu jsem na žádné nenarazil. Jedná se o rybník s bahnitým dnem a kamennou hrází na jižní straně. Na rybník Dolní Lálůvka, který se nachází pod ním je napojen spojujícími se dvěma odtokovými kanály.

V **Dolní Lálůvce** známé také jako Lálůvka V (Jurek 2014), byl mnou výskyt raků signálních potvrzen odchycem celkem 10 jedinců. Dříve zde bylo zaznamenáno 6 jedinců raků signálních (Jurek 2014). Dolní Lálůvka se v podobě dvou kanálů napojuje na Lavičský potok, který pak na předměstí Velkého Meziříčí ústí do řeky Balinky.

### **Řeka Balinka**

Na řece Balince bylo stanoveno 5 kontrolních úseků. V roce 2020 jsem monitoring doplnil o úsek Balinky nad obcí Arnolec kvůli ověření výskytu raka říčního.

První úsek ležel východně od obce Baliny nedaleko města Velkého Meziříčí, kde se Balinka bude vlévat do řeky Oslavy. Koryto řeky je zde úzké, písčité s množstvím balvanů a hloubkou kolem 30 cm. Podařilo se mi zde odchytit 3 samce a jednu samici raka signálního. Během předchozího monitoringu na tomto úseku bylo chyceno 5 raků signálních (Jurek 2014).

Druhý úsek se nacházel pod obcí Uhřínov. Koryto řeky se nápadně rozšiřuje, ale hloubka řeky zůstávala kolem 30 cm. Pomocí vrší se mi podařilo chytit dva samce raka signálního. Dříve byli také chyceni dva raci signální (Jurek 2014). Přímo v Uhřínově jsem ale už na raky signální nenarazil, i když jsem řeku důkladně prohledal. Dno tady bylo písčité a pouze v části nad silničním mostem vydlážděné do podoby nakloněného svahu. Jedinou zajímavostí byla přítomnost desítek škeblí říčních, které se vyskytovaly nejčastěji v úseku pod zmiňovaným silničním mostem. Obec Uhřínov je i místem, kde se do Balinky vlévá Svatoslavský potok, ve kterém se vyskytují raci říční. Rak říční zde ale nebyl zaznamenán. V roce 2017 na této lokalitě byl proveden test u 4 raků říčních na přítomnost račího moru, jehož přítomnost na racích byla negativní (Hladovec 2018).

Třetí úsek ležel u Stránecké Zhoře a jednalo se o sedimenty zanesený úsek Balinky. Raky signální jsem zde už nenašel a stejná situace nastala i při předešlém průzkumu (Jurek 2014).

Ve čtvrtém úseku Balinka protékala obcí Měřín. Řeka Balinka byla v Měříně stojatá, s bahnitým dnem a kalnou vodou. Ani zde už se raci signální nevyskytovali. Ale mohli by se sem dostat z Křivého potoka, který se napojuje na Balinku za Měřínem. Pátý úsek se nacházel nejvýše na toku mezi obcí Jersín a Meziříčko. Jednalo se také o vzhledem nejzachovalejší a pro raky atraktivní úsek na řece Balince. Dno s hloubkou kolem 20 cm a šířkou do dvou metrů bylo písčité s množstvím kamenů a opadu z okolních listnáčů. Na raky signální jsem zde nenarazil a nebyli zde zaznamenáni ani dříve (Jurek 2014).

Doplňkový úsek na Balince se nacházel nad obcí Arnolec. Chtěl jsem si ověřit výskyt raka říčního. Raci říční se podle Nálezové databáze AOPK vyskytují v Rychtářském rybníce nad obcí Arnolec (ID: 15748329). Rychtářský rybník leží na toku Balinky. V samotném rybníce, který byl dlouhou dobu vypuštěný, jsem na raky říční nenarazil. Na jednoho raka říčního jsem narazil v odtokovém kanále pod rybníkem. Jednalo se o velkého samce, který se ukrýval pod cihlou ležící v řece.

### **Rybník Mládkov**

Rybník Mládkov leží západně od obce Pavlínov na toku Pohořílského potoka. Pohořílský potok dále protéká obcí Pohořílky a u obce Uhřínov ústí do řeky Balinky. Mládkov je v Nálezové databázi AOPK zaznamenán jako lokalita s výskytem raka říčního (ID: 36030451).

V rybníce Mládkov byla dříve zaznamenána populace raků říčních – celkem chyceno 10 jedinců, z nichž 2 byli modře zbarvení. V rybníce se též vyskytovala mřenka mramorovaná (Jurek 2014). Raky říční se mi do vrší nepodařilo chytit, což však nepotvrzuje jejich absenci na lokalitě. Raky říční jsem nenašel ani při průzkumu Pohořílského potoka pod Mládkovem, který by byl svým písčitým dnem a čistou vodou vhodným místem pro jejich výskyt. V potoce byly hojné pouze škeble říční *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), které byly nejspíše spláchnuty z rybníka během vypouštění. V jednom úseku potoka bylo až 10 jedinců pohromadě na 1 m<sup>2</sup>.



### **Rybník „U Cesty“**

Rybník se nachází u Horních Vilémovic mezi dvěma rybníky u pramene potoku Oslavička. První z rybníků, který se nachází blízko pramene Oslavičky se jmenuje Nový rybník. Rybník ležící za rybníkem „U Cesty“ je bezejmenný a slouží spíše jako napajedlo pro dobytek. V žádném ze tří rybníků se žádný druh raka nevyskytoval.

### **Rybníček u koupaliště**

Jedná se o malou nádrž u koupaliště Palouky na předměstí Velkého Meziříčí (ulice Družstevní). Rybníček je stejně jako koupaliště napájen vodou z Balinky a voda z něj poté odtéká výpustí zpět do Balinky. O výskytu raků signálních v tomto rybníčku vím od roku 2006. Tři samce raka signálního jsem chytil u kořenů olší, které prorůstají do bahnitého dna rybníčku.

## **6.3. Křižanovsko – povodí řeky Bobrůvky**

Kromě lokalit z předchozího monitoringu (Jurek 2014) jsem výzkum doplnil o rybník Rozkoš ležící severovýchodně od Křižanova. Celkem jsem tak v září 2019 prozkoumal 8 rybníků a 2 potoky. Žádnou novou lokalitu s výskytem raků se mi nepodařilo najít. Rybník **Spustík** byl jedinou lokalitou s výskytem raka signálního, navíc se jedná o jednu ze čtyř známých lokalit původního vysazení raka signálního v České republice (Policar and Kozák 2000).

Ve Spustíku jsem chytil do vrše pouze jednoho samce raka signálního spolu s šesti invazivními střevličkami východními. Střevličky uvízly v očích síťoviny a byly rakem okusovány. Na východní straně Spustíku se nachází ještě malý izolovaný rybník, ve kterém jsem už žádné raky nenašel, i když byl vypuštěný. Ve Spustíku bylo při předchozím monitoringu z roku 2013 během podzimního výlovu chyceno 56 raků signálních. Jak již Jurek zmiňoval ve své práci (2014), raci mají jedinou možnost se šířit odtokovou stokou Spustíku vedoucí do Pivovarského rybníka nebo rybníka Horní Troubník. Stoka vedoucí do obou rybníků ale přes rok vysychá. Rybník Spustík a Pivovarský rybník jsou obhospodařuje organizace MO MRS Velké Meziříčí, tudíž se raci signální mohou dostat do rybníků s rybí osádkou. V Pivovarském rybníku jsem raky signální nezaznamenal, a jejich výskyt nebyl potvrzen ani při podzimním výlovu roku

2019. Zbývá ještě rybník Horní Troubník, ve kterém by se raci signální mohli vyskytovat, ale tento rybník jsem neměl možnost prozkoumat.

Další lokality, kde se podle Nálezové databáze AOPK vyskytují raci signální leží pod obcí Bobrůvka a konkrétně se jedná o lokality – Mazlův rybník (ID: 26556199) a rybník Horní Tis (ID: 26556200). Oba rybníky se odtokovou stokou napojují na rybník Dolní Tis, který leží na toku Lučního potoka ústícího do řeky Bobrůvka. Bobrůvka představuje jeden z možných zdrojů šíření raků signálních dál do řeky Svratky. V roce 2017 bylo 9 raků signálních z rybníku Dolní Tis testováno na přítomnost račího moru, přičemž přítomnost moru u raků nebyla prokázána (Hladovec 2018).

#### 6.4. Žďár nad Sázavou – povodí řeky Sázavy

V povodí řeky Sázavy jsem koncem července 2019 prozkoumal tři úseky na potoce Staviště. Potok Staviště protéká městem Žďár nad Sázavou, ve kterém se vlévá do řeky Sázavy. První úsek ležel v místě soutoku potoka Staviště s řekou Sázavou. Potok je zde relativně mělký (hloubka kolem 10 cm) a jeho dno je dlážděno betonovými bloky. Přesto se zde ale raci signální vyskytovali, dokonce jsem narazil na velkého samce lezoucího po betonovém dně s výraznými bílými skvrnami na klepetech, jež jsou pro tento druh charakteristické (Obrázek č. 13).



**Obrázek č. 13:** Samec raka signálního *Pacifastacus leniusculus* z potoka Staviště s výraznými bílými skvrnami na klepetech. Foto M. Riebel, 2019.

Ostatní raci byli ukrytí pod kameny ležícími v korytě nebo pod nedalekým mostem, kde bylo množství kamenů a škvír. Celkem jsem na tomto úseku našel 5 samců, z nichž jeden

byl juvenilní a 4 samice raka signálního. Není pochyb, že by se raci signální mohli vyskytovat i v řece Sázavě.

Druhý úsek se nacházel pod Údolní nádrží Staviště. Velká četnost úkrytů, písčité dno a čistá voda rakům signálním vyhovovala – našel jsem 6 středně velkých samců (celková délka těla kolem 8 cm), 3 juvenilní samce a pouze 2 samice. Narozdíl od Jurka (2014), který na tomto úseku prováděl monitoring v říjnu roku 2012 a našel zde kromě 5 uhynulých raků signálních i uhynulého raka říčního, jsem na raky říční nenarazil. V roce 2017 byl na tomto úseku proveden test na přítomnost račího moru u 18 raků signálních, přičemž přítomnost moru u raků byla negativní (Hladovec 2018).

Třetí úsek potoka se nacházel nad Údolní nádrží Staviště. Úsek byl kvalitou vody a množstvím úkrytů pro raky vhodný, ale podařilo se mi zde nalézt pouze dvě malá klepeta z raka říčního. Nálezová databáze AOPK má o výskytu raků říčních nad nádrží Staviště záznam z roku 2013 (ID: 32517605). Kromě potoka Staviště, který je v Nálezové databázi AOPK uveden již od roku 2010, se podle Nálezové databáze AOPK raci signální vyskytují také v Konventském rybníce (ID: 46325800). Raci signální v Konventském rybníce byli nalezeni při vypouštění rybníka v roce 2018. Konventský rybník se nachází na toku Stržského potoka ležícím severně od potoka Staviště. Rybník se odtokovou stokou napojuje na Bránský rybník ležící na toku Sázavy. Z Bránského rybníka se raci signální mohou dále šířit do řeky Sázavy.

## **6.5. Ujčov – povodí řeky Svratky**

V povodí řeky Svratky jsem prozkoumal jednu lokalitu v areálu Pstruhařství v Ujčově. Zde se nachází soustava 11 rybníků, do kterých byli z Kasanského rybníku vysazeni raci signální pod záminkou, že se jedná o raky říční (Jurek 2014). Kasanský rybník se nachází v obci Kasany pod obcí Ujčov a výskyt raků signálních v Kasanském rybníku je zaznamenán v Nálezové databázi AOPK (ID: 15612726). V areálu Pstruhařství Ujčov se mi do vrší žádné raky signální odchytil nepodařilo, ale dříve zde bylo chyceno do vrší 6 jedinců (Jurek 2014). Raci se zde pravděpodobně stále vyskytují. Odtoková stoka z rybníků ústí do řeky Svratky, tudíž se mohou vyskytovat i v řece Svratce pod soustavou rybníků. Nálezová databáze AOPK má od roku 2018 záznam o výskytu raka signálního v řece Svratce u obce Doubravník, která leží pod obcí Ujčov (ID: 45641958).

## 7. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování literárního přehledu o problematice introdukcí raků v rámci Evropy s důrazem na situaci v České republice. V Evropě je významným problémem poklesu původních populací raků přítomnost račího moru, který přenáší severoamerické druhy raků. Introdukované druhy raků nemusí být pouze přenašeči račího moru, mohou také být odolnější vůči znečištění, zdatnější v kompetici nebo negativně ovlivňují prostředí ve svém okolí. Tyto faktory vedou nejen k úbytku původních druhů raků, ale dokonce i ke změně složení původní fauny. V České republice se můžeme setkat se třemi invazivními druhy raků, kterými jsou rak signální, rak pruhovaný a od roku 2016 i rak mramorovaný. Hlavní pozornost však byla věnována raku signálnímu a jeho biologii, který patří mezi nejrozšířenější invazivní druh raka na Vysočině.

V rámci terénní práce jsem s odstupem šesti let navazoval na monitoring Jurka (2014) provedený v letech 2011–2013 zaměřený na mapování výskytu raka signálního na Vysočině. Zdokumentoval jsem distribuční změny raka signálního a původního raka říčního vyskytujících se na již dříve sledovaných lokalitách, které jsem doplnil o 17 nových lokalit z regionu Vysočina. Monitoring probíhal v pěti oblastech v okolí Velkého Meziříčí. Čtyři oblasti se nacházely v povodí řeky Dyje a jedna v povodí Dolní Vltavy. Výskyt raka signálního byl potvrzen na většině původních lokalit stanovených během předchozího monitoringu, přičemž v případě řeky Oslavy došlo k posunu raka dále po proudu. Nově byl rak signální zaznamenán na čtyřech lokalitách v povodí řeky Oslavy a třech lokalitách v povodí řeky Balinky, které nebyly doposud publikovány nebo evidovány v Nálezové databázi AOPK. Rak říční byl v povodí řeky Oslavy nově zaznamenán na Pucovském potoce u obce Pucov. Na pěti lokalitách dřívějšího sympatrického výskytu raka signálního s rakem říčním jsem zaznamenal pouze přítomnost raka signálního. Potočnice byly spatřeny pouze na raku říčním.

Výsledky této práce přinesly nový ucelený pohled na rozšíření raka signálního v oblasti Vysočiny. Závěrem lze říct, že centrum výskytu raka signálního na Vysočině se nachází na řece Oslavě v okolí Velkého Meziříčí. Rak signální na zdejších lokalitách početně převažuje populace raka říčního, což může být jednou z výhod jeho úspěšného šíření. Neinformovaná veřejnost tak může považovat raka signálního za raka říčního a přenést

jej na nové lokality, na kterých se doposud nevyskytoval a napomáhat tak k jeho nechtěnému rozšiřování. Podle dat z Nálezové databáze AOPK lze očekávat, že časem dojde k propojení populací raka signálního z Oslavy a Svratky v Novomlýnských nádržích na řece Dyji. Dále by bylo dobré detailněji prozkoumat rozšíření raka signálního v povodí řeky Svratky. Záznamů z této oblasti je prozatím málo a vyskytuje se zde navíc i rak pruhovaný.

## 8. Seznam použité literatury

Abrahamsson, S. A. A., Goldman, C. R., 1970. Distribution, density and production of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) in Lake Tahoe, California – Nevada. *Oikos* 21: 83–91.

Abrahamsson, S. A. A., 1971. Density, growth and reproduction in populations of *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in an isolated pond. *Oikos* 22: 373–380.

AOPK ČR (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky), 2019. Další nález invazivního raka mramorovaného ve volné přírodě. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/aopk-cr-informuje/aktuality/dalsi-nalez-invazniho-raka-mramorovaneho-ve-volne-prirode/>. Navštíveno 28. 5. 2020.

Almeida, D., Ellis, A., England, J., Copp, G.H., 2014. Time-series analysis of native and non-native crayfish dynamics in the Thames River Basin (south-eastern England). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24: 192–202.

Alderman, D. J., 1996. Geographical spread of bacterial and fungal diseases of crustaceans. *Revue Scientifique Et Technique De L'Office International Des Epizooties* 15: 603–632.

Alderman, D. J., Polgase, J. L., 1986. *Aphanomyces astaci*: isolation and culture. *Journal of Fish Diseases* 9: 367–379.

Alderman, D. J., Polgase, J. L., Frayling, M., 1987. *Aphanomyces astaci* pathogenicity under laboratory and field conditions. *Journal of Fish Diseases* 10: 385–393.

Aquiloni, L., Martín, M. P., Gherardi, F., Diéguez-Uribeondo, J., 2011. The North American crayfish *Procambarus clarkii* is the carrier of the oomycete *Aphanomyces astaci* in Italy. *Biological Invasion* 13: 359–367.

Arias, A., Torralba-Burrial, A., 2020. First record of the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) on the Iberian Peninsula. *Limnetica* 40: in press.

- Becker, C. D., Genoway, R. G., Merrill, J. A., 1975. Resistance of the north-western Crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) to elevated temperatures. Transactions of the American Fisheries Society 2: 374–387.
- Benejam L., Saura-Mas S. and Saperas A., 2011. First record of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) introduced to the Iberian Peninsula. Aquatic Invasions 6 (Suppl. 1): 111–113.
- Bernardo, J. M., Costa, A. M., Bruxelles, S., Teixeira, A., 2011. Dispersal and coexistence of two non-native crayfish species (*Pacifastacus leniusculus* and *Procambarus clarkii*) in NE Portugal over a 10-year period. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 401: 28.
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., Wilson, J. R. U., Richardson, D. M., 2011. A proposed unified framework for biological invasions. Trends in Ecology & Evolution 26: 333–339.
- Bohman, P., Edsman, L., Martin, P., Scholtz, G., 2013. The first Marmorokrebs (Decapoda: Astacidae: Cambaridae) in Scandinavia. BiolInvasions Records 2: 227–232.
- Bolea, L., 1996. Primera cita de *Cherax destructor* (Crustacea: Decapoda: Parastacidae) en Europa. Boletín de la Sociedad Entomologica Aragonesa 14: 49–51.
- Buřič, M., Hulák, M., Kouba, A., Petrusek, A., Kozák, P., 2011. A successful crayfish invader uses facultative parthenogenesis: a novel reproductive mode in decapod crustaceans. PLoS ONE 6 (5): e20281.
- Buřič, M., Kouba, A., Kozák, P., 2013. Reproductive plasticity in freshwater invader: from long-term sperm storage to parthenogenesis. PLoS ONE 8 (10): e77597.
- Cerenius, L., Söderhäll, K., 1984a. Chemotaxis in *Aphanomyces astaci*, an arthropod parasitic fungus. Journal of Invertebrate Pathology 43: 278–281.

- Cerenius, L., Söderhäll, K., 1984b. Repeated zoospore emergence from isolated spore cyst of *Aphanomyces astaci* diagnosis, isolation, and pathobiology. *Experimental Mycology* 8: 370–377.
- Cerenius, L., Söderhäll, K., Persson, M., Axajon, R., 1988. The crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* diagnosis, isolation, and pathobiology. *Freshwater Crayfish* 7: 131–144.
- Corbel, V., Zuprizal, Shi, Z., Huang, C., Sumartono, Arcier, J. M., Bonami, J. R., 2001. Experimental infection of European crustaceans with white spot syndrome virus (WSSV). *Journal of Fish Diseases* 24: 377–382.
- Cornalia, E., 1860. Sulla malattia dei gamberi. *Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civili di storia naturale* 2: 334–336.
- Covich, A. P., Palmer, M. A., Crowl, T. A., 1999. The role of bentic invertebrate species in freshwater ecosystems. *BioScience* 49: 119–127.
- Crandall, K. A., & De Grave, S., 2017. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidae) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology* 37 (5): 615–653.
- D'Agaro, E., De Luise, G., Lanari, D., 1999. The current status of crayfish farming in Italy. *Freshwater Crayfish* 12: 506–517.
- Deidun, A., Sciberras, A., Formosa, J., Zava, B., Insacco, G., Corsini-Foka, M., Crandall, K. A., 2018. Invasion by non-indigenous freshwater decapods of Malta and Sicily, central Mediterranean Sea. *Journal of Crustacean Biology* 38: 748–753.
- Dehus, P., Dussling, U., Hoffmann, C., 1999. Notes on the occurrence of the calico crayfish (*Orconectes immunis*) in Germany. *Freshwater Crayfish* 12: 786–790.
- Dussling, U., Hoffmann, C., 1998. First Discovery of a population of *Orconectes immunis* in Germany. *Crayfish News* 20 (5): 5.



Ďuriš, Z., Horká, I., 2007. První nález invazivního raka pruhovaného *Orconectes limosus* (Rafinesque) na území Moravy a Slezska v ČR. Časopis Slezského Zemského Muzea, Opava, 1: 49–52.

Ercoli, F., Kaldre, K., Paaver, T., Gross, R., 2019. First record of an established marbled crayfish *Procambarus virginalis* (Lyko, 2017) population in Estonia. BioInvasion Records 8 (3): 675–683.

Franzén, A., 1962. Notes on the morphology and histology of *Xironogiton instabilis* (Moore, 1893) (Fam. Branchiobdellidae) with special reference to the muscle cells. Zoologiska Bidrag från Uppsala 35: 369–383.

Gherardi, F., Lazzara, L., 2006. Effects of the density of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) on pelagic and surface microalgae in a Mediterranean wetland. Archiv für Hydrobiologie 165: 401–414.

Gelder, S. R., 1996. A review of the taxonomic nomenclature and checklist of the species of the Branchiobdellae (Annelida: Clitellata). Proceeding of Biological Society of Washington 109: 653–663.

Gelder, S. R., 1999. Zoogeography of Branchiobdellidans (Annelida) and Temnocephalidans (Platyhelminthes) ectosymbiotic on freshwater crustaceans, and their reactions to one another *in vitro*. Hydrobiologia 406: 21–31.

Gelmar, C., Pätzold, F., Grabow, K., Martens, A., 2006. Der Kalikokrebs *Orconectes immunis* am nördlichen Oberrhein: ein neuer amerikanischer Flusskrebs breitet sich schnell in Mitteleuropa aus (Crustacea: Cambaridae). Lauterbornia 56: 15–25.

Govedič, M., 2017. First record of spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in Slovenia – 300 km upstream from its known distribution in the Drava River. Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems 418: 7.

Görner, T., 2017. Likvidace raka mramorovaného na Proseku. Ochrana přírody 5: 11–13.

Grabda, E., Wierzbicka, J., 1969. The problém of parasitism of the species of genus *Branchiobdella* Odier, 1823. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 16: 93–104.

Gross, H., 2013. Blauer Floridakrebs (*Procambarus alleni*) im Rhein! *Forum Flusskrebse* 19: 33–35.

Gutiérrez-Yurrita, P. J., Sancho, G., Bravo, M. Á., Baltanás, Á., Montes, C., 1998. Diet of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in natural ecosystems of Donana National Park temporary fresh-water marsh (Spain). *Journal of Crustacean Biology* 18: 120–127.

Habsburgo-Lorena, A. S., 1978. Present situation of exotic species of crayfish introduced to Spain continental waters. *Freshwater Crayfish* 4: 175–184.

Habsburgo-Lorena, A. S., 1986. The status of *Procambarus clarkii* population in Spain. *Freshwater Crayfish* 6: 131–133.

Hamrin, S. F., 1987. Seasonal crayfish activity as influenced by fluctuating water levels and presence of a fish predator. *Holarctic Ecology* 10: 45–51.

Henttonen, P., Huner, J. V., 1999. The introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction. In: Gherardi, F., Holdich, D. M., (Eds), *Crayfish in Europe as alien species: How to make the best of the bad situation?* A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 13–22.

Hiruta, S., 1996. The presence of signal crayfish in Hokkaido, Japan. *Crayfish News* 19 (1): 12.

Hladovec, J., 2018. Ohrožení původních druhů raků šířením patogenu *Aphanomyces astaci* prostřednictvím invazivního raka signálního na Českomoravské vrchovině. Diplomová práce, Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze.

Hobbs, H. H., Jr., 1974. A checklist of the North and Middle American crayfishes (Decapoda: Astacidae and Cambaridae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 166: iii + 161 pp.

Holdich, D. M., Haffner, P., Noël, P., Carral, J., Füderer, L., Gherardi, F., Machino, Y., Madec, J., Pöckl, M., Šmietana, P., Taugbol, T., Vigneux, E., 2006. Species files. In: Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noël, P. Y., Reynolds, J. D., Haffner, P. (Eds), Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, pp. 49–130.

Holdich, D. M., Black, J., 2007. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. Aquatic Invasions 2: 1–16.

Holdich, D. M., Sibley, P. J., 2009. ICS and NICS in Britain in the 2000s. In: Brickland, J., Holdich, D. M., Imhoff E. M. (Eds.), Crayfish Conservation in the British Isles, Leeds, Velká Británie, 13–33.

Holdich, D. M., Reynolds, J. D., Souty-Grosset, C., 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.

Horwitz, P., Knott, B., 1995. The distribution and spread of the yabby *Cherax* complex in Australia: speculations, hypotheses and the need for research. Freshwater Crayfish 10: 81–91.

Hossain, M. S., Guo, W., Martes, A., Adámek, Z., Kouba, A., Buřič, M., 2020. Potential of marbled crayfish *Procambarus virginialis* to supplant invasive *Faxonius immunitis*. Aquatic Ecology 54 (1): 45–56.

Hudina, S., Hock, K., Radović, A., Klobučar, G., Petković, J., Jelić, M., Maguire, I., 2016. Species-specific differences in dynamic of agonistic interactions may contribute to the competitive advantage of the invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) over the native narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 49: 147–157.

Chobot, K., 2006. Mapování raků v AOPK ČR. Ochrana přírody 61: 57–59.

Churchill, C., Daudey, T., 2008. First record of *Orconectes juvenilis* (Hagen, 1870) in eastern France: update to the species identity of a recently introduced orconectid crayfish (Crustacea: Astacida). *Aquatic Invasions* 3: 105–107.

Churchill, C., 2012. Understanding invasion success: life-history traits and feeding habits of the alien crayfish *Orconectes immunis* (Decapoda, Astacida, Cambaridae). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 404: 4.

Churchill, C., 2013. Invaders for sale: trade and determinants of introducing of ornamental freshwater crayfish. *Biological Invasions* 15: 125–141.

Jaklič, M., Vrezec, A., 2011. The first tropical alien crayfish species in European waters: the redclaw *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) (Decapoda, Parastacidae). *Crustaceana* 84: 651–665.

James, J., Thomas, J. R., Ellis, A., Young, K. A., England, J., Cable, J., 2016. Over-invasion in a freshwater ecosystem: newly introduced virile crayfish (*Orconectes virilis*) outcompete established invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 49: 9–18.

Janský, V., Mutkovič, A., 2010. Rak *Procambarus* sp. (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) – prvý nález na Slovensku. *Acta Rerum Naturalium Musei Slovaci* 56: 64–67.

Jimenez, S. A., Faulkes, Z., 2010. Establishment and care of a laboratory colony of parthenogenetic marbled crayfish, Marmorokrebs. *Invertebrate Rearing* 1: 10–18.

Johnsen, S. I., Taugbøl, T., Andersen, O., Museth, J., Vrålstad, T., 2007. The first record of the nonindigenous signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in Norway. *Biological Invasions* 9: 939–941.

Johnston, K., Robson, B. J., 2009. Commensalism used by freshwater crayfish species to survive drying in seasonal habitats. *Invertebrate Biology* 128: 269–275.

Jurek, L., 2014. Biologie a invazivní šíření raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) na Vysočině. Bakalářská práce, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Kaldre, K., Meženin, A., Paaver, T., 2012. Marbled crayfish (*Procambarus fallax* f. *virginialis*) resistance and survival rates at low (under 5 °C) temperatures during winter period. In: Book of abstracts, International Association of Astacology 19, Innsbruck, Rakousko, p. 75.

Kaldre, K., Paaver, T., Hurt, M., Gross, R., 2020. Continuing expansion of non-indigenous crayfish species in Northern Europe: first established spiny-cheek crayfish *Faxonius limosus* (Refinesque, 1817) population in Estonia. *BioInvasions Records* 9 (1): 127–132.

Kanta, J., 2007. Porovnání postembryonálního vývoje původních a nepůvodních druhů raků. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 104 s.

Keller, N. S, Pfeiffer, M., Roessink, I., Schulz, R., Schrimpf, A., 2014. First evidence of crayfish plague agent in populations of the marbled crayfish (*Procambarus fallax* forma *virginialis*). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 414: 15.

Kirjavainen, J., Westman, K., 1995. Development of an introduced signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* (Dana)) population in the small Lake Karisjarvi in central Finland. *Freshwater Crayfish* 10: 140–150.

Kossakowski, J., 1966. Raki. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, Polsko, 292 pp.

Kouba, A., Carral, J. M., Buřič, M., Mráz, J., Policar, T., Kozák, P., 2010. Artificial incubation of noble crayfish (*Astacus astacus*) eggs in a partially recirculating system using formaldehyde as an antifungal treatment. *Aquaculture Research* 41: e618–e623.

Kouba, A., Petrusek, A., Kozák, P., 2014. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 413: 5.

Kozák, P., Ďuriš, Z., Petrusek, A., Buřič, M., Horká, I., Kouba, A., Kozubíková-Balcarová, E., Polícar, T., 2015. *Biologie a chov raků*. 2. upravené vydání, FROV JU, Vodňany, 429 s.

Kozák, P., Buřič, M., Polícar, T., 2006. The fecundity, time of egg development and juvenile production in spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) under controlled conditions. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 380–381: 1171–1182.

Kozák, P., Buřič, M., Polícar, T., Hamáčková, J., Lepičová, A., 2007. The effect of inter- and intra-specific competition on survival and growth of native juvenile noble crayfish *Astacus astacus* and alien spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus*. *Hydrobiologia* 590 (1): 85–94.

Kozubíková, E., Filipová, L., Kozák, P., Ďuriš, Z., Martín, M. P., Diéguez-Uribeondo, J., Oidtmann, B., Petrusek, A., 2009. Prevalence of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci* in invasive American crayfish in the Czech Republic. *Conservation Biology* 23 (5): 1204–1213.

Kozubíková, E., Petrusek, A., Ďuriš, Z., Martín, M. P., Diéguez-Uribeondo, J., Oidtmann, B., 2008. The old enace is back: recent crayfish plague outbreak in the Czech Republic. *Aquaculture* 274 (2–4): 208–217.

Krupauer, V., 1968. *Zlatý rak*. Nakladatelství České Budějovice, 109 s.

Latzer, D., Pekny, R., 2018. Erstnachweis des Marmorkrebses für Österreich in Salzburg. *Salzburg Fischerei* 3: 24–31.

Lawrence, C., Jones, C., 2002. *Cherax*. In: Holdich, D.M. (Ed.), *Biology of Freshwater crayfish*. Blackwell Science Ltd., Oxford, Velká Británie, pp. 511–540.

Lee, J. H., Kim, T. W., Choe, J. C., 2009. Commensalism or mutualism: conditional outcomes in branchiobdellid-crayfish symbiosis. *Oecologia* 159: 217–224.

Lewis, S. D., 2002. *Pacifastacus*. In: Holdich, D. M. (Ed.), *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 511–540.

Lindqvist, O.V., Huner, J.V., 1999. Life history characteristics of crayfish: what makes some of them good colonizers? In: Gherardi, F., Holdich, D.M. (Eds), *Crayfish in Europe as alien species: How to make the best of the bad situation?* A.A. Balkema, Rotterdam, Nizozemsko, pp. 23–30.

Lipták, B., Mojžišová, M., Gruľa, D., Christophoryová, J., Jablonski, D., Bláha, M., Petrusek, A., Kouba, A., 2017. Slovak section of the Danube has its well-established breeding ground of marbled crayfish *Procambarus fallax* f. *virginalis*. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 418: 40.

Lodge, D. M., Hill, A. H., 1994. Factors governing species composition, population size, and productivity of cool-water crayfishes. *Nordic Journal of Freshwater Research* 69: 111–166.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., De Poorter, M., 2004. 100 of the world's invasive alien species. A selection from the Global invasive database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG), a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the IUCN, Gland, Switzerland.

Longshaw, M., 2011. Diseases of crayfish: A review. *Journal of Invertebrate Pathology* 106: 54–70.

Lozan, J. L., 2000. On the threat to the European crayfish: A contribution with the study of the activity behaviour of four crayfish species (Decapoda: Astacidae). *Limnologica* 30: 156–166.

Lukhaup, C., 2001. *Procambarus* sp. – Der Marmokrebs. *Aquaristik aktuell* 7–8: 48–51.

- Lyko, F., 2017. The marbled crayfish (Decapoda: Cambaridae) represents an independent new species. *Zootaxa* 4363 (4): 544–552.
- Machino, Y., Holdich, D. M., 2006. Distribution of crayfish in Europe and adjacent countries: updates and comments. *Freshwater Crayfish* 15: 292–323.
- Marten, M., Werth, C., Marten, D., 2004. Der Marmorkrebs (Cambaridae, Decapoda) in Deutschland – ein weiteres Neozoom im Einzugsgebiet des Rheins. *Lauterbornia* 50: 17–23.
- Martin, P., Kohlmann, K., Scholz, G., 2007. The parthenogenetic Marmorkrebs (marbled crayfish) produces genetically uniform offspring. *Naturwissenschaften* 94: 843–846.
- Matsuzaki, S. S., Usio, N., Takamura, N., Washitani, I., 2009. Contrasting impact of invasive engineers on freshwater ecosystems: an experiment and meta-analysis. *Oecologia* 158: 673–686.
- Mazza, G., Scalici, M., Inghilesi, A. F., Aquiloni, L., Pretto, T., Monaco, A., Tricarico, E., 2018. The Red Alien vs. the Blue Destructor: The Eradication of *Cherax destructor* by *Procambarus clarkii* in Latium (Central Italy). *Diversity* 10 (4): 126.
- McGriff, D., 1983. Growth, maturity and fecundity of the crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, from the Sacramento-San Joaquin Delta. *California Fish and Game* 69: 227–242.
- Meike, E., 1999. The relationship between *Branchiobdella* spec. (Annelida, Oligochaeta) and its host, the noble crayfish (*Astacus astacus* L.) *Archiv für Hydrobiologie* 144: 357–369.
- Momot, W. T., 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries Science* 3: 33–63.



- Morris, S., Callaghan, J., 1998. The emersion response of the Australian Yabby *Cherax destructor* to environmental hypoxia and the respiratory and metabolic responses to consequent air-breathing. *Comparative Physiology B* 168: 389–398.
- Mrugała, A., Kozubíková-Balcarová, E., Chucholl, C., Resino, S. C., Viljamaa-Dirks, S., Vukić, J., Petrusek, A., 2015. Trade of ornamental crayfish in Europe as a possible introduction pathway for important crustacean diseases: crayfish plague and white spot syndrome. *Biological Invasions* 17: 1313–1326.
- Nakata, K., Tsutsumi, K., Kawai, T., Goshima, S., 2005. Coexistence of two North American invasive crayfish species, *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) and *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in Japan. *Crustaceana* 78: 1389–1394.
- Nesemann, H., 1998. Flußkrebse und Krebsigel (Annelida: Branchiobdellida) – ein Symbiose. *Stapfia, Neue Folge* 137: 197–204.
- Nguyen, T. T. T., Austin, C. M., Meewan, M. M., Schultz, M. B., Jerry, J. R., 2004. Phylogeography of the freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Parastacidae) in island Australia: historical fragmentation and recent range expansion. *Biological Journal of the Linnean Society* 83: 539–550.
- Nonnis Marzano, F., Scalici, M., Chiesa, S., Gherardi, F., Piccinini, A., Gibertini, G., 2009. The first record of the marbled crayfish adds further threats to fresh waters in Italy. *Aquatic Invasions* 4: 401–404.
- Novitsky, R. A., Son, M. O., 2016. The first record of Marmorkrebs [*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*] (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in Ukraine. *Ecologica Montenegro* 5: 44–46.
- Oficialdegui, F. J., Clavero, M., Sánchez, M. I., Green, A. J., Boyero, L., Michot, T. C., Lejeusne, C., 2019. Unravelling the global invasion routes of a worldwide invader, the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Freshwater Biology* 64 (8): 1382–1400.

Oidtmann, B., 2000. Diseases in freshwater crayfish. In: Rogers, D., Brickland, J. (Eds), Crayfish conference Leeds, Proceedings of the Crayfish Conference, Leeds, Velká Británie, pp. 9–18.

Paaver, T., Hurt, M., 2009. Do we have any real chance to protect noble crayfish from plague and alien species? Experience of Estonia. In: Kozák, P., Kouba, A. (Eds), Future of Native Crayfish in Europe, Regional European Crayfish Workshop, Písek, Česká republika, p. 31.

Parpet, J. F., Gelder, S., 2020. North American Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) of Crayfish Worms in France: the most diverse distribution of these exotic ectosymbionts in Europe. *Zoosymposia* 17: 121–140.

Patoka, J., Kalous, L., Kopecký, O., 2014. Risk assessment of the crayfish pet trade based on data from the Czech Republic. *Biological Invasions* 16: 2489–2494.

Patoka, J., Buřič, M., Kolář, V., Bláha, M., Petrtyl, M., Franta, P., Tropek, R., Kalous, L., Petrusek, A., Kouba, A., 2016. Predictions of marbled crayfish establishment in conurbations fulfilled: Evidences from the Czech Republic. *Biologia* 71: 1380–1385.

Pârvulescu, L., Togor, A., Lele, S.F., Scheu, S., Șinca, D., Panteleit, J., 2017. First established population of marbled crayfish *Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginialis* (Decapoda, Cambaridae) in Romania. *BioInvasions Record* 6 (4): 357–362.

Petrusek, A., Filipová, L., Ďuriš, Z., Horká, I., Kozák, P., Policar, T., Štambergová, M., Kučera, Z., 2006. Distribution of the invasive spiny-cheek crayfish (*Orconectus limosus*) in the Czech Republic: past and present. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 380–381: 903–917.

Petutschnig, J., 2008. Der Rote Amerikanischer Sumpfkrebs (*Procambarus clarkii*) in Österreich. *Forum flusskrebse* 10: 21–25.

- Pedraza-Lara, C., Doadrio, I., Breinholt, J. W., Crandall, K. A., 2012. Phylogeny and evolutionary patterns in the dwarf crayfish subfamily (Decapoda: Cambarellinae). PLoS ONE 7 (11): e48233.
- Policar, T., Kozák, P., 2000. Výskyt raků v ČR. Bulletin VÚRH Vodňany 36 (1–2): 18–22.
- Pöckl, M., Holdich, D.M., Pennerstorfer, J., 2006. Identifying native and alien crayfish species in Europe. European Project CRAYNET, 47 pp.
- Quaglio, F., Fioravanti, M. L., Gelder, S. R., Gianetto, S., Trentini, M., Nobile, L., Maxia, M., Morolli, C., 2002. Infestation of the branchiobdellidan, *Xironogiton victoriensis* (Anellida: Clitellata), on the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) from Auenbachl Creek, Alto Adige/Süd Tyrol, Italy. Freshwater Crayfish 13: 274–279.
- Ranta, E., Lindström, K., 1993. Body size and shelter possession in mature signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. Annales Zoologici Fennici 30 (2): 125–132.
- Reynolds, J. D., 2011. A review of ecological interactions between crayfish and fish, indigenous and introduced. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 401: 10.
- Rhodaes, R., 1962. The evolution of crayfishes of the genus *Orconectes* section *limosus*. Ohio Journal of Science 62: 65–96.
- Rodríguez, C. F., Bécares, E., Fernández-Aláez, M., Fernández-Aláez, C., 2005. Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. Biological Invasions 7: 75–85.
- Samardžić, M., Lucić, A., Maguire, I., Hudina, S., 2014. The First Record of the Marbled Crayfish (*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*) in Croatia. Crayfish News 36 (4): 4.

- Saoud, I. P., Ghanawi, J., Thompson, K. R., Webster, C. D., 2013. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society* 44 (1): 1–29.
- Scalici, M., Chiesa, S., Gherardi, F., Ruffini, M., Gillbertini, G., Marzano, F. N., 2009. The new threat to Italian inland waters from the alien crayfish „gang“: the Australian *Cherax destructor* Clark, 1936. *Hydrobiologia* 632: 341–345.
- Seitz, R., Vilpoux, K., Hopp, U., Harzsch, S., Maier, G., 2005. Ontogeny of the Marmorkrebs (marbled crayfish): a partenogenetic crayfish with unknown origin and phylogenetic position. *Journal of Experimental Zoology* 303A: 393–405.
- Schletterer, M., Füreder, L., Bekker, E. I., 2012. Crayfish in Russia: a review of distribution and ecology. In: Book of abstracts, International Association of Astacology 19, Innsbruck, Rakousko, p. 46.
- Skurdal, J., Taugbøl, T., 2002. *Astacus*. In: Holdich, D. M. (Ed.), *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 467–510.
- Soes, D. M., van Eekelen, R., 2006. RivierKreeften een opruend problem? *De Levende Natuur* 107: 56–59.
- Soes, M., 2007. *Orconectes virilis*: a North American crayfish conquering the Netherlands. In: 15<sup>th</sup> International Conference on Aquatic Invasive Species, Nijmegen, Nizozemsko, p. 85.
- Soes, D. M., 2008. Een vondst van de Australische roodklauwkreeft (*Cherax quadricarinatus*) in Nederland. *European Invertebrate Survey. Kreeften nieuwsbrief* 2: 7–8.
- Soes, M., Koese, B., 2010. Invasive freshwater crayfish in the Netherlands: a preliminary risk analysis. Bureau Waardenburg, Culemborg, 69 pp.

Souty-Grosset, C., Anastacio, P. M., Aquiloni, L., Banha, F., Choquer, J., Chucholl, C., Tricarico, E., 2016. The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica* 58: 78–93.

Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noël, P. Y., Reynolds, J. D., Haffner, P., 2006. Atlas of caryfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 187 pp.

Söderbäck, B., 1991. Interspecific dominance and aggressive interaction in the freshwater crayfishes *Astacus astacus* (L.) and *Pacifastacus leniusculus* (Dana). *Canadian Journal of Zoology* 69: 1321–1325.

Söderhäll, K., Cerenius, L., 1999. The crayfish plague fungus: History and recent advances. *Freshwater Crayfish* 12: 11–35.

Statzner, B., Fièvet, E., Champagne, J.-Y., Morel, R., Herouin, E., 2000. Crayfish as geomorphic agents and ekosystem engineers: biological behavior affects sand and gravel erosion in experimental streams. *Limnology and Oceanography* 45: 1030–1040.

Stloukal, E., Vitázková, B., 2009. Recent situation of invasive and native crayfish species in Slovakia. In: Kozák, P., Kouba, A. (Eds), *Future of Native Crayfish in Europe, Regional European Crayfish Workshop, Písek, Česká republika*, pp. 50–51.

Subchev, M., 2014. The Genus of *Branchiobdella* Odier, 1823 (Annelida, Clitellata, Branchiobdellida): a Review of its European Species. *Acta Zoologica* 66: 5–20.

Svärdson, G., 1995. The early history of signal crayfish introduction into Europe. *Freshwater crayfish* 8: 68–77.

Svobodová, Z. et al., 1987. *Toxikologie vodních živočichů*. SZN, Praha, 232s.

Štambergová, M., Svobodová, J., Kozubíková, E., 2009. *Raci v České republice*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 255s.

- Tan, C. K., Owens, L., 2000. Infectivity, transmission and 16S rRNA sequencing of a rickettsia, *Coxiella cheraxi* sp. Nov., from the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 41: 115–122.
- Taylor, C. A., Schuster, G. A., Cooper, J. E., DiStefano, R. J., Eversole, A. G., Hamr, P., Hobbs, H. H., Robinson, H. W., Skelton, C. E., Thoma, R. F., 2007. A reassessment of the conservation status of crayfishes of the United States and Canada after 10+ years of increased awareness. *Fisheries* 32: 372–389.
- Tilmans, M., Mrugała, A., Svoboda, J., Engelsma, M. Y., Petie, M., Soes, D. M., Nutbeam-Tuffs, S., Oidtmann, B., Roessink, I., Petrusek, A., 2014. Survey of the crayfish plague pathogen presence in the Netherlands reveals a new *Aphanomyces astaci* carrier. *Journal of Invertebrate Pathology* 120: 74–79.
- Todorov, M., Trichkova, T., Hubenov, Z., Jurajda, P., 2020. *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) (Decapoda: Cambaridae), a New Invasive Alien Species of European Union Concern in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 72 (1): 113–121.
- Unestam, T., 1969. Resistance to the crayfish plague in some American, Japanese and European crayfishes. *Report of the Institute of the Freshwater Research Drottningholm* 49: 202–209.
- Unestam, T., 1972. On the host range and origin of the crayfish plague fungus. *Report of the Institute of the Freshwater Research Drottningholm* 52: 192–198.
- Unestam, T., 1975. Defence reactions in and susceptibility of Australian and New Guinean freshwater crayfish to European-crayfish-plague fungus. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* 53 (5): 349–359.
- Valéry, L., Fritz, H., Lefeuvre, J. C., Simberloff, D., 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions* 10: 1345–1351.

Van Den Brink, F. W. B., Van Der Velde, G., Geelen, J. F. M., 1988. Life history parameters and temperature-related activity of an American crayfish, *Orconectes limosus* (Rafineque, 1817) (Crustacea, Decapoda), in the area of the major rivers in The Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie* 114: 275–289.

Veselý, L., Buřič, M., Kouba, A., 2015. Hardy exotic species in temperate zone: can „warm water“ crayfish invaders establish regardless of low temperatures? *Scientific reports* 5: 16340.

Vogt, G., 2002. Functional Anatomy. In: Holdich, D. M. (Ed.), *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 53–151.

Vogt, G., 2007. Exposure of the eggs to 17 $\alpha$ -methyl testosterone reduced hatchling success and growth and elicited teratogenic effects in postembryonic life stages of crayfish. *Aquatic Toxicology* 85: 291–296.

Vorbürger, C., Ribi, G., 1999. Aggression and competition for shelter between a native and introduced crayfish in Europe. *Freshwater Biology* 42: 111–119.

Weiperth, A., Csányi, B., Gál, B., György, Á. I., Szalóky, Z., Szakeres, J., Tóth, B., Puky, M., 2015. Exotic crayfish, fish and amphibian species in various water bodies in the region of Budapest. *Pisces Hungarici* 9: 65–70.

Weiperth, A., Gál, B., Kuřiková, P., Bláha, M., Kouba, A., Patoka, J., 2017. *Cambarellus patzcuarensis* in Hungary: The first dwarf crayfish established outside of North America. *Biologia* 72 (12): 1529–1532.

Weiperth, A., Gál, B., Kuřiková, P., Langrová, I., Kouba, A., 2019. Risk assessment of pet-traded decapod crustaceans in Hungary with evidence of *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in the wild. *North-Western Journal of Zoology* 15 (1): 42–47.

Westman, K., Pursiainen, M., 1984. Introduction of the American crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in Finland; impact on the native crayfish (*Astacus astacus*). EIFACTechnical Paper suppl.42: 420–426.

Westman, K., Savolainen, R., Julkunen, M., 2002. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a small, enclosed Finnish lake: A 30-years study. *Ecography* 25: 53–73.

Yue, G. H., Wang, G.L., Zhu, B. Q., Wang, C. M., Zhu, Z. Y., Lo, L. C., 2008. Discovery of four natural clones in a crayfish species *Procambarus clarkii*. *International Journal of Biological Species* 4: 279–282.



## 9. Přílohy

**Příloha č. 1:** Nálezový formulář s údaji o výskytu raka používaný při terénním průzkumu upravený dle vzoru Jurka (2014).

### Aktualizace a rozšíření raka signálního *Pacifastacus leniusculus* na Vysočině NÁLEZOVÝ FORMULÁŘ

1. Způsob odchyty: DO RUKOU POMOCÍ SÍTKY / DO VRŠE

Datum průzkumu: .....

Jméno toku/rybníka: .....

Název lokality (úsek): .....

Nejbližší obec: .....

GPS souřadnice: .....

2. Charakter lokality: voda stojatá / voda tekoucí

Habitat: řeka / potok / přehrada / rybník / kanál

Četnost úkrytů: malá / střední / velká

Šířka toku, popř. rozloha rybníka: .....

Přibližná hloubka: .....

3. Výsledky průzkumu:

Rak signální (*Pacifastacus leniusculus*):

Přítomnost raka na lokalitě: ANO / NE      Počet odchycených raků: .... ♂ .... ♀

Přítomnost potočnic: ANO / NE

Rak říční (*Astacus astacus*):

Přítomnost raka na lokalitě: ANO / NE      Počet odchycených raků: .... ♂ .... ♀

Přítomnost potočnic: ANO / NE

Poznámka k lokalitě: .....

**Příloha č. 2:** Výsledky monitoringu v povodí řeky OSLAVY (1. část). Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku po směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Oslava (1)	NE	NE	-	řeka	49°29'06.6"N, 15°59'18.5"E
Jedlový potok	NE	NE	-	potok	49°28'18.7"N, 15°58'11.9"E
Znětínský potok	NE	NE	-	potok	49°27'52.3"N, 15°56'44.9"E
Oslava (2)	NE	NE	-	řeka	49°27'34.5"N, 15°58'06.5"E
Zahradišský potok	NE	ANO (2)	-	potok	49°26'37.7"N, 15°57'39.5"E
Borský potok	NE	ANO (2)	ANO	potok	49°26'19.7"N, 15°59'04.4"E
Obecník v Krásněvsi	NE	NE	-	rybník	49°26'20.2"N, 15°59'15.1"E
Zátoky	NE	ANO (5)	ANO	potok	49°25'27.8"N, 15°58'11.1"E
Stoka pod Ústeckým	ANO (1)	NE	-	kanál	49°25'42.6"N, 15°58'30.4"E
Oslava (3)	ANO (18)	NE	-	řeka	49°25'27.2"N, 15°58'59.5"E
Babačka (1)	ANO (2)	NE	-	potok	49°25'24.4"N, 15°59'08.2"E
Obecník v Borech	NE	NE	-	rybník	49°25'03.5"N, 16°01'23.9"E
Babačka (2)	ANO (7)	NE	-	potok	49°25'27.2"N, 16°01'05.4"E
Býčí louka	NE	NE	-	rybník	49°25'55.3"N, 16°02'17.4"E
Babačka (3)	ANO (2)	NE	-	potok	49°25'53.9"N, 16°02'18.8"E
Těšíkův rybník	ANO (5)	NE	-	rybník	49°25'58.7"N, 16°02'21.2"E
Babačka (4)	ANO (6)	NE	-	potok	49°26'18.6"N, 16°02'08.9"E

**Příloha č. 3:** Výsledky monitoringu v povodí řeky OSLAVY (2. část). Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku po směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Stoka pod Opatským	NE	NE	-	kanál	49°26'47.0"N, 16°01'54.9"E
Babačka (5)	NE	NE	-	potok	49°26'42.6"N, 16°02'24.5"E
Malý pedvesník	NE	NE	-	rybník	49°26'31.9"N, 16°03'09.2"E
Velký podvesník	NE	NE	-	rybník	49°26'31.2"N, 16°03'21.8"E
Prchal	ANO (27)	NE	-	rybník	49°23'27.0"N, 15°59'54.8"E
Vodní nádrž Mostiště	ANO (4)	NE	-	nádrž	49°23'40.7"N, 16°00'17.3"E
Václavák	ANO (36)	NE	-	rybník	49°22'47.2"N, 16°00'39.1"E
Mastník	ANO (2)	NE	-	potok	49°22'45.9"N, 16°01'11.8"E
Mostišťský rybník	ANO (32)	NE	-	rybník	49°22'31.4"N, 16°00'56.6"E
Martinický rybník	ANO (8)	NE	-	rybník	49°22'39.1"N, 16°02'51.2"E
Šípský potok	NE	NE	-	potok	49°22'57.3"N, 16°03'11.8"E
Oslava (4)	ANO (3)	NE	-	řeka	49°21'08.5"N, 16°00'58.1"E
Františkovský potok	NE	NE	-	potok	49°20'37.2"N, 16°02'00.9"E
Vodra (1)	NE	NE	-	potok	49°20'08.5"N, 16°03'21.7"E
Vodra (2)	ANO (8)	NE	-	potok	49°20'19.5"N, 16°02'38.8"E
Oslavička	NE	NE	-	potok	49°20'06.9"N, 15°59'42.3"E

**Příloha č. 4:** Výsledky monitoringu v povodí řeky OSLAVY (3. část). Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku po směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Žleby	NE	NE	-	potok	49°19'47.1"N, 16°02'03.5"E
Křížový potok	NE	NE	-	potok	49°19'14.6"N, 16°02'50.1"E
Oslava (5)	ANO (4)	NE	-	řeka	49°19'11.3"N, 16°01'32.3"E
Mařek	NE	NE	-	potok	49°18'07.0"N, 16°00'22.6"E
Záhorský potok	NE	NE	-	potok	49°18'50.9"N, 16°02'31.9"E
Oslava (6)	ANO (2)	NE	-	řeka	49°17'41.5"N, 16°02'41.5"E
Kundelovský potok	NE	NE	-	potok	49°17'05.0"N, 16°01'07.9"E
Polomina (1)	NE	NE	-	potok	49°16'37.1"N, 16°05'44.0"E
Polomina (2)	NE	NE	-	potok	49°18'45.1"N, 16°05'34.4"E
Oslava (7)	ANO (2)	NE	-	řeka	49°16'09.2"N, 16°05'05.2"E
Podkovák	NE	NE	-	potok	49°15'38.1"N, 16°04'14.0"E
Ratnovský potok	NE	NE	-	potok	49°16'12.4"N, 16°07'16.0"E
Bělínský potok	NE	NE	-	potok	49°15'49.4"N, 16°08'03.6"E
Žlebský potok	NE	NE	-	potok	49°14'31.9"N, 16°06'15.4"E

**Příloha č. 5:** Výsledky monitoringu v povodí řeky OSLAVY (4. část). Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku po směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Oslava (8)	ANO (1)	NE	-	řeka	49°14'16.6"N, 16°07'58.5"E
Jasinka	NE	NE	-	potok	49°15'00.6"N, 16°09'13.8"E
Pucovský potok (1)	NE	NE	-	potok	49°14'25.9"N, 16°09'34.4"E
Pucovský potok (2)	NE	ANO (2)	ANO	potok	49°15'08.9"N, 16°11'18.4"E
Oslava (9)	NE	NE	-	řeka	49°12'38.3"N, 16°09'27.7"E
Oslava (10)	ANO (1)	NE	-	řeka	49°11'01.7"N, 16°09'31.8"E

**Příloha č. 6:** Výsledky monitoringu v povodí řeky BALINKY (1. část). Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku proti směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Balinka u Arnolce	NE	ANO (1)	ANO	řeka	49°26'26.5"N, 15°49'16.7"E
Balinka (1)	NE	NE	-	řeka	49°24'41.6"N, 15°50'24.3"E
Nadějovský potok	NE	ANO (1)	-	potok	49°25'07.1"N, 15°47'41.6"E
Liščí potok	NE	NE	-	potok	49°23'43.8"N, 15°49'47.1"E
Tříhranný potok	NE	NE	-	potok	49°23'16.6"N, 15°50'01.6"E
Křivý potok (1)	NE	NE	-	potok	49°25'11.5"N, 15°51'48.0"E
Křivý potok (2)	ANO (4)	NE	-	potok	49°25'31.9"N, 15°51'49.4"E
Závlahový potok	ANO (1)	NE	-	potok	49°25'31.7"N, 15°51'47.2"E
Světlý potok	NE	NE	-	potok	49°23'01.3"N, 15°51'08.4"E
Balinka (2)	NE	NE	-	řeka	49°23'20.3"N, 15°53'23.8"E
Blížkovský potok	NE	NE	-	potok	49°24'34.0"N, 15°53'57.6"E
Přítok do rybníka Borek	NE	NE	-	kanál	49°23'08.6"N, 15°56'15.5"E
Balinka (3)	NE	NE	-	řeka	49°22'35.2"N, 15°55'32.9"E
Mládkov	NE	NE	-	rybník	49°20'49.3"N, 15°51'38.3"E
Žďárka (1)	NE	NE	-	potok	49°22'23.5"N, 15°53'31.2"E
Žďárka (2)	ANO (2)	NE	-	potok	49°22'10.5"N, 15°51'12.1"E

**Příloha č. 7:** Výsledky monitoringu v povodí řeky BALINKY (2. část). Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku proti směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Svatoslavský potok (1)	NE	NE	-	potok	49°20'23.9"N, 15°54'41.6"E
Svatoslavský potok (2)	NE	ANO (1)	-	potok	49°19'35.1"N, 15°52'58.7"E
Svatoslavský potok (3)	NE	NE	-	potok	49°19'14.3"N, 15°51'14.3"E
Svatoslavský potok (4)	NE	ANO (10)	ANO	potok	49°19'47.5"N, 15°49'27.2"E
Rybník „U cesty“	NE	NE	-	rybník	49°17'46.6"N, 15°53'10.3"E
Balinka (4)	ANO (2)	NE	-	řeka	49°20'44.5"N, 15°56'36.4"E
Balinka (5)	ANO (4)	NE	-	řeka	49°20'03.1"N, 15°58'17.6"E
Lavičský potok	NE	NE	-	potok	49°22'03.3"N, 15°58'21.5"E
Jestřábec	NE	NE	-	rybník	49°21'53.2"N, 15°58'43.3"E
Horní Lálůvka	NE	NE	-	rybník	49°21'46.0"N, 15°58'46.6"E
Lálůvka II	NE	NE	-	rybník	49°21'42.7"N, 15°58'42.5"E
Lálůvka III	NE	NE	-	rybník	49°21'42.7"N, 15°58'42.5"E
Lálůvka IV	NE	NE	-	rybník	49°21'25.4"N, 15°58'52.9"E
Dolní Lálůvka	ANO (5)	NE	-	rybník	49°21'16.2"N, 15°59'03.4"E
Rybníček u koupaliště	ANO (3)	NE	-	rybník	49°21'17.5"N, 16°00'02.5"E

**Příloha č. 8:** Výsledky monitoringu na Křižanovsku v povodí řeky BOBRŮVKY. Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku proti směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Kadolecký rybník	NE	NE	-	rybník	49°22'07.9"N, 16°07'33.2"E
Spustík	ANO (1)	NE	-	rybník	49°22'58.9"N, 16°07'49.1"E
Pivovarský rybník	NE	NE	-	rybník	49°23'06.6"N, 16°07'28.0"E
Křižanov–bezejmenný	NE	NE	-	rybník	49°22'56.2"N, 16°06'40.0"E
Libochovka	NE	NE	-	kanál	49°23'52.9"N, 16°04'44.7"E
Práškovský rybník	NE	NE	-	rybník	49°23'51.0"N, 16°07'34.0"E
Špitálský rybník	NE	NE	-	rybník	49°23'49.9"N, 16°07'38.2"E
Rozkoš	NE	NE	-	rybník	49°23'36.9"N, 16°07'55.0"E
Rybník u Kadolce	NE	NE	-	rybník	49°22'24.9"N, 16°09'00.3"E
Kadolecký potok (1)	NE	NE	-	potok	49°23'14.7"N, 16°09'22.0"E
Kadolecký potok (2)	NE	NE	-	potok	49°22'26.8"N, 16°09'01.9"E



**Příloha č. 9:** Výsledky monitoringu ve Žďáře nad Sázavou v povodí řeky SÁZAVY. Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Číslo u názvu lokality představuje pořadí úseků na toku proti směru proudu. Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	<u>Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):</u>		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Staviště (1)	ANO (9)	NE	-	potok	49°34'07.3"N, 15°56'27.7"E
Staviště (2)	ANO (11)	NE	-	potok	49°34'01.8"N, 15°56'41.2"E
Staviště (3)	NE	ANO (1)	-	potok	49°34'03.4"N, 15°58'20.3"E

**Příloha č. 8:** Výsledky monitoringu v Ujčově v povodí řeky SVRATKY. Upraveno podle vzoru Jurka (2014). Značka „-“ znamená, že na těle raka nebyla zaznamenána přítomnost potočnic.

Název lokality	<u>Přítomnost raka na lokalitě (počet kusů):</u>		Přítomnost potočnic	Habitat	GPS
	Rak signální	Rak říční			
Ujčov rybníček	NE	NE	-	rybník	49°29'02.4"N, 16°20'17.8"E