

Metodika regulace a eradikace invazních druhů raků: výběr vhodných metod v závislosti na charakteru vodního útvaru

certifikovaná metodika

Jitka Svobodová a kol.

T A

Č R

Program **Epsilon**

VÚV
TGM

**METODIKA REGULACE A ERADIKACE INVAZNÍCH
DRUHŮ RAKŮ: VÝBĚR VHODNÝCH METOD
V ZÁVISLOSTI NA CHARAKTERU VODNÍHO ÚTVARU**

**RNDr. Jitka Svobodová
Mgr. Eva Kozubíková Balcarová, Ph.D.
Mgr. David Fischer
RNDr. Pavel Vlach, Ph.D.
Mgr. Monika Štambergová
Ing. Jiří Pícek
Mgr. Silvie Semerádová
Eva Štruncová, Dis.
Mgr. Tereza Beránková, Ph.D.**

VYDAL VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ
T. G. MASARYKA, V. V. I., PRAHA 2020

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce

Vědecká redakce:

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D., prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.,
prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., (předsedkyně), RNDr. Petr Kubala,
Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D., Ing. Michael Trnka, CSc., Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D.,
Dr. rer. nat. Slavomír Vosika

Lektorovali:

Ing. Miloš Buřič, Ph.D., Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Mgr. Tomáš Görner, Ph.D., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Poděkování:

Chtěli bychom na tomto místě poděkovat oběma lektorům, Ing. Miloši Buřičovi, Ph.D., z Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického a Mgr. Tomáši Görnerovi, Ph.D., z Agentury ochrany přírody ČR za cenné připomínky a podnětné návrhy úprav metodiky, které vedly k jejímu zpřehlednění. Dále bychom chtěli poděkovat Ing. Janu Šímovi a Ing. Janě Pěkníkové, Ph.D., z Ministerstva životního prostředí za konzultace a připomínky. AOPK ČR bychom chtěli poděkovat za poskytnutí dat z Nálezové databáze ochrany přírody. Dále bychom rádi poděkovali prof. RNDr. Adamu Petruskovi, Ph.D., a Mgr. Michaele Mojžíšové z Přírodovědecké fakulty UK za testování raků na račí mor a pomoc při odlovu raků.

Certifikovaná metodika byla vytvořena v rámci projektu TH02030687 „Predikce nebezpečnosti nepůvodních ryb a raků a optimalizace eradikačních metod invazních druhů“ řešeného s finanční podporou Technologické agentury České republiky v rámci Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON v letech 2017–2020.

© Jitka Svobodová a kol., 2020

ISBN 978-80-87402-93-1 (on-line, pdf)

OBSAH

1	ÚVOD A CÍLE METODIKY	5
2	LEGISLATIVNÍ RÁMEC.....	7
2.1	Evropská legislativa.....	7
2.2	Česká legislativa	8
3	INVAZNÍ RACI V ČR.....	13
3.1	Rak signální (<i>Pacifastacus leniusculus</i>)	14
3.2	Rak pruhovaný (<i>Faxonius limosus</i>).....	17
3.3	Rak mramorovaný (<i>Procambarus virginalis</i>)	20
3.4	Rak červený (<i>Procambarus clarkii</i>).....	23
4	ŠÍŘENÍ INVAZNÍCH DRUHŮ RAKŮ	27
4.1	Šíření raků člověkem.....	27
4.2	Přirozené šíření raků	29
5	NEGATIVNÍ VLIV INVAZNÍCH DRUHŮ RAKŮ	31
5.1	Negativní vliv invazních druhů raků na původní druhy raků.....	31
5.2	Vliv na ostatní vodní organismy a celé ekosystémy	38
5.3	Další negativní vlivy	41
6	MANAGEMENT LOKALIT S INVAZNÍMI DRUHY RAKŮ.....	42
6.1	Osvěta a prevence	42
6.2	Management eliminace invazních raků	50
7	ZÁVĚR	66
8	SEZNAM ZKRATEK	67
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	69
10	PŘÍLOHY.....	81
	Příloha 1. Rozlišovací znaky raků	81
	Příloha 2. Přehled rozlišovacích znaků raků	83
	Příloha 3. Klíč pro rozlišení jednotlivých druhů raků.....	85
	Příloha 4. Návrh managementu původních druhů raků a možná regulační opatření eliminace invazních druhů raků	86
	Příloha 4.1 Opatření při nálezu původních druhů raků.....	86
	Příloha 4.2 Společné podmínky a postupy pro opatření: test na račí mor, omezení dopadu výskytu račího moru a opatření v případě havárie.....	87
	Příloha 4.3 Společné podmínky a postupy pro manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích a následné vápnění na lokalitách s invazními raky.....	90

Příloha 4.4 Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace na lokalitách s invazními raky	97
Příloha 4.5 Chemická eradikace na lokalitách s invazními raky	106
Příloha 4.6 Společné podmínky a postupy pro: Izolace – úprava stávajících migračních bariér a výstavba nových migračních bariér na lokalitách s invazními raky	110
Příloha 5. Užitý vzor – past na raky	113

1 ÚVOD A CÍLE METODIKY

Výskyt a rozšíření nepůvodních druhů představuje jednu z hlavních hrozeb pro biologickou rozmanitost a ekosystémové služby. Ohrožení má různé podoby včetně vážných dopadů na původní druhy a strukturu a funkci ekosystémů v důsledku změn přírodních stanovišť, predace, konkurence, přenosu nákaz a vytlačení původních druhů ve značné části areálu. Všichni raci zavlečení do Evropy ze Severní Ameriky byli zařazeni do seznamu invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Evropskou unii, tzv. unijní seznam, a podle nařízení Evropského parlamentu EU č. 1143/2014, o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů mají všechny členské státy Evropské unie, pokud dojde k zavlečení invazních nepůvodních raků či k jejich vysazení, povinnost zahájit rychlou eradikaci, aby se zabránilo jejich usídlení či šíření. V případě, že eradikaci nelze provést nebo náklady na eradikaci převažují nad dlouhodobými přínosy, měla by být uplatněna opatření pro izolaci a kontrolu.

Vyhubení původních vodních živočichů, a to zvláště největších vodních bezobratlých, tedy raků, vede ke zhoršení samočisticích schopností toků a nádrží. Raci patří mezi všežravé živočichy se širokým spektrem přijímané potravy, a proto jsou ve vodním prostředí nezastupitelní žádnými jinými formami organismů. Kromě jiného dokáží likvidovat veškerý organický materiál včetně toho, který se často vyskytuje pod čistírnami odpadních vod. Invazní raci vyšší aktivitou a densitou populací narušují původní ekosystém, od makrofyt, přes změny složení makrozoobentosu, až po ovlivnění rybí obsádky. Tím dochází ke zhoršení jakosti vody v celém povodí, částečné ztrátě samočisticí schopnosti toku a narušení biologické rozmanitosti celého ekosystému.

V předkládané metodice jsou shrnuty základní informace o invazních druzích raků, kteří se vyskytují na území České republiky nebo u kterých je předpoklad, že v nejbližších letech bude jejich výskyt potvrzen. V rámci projektu byla shromážděna data o invazních racích, jejich výskytu, promořenosti patogenem *Aphanomyces astaci*, šíření v tocích a byly odzkoušeny různé metody eliminace těchto nepůvodních druhů.

Část dokumentu popisuje způsoby šíření invazních raků jak přirozenou cestou z lokalit, kam byli člověkem vysazeni jako náhrada za zdecimované populace evropských raků, tak rozšiřováním raků na nová místa, které je často opět zprostředkované člověkem. Severoameričtí raci mají významný vliv na původní faunu i flóru, ohrožují biologickou rozmanitost jak predací, agresivitou a rychlým rozmnožováním s vysokou hustotou populace, tak i přenosem původce račího moru *A. astaci*, který napadá původní evropské raky a decimuje celé jejich populace.

Hlavním cílem metodiky je shrnutí opatření zahrnující optimální postupy a řešení, které zmírní negativní vliv invazních druhů raků na původní biotu. Volba managementu nepůvodních druhů vodních živočichů je značně komplikovaná a může mít celou řadu řešení s různou náročností a hlavně efektivitou výsledku.

Navržené metodické eliminační postupy jsou určeny hlavně pro rychlé rozhodování státní správy, zainteresovaných institucí, zájmových skupin i pro vlastníky a uživatele pozemků, kteří se na managementu eliminace musí a budou podílet.

Metodická doporučení jsou založena na současných znalostech ze zahraničí i ČR a nově získaných datech v rámci projektu „Predikce nebezpečnosti nepůvodních ryb a raků a optimalizace eradikačních metod invazních druhů“ (TH02030687) řešeného v programu TAČR EPSILON v letech 2017–2020.

2 LEGISLATIVNÍ RÁMEC

2.1 Evropská legislativa

Základy legislativy pro ochranu před invazními nepůvodními druhy tvoří legislativa evropská, která musí být implementována do právního rámce jednotlivých členských států EU.

Stěžejním dokumentem je **nařízení EP a Rady (EU) č. 1143/2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů**. Nařízení sjednocuje přístup všech členských států a je právně závazné v celé EU, a to od ledna 2015 po jeho vstupu v platnost, aniž by se muselo implementovat do vnitrostátního práva. Nařízení zavádí definici pojmu „**nepůvodní druh**“, což je jakýkoliv živý jedinec druhu, poddruhu nebo nižšího taxonu živočichů, rostlin, hub nebo mikroorganismů zavlečených nebo vysazených mimo svůj přirozený areál (patří sem všechny jeho části jako gamety, semena, vejce nebo i kříženci, odrůdy či plemena, která mohou přežít a následně se rozmnožovat). Ovšem ne každý nepůvodní druh je pro novou lokalitu rizikem. Některé nepůvodní druhy mohou být naopak přínosem pro biologickou rozmanitost či z hlediska ekonomického využití. Proto se zavádí ještě definice pojmu „**invazní nepůvodní druh**“ jako nepůvodní druh podle definice výše, u něhož bylo zjištěno, že jeho zavlečení či vysazení nebo šíření ohrožuje biologickou rozmanitost a související ekosystémové služby nebo na ně má nepříznivý dopad. Kromě toho mohou mít invazní nepůvodní druhy také závažný nepříznivý dopad na lidské zdraví a hospodářství. Podle úvodní části nařízení je na území EU přibližně 12 000 druhů nepůvodních a podíl invazních činí 10–15 % z nich (údaj z roku 2014). Přesto i tato relativně malá část nepůvodních druhů představuje jednu z hlavních hrozeb pro biologickou rozmanitost a má i závažné ekonomické dopady. Dokument věnuje pozornost obecně všem invazním či potenciálně invazním druhům, ale vzhledem k finanční nákladnosti nejrůznějších opatření na eliminaci negativních dopadů šíření invazních druhů vyvstala potřeba určit prioritně druhy s významným dopadem na celou unii.

Na základě článku 4 výše uvedeného nařízení byl vytvořen seznam invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na unii, tzv. **unijní seznam**, který byl přijat **prováděcím nařízením Komise EU 2016/1141** v roce 2016 a v roce 2017 a 2019 byl aktualizacemi doplněn o nové druhy. Celkem je v unijním seznamu v současnosti 66 druhů. Podmínkou pro zápis druhu na seznam je jeho nepůvodnost na celém území unie, prokazatelná schopnost přežít a šířit se v biogeografické oblasti společné alespoň dvěma členskými státy EU a pravděpodobnost jeho závažného nepříznivého dopadu na biologickou rozmanitost, lidské zdraví či hospodářství. Musí pro něj být zpracováno posouzení rizik, které prokáže, že je nutné podniknout společné kroky na úrovni unie a je pravděpodobné, že zařazení na unijní seznam zajistí účinnou prevenci, minimalizaci nebo zmírnění jeho nepříznivých dopadů. Pro takové druhy **platí zákaz dovozu a převozu v rámci EU, uvádění na trh, zákaz držení, chovu, rozmnožování, pěstování či kultivování, využívání i vyměňování a vypouštění do životního prostředí**. Takzvaná přechodná opatření umožňují zájmovým chovatelům si živočichy držené ještě před jejich zařazením na unijní seznam ponechat do konce jejich přirozeného života (za předpokladu, že bude zamezen jejich únik a rozmnožování) a komerčním subjektům vyčerpat své zásoby do dvou let od zařazení druhu na seznam. Nařízení počítá s možností povolení výjimek ze zákazů pro účely výzkumu, ochrany ex situ, medicínalní účely a v dalších výjimečných případech.

Dle nařízení musí členské státy **zajistit také sledování invazních nepůvodních druhů a vytvořit systém včasného zjištění a rychlé eradikace** v případě nově zjištěného výskytu druhu náležejícího do unijního seznamu na území členského státu či části jeho území. Členské státy jsou v takovém případě povinny upozornit Evropskou komisi a ostatní státy a je-li to technicky proveditelné, zahájit do tří měsíců okamžité odstranění těchto nových populací z prostředí. Pro již značně rozšířené invazní druhy náležející do unijního seznamu zavedou členské státy regulační opatření, jejichž cílem je minimalizovat jejich dopad na biologickou rozmanitost, lidské zdraví a hospodářství. Priorita jednotlivých opatření by měla být stanovena na základě míry rizik a poměru mezi náklady, přínosy a potřebami jednotlivých států. Regulační opatření mají zahrnovat jak opatření k omezení růstu populace či odstranění jedinců v místě nejvýznamnějších dopadů nebo v místech nového rozšíření, tak i opatření založená na obnově či zvýšení odolnosti dotčených ekosystémů. Členské státy jsou též povinny provést komplexní analýzu způsobů šíření při nezáměrném zavlečení a šíření invazních druhů na svém území a určit způsoby šíření, které přednostně vyžadují přijetí nezbytných opatření (prioritní způsoby šíření). Každý členský stát na základě prioritních způsobů šíření vypracuje a bude provádět samostatný akční plán s cílem rozumným způsobem řešit tuto problematiku.

Nařízení umožňuje vypracovat a schválit také vnitrostátní seznamy invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na členský stát (**národní seznamy**), protože unijní seznam nezahrnuje například takové nežádoucí invazní druhy, které pochází přímo z EU, jen byly zavlečeny do jiné části unie a tudíž nesplňují kritéria k zařazení na unijní seznam. Členské státy mohou u druhů zařazených na národní seznam uplatnit obdobný postup, jaký je zakotven v nařízení. Na rozdíl od Slovenska nebo Španělska, Česká republika nevyužila možnost schválit národní seznam. V případě invazních druhů raků, kterých se týká tato metodika, jde o druhy zařazené přímo na unijní seznam.

Kromě zmiňovaného nařízení se k invazním nepůvodním druhům vztahuje i **nařízení Rady č. 708/2007, o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře**. Upravuje nakládání a kontrolu využívání nepůvodních druhů, ale původnost je brána v rámci celé Evropy.

2.2 Česká legislativa

Stávající právní rámec

V současné době je v přípravě návrh novely zákona **č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny**, která má významně rozšířit českou legislativu na téma omezení šíření invazních druhů rostlin a živočichů podle požadavků nařízení EP a Rady (EU) č. 1143/2014, o prevenci a regulaci zavlečení či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů, které bylo podrobně popsáno výše. Než novela vstoupí v platnost, je problematika invazních druhů v české legislativě rozdrobena do několika různých zákonů, jak je zmíněno níže. Nutno podotknout, že i bez implementace do české legislativy je nařízení EP a Rady (EU) č. 1143/2014 právně závazné, a tudíž z něj vyplývají všechna práva a povinnosti.

V dosud platné legislativě je klíčový **§ 5 odst. 4, zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny**, který uvádí, že „záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody; to neplatí pro nepůvodní druhy rostlin, pokud se hospodářství podle schváleného lesního hospodářského plánu nebo vlastníkem lesa převzaté lesní hospodářské osnovy“, přičemž „geograficky nepůvodní druh rostliny nebo živočicha je druh,

který není součástí přirozených společenstev určitého regionu.“ Podle tohoto zákona taktéž platí, že ono záměrné rozšiřování nepůvodních druhů je zakázáno ve zvláště chráněných územích.

Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči, v platném znění, se věnuje tzv. škodlivým organismům ve vztahu k rostlinné produkci. Do této skupiny lze zahrnout i některé invazní druhy. Zákon upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob týkajících se mimo jiné ochrany proti zavlékání škodlivých organismů do České republiky z ostatních členských států EU a ze třetích zemí, proti jejich rozšiřování na území České republiky a proti zavlékání těchto škodlivých organismů na území ostatních členských států EU a třetích zemí a omezování nepříznivého vlivu těchto škodlivých organismů. Zákon je prováděn vyhláškou č. 5/2020 Sb., o ochranných opatřeních proti škodlivým organismům rostlin, kterou se stanovují druhy rostlin, kterých se týká možnost provedení průzkumu výskytu škodlivých organismů před založením porostu, upravuje podmínky oprávnění k vydávání rostlinolékařských pasů, podmínky vývozu, dovozu a převozu rostlin, rostlinných produktů a jiných předmětů. Zákon ukládá Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému (ÚKZÚZ) povinnost sledovat výskyt vybraných škodlivých organismů a dále vyhodnocovat míru rizika zavlékání a šíření škodlivých organismů na území ČR a jejich možného vlivu na zdravotní stav rostlin a rostlinných produktů, které se pěstují nebo skladují na území České republiky, případně na životní prostředí. Ze seznamu byl vyjmut bolševník, který byl zařazen na unijní seznam.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), v platném znění, zakazuje „vypouštět ryby a ostatní vodní živočichy nepůvodních, geneticky nevhodných a neprověřených populací přirozených druhů do vodních toků a vodních nádrží bez souhlasu příslušného vodoprávního úřadu“. Upravuje také omezení vstupu nebezpečných, zvláště nebezpečných a jiných závadných látek do podzemních i povrchových vod a dále ochranu vodních zdrojů nebo ochranu jakosti vody před závadnými látkami, které jsou uvedeny v příloze zákona (v případě chemické likvidace invazních druhů).

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybářství, v platném znění, uvádí poněkud neobvyklou definici nepůvodního druhu: „nepůvodní rybou a nepůvodním vodním organismem je geograficky nepůvodní nebo geneticky nevhodná anebo neprověřená populace ryb a vodních organismů, vyskytující se na území jednotlivého rybářského revíru v České republice méně než tři po sobě následující generační populace“ (§ 2, písm. s). Připravovaná novela zákona o rybářství tuto definici již nezmiňuje.

Chystaný právní rámec

Výše zmíněný návrh novely zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny byl v lednu 2020 projednán legislativní radou vlády a nyní je v procesu schvalování v Poslanecké sněmovně. Přestože je to významný krok, jedním z problematických bodů je podle kritiků neexistence národního seznamu.

V České republice byl v roce 2016 připraven odborný podklad systému klasifikace nepůvodních druhů u nás (Pergl et al. 2016). Ten zahrnuje tzv. černý, šedý a varovný seznam nepůvodních druhů. Takzvaný šedý seznam zahrnuje druhy s menším, ale nikoliv zanedbatelným vlivem, zatímco tzv. černý seznam druhy s výrazným vlivem na životní prostředí. Poslední kategorií je tzv. varovný seznam nepůvodních druhů dosud u nás nepřítomných, ale s očekávaným velkým dopadem a s potenciálem hrozby rozšíření z jiných oblastí nebo se vyskytujících v daném území jen v kultuře mimo volnou přírodu (Pergl et al. 2018). Zde jsou (nad rámec unijního seznamu uvedeného níže) mimo jiné uvedeni i dva raci z rodu *Orconectes* (*Faxonius*), konkrétně *O. immunis* a *O. juvenilis* a také dva zástupci rodu *Procambarus* – *P. acutus* a *P. alleni*.

Aby bylo možné zcela naplňovat nařízení č. 1143/2014, je nutné v naší legislativě stanovit zejména kompetentní orgány, procesní postupy a také sankční opatření, jelikož toto nařízení neurčuje a pouze ukládá členským státům tyto záležitosti právně zakotvit. Kromě sankčních opatření je nutné také nastavit způsob nakládání s likvidovanými populacemi invazních nepůvodních druhů ve smyslu sběrných míst a likvidace. V následujícím textu jsou uvedeny návrhy kompetencí a povinností orgánů ochrany přírody v problematice nepůvodních druhů, jak jsou uvedeny v připravované novele zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. V rámci této metodiky jsou uvedeny pouze kompetence týkající se nepůvodních druhů raků. Také je zde podána informace o právech a povinnostech fyzických a právnických osob v oblasti nepůvodních druhů.

Obecní úřady obcí s rozšířenou působností (dále ORP) mimo jiné vydávají povolení k rozšiřování nepůvodního druhu nebo křížence, stanovují opatření k regulaci nepůvodního druhu nebo křížence, případně přímo zajistí provedení opatření k regulaci v případě, že vlastník nebo uživatel pozemku opatření neprovede.

Kraje a krajské úřady mimo jiné zajistí vlastní provedení opatření k regulaci invazního nepůvodního druhu náležejícího do unijního seznamu v případě, že vlastník nebo uživatel pozemku opatření neprovede. Dále spolupracují na provedení opatření k obnově dotčených ekosystémů, u nichž došlo k degradaci, poškození nebo zničení invazním nepůvodním druhem náležejícím do unijního seznamu, pokud je to ekonomicky úměrné přínosům. Rozhodují také o odebrání nedovoleně držovaných jedinců invazních nepůvodních druhů náležejících do unijního seznamu jejich držitelům. Dále v rámci své územní působnosti stanovují bližší podmínky uplatňování zásad regulace (vyplývající z obecněji pojatých regulačních opatření – [kapitola 2.1](#)) běžně rozšířených invazních nepůvodních druhů náležejících do unijního seznamu.

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (dále Agentura) vykonává státní správu v ochraně přírody a krajiny na území CHKO (nejde-li o vojenské újezdy), NPR a NPP a jejich ochranných pásem v rozsahu působnosti obecních a krajských úřadů, není-li podle zákona příslušné Ministerstvo životního prostředí (dále MŽP). Správy národních parků vykonávají státní správu v ochraně přírody a krajiny na území národních parků a jejich ochranných pásem a to v působnosti obecních a krajských úřadů a Agentury, není-li příslušné MŽP. Správa NP Šumava přebírá kompetence Agentury také v CHKO Šumava, Správa NP České Švýcarsko vykonává státní správu též v CHKO Labské pískovce, není-li příslušné MŽP. Agentura na celém území ČR a Správy NP na území NP rozhodují o povolení k přesunu cizího nebo místně se nevyskytujícího druhu v akvakultuře, rozhodují o provedení pokusného vypuštění těchto druhů a o jejich umístění do karantény, schvalují k nim pohotovostní plán a rozhodují o uložení vhodných opatření a o zrušení vydaného povolení k přesunu. Dále zajišťují provedení opatření k odstranění nebo izolaci invazního nepůvodního druhu náležejícího do unijního seznamu. Agentura také zajišťuje sledování invazních nepůvodních druhů a vyhodnocuje míru jejich rozšíření na území ČR. Do shromažďování informací o rozšíření invazního nepůvodního druhu má být aktivně zapojena i veřejnost. Agentura výsledky sledování zveřejňuje na internetových stránkách.

Újezdní úřady vykonávají státní správu v ochraně přírody a krajiny na území vojenských újezdů, a to v rozsahu působnosti obecních a krajských úřadů, Agentury a Správ NP, není-li příslušné Ministerstvo obrany.

Ministerstvo životního prostředí je ústředním orgánem státní správy odpovědným za provádění nařízení Rady č. 708/2007 nařízení EP a Rady EU č. 1143/2014. V rámci problematiky invazních druhů

rozhoduje o povolení k využívání invazního nepůvodního druhu náležejícího do unijního seznamu, podává Komisi EU žádost o udělení oprávnění, pokud žádost o povolení využívání druhu směřuje k jiným činnostem, než je uvedeno v nařízení č. 1143/2014 a jedná-li se o výjimečný případ z důvodu naléhavého veřejného zájmu. Dále rozhoduje o zrušení povolení, pokud nastanou nepředpokládané okolnosti s nepříznivým dopadem na biologickou rozmanitost či související ekosystémové služby. MŽP stanoví náležitosti a způsob zpracování pohotovostního plánu pro žadatele o výjimečný přesun a pokusné vypuštění cizího nebo místně se nevyskytujícího druhu v akvakultuře. Po dohodě s Ústřední veterinární správou určí zařízení, do nichž lze umísťovat jedince invazního nepůvodního druhu náležejícího do unijního seznamu, u něhož byl stanoven zákaz chovu a držení. MŽP vede evidenci takovýchto zařízení a zveřejňuje ji na internetových stránkách. Ve spolupráci s dalšími orgány státní správy má MŽP zajistit analýzu způsobu šíření invazních nepůvodních druhů náležejících do unijního seznamu, zpracovat a aktualizovat akční plán zaměřený na způsoby šíření, který zasílá Komisi EU. MŽP také vypracuje regulační opatření pro značně rozšířené invazní nepůvodní druhy náležející do unijního seznamu. Dále stanovuje opatření k odstranění invazního nepůvodního druhu náležejícího do unijního seznamu, jehož výskyt byl včas zjištěn, nebo stanovuje izolační opatření v případě, že nelze aplikovat opatření k odstranění. O těchto opatřeních bezodkladně informuje Evropskou komisi.

Česká inspekce životního prostředí kontroluje, jak jsou všemi subjekty dodržována ustanovení právních předpisů, včetně přímo použitelných právních předpisů EU. Rozhoduje o odebrání nedovoleně držovaných jedinců invazních nepůvodních druhů náležejících do unijního seznamu a provádí průběžné kontroly podmínek používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře a využívání invazních nepůvodních druhů náležejících do unijního seznamu.

Kromě uvedených orgánů státní správy jsou kompetentními kontrolními úřady vzhledem k invazním nepůvodním druhům i Celní správa ČR, Státní veterinární správa a Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

Odpovědnost fyzických i právnických osob ve vztahu k invazním nepůvodním druhům

Na provádění opatření k regulaci, odstranění či izolaci jakéhokoli invazního nepůvodního druhu náležejícího do unijního seznamu se podílí vlastník nebo uživatel pozemku. Po provedení opatření je povinen zajistit zamezení opětovného rozšíření druhu. Neprovede-li nebo není-li schopen provedení opatření zajistit, může provedení opatření zajistit orgán ochrany přírody a může uzavřít s vlastníkem nebo uživatelem pozemku písemnou dohodu. Každá fyzická i právnická osoba se dopustí přestupku tím, když neúmyslně zavleče, vysadí či šíří invazní nepůvodní druh náležející do unijního seznamu, úmyslně rozšíří do krajiny jedince nebo křížence nepůvodního druhu bez povolení orgánu ochrany přírody nebo provede přesun cizího nebo místně se nevyskytujícího druhu v akvakultuře bez povolení orgánu ochrany přírody či neprovede opatření proti nepříznivým účinkům takového přesunu nebo nepostupuje podle pohotovostního plánu. Dále pokud poruší podmínky povolení k využívání invazního nepůvodního druhu nebo nepostupuje podle pohotovostního plánu v případě úniku nebo rozšíření invazního nepůvodního druhu na unijním seznamu, nebo pokud poruší omezení přijatá formou mimořádného opatření. Tato osoba nese náklady na opatření nezbytná k prevenci, minimalizaci nebo zmírnění nepříznivých dopadů, včetně nákladů na obnovu poškozených ekosystémů.

Problematika invazních druhů se dotkne nejen zákona o ochraně přírody a krajiny, ale pozměněny budou i další dotčené zákony jako lesní zákon, zákon na ochranu zvířat proti týrání, vodní zákon, zákon o myslivosti, zákon o rybářství a zákon o rostlinolékařské péči.

3 INVAZNÍ RACI V ČR

Tato kapitola se věnuje systematice invazních raků, jejich biologii, nárokům na prostředí a areálům rozšíření.

Nepůvodní druhy v Evropě

V Evropě se ve volné přírodě vyskytuje nejméně **11 nepůvodních druhů raků** (

) řazených do čeledí Astacidae, Cambaridae a Parastacidae (Souty-Grosset et al. 2006, Chucholl et Daudey 2008, Filipová et al. 2009, Crandall et De Grave 2017).

Tabulka 1. Nepůvodní druhy raků ve volné přírodě Evropy

Latinský název	Český název	Anglický název
Astacidae		
<i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852)	rak signální	Signal crayfish
Cambaridae		
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	rak červený	Red swamp crayfish
<i>Procambarus acutus</i> (Girard, 1852)/ <i>zonangulus</i> Hobbs et Hobbs, 1990	rak klínový/ východotexaský	White river crayfish/Southern white river crayfish
<i>Procambarus virginalis</i> (Lyko, 2017)	rak mramorovaný	Marbled crayfish
<i>Faxonius limosus</i> (Rafinesque, 1817)	rak pruhovaný	Spiny-cheek crayfish
<i>Faxonius immunis</i> (Hagen, 1870)	rak kalikový	Calico crayfish
<i>Faxonius virilis</i> (Hagen, 1870)		Virile crayfish
druhový komplex	rak statný	Northern crayfish
<i>Faxonius juvenilis</i> (Hagen, 1870)	rak mladistvý	Kentucky river crayfish
<i>Cambarellus patzcuarentis</i> Villalobos, 1943	rak mexický	Mexican dwarf crayfish, CPO
Parastacidae		
<i>Cherax destructor</i> Clark, 1936	rak ničivý	Common yabby
<i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868)	rak červenoklepetý	Redclaw crayfish

Nepůvodní druhy v České republice

V současné době se u nás ve volné přírodě můžeme prokazatelně setkat celkem se třemi druhy nepůvodních raků z čeledí Astacidae (rak signální) a Cambaridae (rak pruhovaný, rak mramorovaný).

Rak červený je (spolu s rakem mramorovaným) velmi oblíbeným druhem v akvarijních chovech a i u něho hrozí velké riziko, že bude nezodpovědně vysazen do volné přírody. Nelze vyloučit, že zejména v okolí velkých měst již existují etablované populace, které pouze dosud nebyly objeveny.

Všechny čtyři vyjmenované druhy jsou potenciálními přenašeči nejzávažnějšího onemocnění našich původních raků, račího moru!

3.1 Rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)



Obr. 1. Rak signální (foto Monika Štambergová)

Popis druhu

Samci raka signálního (*obr. 1*) dorůstají až 16 cm, zatímco samice 12 cm. Výjimečně se vyskytují i větší jedinci. Hlavohruď je stejně jako klepeta na povrchu hladká, bez trnů. Za očima jsou přítomny dva páry postorbitálních lišt (stejně jako u raka říčního a raka bahenního), přičemž zadní pár lišt může být často docela nevýrazný. Rostrum je poměrně dlouhé, špičaté a ostré.

Klepeta jsou mohutná a široká, s hladkým povrchem na spodní i vrchní straně. U kloubu klepeta bývají na svrchní straně nápadná výrazně bílá či namodralá (až tyrkysová) skvrna – tzv. signální skvrna (odtud i druhový název). U některých jedinců je signální skvrna jen velmi slabě vyvinuta. Na rozdíl od raka říčního, s kterým má rak signální hodně shodných znaků, nemá tento rak na bocích hlavohrudi žádné trny. Takto je možné odlišit juvenilní jedince s nevýraznými skvrnami na klepetech nebo raky bez klepet. Spodní strana klepet bývá intenzivně červeně zbarvená ([příloha 1, 2, 3](#)).

Možnosti záměny

Juvenilní či adultní jedince raka signálního lze zaměnit s rakem říčním, nicméně bezpečně jej poznáme podle naprosto hladkého povrchu klepet a hlavohrudi a absence trnů na bocích hlavohrudi v okolí týlní rýhy.

Ekologie a biologie

Ve své domovině v Severní Americe rak signální obývá nejrůznější typy biotopů od malých potoků po velké řeky a jezera. V našich podmínkách jej známe z rybníků, ze kterých se šíří do potoků a řek. Na některých lokalitách si raci signální hloubí hustou síť dlouhých nor, které způsobují erozi břehů. Podle Souty-Grosset et al. (2006) je rak signální velmi aktivní a migruje stejně dobře jak po proudu, tak i proti proudu toku. Rychlost šíření se udává od 1 až po 24 km za rok po proudu, proti proudu je pohyb pomalejší (Bubb et al. 2006a, Hudina et al. 2017). Je schopen se pohybovat i po souši za účelem překonání překážek v toku.

Oproti původním evropským rakům je rak signální více tolerantní k nepříznivým podmínkám prostředí, obzvláště dobře snáší brakickou vodu a je tolerantní k vyšší teplotě vody (Pöckl et al. 2006). Rovněž vydrží dlouhou dobu bez vody (ve vlhkých norách či v jiném úkrytu).

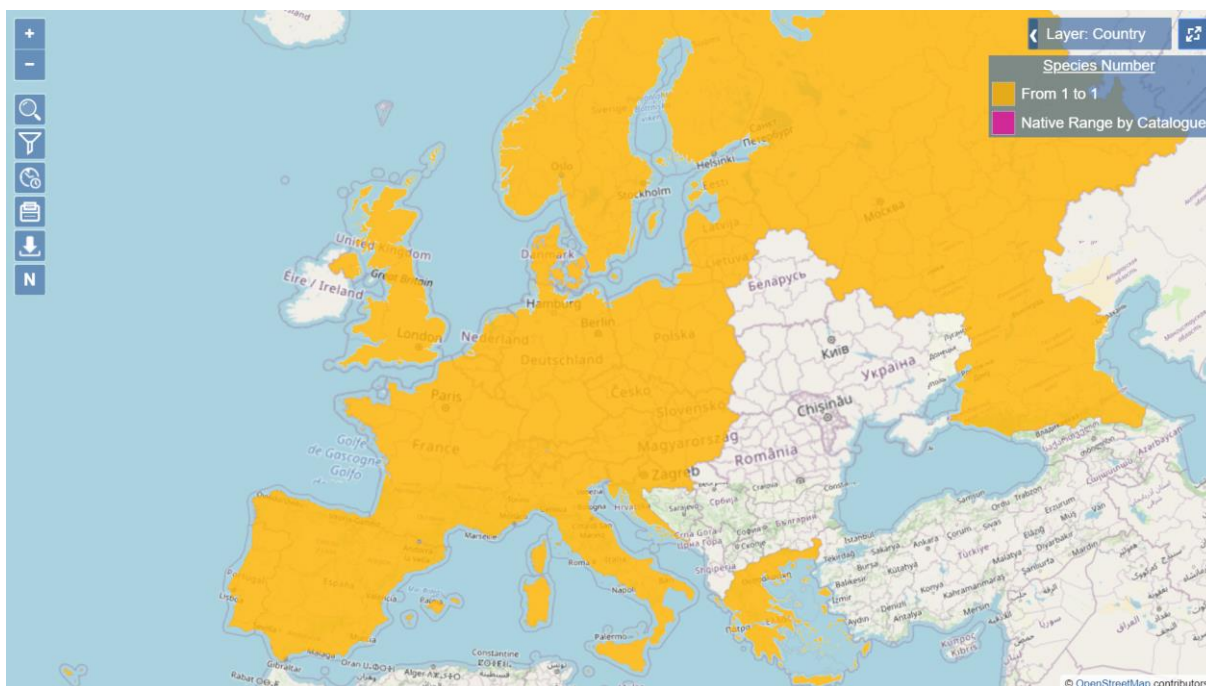
Odhaduje se, že se rak signální může dožít až přes 20 let. Z vajíček vykulení ráčci se zdržují u samic po tři vývojová stadia a posléze se postupně osamostatňují. Pohlavně dospívají ve věku dvou (samci) až tří let (samice) při celkové délce 6–9 cm, výjimečně jsou známy případy dospělosti ve stáří jednoho roku. Stejně jako u raka říčního se páří a kladou vajíčka v září až říjnu. K líhnutí ráčat pak dochází obvykle od konce dubna do konce července podle zeměpisné šířky a nadmořské výšky lokality (tzn. podle teploty vody na lokalitě). Plodnost se pohybuje většinou v počtech 200–400 vajíček, ale byly zaznamenány samice i s více než 700 vajíčky. Nedávno bylo prokázáno, že dospělé samičky uvolňují v období rozmnožování pohlavní feromon, který stimuluje u samců sexuální chování (dvoření, pářící chování) (Souty-Grosset et al. 2006, Chybowski 2013).

Rozšíření ve světě

Areál přirozeného výskytu raka signálního zahrnuje chladnější oblasti severozápadu USA a jihozápadu Kanady (Henttonen et Huner 1999).

Na jihu jeho výskyt zasahuje do Kalifornie, kam bylo velké množství jedinců druhu zřejmě poprvé dopraveno roku 1912. Úspěšně se aklimatizovali zejména na severu státu (Goldman 1973). Druh byl kromě USA introdukován i do Evropy a Japonska (Hiruta 1996, Souty-Grosset et al. 2006).

Z povodí několika kalifornských řek byl malý počet raků signálních roku 1959 introdukován do Švédska. V roce 1960 byli vypuštěni v rámci experimentů na posílení a náhradu vymizelých populací raků říčních. Právě rak signální s rakem říčním byli považováni za ekologicky i gastronomicky srovnatelné druhy. Úspěšná introdukce vedla k dalším introdukcím a koncem 60. a začátkem 70. let byli raci signální převezeni na území Finska, Německa, Lucemburska a Rakouska. V rámci dalších introdukcí (z původního areálu nebo sekundárních) nebo samovolného šíření či úniků, se rak signální rozšířil např. do Francie, Slovinska, Polska, Anglie, Řecka či Norska (Souty-Grosset et al. 2006, Johnsen et al. 2007). Dnes je znám nejméně z 29 evropských zemí a je tak nejrozšířenějším nepůvodním druhem raka v Evropě (*Obr. 2*).

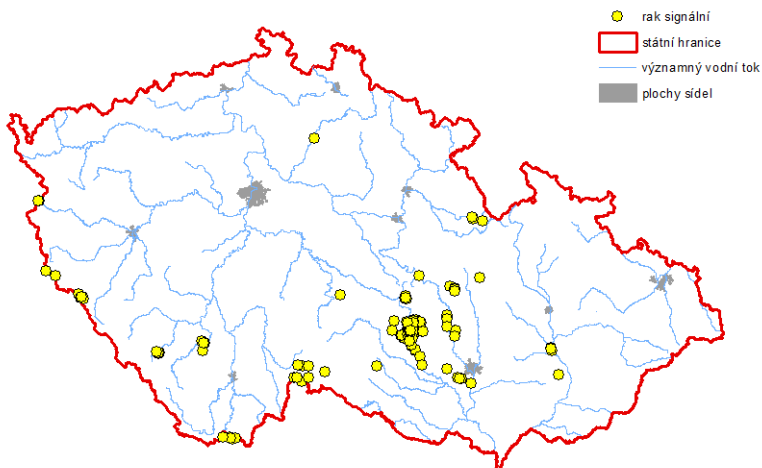


Obr. 2. Rozšíření raka signálního v Evropě (zdroj: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/spexplorer/map/>)

Rozšíření v ČR

Na naše území byli raci signální pocházející ze Švédska poprvé introdukováni v roce 1980. Konkrétní místa vysazení těchto raků se podle autorů různí. Holzer (1987) zmiňuje jako místo vysazení okolí Hradce Králové. Policar et Kozák (2000) a Filipová et al. (2006c) uvádějí dovoz 1 000 juvenilních raků a jejich vysazení na čtyřech lokalitách: rybník Spustík u Velkého Meziříčí, rybník u obce Čáslavice na Třebíčsku, rybník Skříňka u Velké Bíteše a odstavené rameno řeky Jihlavy u Alexovic (Ivančice). Druh se z uvedených lokalit úspěšně uchytil v rybníce u Čáslavic a v rybníce Spustík, odkud byl později loven a vysazován na další místa v ČR (Holzer 1987, Policar et Kozák 2000). Některé další populace v jižních Čechách byly vysazeny záměrně za účelem chovu (Vodňany), některé pravděpodobně s nasazovanými rybami (Vimperk).

V současné době je rak signální znám z mnoha lokalit (obr. 3). Postupně se z etablovaných populací v rybnících šířil a šíří do potoků a řek. V jižních Čechách se k nám dostává z rybářských rybníčků na hraničních tocích s Rakouskem a Německem, např. na Malši nebo Dračici. Většina těchto populací je silně nakažená původcem račího moru. Na Moravě se rak signální rozšířil hlavně v Oslavě, Sázavě, Bobravě a poslední nové nálezy byly zaznamenány v řece Moravě. Početná populace se nachází i na severu Čech v Divoké Orlici.



© VÚV TGM, v. v. i. z dat AOPK, VÚV TGM, v. v. i. a dat získaných od studentů vysokých škol

Obr. 3. Rozšíření raka signálního v České republice, zaznamenané nálezy do roku 2020

Riziko

Rak signální je nebezpečný nepůvodní druh raka. Na některých lokalitách se společně může vyskytovat s původními druhy evropských raků, ale většinou je svou větší schopností konkurence vytlačí (Souty-Grosset et al. 2006). Stejně jako rak pruhovaný je tento agresivní druh přenašečem původce račího moru, který je pro naše druhy obvykle smrtelný, a pokud se nakažení raci signální dostanou do kontaktu s populacemi původních evropských druhů, dochází většinou k přenosu choroby a masovému úhynům (Soderhall et Cerenius 1999, Filipová et al. 2006c).

3.2 Rak pruhovaný (*Faxonius limosus*)



Obr. 4. Rak pruhovaný (foto Monika Štambergová)

Popis druhu

Rak pruhovaný (obr. 4) dorůstá nejvýše 12 cm, většina jedinců je však výrazně menších. Hlavohruď je na povrchu poměrně hladká, nicméně po stranách hlavohrudi jsou nápadné ostré trny v oblasti týlního švu (odtud i anglický název druhu: spiny-cheek crayfish). Za očima je přítomen pouze jeden

pár dlouhých výrazných a z obou stran ostře ohraničených postorbitálních lišt. Na svrchní straně zadečku jsou nápadné cihlově až hnědočerveně zbarvené příčné pruhy, které se v některých případech mohou rozpadat spíše do jednotlivých skvrn ([příloha 1, 2, 3](#)). Pro správné určení druhu je třeba dát pozor na jedince porostlé řasami či s nánosem špíny, neboť proužky na zadečkových člancích v takových případech nemusí být na první pohled příliš zřetelné. Rostrum je poměrně dlouhé a ostře špičaté.

Klepeta jsou relativně drobná s oranžovými špičkami lemovanými tmavě modrým proužkem, na spodní straně světle zbarvená. Na končetině nesoucí klepeto jsou na dvou člancích na vnitřní straně výrazné trny. Na bázi třetího páru kráčivých končetin samce je výrazný hákovitý výrůstek k přidržení samice při kopulaci. Na břišní straně samice mezi posledními dvěma páry kráčivých nohou je nepárový otvor do tzv. semenné schránky (*annulus ventralis*), kam samec při páření ukládá sperma. U pohlavně dospělých jedinců bývá semenná schránka zrohovatělá.

Ekologie a biologie

Rak pruhovaný dobře prospívá v tekoucích i stojatých vodách (Henttonen et Huner 1999). Řeky, ve kterých žije a kterými se úspěšně šíří, patří mezi velké regulované toky, nemeandrující, s pomalu tekoucí vodou. Břehy jsou často zpevněné volně loženými kameny nebo kamenným záhozem. Mezery mezi kameny jsou využívány jako úkryty. Raku pruhovanému se rovněž daří na lokalitách s jílovitým dnem. V Anglii bylo potvrzeno, že si dokáže hloubit rozsáhlé nory (Holdich et Black 2007). Stejně chování bylo pozorováno na několika lokalitách v ČR. Tento agresivní druh relativně dobře odolává znečištění i změnám prostředí, zejména zvýšené teplotě a snížené koncentraci kyslíku ve vodě (Lindqvist et Huner 1999), jemnému substrátu a naplaveninám v tocích, brakickým, zakaleným či organicky obohaceným vodám i vyschnutí biotopu na několik týdnů (Souty-Grosset et al. 2006).

Je to krátkověký druh, dožívá se maximálně tří až pěti let. Páří se na podzim a na jaře a za příznivých teplot vody i v zimě. Samičky kladou vajíčka na jaře a nosí je většinou od konce března do května až června. Tato krátká inkubační doba představuje jednu z mnoha konkurenčních výhod. Naše původní druhy raků nosí vajíčka pod zadečkem celou zimu, čímž dochází k mnohem větším ztrátám. U amerických populací byly zaznamenány samice až s 600 vajíčky, u evropských populací jich mívají obvykle 400 ks. V květnu až červnu se líhnou ráčata, která rychle rostou a dosahují pohlavní zralosti již následujícího roku. Díky své mimořádně vysoké rozmnožovací schopnosti, odolnosti a dobrým migračním schopnostem (spojeným s dalším přemísťováním člověkem) se druh úspěšně rozšířil v mnoha evropských zemích.

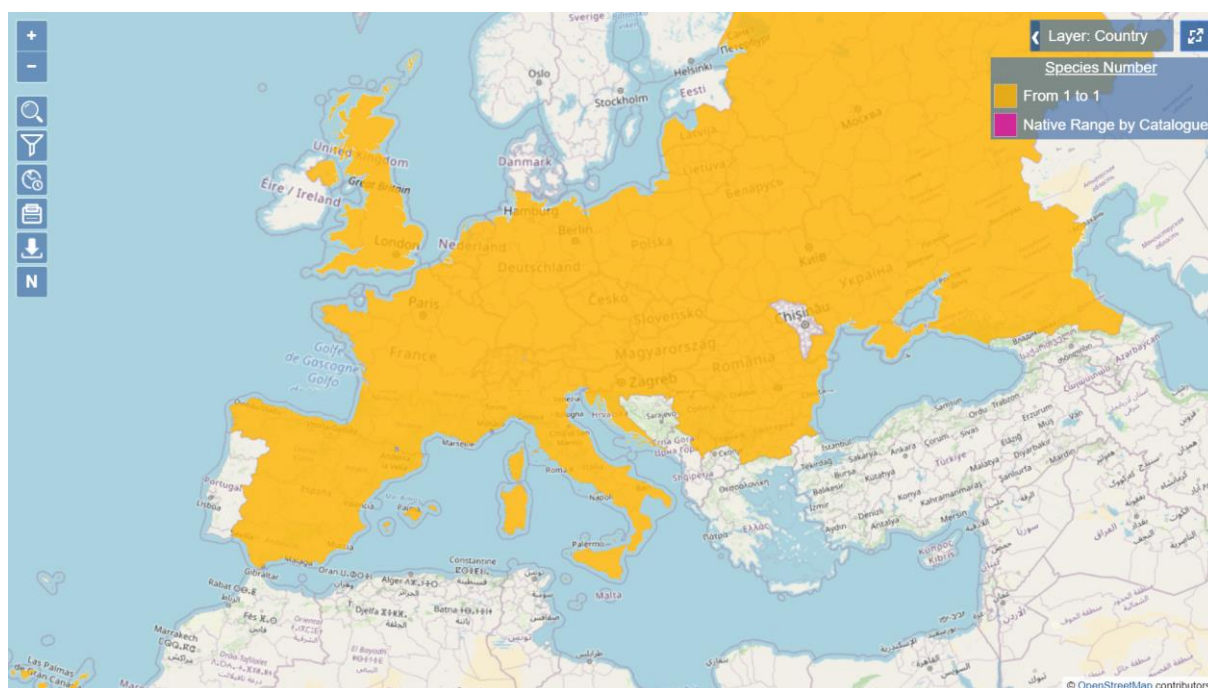
Raci pruhovaní se mohou stát potravou např. úhořů, štik, okounů, volavek, vyder, norků a dalších predátorů (Filipová et al. 2006a, Souty-Grosset et al. 2006). Vzhledem k malému vzrůstu nemají významnější gastronomické využití.

Rozšíření ve světě

Domovinou raka pruhovaného je východní pobřeží Severní Ameriky. V rámci severoamerického kontinentu se však rozšířil i do mnoha států mimo původní areál výskytu.

Do Evropy byl poprvé introdukovan roku 1890. Snahou bylo nahradit původní druhy raků hynoucí na račí mor. Přibližně sto jedinců z Pensylvánie (USA) bylo dovezeno do rybníka v obci Barnowko v severozápadním Polsku nedaleko německých hranic. O pět let později byli odtud raci introdukováni

do řeky Havel u Postupimi (Německo) a i do dalších oblastí v Polsku. Proběhl i další introdukční pokus s raky převezeny z New Yorku do Francie, avšak s neúspěšným výsledkem. Uvádí se, že se vydařily i pozdější introdukce do Francie a Polska. Opravdu úspěšné ale byly až sekundární introdukce do Rakouska, Německa a Francie (Henttonen et Huner 1999, Souty-Grosset et al. 2006). Podle Filipové et al. (2011) jsou všechny evropské populace raka pruhovaného potomky prvně introdukovaných přibližně 90 ks raků z roku 1890. Tak či onak, druh se dále šířil samovolně a nyní se vyskytuje nejméně v 20 evropských zemích (Maguire et Gottstein-Matocec 2004, Filipová et al. 2006a, Souty-Grosset et al. 2006, Janský et Kautman 2007, Puky 2009) (obr. 5). Rak pruhovaný pronikl rovněž do Rumunska, kde byl v roce 2008 poprvé zaznamenán v řece Dunaji (Pârvulescu et al. 2009). Mimo území Evropy byl introdukován např. do Maroka (Souty-Grosset et al. 2006).



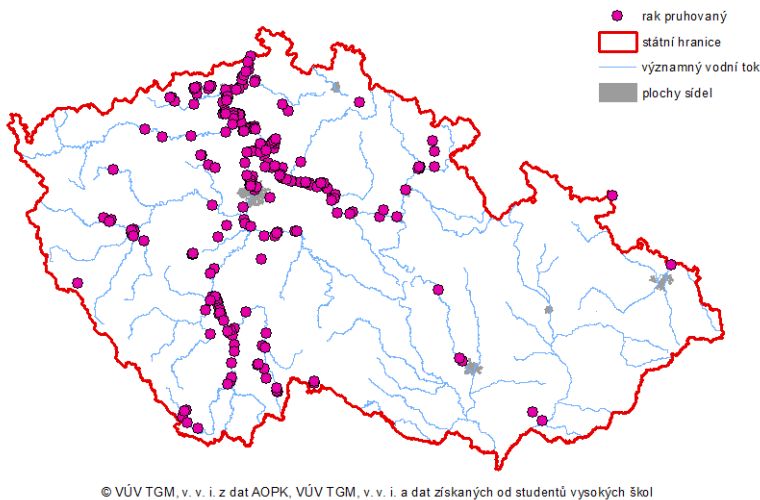
Obr. 5. Rozšíření raka pruhovaného v Evropě (zdroj: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/spexplorer/map/>)

Rozšíření v ČR

Rak pruhovaný se do ČR pravděpodobně dostal přirozenou migrací proti proudu Labe z Německa. Poprvé byl odchycen u Ústí nad Labem v roce 1988 (Hajer 1989). Pravděpodobně již ale žil v 60. letech 20. století v oblasti Štětí (Matouš 1995, Petrušek et al. 2006). Labem se rak pruhovaný šířil dále proti proudu a povodí řeky stále představuje i hlavní centrum rozšíření druhu. V současné době se vyskytuje prakticky souvisle od Hřenska po Jaroměř a v řadě labských přítoků, zejména ve Vltavě (díky dalším introdukcím až po Lipno včetně větších přítoků), Ohři, Cidlině, Metuji, Úpě a dalších (obr. 6).

Druh není vázán pouze na velké toky. Můžeme se s ním setkat i v drobných vodotečích, ve kterých se drží spíše při ústí, a jak se zdá, neproniká daleko proti proudu. Rak pruhovaný známe i z mnoha stojatých vod, ze kterých se bohužel může šířit dál prostřednictvím člověka. Do rybníků, zatopených lomů, pískoven a dalších nádrží někdy bývá záměrně vysazován (zřejmě rybáři a potápěči) (Filipová et al. 2006b, Petrušek et al. 2006). Izolovaný výskyt byl zaznamenán např. v pískovněch u Kostelce nad Labem a Brandýsa nad Labem, u Pardubic, v Úpě a Metuji (Petrušek et al. 2006),

v údolní nádrži Lipno (Beran et Petrušek 2006), v povodí řeky Odry (Ďuriš et Horká 2007) a na jižní Moravě (Anonymus 2008).



Obr. 5. Rozšíření raka pruhovaného v České republice, zaznamenané nálezy do roku 2020

Riziko

Rak pruhovaný je nebezpečný nepůvodní druh raka, který je přenašečem původce račího moru. Na některých lokalitách se může společně vyskytovat s původními druhy raků, ale většinou je v důsledku větší konkurenceschopnosti a přenosu račího moru vytlačí a přebírá jejich stanoviště (Souty-Grosset et al. 2006).

3.3 Rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*)



Obr. 6. Rak mramorovaný (foto Eva Štruncová)

Popis druhu

Rak mramorovaný (*obr. 7*) dorůstá obvykle 8 až 10 cm, výjimečně až 13 cm. Krunýř může být zbarven od tmavohnědé, přes hnědavou, zelenou či modrou. Charakteristickým znakem je nápadné mramorování, jak už jméno druhu napovídá.

Hlavohrudní krunýř je na povrchu hladký. Za očima je přítomen jeden pár postorbitálních lišt. Po stranách hlavy je přítomen jeden pár trnů. Klepeta jsou velmi drobná, slabě granulovaná. Spodní strana klepet může být zbarvena od oranžové, přes béžovou až po šedomodrou ([příloha 1, 2, 3](#)). Obdobně jako u raka pruhovaného má samice na břišní straně mezi posledními dvěma páry kráčivých nohou nepárový otvor do tzv. semenné schránky (*annulus ventralis*). Samci u této formy ale nejsou vůbec známí.

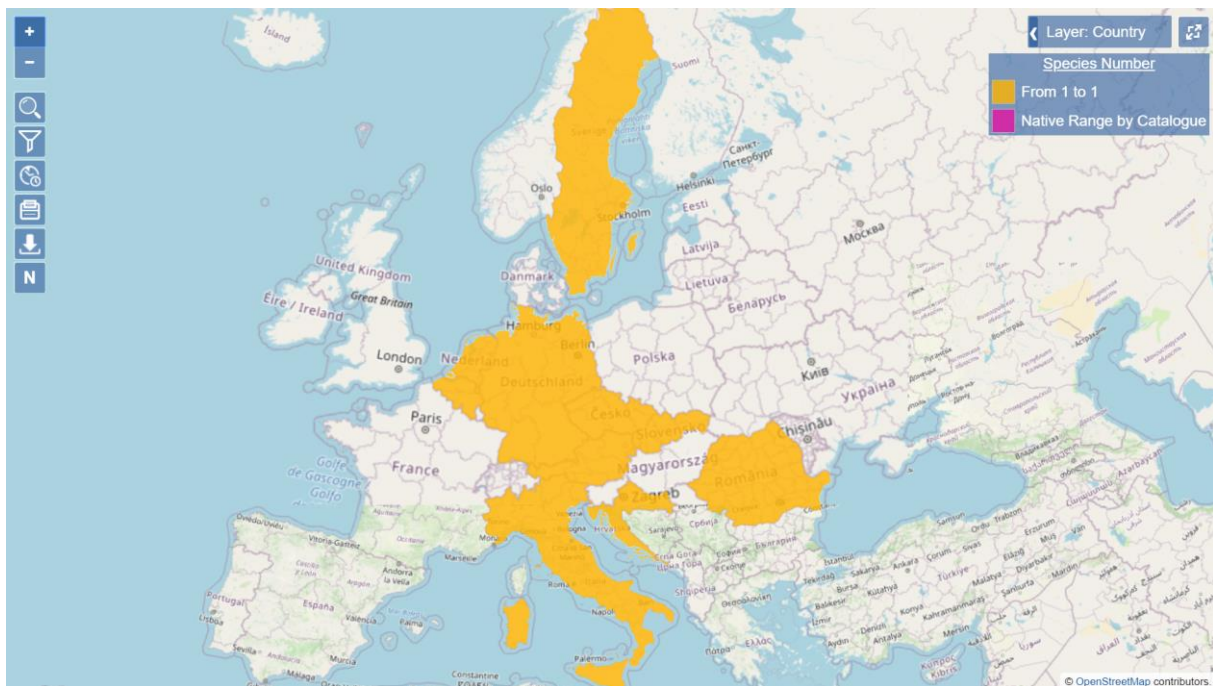
Ekologie a biologie

Rak mramorovaný je schopen žít ve stojatých i tekoucích vodách. U nás je populárním a akvaristy často chovaným druhem díky svému mramorovanému zbarvení, rychlému rozmnožování a snadnému odchovu. Patří mezi krátkověké druhy, dožívá se většinou dvou, maximálně tří až čtyř let. Jedná se o drobnějšího raka rozmnožujícího se partenogeneticky, tj. bez přítomnosti samců, kdy se z neoplozených vajíček líhnou pouze samice geneticky shodné s matkou. Jedinci rychle rostou a pohlavně dospívají již ve věku několika měsíců. Rozmnožování raka mramorovaného probíhá i několikrát do roka. Vzhledem ke svým vlastnostem je rak mramorovaný velmi vhodný laboratorní modelový organismus využívaný při toxikologických výzkumech (Vogt 2008, 2010).

Rozšíření ve světě

Druhovú totožnost ani původní areál druhu není znám. V roce 2010 byl určen jako partenogenetická triploidní forma raka klamavého (*Procambarus fallax*), který se přirozeně vyskytuje na jihovýchodě Spojených států amerických. Od roku 2017 je uváděn jako samostatný druh.

První zmínky o výskytu raka mramorovaného pocházejí z 90. let 20. století z Německa. Objevil se v odchovných akvaristů, vznikl pravděpodobně náhodnou triploidizací při chovu raka klamavého a jeho následným rozšířením. Vzhledem ke genetické shodnosti všech doposud známých jedinců pochází druh z jediného původního jedince. Výskyt tohoto záhadného druhu ve volné přírodě byl poprvé publikován z Německa (Vogt et al. 2004); byl objeven v roce 2003 v zatopené štěrkovně v oblasti Karlsruhe. V současné době je jeho výskyt zaznamenán ve více než 11 evropských zemích (Janský et Mutkovič 2010, Bohman et al. 2013, Lipták et al. 2016, Patoka et al. 2016, Patoka et Kouba 2017, Pârvulescu et al. 2017) (*obr. 8*). Kromě Evropy se rak mramorovaný objevil např. na Madagaskaru (Jones et al. 2009) či v Japonsku (Kawai et al. 2009).

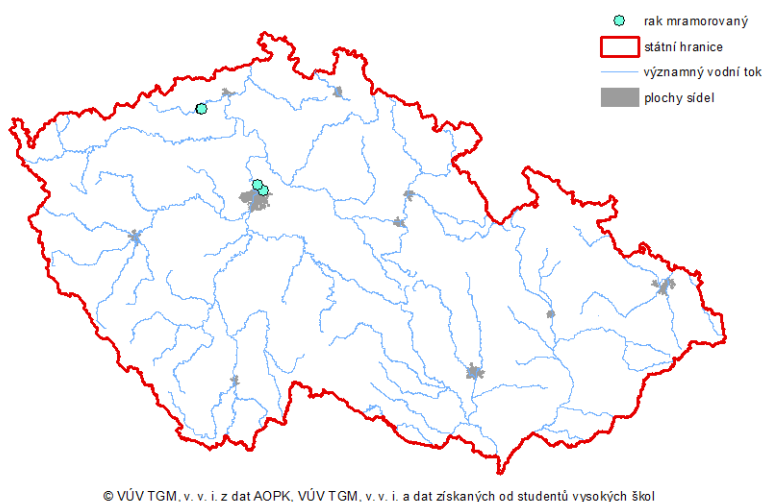


Obr. 7. Rozšíření raka mramorovaného v Evropě, chybí nálezy z Ukrajiny, Estonska a Maďarska (zdroj: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/spexplorer/map/>)

Rozšíření v ČR

Rak mramorovaný byl na našem území (*obr. 9*) prvně zaznamenán na podzim roku 2015 v parkovém rybníčku na pražském Proseku. Další nález z léta 2016 je z vodní plochy na Radovesické výsypce u Bíliny v severních Čechách (Patoka et al. 2016). Populace z Proseku úspěšně přezimovala, u obou pak byly zjištěny známky reprodukce, a proto je lze považovat za etablované. Raky na obě lokality vypustili s největší pravděpodobností místní akvaristé.

V roce 2019 byl druh ve volné přírodě znovu zachycen na území spravovaném Severočeskými doly, a. s., nedaleko Bíliny a v roce 2020 byla nalezena další početná populace raka mramorovaného v Dolních Chabrech. V obou případech se jedná nejspíš o záměrné vypuštění raků akvaristy (Anonymus 2019).



Obr. 8. Rozšíření raka mramorovaného v České republice, zaznamenané nálezy do roku 2020

Riziko

Rak mramorovaný je schopen velmi rychle dospět a rozmnožovat se již cca ve stáří 15 týdnů. Rozmnožovat se může i několikrát během roku. Každý chovatel je tedy nucen poměrně brzy řešit problém, co s mladými jedinci, a hrozí, že jedním ze zvolených řešení může být vypouštění přebytků do volné přírody. Vzhledem k tomu, že jediná samice může založit životaschopnou populaci a zároveň může být hostitelkou račího moru, představuje její případné šíření obrovské riziko. Nejčastějšími místy nálezu bývají příměstské oblasti, které jsou snadno dostupné a dochází zde k nezákonnému vypouštění akvarijních živočichů do přírody nebo jejich únikům ze zahradních jezírek. Rak mramorovaný byl považován za teplomilný druh. Bylo však doloženo, že je schopen úspěšně přezimovat i v klimatických podmínkách mírného pásma. To odpovídá i potvrzené reprodukci na mnoha lokalitách. Tyto populace jsou označovány za etablované a lze očekávat jejich budoucí šíření (Patoka et Kouba 2017).

3.4 Rak červený (*Procambarus clarkii*)

Popis druhu

Přestože zatím není tento rak (*obr. 10 a 11*) z volné přírody u nás znám, zmíníme rozlišení tohoto druhu vzhledem ke značné pravděpodobnosti, že se v naší přírodě časem může objevit. Dorůstá 12 až 15 cm. Poměrně štíhlé tělo je obvykle tmavě červené až rudohnědé se světlejšími skvrnami. Může být ale i sytě oranžově zbarvený. Na rozdíl od ostatních druhů jsou podélné žábrosrdeční rýhy sblížené, často se dotýkají ([příloha 1](#), [2](#), [3](#)). U ostatních druhů je mezi nimi prostor (areola).



Obr. 9. Rak červený (foto Miloslav Petrtýl, ČZU v Praze)



Obr. 10. Hlavohrudní krunyř a klepeta raka červeného; šipka ukazuje na těsně sblížené žábrosrdeční rýhy, což je důležitý determinační znak (Pöckl et al. 2006)

Hlavohruď je na povrchu drsná, zvláště za týlním švem. Za očima je přítomen jeden pár postorbitálních lišt. Špička rostra je krátká. Klepeta jsou poměrně úzká, červená na obou stranách, prsty výrazně prohnuté. Na svrchní straně klepet jsou zářivě červené (výjimečně modré) trny a hrboly. Spodní strana klepet je zářivě červená. Obdobně jako u raka pruhovaného má samice na břišní straně mezi posledními dvěma páry kráčivých nohou nepárový otvor do tzv. semenné schránky (*annulus ventralis*). Dospělý samec má hákovité výběžky na bázi třetího a čtvrtého páru kráčivých nohou (počítáno včetně klepet).

Ekologie a biologie

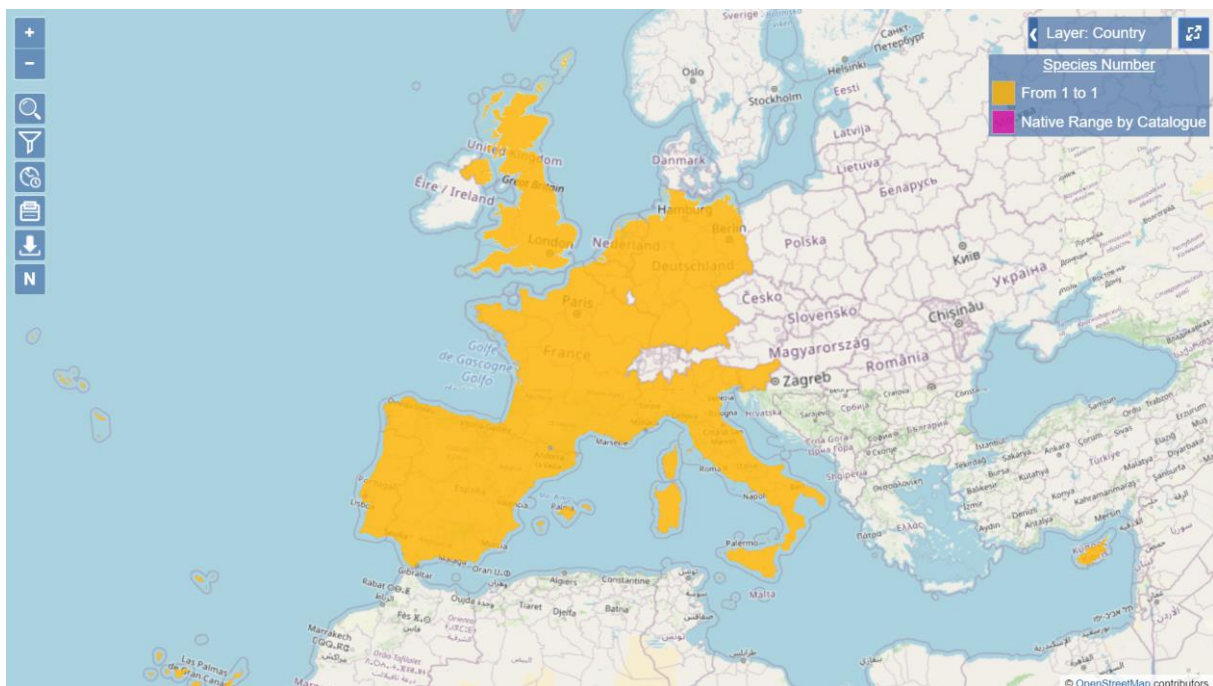
V rámci raků patří tento druh mezi poměrně krátkověké živočichy. Dožívá se čtyř let, ve volné přírodě ale většinou jen 12–18 měsíců. Má vysokou rozmnožovací schopnost a dospívá ve stejném roce, kdy se vylíhl. Zejména v nižších zeměpisných šířkách může mít alespoň dvě generace do roka a u samic byla zjištěna plodnost až nad 600 vajíček v jedné snůšce. Jedná se o agresivního raka, který je přizpůsoben životu v sezonně zaplavovaných mokřadech a dokáže si hloubit nory až do více než dvou metrů. Žije v různých typech biotopů, např. v bažinách, řekách, pomalu tekoucích vodách, přehradách, zavlažovacích systémech či rýžových polích a nevyhýbá se ani slanému prostředí. Je celkově odolný vůči nejrůznějším vlivům prostředí a je velmi adaptabilní. Jedná se o teplomilný druh, přesto může přežít i v zamrzajících vodách (např. v Anglii).

Rozšíření ve světě

Rak červený má svůj původní areál rozšíření od severního Mexika po nejzápadnější oblast Floridy a k severu po Illinois a Ohio.

Byl introdukován na mnoho míst světa (např. do dalších oblastí USA, Střední a Jižní Ameriky, na Havajské ostrovy, do Japonska, Číny, na Taiwan, do Izraele, Egypta, Ugandy, Zambie a Evropy) (Souty-Grosset et al. 2006, Wizen et al. 2008).

V roce 1973 byli rak červený společně s rakem východotexaským (*Procambarus zonangulus*) introdukováni ze státu Louisiana (USA) do jižního Španělska, kde se velmi úspěšně uchytili. Následnými introdukcemi se v 70. a 80. letech 20. století druh rozšířil i do Francie a Itálie a přirozenou cestou či introdukcemi kolonizoval Portugalsko. Rozmnožující se populace jsou známy od roku 1996 i v Německu a Švýcarsku (Pöckl 1999). Vyskytuje se rovněž na několika ostrovech, např. na Azorách (São Miguel), Baleárských ostrovech (Mallorca), Kanárských ostrovech (Tenerife), Sardinii a Sicílii a pravděpodobně i na Kypru. Některé introdukce pocházejí ze Španělska, jiné z Keni a Dálného východu (Souty-Grosset et al. 2006). V posledních letech byl zaznamenán výskyt druhu rovněž v Maďarsku a Polsku a tyto nálezy představují zatím nejzápadnější severovýchodní naleziště ve volné přírodě Evropy (obr. 12) (Maciaszek et al. 2019).



Obr. 11. Rak červený v Evropě, chybí nálezy z Polska, Švýcarska a Maďarska (zdroj: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/spexplorer/map/>)

Rozšíření v ČR

V České republice zatím není znám žádný nález raka červeného z volné přírody. Tento druh je však oblíbený v akvarijních chovech a hrozí, že bude nezodpovědně vysazen do přírody i u nás. Nelze vyloučit, že již existují zejména v okolí velkých měst populace, které pouze doposud nebyly objeveny. V posledních letech byly zaznamenány úhyny raka říčního v Rožnovské Bečvě a raka říčního a kamenáče ve Stroupínském potoce a původce račího moru zde genotypově odpovídal *A. astaci*

z raka červeného. Zda bylo zdrojem nákazy vysazení invazního raka do volné přírody, nebo třeba pouze vylití kontaminované vody z akvária, zatím nelze určit. Nicméně ve stejných klimatických podmínkách v Polsku rak červený již nalezen byl (J. Svobodová – in verb., Maciaszek et al. 2019).

Riziko

Přítomnost raka červeného způsobuje kromě možného přenosu račího moru i další problémy, např. škody v zemědělství známé ze Španělska z rýžových polí, kde hloubí nory, čímž zakaluje vodu, a také likviduje vodní vegetaci. Rak červený snižuje druhovou diverzitu i abundanci makrofyt, bezobratlých a obojživelníků změnami ve struktuře potravních řetězců (Souty-Grosset et al. 2006). Rovněž akumuluje těžké kovy a jiné škodlivé látky, jež se hromadí ve vyšších potravních úrovních.

4 ŠÍŘENÍ INVAZNÍCH DRUHŮ RAKŮ

4.1 Šíření raků člověkem

4.1.1 Záměrné šíření (vysazování) raků

„Plošné“ vysazování invazních druhů

Souvisí, nebo lépe řečeno souviselo, se snahou o obnovu račích populací zdecimovaných pandemií račího moru v Evropě a sahá již do období konce 19. století. Prvním takto vysazeným druhem byl rak pruhovaný, který byl do Evropy poprvé introdukován v roce 1890 do Polska (Souty-Grosset et al. 2006), odkud se pak šířil do dalších zemí (Holdich et al. 2009b). Na naše území se dostal již přirozenou cestou po Labi, a to v 80. letech 20. století (Hajer 1989), odkud se samovolně šířil do přítoků. Zejména rybáři byl pak vysazován i na řadu dalších lokalit v tekoucích i stojatých vodách (Petrušek et al. 2006). Dalším druhem, který byl do Evropy dovezen do Švédska v roce 1959 jako náhrada za zdecimované populace raka říčního, je rak signální (Souty-Grosset et al. 2006). V období let 1967–1968 pak byla provedena introdukce i do Finska (Westman et al. 1999). Švédské populace se staly zdrojem pro další introdukce v rámci Evropy, což je případ i České republiky, kam byl rak signální ze Švédska poprvé vysazen na počátku 80. let 20. století (Policar et Kozák 2000).

Lokální vysazování chovateli

- **Vysazování do volné přírody**

I lokálním vysazováním raků byly a mohou být založeny rozmnožující se populace, které se stávají potenciálním zdrojem pro další šíření. Aktuálně se tento problém na našem území týká především dvou druhů amerických raků, hojně chovaných v lidské péči a donedávna běžně dostupných ve většině prodejen s akvarijními živočichy – raka mramorovaného (*Procambarus virginalis*) a raka červeného (*Procambarus clarkii*). Rak mramorovaný byl na našem území ve volné přírodě již v nedávné minulosti prokázán, vitální populace raka červeného u nás zatím doložena nebyla. V okolních zemích se ale ve volné přírodě již vyskytuje např. v Polsku (Maciaszek et al. 2019).

Důvody k vysazování podobných druhů do volné přírody jsou v zásadě dva:

- etický problém chovatelů s případnou likvidací přebytků z úspěšných chovů, místo usmrcení raky vypustí do volné přírody a pravděpodobně si přitom ani neuvědomují míru rizikovosti takového chování;
- záměrný pokus o vysazení nového druhu do naší přírody (motivace i míra uvědomování si případných rizik může být přitom různá).

- **Vysazování do zahradních jezírek**

Raci mohou být vysazováni jako okrasný prvek do různých zahradních jezírek, odkud mohou buďto aktivně (odtokem nebo migrací po souši) nebo pasivně (např. při povodních nebo pomocí predátorů) vnikat do přilehlých přírodních stanovišť. Zejména v případě partenogeneticky se množícího raka mramorovaného pak k založení populace může postačit jediná samice.

- **Vysazování do zatopených lomů a podobných stanovišť**

K záměrnému vysazování nepůvodních raků dochází do různých potápěčsky atraktivních lokalit, jako jsou opuštěné lomy. Motivací je zvýšení atraktivity potápění. Skutečnost, zda se jedná o nepůvodní či původní druh, je v takové situaci často zřejmě marginální. Ukázkovým příkladem takového jednání může být např. vysazení raka pruhovaného a snaha o vysazení raka signálního (i přes informovanost vlastníka o rizicích s tím spojených) do lomu Mrákov na Domažlicku (D. Fischer, V. Říš – vlastní data).

- **Záměrné vysazování rybáři**

Frekvenci takových případů nelze odhadnout, ale zcela jistě k nim dochází. Motivací může být v takovém případě snaha o chov raků pro gastronomické účely i jen touha po tom mít v rybníku raky. Do jaké míry přitom jde o vědomé šíření nepůvodního druhu, není možné odhadnout. Zde lze doložit např. vysazení raka signálního společně s rakem pruhovaným na Jindřichohradecku do Malého klikovského rybníka (A. Petrusek – in verb.).

4.1.2 Nechtěné šíření raků

Pasivní šíření v rámci převozu rybích násad

Přenos raků s rybími násadami je aktuálně pravděpodobně nejčastější způsob zavlečení invazních druhů raků na další migračně nespojitě lokality, vysvětlující např. rychlou kolonizaci větších soustav rybníků obhospodařovaných stejným subjektem. Při výloveh velkých rybníků a následných převozech ryb totiž prakticky nelze zabránit i současnému zavlečení raků. Vzniká tak řada dalších zdrojových populací jak pro další pasivní či aktivní šíření tohoto druhu, tak pro přirozené šíření v navazujících tocích.

K zavlečení nepůvodních druhů může podobným způsobem dojít i přímo do vodních toků, a to za situace, kdy jsou ryby produkované v nádržích rovnou využívány k zarybňování rybářských revírů v tekoucích vodách.

Kromě přenosů raků jako takových se stejným způsobem může přenášet původce račího moru, a to vodou nebo vlhkým rybářským náčiním. Tím může dojít k propuknutí onemocnění na relativně izolovaných lokalitách bez zjevně známého původce onemocnění.

V souvislosti s výlovy nádrží nastupuje navíc ještě další aspekt, a to aktivní přenosy raků v dobách výlovů – viz dále.

Pasivní šíření v rámci převozu a skladování sedimentu

Další potenciální způsob zavlečení invazních druhů raků na nové lokality souvisí s povinností správců toků udržovat průchodnost koryt. Při těchto činnostech je z toků odstraňován nahromaděný sediment, štěrkové a kamenité náplavy, mrtvé dřevo apod., tedy materiál, který často bývá osídlen raky. Pokud je pak vybagrovaný substrát převezen na jinou lokalitu a uskladněn v blízkosti vodních ploch, je zde poměrně velká pravděpodobnost, že přeživší raci tato stanoviště kolonizují.

Šíření v rámci zprůchodňování toků

K šíření nepůvodních druhů může přispívat i zprůchodňování migračních bariér, jako jsou jezy, příčné stupně, ale i např. hráze rybníků či přehrad. Jedná se o činnost s bezesporu pozitivními dopady na zoocenózy toků, nicméně v některých případech tak může dojít např. ke zpřístupnění lokalit s doposud izolovaným výskytem autochtonních druhů raků. Z tohoto důvodu je třeba vždy odstranění či zprůchodnění migrační bariéry důsledně zvážit ve vztahu k možnému šíření invazních druhů. Minimálně v situacích, kdy by tak byly ohroženy populace raka kamenáče, by pak měla být vždy upřednostněna ochrana tohoto druhu, což s sebou může často přinést i nutnost zachování či dokonce „posílení“ příčných bariér v toku.

Aktivní šíření v rámci záchranných přenosů

Jde zřejmě o velmi častý případ zavlečení nepůvodních raků na další lokality, ke kterému dochází v situacích, jako jsou výlovy rybníků, vysychání potoků, práce v korytech toků apod.

Raci bývají při takových situacích živelně odlovováni a zachraňováni širokou veřejností i nedostatečně informovanými amatérskými ochranáři, kteří nedokážou rozpoznat jednotlivé druhy, a tím tak dochází v dobré víře k nechtěnému přenosu invazních druhů na nové lokality. K podobným případům již několikrát došlo jak v souvislosti s rakem pruhovaným, tak s rakem signálním (např. přenos raků pruhovaných z Černovického potoka u Soběslavi (D. Fischer – vlastní data) nebo přenosy raků signálních při výlovech rybníků na Jindřichohradecku (M. Kotyza – in verb.).

Jedinou obranou proti tomuto jevu je dostatečná informovanost široké veřejnosti o výskytu nepůvodních druhů, nebezpečích spojených s jejich šířením a rozlišování jednotlivých druhů raků.

Záměna za autochtonní druhy

Může se jednat o aktivní vysazení v domnění, že se jedná o autochtonní druh raka. Podobně se zřejmě např. v roce 2018 dostal rak signální do rybníka v Radíkově na Jindřichohradecku. Následující rok byl již zaznamenán i v Radíkovském potoce pod nádrží (Fischer 2019). Následkem bylo vyhynutí místní velmi početné populace raka říčního s největší pravděpodobností na račí mor.

4.2 Přirozené šíření raků

4.2.1 Aktivní šíření raků

Aktivní šíření raků přímo souvisí s jejich migrací, která patří mezi základní životní projevy většiny druhů živočichů (potravní a reprodukční migrace, hledání nových úkrytů apod.). Intenzita a rychlost migrace je přitom závislá na řadě faktorů, jako je např. hustota populace (nasycení biotopu raky), vnitrodruhová i mezidruhová kompetice, stanovištní podmínky, predační tlak, nabídka potravy atd. V neposlední řadě závisí i na samotných migračních schopnostech jednotlivých druhů. Vzhledem k významu migrací invazních druhů raků ve vztahu k ochraně druhů autochtonních byla této problematice věnována v řadě zemí intenzivní pozornost.

U raka signálního byly zjištěny průměrné migrační vzdálenosti v řádu desítek metrů za den. Nejdelší zjištěné denní migrace jsou ale až ve stovkách metrů. Bubb et al. (2004, 2005, 2006a) zjistili v různých

tocích v severní Anglii průměrnou délku migrace 2,4 km, 5,4 km, resp. 13,2 km za rok. Zjištěné denní migrace dosahovaly délky i 250 a 345 m. Hudina et al. (2011) uvádějí rychlost šíření tohoto druhu v Chorvatsku v průměru až 28 m/den (což v přepočtu činí 10,2 km za rok) a Hudina et al. (2017) 2,84 km/rok po proudu a 2,23 km/rok proti proudu. Peay et al. (2009) udávají z Anglie rychlost šíření populace raka signálního 0,46 km za rok po proudu a jen 0,1 km proti proudu. Tomu odpovídá i sledování rychlosti šíření raků signálních v ČR na toku Besének, kde jedinec za 30 dnů překonal 500 m proti proudu (tj. 16 m/den, J. Svobodová – vlastní data).

Migrace populací raka signálního a raka červeného sledovali Anastácio et al. (2014, 2015). U raka červeného zaznamenal průměrnou délku migrace 8,8 m/den, u raka signálního pak až 17,5 m/den. Nejdelší zaznamenané migrace byly 255 m/den u raka červeného a 461 m/den u raka signálního. Gherardi et al. (2002) uvádějí průměrnou délku migrace u raka červeného 1–11 m/den. Denní uražené vzdálenosti ale mohou dosahovat až stovek metrů či dokonce kilometrů v období páření (Gherardi et Barbaresi 2000, Gherardi et al. 2000, Buřič et al. 2009b).

Migrační schopnosti raka pruhovaného v Maďarsku studovali např. Puky et Schád (2006) a zjistili rychlost kolonizace až 13 km za rok. Hirsch et al. (2016) dokonce dokumentovali, že rak pruhovaný je schopen urazit 1 200 m za 4–13 dnů. Migrace raků se zvyšuje v době páření, kdy je rak pruhovaný schopen urazit za den více než 100 m, s denní průměrnou uraženou vzdáleností okolo 15 m. Mimo reprodukční sezonu je průměrná vzdálenost poloviční (Buřič et al. 2009a, 2009b).

Mnoho prací vyhodnotilo invazní druhy raků v porovnání s druhy původními jako migračně schopnější (Gherardi et al. 2000, Bubb et al. 2006b, Buřič et al. 2009a).

Zmiňované práce se zabývají migrací raků ve vodním prostředí. Raci jsou nicméně zcela jistě schopni překonávat určité vzdálenosti i po souši. K tomu dochází jednak v různých krizových situacích (např. vysychání toků, vyplavení raků z koryt při povodních atd.) a jednak evidentně i v rámci prostého vyhledávání nových stanovišť a potravy. Na našem území bylo takto např. zdokumentováno rychlé osídlení izolovaných lučních zemních tůň raky (v daném případě se jednalo o původního raka říčního) z nádrže vzdálené cca 50–100 m (D. Fischer – vlastní data).

Přirozené šíření raků z různých refugií může být také významně urychleno a podpořeno např. lokálním zlepšením stanovištních podmínek (např. revitalizací či renaturací přítoků, zlepšením jakosti vody apod.).

4.2.2 Pasivní šíření raků

Jako nejpravděpodobnější případ přirozeného šíření raků po proudu toků, a to zřejmě často i na dlouhé vzdálenosti, lze uvést povodně. Zvláště juvenilní jedinci však mohou být odneseni proudem i mimo extrémní stavy vody. Dalším případem pasivního šíření raků je nespíš i dálkové šíření juvenilních raků červených, zachycujících se na peří ptáků (Anastácio et al. 2014). Známé jsou přenosy i na pneumatikách terénních vozů nebo převoz s odstraňovaným sedimentem z nádrží nebo toků.

5 NEGATIVNÍ VLIV INVAZNÍCH DRUHŮ RAKŮ

Invazní druhy raků se vyskytují v Evropě již od 19. století. V rámci invazního procesu překonaly na mnoha místech fázi kolonizace, aktuálně se na různých místech Evropy nachází ve fázi **naturalizace**, tedy fázi postupného šíření druhu a jeho pronikání do polopřirozených a přirozených biotopů nebo v poslední fázi, až **expanzi** neboli intenzivního šíření i do dalších, pro druh méně vhodných biotopů. Invazní druhy raků jsou v konkurenci s našimi druhy obvykle výrazně úspěšnější. Za tímto úspěchem stojí **širší ekologická valence, vyšší reprodukční potenciál, větší migrační schopnost, agresivita** a hlavně **přenos původce račího moru**. Jakkoliv máme tendenci posuzovat především negativní vliv na naše druhy raků, je zřejmé, že zásadnější mohou být problémy, které působí invazní druhy raků v rámci celého ekosystému, který obývají. Invazní raci totiž dokáží **kompetovat** nebo **predovat** další druhy vodních bezobratlých, ryb nebo dokonce **měnit trofickou strukturu** ekosystému nebo **strukturu habitatu**. Nezanedbatelným negativním vlivem je také potenciální **koinvaze** neboli současný **přenos parazitů** či **epibiontů**, které invazní druhy raků obývají.

5.1 Negativní vliv invazních druhů raků na původní druhy raků

5.1.1 Račí mor

Základní informace o račím moru

Původcem onemocnění je *Aphanomyces astaci*, parazit patřící do skupiny Oomycetes, což jsou organismy připomínající plísně. *A. astaci* roste v podobě vláken (hyf) pouze v kutikule raků a některých příbuzných sladkovodních desetinoých koryšů, jako jsou krabi nebo krevety (Svoboda et al. 2014a, 2014b). Není známo, že by parazit napadal jiné druhy živočichů, jako například ryby, vodní hmyz a jeho larvy, blešivce, planktonní organismy apod. Parazit se rozmnožuje pomocí pohyblivých zoospor, které infikují další jedince. Délka života zoospor může být i několik týdnů a závisí na teplotě (při nižší teplotě vydrží spory déle) a složení vody (Svoboda et al. 2014b). Parazit nemá žádná trvalá stadia, která by dlouhodobě přežívala na lokalitách bez vhodných hostitelů. Pokud tedy raci (popř. krabi, krevety) na lokalitě kompletně vyhynou, vymizí i původce račího moru. Z praktického hlediska je třeba zmínit, že *A. astaci* rostoucí v kutikule nakažených raků může přežít průchod trávicím traktem ryb (Oidtmann et al. 2002). Průchod živého parazita trávicím traktem ptáků a savců je nepravděpodobný kvůli vyšší tělesné teplotě (Svoboda et al. 2020). Zoospory také nepřežívají vyschnutí (Alderman et Polglase 1986) a zmrznutí.

Velký rozdíl je mezi infekcí raků původních v Severní Americe (kde se zřejmě parazit vyvinul) a v jiných částech světa. Severoameričtí raci obvykle při napadení parazitem spouští rychlou imunitní odpověď a zastaví růst vláken *A. astaci* v kutikule (Cerenius et al. 2003). Uhynout mohou oslabení jedinci se sníženou imunitou, ale na populace těchto druhů raků nemívá obvykle infekce tímto parazitem významný vliv. Není známý žádný postup, jak raky infekce zbavit. Nakažení jedinci tak zůstávají chronickými přenašeči nákazy, z nichž se do vody uvolňují zoospory. Ne všichni jedinci v populacích bývají infikováni, nelze to však bez laboratorního testu rozpoznat, proto je nutné všechny raky severoamerického původu považovat za potenciální přenašeče račího moru (Kozubíková et al. 2009).

Naopak u raků původních v Evropě obvykle dochází po infekci zoosporami *A. astaci* k růstu vláken parazita dovnitř těla, což vede k akutnímu onemocnění, které většinou končí úhynem, a není možné je nijak léčit. Kvůli velmi vysoké úmrtnosti raků a vysoké nakažlivosti nemoci, která v minulosti v Evropě způsobila vlny masivních úhynů raků, bylo onemocnění nazváno právě račí mor (Alderman 1996). V posledních letech byla v zahraničí popsána řada případů chronických nákaz původních evropských raků *A. astaci*, kdy nedocházelo k úhynům infikovaných jedinců (Svoboda et al. 2017), což naznačuje určité postupné přizpůsobování evropských raků přítomnosti původce račího moru v regionu. Tento proces je však zřejmě velmi pomalý a pravidlem spíše zůstává vyhubení celých populací původních raků na místech, kam se infekce dostane. Konkrétně v ČR byl fenoménu chronických nákaz věnován v posledních letech cílený výzkum, ale žádná populace raka říčního či kamenáče, která by přežívala za přítomnosti *A. astaci*, nebyla dosud zjištěna (Mojžišová et al. 2020). Bylo pouze zaznamenáno několik případů koexistence našich původních raků s velmi málo nakaženými populacemi, kde k přenosu nákazy zatím nejspíš nedošlo (E. Kozubíková-Balcarová – vlastní data).

Diagnostika račího moru

V případě úhynu raků je pro správné zvolení dalšího postupu zásadní odlišit račí mor od jiných příčin hynutí. Přestože jen podle okolností úhynu a pozorování napadených raků nelze s jistotou určit, jestli se jedná o račí mor, může situace na lokalitě napovědět, zda jde o problémy způsobené spíše znečištěním vody nebo nemocí specifickou pro raky.

Co sledovat na lokalitě, kde probíhá úhyn raků?

- 1) Někdy bývá úhyn zaměněn za svlékání raků, je tedy třeba ověřit, jestli jsou nacházeni skutečně uhynulí jedinci nebo jen zbytky krunýřů raků (svlečky).
- 2) Protože je račí mor onemocnění specifické především pro evropské raky, je důležité v případě úhynu sledovat chování dalších vodních živočichů. Pokud jsou zasaženi raci, ale nehynou ryby a není ovlivněn bentos (např. blešivci nebo larvy vodního hmyzu), je velká pravděpodobnost, že nejde o znečištění vody, ale o račí mor.
- 3) Mezi příznaky račího moru bývá uváděna denní aktivita raků a ztráta únikového reflexu, ztráta koordinace, snaha poškrábat se končetinami, plíšíovitý porost kolem kloubů a očních stopek, upadávaní končetin a paralýza (Krupauer 1968, Kozubíková-Balcarová et al. 2014). Tyto projevy mohou určitě napovědět, že může jít o račí mor, ale nejsou specifické a nedají se považovat za důkaz račího moru. Denní aktivita našich původních druhů raků je navíc normální v době jejich rozmnožování, které probíhá na podzim.
- 4) V případě nemoci bývají nacházeni jak živí raci, tak jedinci hynoucí nebo i déle uhynulí, protože infekce se mezi raky šíří postupně. Pokud by šlo o akutní znečištění (např. pesticidy, únikem odpadních vod), byli by raci spíše nalézáni všichni ve stejném stavu.
- 5) Stejně tak postupné šíření úhynu proti proudu toků ukazuje spíše na infekci než na problémy s kvalitou vody. Je tedy vhodné navštívit lokalitu opakovaně a zjistit stav populace raků na místech výše proti proudu. Musíme ale postupovat velmi opatrně, aby nedošlo k zavlečení možné nákazy na další lokality.

Pro správnou diagnostiku račího moru je nezbytné laboratorní vyšetření vzorků raků na přítomnost *A. astaci*. Lze použít dva postupy:

1) Mikroskopické vyšetření kutikuly a kultivaci parazita do čisté laboratorní kultury a následné ověření, zda zoospory ze získaných kultur způsobí úhyn citlivých druhů raků, protože hyfy a sporangia *A. astaci* není možné rozpoznat jen na základě vzhledu od jiných příbuzných oomycet (Oidtmann et al. 1999). Kultivace parazita je však náročná a často se nezdaří, navíc je potřeba mít pro akvariijní pokusy k dispozici zdravé jedince našich původních druhů raků, kteří jsou zákonem chráněni.

2) Mnohem vhodnější jsou diagnostické metody založené na zjišťování přítomnosti specifické části genetické informace (DNA) parazita ve tkáních raků, protože jsou spolehlivější a rychlejší (Oidtmann et al. 2006, Vrålstad et al. 2009). Pro tento účel se z raků používá nejlépe spodní kutikula zadečku, ocasní ploutvička a klouby končetin, kde je kutikula měkká a zoospory parazita zde raky snadněji infikují. Diagnostika račího moru pomocí analýzy DNA je u nás prováděna ve Státním veterinárním ústavu v Praze a na Katedře ekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Doplňkem stanovení přítomnosti DNA parazita v racích mohou být i další genetické analýzy (Grandjean et al. 2014), pomocí kterých lze zařadit konkrétní kmen parazita do určité skupiny a tím zjistit druh severoamerického raka, ze kterého se původce račího moru do napadené populace pravděpodobně rozšířil. Bylo totiž popsáno, že nejběžnější invazní druhy raků jsou hostiteli geneticky i fyziologicky odlišných skupin kmenů *A. astaci* (tabulka 2). Navíc byla nalezena i genetická linie, kterou nebylo zatím možné přiřadit k žádnému americkému druhu raka a je považována za linii, která způsobila vlnu úhynů raků v Evropě ve druhé polovině 19. a na začátku 20. století a od té doby zde přežívá v populacích původních druhů (Huang et al. 1994).

Tabulka 2. Označení a přenašeči dosud známých skupin kmenů (genetických linií) původce račího moru

Označení skupiny kmenů <i>A. astaci</i>	Zdrojový druh raka
A	nejasný původ, kmen nalezen zatím pouze u původních evropských druhů raků
B, C	rak signální
D	rak červený
E	rak pruhovaný
Up	nejasný původ

Jednotlivé skupiny (a v rámci nich i některé kmeny) se geneticky liší a je možné je rozpoznat pomocí molekulárních metod.

Zásady odběru vzorků pro diagnostiku račího moru z tkání raků:

1) Pokud je to možné, vybírat raky těsně před uhynutím nebo čerstvě mrtvé. U jedinců v takovém stavu se parazit už nejspíš silně rozrostl v jejich kutikule, takže by měl být snadněji detekovatelný,

ale zároveň zatím nedochází k rozkladu tkání, což by naopak snižovalo účinnost diagnostických metod. Jestliže je nalezen pouze materiál horší kvality (raci v rozkladu, zbytky těl raků), je nutné vzít i takový.

2) Nezbytná je správná konzervace vzorků. Pokud je možné raky dopravit do laboratoře do 24 hodin, může být materiál uložen na ledu. V případě delšího skladování je vhodné hluboké zmrazení (-80 °C), konzervace čistým 96 % lihem (nesmí být denaturovaný) nebo v nejhorším případě zmrazení v běžném domácím mrazáku nastaveném na co nejnižší teplotu (v takovém případě je vhodné vzorky co nejdříve předat do laboratoře).

Dnešní citlivé metody detekce DNA parazita, a dokonce i DNA jednotlivých druhů raků je možné aplikovat i na vzorky vody, jež mohou obsahovat spory či uvolněné fragmenty buněk či tkání živočichů. Lze tak zjistit přítomnost jednotlivých druhů raků a původce račího moru na lokalitě, i když se žádné raky nepodaří odchytil (Strand et al. 2011, Rusch et al. 2020). Metody však mají své limity, a pokud je ve vodě málo zoospor nebo je populační hustota raků hodně nízká, negativní výsledek není spolehlivý a záleží na náhodě, zda je cílová DNA zachycena. V mnoha případech však může být tento postup vhodný pro získání potřebných informací o zkoumané lokalitě.

Šíření nemoci a prevence

Původce račího moru se šíří pouze pomocí zoospor, a to při přímém kontaktu mezi jedinci raků nebo při přenosu zoospor na jinou lokalitu. Zdroji infekce jsou buď primární přenašeči (severoamerické druhy raků) nebo naši původní raci, u kterých probíhá račí mor nebo jsou nosiči chronické infekce (a není to na nich viditelné). Jen málo lze ovlivnit přirozené šíření nákazy (migrace raků volnými říčními cestami, šíření raků a zoospor vodou po proudu nebo při povodni, zavlčení raků nebo zoospor pomocí predátorů raků a jiných vodních živočichů apod.). Je však zásadní zaměřit se na snížení pravděpodobnosti přenosu račího moru při lidských aktivitách, které jsou nejspíš významnějším faktorem než přírodní cesty šíření *A. astaci*.

Prevence šíření infikovaných raků

1) Přirozená migrace: Šíření nakažených raků po proudu nelze téměř omezit (zvláště u juvenilů), šíření proti proudu ale mohou bránit bariéry na tocích (přehrady, vyšší jezy), které jsou však často kvůli umožnění migrace žádoucích druhů vodních živočichů zprůchodňovány. Zájmy ochrany přírody tak jdou proti sobě a přínosy nebo negativa takových zásahů je nutné posuzovat individuálně. Příklady izolačních opatření jsou podrobněji popsány v [kapitole 6.2.6](#) a v [příloze 4.6](#) „Příklady použitých migračních bariér na toku“.

Při instalaci zábran i zjišťování výskytu nakažených i zdravých raků v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření račího moru, především postupovat při práci a průzkumech po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (viz níže).

2) **Záměrné vysazení lidmi:** Nepůvodní raci jsou vysazováni z důvodů akvakulturních či estetických (zahradní jezírka, potápěčské lokality), z neznalosti (záměna s původními druhy, přenesení raků „jen tak“) nebo ve snaze zbavit se nežádoucích chovanců z akvárií ([kapitola 4.1.1](#)). Původní raci jsou někdy přenášeni nebo „zachraňováni“ v dobrém úmyslu, ale bez uvědomění, že může být s nemocnými jedinci rozšířen i račí mor nebo jiná choroba. Prevencí je osvěta, je třeba co nejvíce informovat o negativních dopadech a nezákonnosti takového jednání. Záchrané transfery a podobné

akce by měly provádět pouze osoby s platnou výjimkou ze zákona o manipulaci s ohroženými živočichy a dobrou znalostí celé problematiky.

3) Nezáměrný přenos při lidské činnosti: Nepůvodní raci se mohou dostat na novou lokalitu omylem při vysazování ryb, či jako uvízlí raci v rybářských sítích, nebo jako uniklá nástraha na ryby nebo třeba s vybagrovaným sedimentem při opravách vodních staveb ([kapitola 4.1.2](#)). Snížit pravděpodobnost takových případů může pomoci osvěta.

Prevence šíření zoospor *A. astaci*

1) S vodou: Mezi nejrizikovější činnosti, při kterých může dojít k rozšíření původce račího moru, patří vysazování ryb a vypouštění vody, ve které byly ryby transportovány na novou lokalitu (Alderman et al. 1987). Je proto nezbytné kontrolovat, odkud kam se ryby převáží. Zvláště pokud mají být vysazeny na místo s výskytem vitální populace původních druhů raků, je důležité vybrat násadu ryb z oblasti bez výskytu račího moru a jeho přenašečů. Pokud to není možné, je vhodné ryby nechat vyprázdnit, několikrát je přesunout do čisté vody a potenciálně kontaminovanou vodu vypustit mimo cílový vodní tok nebo nádrž (např. na louku nebo jiné místo, kde vsákne, nebo zpět do zdroje, odkud ryby pocházely). Také je možné přidat do vody bez ryb prostředek, který hubí zoospory *A. astaci*, např. kyselinu peroctovou (Jussila et al. 2014). Zatím ale není jasné, jaká koncentrace je pro dostatečnou dezinfekci potřebná a problematice dezinfekce velkých objemů vody je třeba věnovat další výzkum. Pro plánování uvedených opatření je důležitá informovanost rybářských hospodářů o problematice račího moru a o známém výskytu invazních druhů raků a aktuálních nálezech úhynů původních druhů raků. Tyto informace lze získat na stránkách projektu [Predikce nebezpečnosti nepůvodních ryb a raků a optimalizace eradikačních metod invazních druhů](#).

Další vysoce rizikovou aktivitou je vypouštění vody (a raků) z akvárií, nádrží nebo jezírek, kde jsou chováni. Prevencí je osvěta mezi akvaristy, obchodníky a širokou veřejností. Voda by měla být vypuštěna nejlépe na trávník, kde se vsákne, v žádném případě ne do vodního toku nebo rybníka. Pokud jde o menší objemy vody, lze ji dezinfikovat např. Savem v poměru 1 : 10, nechat působit alespoň půl hodiny a vypustit do kanalizace navedené na čistírnu odpadních vod.

2) Na mokrých předmětech: Zoospory *A. astaci* mohou přežít na mokřím nebo jen vlhkém rybářském vybavení, jako jsou např. holínky, sítě, udice, nádoby a nádrže na ryby, loďky, dále na vybavení pro průzkum výskytu raků, hydrobiologický výzkum, vodohospodářské práce, vodní sporty a potápění atd. Může jít tedy o jakýkoli předmět, který přišel do kontaktu s kontaminovanou vodou nebo i vlhké bahno v podrážkách bot, na kolech aut nebo jiné techniky či materiál vybagrovaný při vodohospodářských stavbách a úpravách toků.

Dostatečnou prevencí přenosu infekce na mokrých věcech je jejich dokonalé vysušení. Před tím je vhodné je opláchnout vodou (teplá nebo horká voda zvyšuje dezinfekční účinek) a zbavit bláta a nečistot, a to na místě mimo vodní tok, např. na trávníku. Je také možné použít běžné dezinfekční prostředky na bázi jódu nebo chlóru (např. Savo v poměru 1 : 10). Pak je třeba nechat věci dobře vyschnout. Pokud není možné vysušit nebo měnit vybavení mezi prací na více různých místech v povodí, je vhodné vždy postupovat od lokalit položených na horním toku k lokalitám položeným níže po proudu toku. Opět je vhodné mít informace o výskytu raků na zájmových lokalitách a k práci na místech s výskytem původních druhů raků nebo naopak invazních druhů přistupovat se zvýšenou opatrností. V případě nálezu nepůvodních druhů je poté lepší v cestách na další lokality nepokračovat.

V případě vybavení sportovních rybářů by bylo vhodnou regulací zamezení návštěvy více revírů během jednoho dne.

3) Dravými rybami: V případě konzumace infikovaných (i invazních) raků rybami je možné, že parazit přežije ve zbytcích račích krunýřů ve výkalech a začne opět růst a produkovat zoospory. Pokud dojde mezitím k migraci nebo přemístění ryb z místa výskytu infikovaných raků na lokalitu se zdravými raky, může být na tuto lokalitu zároveň přenesen také račí mor. Tuto skutečnost je třeba mít na paměti při vysazování ryb. Migraci ryb mohou bránit bariéry na tocích.

Situace v České republice

Stejně jako ve většině evropských zemí je i v České republice račí mor a šíření invazních druhů raků jedním z největších problémů pro přežití původních druhů raků. Od roku 2004 je u nás výskyt račího moru soustavně zkoumán. Výzkum je zaměřen jak na úhyny původních druhů raků, tak na sledování nakaženosti populací invazních druhů raků původcem račího moru.

V letech 2004–2020 byl račí mor potvrzen jako příčina 26 úhynů populací původních raků, z toho 21 se týkalo raka říčního, čtyři raka kamenáče a jeden obou druhů přítomných na stejné lokalitě (Kozubíková-Balcarová et al. 2014, Mojžišová et al. 2020). V dalších cca deseti případech okolnosti úhynů naznačují, že mohlo jít také o račí mor, nebyly však získány vzorky pro laboratorní test na přítomnost *A. astaci*. Celkový počet případů je ale pravděpodobně ještě vyšší, protože k nálezům hynoucích raků dochází spíše náhodně a mnohé další případy mohly uniknout pozornosti.

Výše zmíněné potvrzené úhyny raků na račí mor byly způsobeny *A. astaci* z různých zdrojů (Kozubíková-Balcarová et al. 2014, Mojžišová et al. 2020). Tři úhyny byly způsobeny kmeny parazita pocházejícími z raka signálního (skupina B) a v pěti případech byl zjištěn *A. astaci* z raka pruhovaného (skupina E). Ve dvou případech šlo dokonce o kmeny popsané z raka červeného (skupina D), který zatím nebyl ve volných vodách v ČR nalezen. To ukazuje, že zdrojem infekce bylo nejspíše vypuštění raků nebo vylití infikované vody z akvarijních chovů, kde se chovají i další druhy příbuzné raku červenému, které mohou být také nosiči *A. astaci* ze skupiny D. Dalších pět úhynů původních raků má na svědomí *A. astaci*, který zřejmě způsoboval hynutí raků v Evropě již na přelomu 19. a 20. století (skupina A), a další dva případy byly způsobeny kmenem nejasného původu (označovaným jako Up).

Co se týká nakaženosti invazních druhů původcem račího moru, byly u nás zjištěny výrazné rozdíly mezi populacemi (Kozubíková et al. 2009). Rozšíření parazita mezi jedinci v populacích zřejmě ovlivňují podmínky na lokalitách a také původ populací. Některé populace raků pruhovaných jsou nakaženy velmi silně, takže lze detekovat *A. astaci* téměř u všech jedinců z testovaného vzorku. Častěji byla vysoká promořenost zjištěna u raků pruhovaných ve velkých řekách. Naopak nižší nakaženost byla nalezena v některých stojatých vodách, jako jsou zatopené lomy a pískovny.

U raka signálního byla zjištěna nízká nakaženost původcem račího moru v populacích, které se rozšířily z několika míst, kde byl rak signální vysazen ze stejného zdroje v 80. letech 20. století (Kozubíková et al. 2009). To se týká především populací tohoto druhu v kraji Vysočina. Naopak populace, které se v posledních letech šíří samovolně z Rakouska do jižních Čech, jsou nakaženy velmi silně. Díky své velikosti, vysoké invazivnosti a podobným nárokům na prostředí představují tyto raci signální nejproblematictější konkurenty našich druhů.

Dlouhodobě zůstává míra nákazy populací amerických raků na stejných lokalitách podobná, ale byl zaznamenán i případ výrazného poklesu podílu nakažených jedinců mezi lety 2004 a 2010, a to v potoce Pšovka na Kokořínsku (Matasová et al. 2011) a stejně tak by mohlo dojít i k nárůstu podílu nakažených raků. Proto nelze míru nákazy v populacích brát jako neměnnou hodnotu. Dokonce i v případě, kdy u testovaných raků pruhovaných nebyl zjištěn patogen, došlo na stejné lokalitě (Litavka v Příbrami) k jeho přenosu a úhynu původních raků říčních (Kozubíková-Balcarová et al. 2014). Nikdy totiž není možné otestovat na přítomnost *A. astaci* všechny jedince z populace, ale jen jejich malý počet, a také z jednoho jedince vstupuje do analýzy jen malé množství tkáně. Data o promořenosti je tedy třeba interpretovat tak, že všechny jedince a populace amerických raků je nutné považovat za možné zdroje nákazy, u těch s vysokou promořeností je však riziko přenosu infekce obzvláště vysoké.

5.1.2 Kompetice invazních a původních druhů raků

Za běžné situace jsou invazní druhy raků v konkurenci s našimi druhy výrazně úspěšnější. Za tímto úspěchem stojí širší ekologická valence, vyšší reprodukční potenciál, větší migrační schopnost a agresivita.

Nároky invazních druhů raků na prostředí

Invazní raci patří, v porovnání s těmi v Evropě původními, mezi tzv. *r*-stratégy (krátkověcí živočichové s výjimkou raka signálního, rychle se množící a s velkým počtem potomků), kteří jsou odolnější vůči znečištění a narušení obývaného biotopu (Svobodová et al. 2012, Římalová et al. 2014). Přestože rak pruhovaný se primárně v ČR vyskytuje ve velkých vodních tocích a jejich přítocích, protože k nám pronikl po Labi (Hajer 1989), a rak signální byl u nás primárně vysazován především ve stojatých vodách (Filipová et al. 2006c), oba druhy se díky své široké ekologické valenci šíří i do středních a malých toků, a to včetně poměrně znečištěných lokalit (Římalová et al. 2014).

Reprodukční potenciál

Nepůvodní druhy raků mají výrazně vyšší plodnost. Zatímco rak kamenáč má v ČR plodnost maximálně kolem 100 vajíček a rak říční až 250, rak pruhovaný může naklást přes 400 vajíček a rak signální dokonce více než 700 v závislosti na velikosti samice (Souty-Grosset et al. 2006, Chybowski 2013). Invazní druhy zároveň dříve pohlavně dospívají (Hudina et al. 2013). To je markantní u raka mramorovaného, červeného i pruhovaného, ale i samci raka signálního mohou dosáhnout pohlavní dospělosti již na konci prvního roku života při velikosti kolem 4 cm. Reprodukční výhodou je i o tři až čtyři týdny kratší vývoj ráčat raka signálního (Jonsson 1995) a výrazně kratší (pouze jedno až dvouměsíční) vývoj u ostatních zmíněných invazních druhů (Souty-Grosset et al. 2006). Raci mramorovaní a červení se mohou rozmnožovat i vícekrát za sezonu.

Migrační schopnosti

Migrace je důležitým faktorem v rámci ochrany raků. Původní druhy se často dostávají do kontaktu s druhy invazními a i v této souvislosti byla migrace raků hojně studována. Migrační schopnosti nepůvodních raků jsou podrobně rozepsány v [kapitole 4.1.2](#).

Agresivita a aktivita

Obecně se tvrdí, že invazní druhy raků jsou agresivnější a zároveň aktivnější (i v denních hodinách) než původní druhy raků. To dokládá i řada prací studujících agresivní interakce původních evropských a nepůvodních raků (Souty-Grosset et al. 2006).

Například rak pruhovaný při kontaktu s jinými jedinci, ať již vlastního nebo jiného druhu, svého konkurenta imobilizuje tak, že jej klepety drží v poloze naznak podobně jako samec samici při páření (proto se jevu říká pseudomating). V této poloze jej drží často mnoho hodin, dokud nedojde ke smrti poraženého jedince (Lele et Pârvulescu 2017).

Při střetu populací invazních a původních druhů ale výsledek také závisí na dalších faktorech, jako je velikostní struktura populací. Například Hale et al. (2016) nebyli schopni dokázat v laboratorních pokusech, že by invazní rak červený nebo rak *Orconestus virilis* v sympatrických populacích s původním rakem *Cambarus* sp. původní druh kompetičně vytlačili. Při jiných laboratorních experimentech bylo zjištěno, že srovnatelně velký rak kamenáč dokáže také účinně bránit obsazený úkryt před rakem signálním (Vorburger et Ribí 1999).

V reálných podmínkách bývá situace většinou opačná. Již zmíněná studie z Velké Británie (Paey et al. 2009) popisuje invazi raka signálního: tok byl původně osídlen evropským rakem bělonohým (*Austropotamobius pallipes*), kterého postupně vytlačil agresivnější rak signální.

Podobný vývoj dokumentovali Hudina et al. (2013) v řece Korana v Chorvatsku, kde za velmi krátkou dobu rak signální zcela vytlačil raka bahenního. Tam, kde vytvořili sympatrické populace, klesla početnost raka bahenního na polovinu až desetinu původní početnosti. Podobné výsledky zjistili i Westman et al. (2002) ve studii, ve které invazní proces raka signálního a vytlačení raka říčního sledovali ve Švédsku po dobu 30 let.

5.2 Vliv na ostatní vodní organismy a celé ekosystémy

Invazní raci nepředstavují nebezpečí jen pro původní druhy raků, ale i pro další vodní živočichy i rostliny. Šíření invazního druhu vede k porušení ekologické rovnováhy, jejímž důsledkem je změna biodiverzity (Lodge et al. 2012). Ta následně může zasáhnout mnoho druhů vodních živočichů a rostlin.

5.2.1 Vliv na ryby

Kompetice je jednou ze zásadních interakcí mezi raky a rybami (Dorn et Mittelbach 1999, Degerman et al. 2007, Reynolds 2011). Protože se kompetice projevuje v zásadě mezi druhy s překrývající se ekologickou nikou, je zřejmé, že raci jsou především kompetitory menších bentických druhů ryb, se kterými soupeří o potravu, o vhodné úkryty a zároveň sdílí stejné predátory (Reynolds 2011).

Miller et al. (1992) uvádí, že dostupnost vhodných úkrytů limituje vodní organismy často více než dostupnost potravy. Při nedostatku možností jsou úkryty obsazovány zdatnějšími jedinci a ostatní jsou pak více vystaveni útokům predátorů. Agresivnější invazní raci mohou vytlačovat ryby z úkrytů, které jsou potom snadnou kořistí pro další predátory (Griffiths et al. 2004, Bubb et al. 2009, Peay et al. 2009).

Zvýšenou frekvenci vyhledávání a obsazování úkrytů raky pozorovali Rahel et Stein (1988) v souvislosti s přítomností velkých druhů ryb. Zdá se, že tento predáční tlak vyvolal posun aktivity u raků (Gelwick 2000). Posun aktivity raků mimo období aktivity svých predátorů popsali recentně i Daněk et al. (2018).

Guan et Wiles (1997) dokumentovali silnou úroveň kompetice mezi rakem signálním, mřenkou mramorovanou a vrankou obecnou, který oba tyto druhy dokázal vytlačit do úseku toku, které sám neobýval. K podobným výsledkům dospěli i Bubb et al. (2009). Zaznamenali silnou konkurenci mezi rakem pruhovaným, rakem bělonohým a vrankou obecnou. Oba druhy raků výrazně negativně ovlivnily využívání úkrytů vrankou. Hirsch et Fischer (2008) zase poukázali na tendenci juvenilních mníků vyhledávat vzdálenější a často ne tak výhodné úkryty v přítomnosti populace raka pruhovaného v jezeře Constance. Velema et al. (2012) zaznamenali výrazné změny v reprodukčním chování koljušky tříostné za přítomnosti raka signálního.

Již zmiňovaná studie z Velké Británie (Peay et al. 2009) popisující nástup raka signálního sledovala i změny v ichtyocenóze. V době, kdy potok obýval evropský rak bělonohý, bylo v potoce na 100 m² odloveno 47 ryb s převahou pstruhů. Po obsazení lokality rakem signálním se počet ryb výrazně snížil na 0–18 ryb na 100 m², přičemž převážně chyběl rybí potěr, který pro raky představuje snadnou kořist, stejně jako jejich jikry a váčkový plůdek. U větších ryb bylo zaznamenáno velké množství zranění oproti lokalitám, na kterých se invazní rak nevyskytoval (Bubb et al. 2009).

Raku signálnímu vyhovují i horní, proudné úseky toků, kam migruje ke tření většina lososovitých ryb (Bubb et al. 2009, Peay et al. 2009), kde může významně ovlivňovat jejich populace právě konzumací jiker a váčkového plůdku (Dorn et Wojdak 2004, Bubb et al. 2009).

Samozřejmě i v přirozeném prostředí dochází k predaci mezi původními druhy, ale většinou na těchto lokalitách je nastolena kolísavá ekologická rovnováha do doby, kdy je stabilita ekosystému narušena invazí nepůvodních druhů (Reynolds 2011). Navíc je patrný efekt mnohem hustších populací vytvářených invazními druhy v porovnání s původními druhy raků ve stejných podmínkách (Peay et al. 2009).

V některých případech nebyly zaznamenány změny v biodiverzitě po nástupu invazních druhů raků (Stenroth et Nyström 2003, Degerman et al. 2007), což může být výsledek kombinace podmínek prostředí, nevyhovujících nepůvodnímu druhu.

Existují dokonce i studie s opačným výsledkem, kdy je kompetičně omezen naopak invazní rak. Tuto situaci popsali v experimentu mezi *Faxonius virilis* a vrankou slizkou *Cottus cognatus* Miller et al. (1992). Jednalo se ale pouze o krátkodobé změny vyvolané přítomností konkurenta.

5.2.2 Vliv na další organismy

Raci patří mezi nezastupitelné organismy ve vodních ekosystémech. Jsou to největší organismy makrozoobentosu a hrají tak nezaměnitelnou roli v potravních řetězcích včetně zpracování detritu. Svým postavením mají raci vliv na celý ekosystém. Jako všežraví živočichové dokáží ovlivňovat jak makrofyta a zoobentos, tak i ryby a terestrické živočichy žijící v okolí vodního toku.

Invazní raci decimují druhy bez ohledu na status ochrany. V Německu např. zjistili, že za dramatický úbytek perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) je zodpovědný rak signální, uprchlý z nedalekého rybníčku (Schmidt et Vandré 2009). Pokusy ukázaly, že rak signální běžně konzumuje především menší jedince, jejichž lastury lze snadno otevřít. Je nicméně prokázáno, že za dva až tři týdny může poškodit lasturu i větších jedinců, a v okamžiku, kdy schránku mlž nedokáže uzavřít, stává se jeho kořistí (Al-Ebrashy 2012).

5.2.3 Vliv na trofickou strukturu ekosystému

Raci jsou potravní generalisté a živí se rozmanitou stravou rostlinného i živočišného původu (Štambergová et al. 2009). Mohou být herbivorní, predátoři či detritovoři. Výběr potravy závisí na věku, ročním období a fyziologickém stavu jedince (Goddard 1988). Vodní vegetace a detrit (včetně listového opadu stromů) může představovat hlavní součást přirozené potravy dospělých raků.

Všichni raci patří mezi omnivory, kteří se rychle dokáží přizpůsobit potravní nabídce v kolonizovaném areálu (Stenroth et Nyström 2003, Thompson et al. 2007). U původních ani nepůvodních raků nebyl zaznamenán významný rozdíl v preferenci určitého druhu potravy. Problém ale nastává po invazi nepůvodního druhu. Rychlá kolonizace areálu invazními raky s sebou totiž nese změnu celého ekosystému a tyto změny mají významný dopad na celkovou dynamiku potravního řetězce (Lodge et al. 1994).

Jak už bylo zmíněno, invazní druhy raků často patří mezi *r*-stratégy, a na rozdíl od našich raků rychleji rostou a dříve dospívají. Při tomto reprodukčním a růstovém potenciálu velmi rychle zvýší svou početnost, a to často několikanásobně oproti početnosti původního druhu ve srovnatelných podmínkách (Peay et al. 2009, Hudina et al. 2013). Vyšší hustota populace vede k větší spotřebě potravy a většímu tlaku na obývaný ekosystém. To může vést k nedostatku potravy pro ostatní druhy a například ke zpomalení růstu ryb (Carpenter 2005).

Haddaway et al. (2012) dále uvádějí, že invazní druhy raků spotřebují až o 83 % kořisti více než evropský rak bělonohý, takže i běžný makrozoobentos, který jinak slouží jako potrava pro ryby, pod náporom šířící se populace invazního raka z lokality ubývá (Nyström et al. 1999, Griffiths et al. 2004, Šidagytė et al. 2017). Malí raci sice mohou být vhodnou potravou pro ryby (Prchalová 2019), s dospělými raky si už ale poradí jen málo druhů ryb.

Vaeßen et Hollert (2015) dokonce uvádějí, že populace raka signálního jsou schopny zcela zdecimovat populace bentosu i submerzních rostlin, a tak výrazně zasáhnout nejen do trofické struktury vodního ekosystému, ale i do struktury habitatu.

5.3 Další negativní vlivy

5.3.1 Zavlečení epibiontů

Stejně jako naše druhy raků i invazní druhy jsou nositeli různých epibiontních organismů, které je obývají.

Mezi nejznámější račí epibionty patří potočnice (Branchiobdellida). Ty jsou považovány za epizoické komenzály raků s přechodem k fakultativnímu parazitismu nebo mutualismu (Govendich et al. 2010, Rosewarne et al. 2012, Skelton et al. 2013), přičemž osídlují především povrch jejich těla a žaberní dutinu. Vliv potočnic na raky byl dříve chápán především jako negativní vzhledem k faktu, že někdy mohou požírat tkáň raka a vzácně raka dokonce usmrtit (Bádr 2000, Souty-Grosset et al. 2006, Rosewarne et al. 2012). Avšak řada převážně novějších studií našla pozitivní vztah mezi potočnicemi a raky, především v souvislosti s odstraňováním nárostu řas na žábrách raků (Lee et al. 2009, Skelton et al. 2013). Vztah mezi potočnicemi a rakem se může vyvíjet i v průběhu ontogeneze. Skelton et al. (2016) zjistili, že větší raci se nesnaží potočnic zbavovat, a tak je osídlují větší druhy, které mezidruhovou predací likvidují početnější menší druhy potočnic. Tento mutualistický vztah raků a potočnic vyúsťuje v dobrý stav tělního pokryvu osídleného raka (Vedia et al. 2016).

Je patrné, že mezi původními raky a potočnicemi je vybudován dlouhodobý silný vztah. Je otázkou, jak budou reagovat, objeví-li se podobný, ale nepůvodní druh potočnice. Do Evropy se již dostala nepůvodní potočnice *Xironogiton victoriensis* (Dražina et al. 2018).

S raky se do evropské přírody dostaly například i dvě lasturnatky *Uncinocythere occidentalis* (Dražina et al. 2018) nebo *Ankylocythere sinuosa*, zjištěná na raku červeném na Pyrenejském poloostrově (Castillo-Escriva et al. 2013).

Nepůvodní druhy raků jsou schopny také přenášet nepůvodní mlže např. slávičku mnohotvárnou (*Dreissena polymorpha*), jak zaznamenali v případě raka pruhovaného Ďuriš et al. (2007).

5.3.2 Změna struktury habitatu

Přítomnost invazních druhů raků má negativní vliv na celý habitat, který osídlují. O devastaci submerzních rostlin rakem signálním, a tím způsobující nevratnou změnu habitatu (např. zničení úkrytů pro potěr ryb, ztráta substrátu pro mnoho bentických druhů hmyzu, snížení samočisticí schopnosti toku) bylo pojednáno už výše (Vaeßen et al. 2015). Rak signální je ale schopen hloubit nory, což místy způsobuje značnou erozi břehů a snižuje jejich stabilitu a zároveň zvyšuje zakalení vody (Holdich et al. 1999, Holdich 2000, Harvey et al. 2014). Norovat je schopen rovněž i rak mramorovaný a rak červený je v tomto ohledu dokonce extrémně nebezpečný. Je totiž schopen hloubit i několikametrové nory a narušovat stabilitu hrází. Svou činností invazní raci částečně ovlivňují i samočisticí schopnost toku a jakost vody v celém povodí.

6 MANAGEMENT LOKALIT S INVAZNÍMI DRUHY RAKŮ

6.1 Osvěta a prevence

Legislativa je jedním z důležitých nástrojů při snaze o likvidaci invazních druhů. Sama o sobě však šíření těchto druhů nezabrání, pokud není doplněná osvětou mezi širokou veřejností. Prevence spojená s informováním o škodlivosti invazních druhů je vždy mnohonásobně levnější než řešení pozdějších problémů s jejich rozšířením (Svobodová et al. 2010, Pergl et al. 2018).

Informování odborné i laické veřejnosti o problémech, které nepůvodní druhy způsobují, je jedinou účinnou cestou, jak alespoň částečně zamezit jejich šíření. Jedním ze způsobů šíření je totiž i záměrné vysazování invazních druhů raků veřejností v dobré víře a v neznalosti následků takového jednání. Osvěta a prevence záměrného vysazování je proto klíčová. O dalších způsobech šíření nepůvodních raků pojednává podrobně [kapitola 4](#) „Šíření invazních druhů raků“.

Populární a vědecké články a příspěvky v médiích

Prevence a osvěta je jednou z činností Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, neboť shromažďuje údaje o výskytu nepůvodních druhů a v některých případech jsou zasažené lokality přímo majetkem AOPK ČR. Velmi důležité je šíření informací mezi rybáři, akvaristy a potápěči, kteří často nevědomky vysazují invazní raky do volných vod. Vědecká veřejnost většinou publikuje články v odborných časopisech, které jsou pro řešení eliminace invazních druhů velmi důležité, ale nelze předpokládat, že by laická veřejnost tyto články studovala. Je tedy nutné se zaměřit na informování veřejnosti o škodlivosti invazních druhů v denním tisku, na webových stránkách, na sociálních sítích, v televizních pořadech a příspěvcích v rozhlase.

Odborné a populární přednášky

Kromě osvěty v psané podobě jsou nezanedbatelné i besedy s veřejností a ve školách s konkrétními ukázkami a poskytnutím edukačních materiálů. Velmi důležitá je přímá interakce s odbornou i laickou veřejností prostřednictvím přednášek nebo exkurzí na lokality výskytu invazních druhů, či na lokality, kde lze sledovat aplikaci různých opatření. V neposlední řadě je vhodné se věnovat osvětě již v předškolním či školním věku v podobě vzdělávacích programů a exkurzí pro školy nebo zájmových kroužků a volnočasových zařízení.

Mobilní aplikace pro určování druhů raků a zaznamenávání jejich výskytu

Pokud se na nějaké lokalitě vyskytnou invazní raci, je snahou jejich eliminaci začít dřív, než dojde k etablování populace. Velmi důležitou roli zde hraje včasný záchyt nepůvodních raků na nových lokalitách, ale ne každý je vždy schopen určit, zda nalezený rak patří mezi původní nebo nepůvodní druhy. Je třeba naučit odbornou i laickou veřejnost, která se často pohybuje kolem vody, jak raky rozlišit. V tomto případě je nutné zacílit na rybáře, správce toků, vodáky, potápěče a další. K tomu může posloužit mobilní aplikace „Raci v ČR“ umožňující využití přímo v terénu. Jejím prostřednictvím může každý nahlásit nové nálezy raků a určit, o jakého raka se jedná. Podle zaslaných fotografií dojde k ověření nálezu odborníkem a poté se nálezce může v mapě přesvědčit, zda raka správně určil. Nález raků lze nahlásit i pomocí mobilní aplikace „BioLog“.

Informační tabule, cedule a letáky

Další možností, jak informovat veřejnost o problematice invazních raků a račího moru, jsou různé druhy naučných panelů, tabulí, cedulí apod. umístěných přímo v terénu na vybraných lokalitách. Mohou být instalovány trvale nebo sloužit jen k dočasnému informování občanů v případě výskytu račího moru nebo prací v tocích a nádržích s výskytem invazních druhů raků, kde hrozí šíření raků nepoučenou veřejností.

V některých případech může být navíc velmi užitečné rozdávání letáků s informacemi např. při úhynech raků nebo třeba při výloveh rybníků a podobných akcích, kde se schází hodně potenciálně neinformovaných lidí. Příkladem je leták „[Zabraňte šíření račího moru](#)“ informující o zdroji račího moru a možném přenosu patogenu *Aphanomyces astaci*, který shrnuje instrukce, jak se chovat v případě výskytu onemocnění u původních raků. Stejným způsobem by bylo možné informovat veřejnost o invazních racích, jejich rozlišování a výskytu, promořenosti račím morem, negativním vlivu na faunu i flóru, zákazu chovu, vypouštění do volné přírody, prodeje atd.

Konkrétní příklady těchto informačních materiálů a případů použití jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

- **Osvěta při vypouštění rybníků či snížení hladiny vody v tocích**

Velmi důležitá je osvěta veřejnosti při vypouštění rybníků při výlovu ryb nebo snižování hladiny vody při úpravě koryt. V těchto případech raci opouštějí úkryty a veřejnost, někdy i ochránářské spolky, začnou raky zachraňovat a přenášet na jiné lokality. Před snižováním hladiny vody by vlastník/nájemce/správce toku (záleží na dohodě) měl pomocí cedulí a letáků informovat veřejnost o výskytu nepůvodních raků a zákazu přenášení těchto raků na jiné lokality. Pro tyto účely nemusí být instalovány pevné cedule, stačí jednoduché letáky ve formátu A4, které budou krátkodobě rozmístěny v okolí (Obr. 12 a Obr. 13). U těchto letáků (cedulí), které jsou vyvěšeny po krátkou dobu, stačí jen jednoduchá informace o druhu raka, zákazu přenášení atd.



Obr. 12. Ukázka informačních letáků při vypouštění Kačležského rybníka s výskytem raka signálního nakaženého račím morem



Obr. 13. Ukázka způsobu informování veřejnosti při vypouštění Vysokopeckého rybníka s rakem pruhovaným nakaženým račím morem v Bohutíně v roce 2020

Pokud je informace o výskytu raků instalována na lokalitě na delší dobu, měla by obsahovat více údajů (*Obr. 15*).

Cedule by měla obsahovat:

- informaci o vypouštění rybníka/snížení hladiny vody,
- informaci o druhu invazního raka,
- informaci o zákazu zachraňování a přenášení raků,
- informace o vlivu invazních raků na biodiverzitu,
- fotografie raků s popisem druhu,
- informaci, kdo ceduli instaloval (krajský úřad, AOPK ČR, ČSOP, PŘF UK, VÚV, majitel atd.),
- kontakt na odpovědnou osobu v případě dotazů (e-mail, telefon, popř. internetové stránky s tematikou invazních raků – heis.vuv.cz/projekty/raci2017).

- **Osvěta při podezření nebo výskytu račího moru u původních raků**

Další situace, kdy je důležité použití informačních cedulí nebo letáků, je v případě podezření nebo výskytu račího moru u původních raků (rak říční, rak kamenáč). V tomto případě je třeba informovat veřejnost o důvodu úhynu raků a varovat před přenášením raků na jiné lokality, vstupem do vody a přenášením vody nebo mokrých předmětů do jiných toků a o nutné dezinfekci všech předmětů, které přišly do kontaktu s vodou (*Obr. 14*).

Cedule by měla obsahovat:

- informaci o pravděpodobné příčině úhynu raků,
- informaci o zákazu zachraňování a přenášení raků,
- fotografie raků s popisem druhu,
- informaci, kdo ceduli instaloval (AOPK ČR, krajský úřad, KVS, ČSOP, PŘF UK, VÚV atd.),
- kontakt na odpovědnou osobu v případě dotazů nebo dalších úhynů (e-mail, telefon, popř. internetové stránky s tematikou invazních raků – heis.vuv.cz/projekty/raci2017).

POZOR – RAČÍ MOR



Vážení občané a návštěvníci,

V potoce Jasinka žije chráněný, kriticky ohrožený rak říční. Na konci dubna začal bohužel hromadně hynout. Možnou příčinou je tzv. „račí mor“, smrtelná nákaza, která je přenášena nepůvodními americkými raky.

V tuto chvíli prověřujeme, zda byl „račí mor“ příčinou úhynu raků. Výsledky testů budeme znát v první polovině května. Protože jde o nakažlivou chorobu, která je pro naše raky vždy smrtelná, chtěli bychom Vás požádat o dodržování preventivních opatření:

Prosíme, nepřenášejte žádné raky ani jiné živočichy, vodu, kameny z potoka nikam jinam.

Snažte se nevstupovat do toku.

Pokud nemusíte, nevyužívejte cyklostezku v úseku Jasenice - Naloučany. Je zde řada brodů, kde riskujete přenos nákazy na botách nebo pneumatikách. Údolí pokud možno obejděte nebo objeďte.

Pokud musíte údolím projít nebo projet, pak raději ve směru po proudu, abyste nákazu nešířili proti vodě. Na konci údolí si důkladně očistěte podrážky a pneumatiky, abyste spory račího moru nepřenesli např. s vlhkým bahnem na jiné lokality. Spory račího moru zabíjí dezinfekce nebo důkladné vysušení.



Děkujeme Vám za spolupráci a Váš zájem na ochraně našich původních druhů raků!

V případě dalších nálezů uhynulých raků nás prosím kontaktujte:
Jana Matrková, AOPK ČR, Správa CHKO Žďárské vrchy, tel. 601 591 200

Obr. 14. Příklad informační cedule při podezření na račí mor v potoce Jasinka u obce Jasenice

- **Informační panely v místech výskytu invazních druhů raků**

V místech známého výskytu invazních druhů raků je potřeba rozmístit stálé informační panely, které veřejnost seznámí s rozlišovacími znaky raků, vysvětlí důvody, proč by se tyto raci neměly přenášet na jiné lokality, a jejich negativní vliv na celkovou biodiverzitu lokality (Obr. 15–Obr. 17).

Panel by měl obsahovat:

- informaci o druhu invazního raka,
- informaci o zákazu přenášení, vysazování, prodeji, darování raků atd.,
- informace o vlivu invazních raků na biodiverzitu,
- fotografie raků s popisem druhu, rozlišovací znaky,
- informaci, kdo panel instaloval (krajský úřad, AOPK ČR, ČSOP, PŘF UK, VÚV, majitel atd.),
- kontakt na odpovědnou osobu v případě dotazů (e-mail, telefon, popř. internetové stránky s tematikou invazních raků – heis.vuv.cz/projekty/raci2017).

Nebezpečný druh raka v Prostředním rybníku



AGENCIJA CHOVANÍ
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY

Rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*) pochází z Floridy v USA. Od 90. let je znám z evropských akvaristik. Množí se pouze partenogeneticky – z neoplozených vajíček se líhnou samice geneticky shodné s matkou – klony. Díky snadnému rozmnožování a nenáročnému způsobu života je mezi akvaristy velice oblíbený, také díky svému typickému mramorování na hlavohruď. **Zřejmě dílem nezodpovědného chovatele se tento druh raka dostal do zdejšího rybníku, kde byli v srpnu odchyceni 4 dospělí jedinci (cca 12 cm velcí).**





Závažné riziko

Rak je velmi přizpůsobivý, rychle se množí a k **založení životaschopné populace stačí jediná samice**. Silně ohrožuje původní populace chráněného raka říčního a raka kamenáče přenášením račích moru, vůči kterému je sám odolný. **Proto nesmí být v žádném případě vypouštěn do volné přírody!**

Zde již k vypuštění naneštěstí došlo, výskyt byl ale zaznamenán včas. **Aby se zabránilo dalšímu šíření z této lokality, budou podniknuty kroky k jeho odstranění.**

V případě zájmu o bližší informace či nálezu jedince raka mramorovaného prosím kontaktujte AOPK ČR: invaznidruhy@nature.cz, tel. 730 573 471.

Další informace na: <https://invaznidruhy.nature.cz>

Obr. 15. Ukázka informační cedule u Prostředního rybníka s rakem mramorovaným v Dolních Chabrech

NEVÍTANÝ VETŘELEC - RAK PRUHOVANÝ

Orconectes limosus



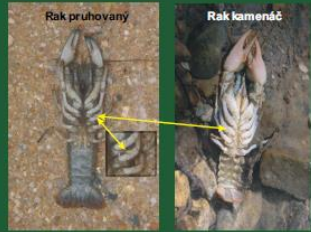
Rak pruhovaný je v řadě znaků podobný našemu původnímu raku kamenáči (velikost, počet hrbolků za očníci - tzv. postorbitálních štět, zbarvení spodní strany těla). Existuje však řada znaků, podle kterých oba druhy i tak bezpečně odliš. Nejspolehlivější jsou dva. Prvním je přítomnost červených proužků na zaděkových člancích pruhovaného (viz červenou šipku), druhým pak charakteristický zbarvení končí klepeta raku pruhovaného (oranžové špičky tmavým pruhem; nejlépe viditelné na spodní straně klepeta) - bílé špičky. **Pozor!** Zbarvení může být skryto např. pod nárosty řas či nálevníků na těle raka - při určování je třeba příslušné partie důkladně očistit!

Rak pruhovaný je jedním ze dvou druhů severoamerických raků, kteří u nás aktuálně vytvářejí prosperující populace. Jedná se o menšího raka dorůstajícího délky těla většinou do deseti centimetrů, s nepříliš mohutnými úzkými klepety s výrazným oranžovým zbarvením na koncích obou "prstů".

Na naše území se tento druh dostal samovolně ve druhé polovině 20. století z Německa (Labe) nebo Polska (Odra). V obou zemiích byl úspěšně vysazen jako náhrada za populace původních druhů, decimovaných račím morem (paradoxně tím byl ale proces šíření této nákazy ještě výrazně eskalován - viz dále). Dnes se s jeho populacemi můžeme setkat ve většině evropských zemí. Na našem území postupně obsadil celou řadu lokalit v tekoucích vodách (např. Labe, Vltava, Sázava, Ohře, Odru nebo Lužnici, a to včetně řady jejich přítoků) a byl vysazen i na mnoho míst se stojatou vodou (lomy, rybníky apod.). Aktuálně představuje zřejmě nejvýznamnější hrozbu pro naše původní druhy raků.

Jak bylo již uvedeno výše, důvodem k vysazení raku pruhovaného bylo hledání náhrady za původní druhy, jejichž populace byly zdecimovány račím morem. Situace se tím pro původní raky ale pouzla dále zkomplikovala. Raci pruhovaní je ze zbytků lokalit vyhledávají jak díky vyšší odolnosti vůči znečištění, agresivně a větší reprodukční zdatnosti (mají více vajčích, pohlavně dospívají již v prvním roce života), tak především dále **ráči račím moru**, který v jejich podání v podstatě funguje jako dokonale biologická zbraň. Nakažená populace původního druhu vyhyne a uvolní místo pro výsoce odolného "přivandrovalce".

Rak pruhovaný není jako nepůvodní invazní organismus stávající legislativou nikterak chráněn. **V naší přírodě se jedná o neakčující druh.**



Výrazným znakem odlišujícím raka pruhovaného od některých dalších druhů žijících na našem území (rak říční, rak signální) je světlé zbarvení spodní strany klepeta, popř. kráčlivých končetin (rak říční a rak signální jsou zespodu červení). **Společivý určovací znak: to ale nemají!** Stejně zbarvené spodní strany těla má i náš původní rak kamenáč nebo rak bahenní!

Od raku kamenáče i dalších u nás žijících druhů můžeme raka pruhovaného poznat i podle výrazně trnitých "tválí" (Měvo rak pruhovaný, vpravo rak kamenáč).

Samci raku pruhovaného mají na druhém páru kráčlivých končetin výrazný háčkovitý výrůstek.

Proč je rak pruhovaný tak nebezpečný?

Stejně jako další severoamerické druhy raků (u nás ještě rak signální) je i rak pruhovaný přenáščem velmi nebezpečného "onemocnění" - **ráčím moru** (způsobuje jej hniloček račí - *Aphanomyces astaci* ze skupiny Peronosporomycetes). Zatímco rak pruhovaný si za normálních okolností s napadením tímto organismem poradí, pro naše druhy a raky bahenního je nákaza račím morem téměř vždy fatální a aktuálně stojí za vymizením celé řady jejich populací. Nákaza lze přenést i s vodou, na rybářské vjezdové nebo s rybami, které později nakažené raky - račí mor se tožá průchodem trávicím traktem ryb nezlikvidují! Jednoduché **ráčím moru** jako problematická bohužel nemá. Důležitá je zde tak především **prevence**.



Rozdíly mezi jednotlivými druhy raků jsou také ve tvaru klepeta. Musí se ale jednat o klepeta původní - rakům totiž končetiny po zranění dorůstají (klepeta pak ale mají jinou velikost i tvar). Rak pruhovaný má klepeta velmi podobná raku bahennímu. Tomu na nich ale chybí charakteristická kresba (oranžové špičky s tmavým pruhem) a má na těle i další odlišné znaky - např. dva hrboly (postorbitálních štětů) za očníci (viz zelené šipky) nebo o "tváře" bez výrazných trnů.



Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.
www.eea grants.cz
Supported by grant from Iceland, Liechtenstein and Norway.
www.eea grants.org

Text, foto, grafická úprava: Mgr. David Fischer
Vedení projektu: RNDr. Jitka Svobodová
Více informací: crayfish2015.vuv.cz



Obr. 16. Informační panely instalované u toků s výskytem raku pruhovaného (crayfish2015.vuv.cz)

NEVÍTANÝ VETŘELEC - RAK SIGNÁLNI

Pacifastacus leniusculus



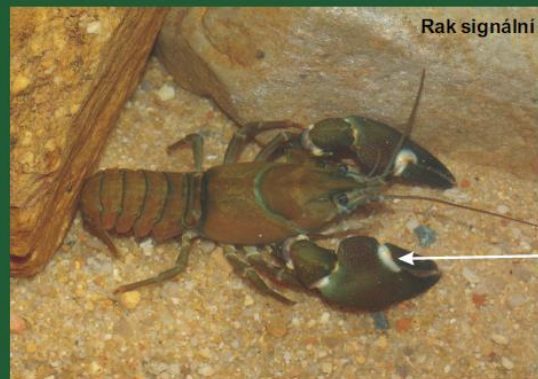
Rak signální je jedním ze dvou druhů severoamerických raků, kteří u nás aktuálně vytvářejí prosperující populace. Jedná se o velkého raka dorůstajícího délky těla i více než 15 cm, s mohutnými klepety s charakteristickou "kresbou".

Na naše území byl vysazen poprvé kolem roku 1980, zatímco v mnoha evropských zemích začala introdukce tohoto druhu ještě o několik desetiletí dříve (poprvé byl vysazen ve Švédsku v roce 1959). Dnes se s jeho populacemi můžeme setkat ve 25-ti evropských státech.

Důvodem k vysazení raka signálního bylo hledání adekvátní náhrady (jak ekologické, tak gastronomické) za původní raky říční, jejichž populace byly zdecimovány, mimo jiné, račím morem. Situace se šim pro původní raky ale ještě dále zkomplikovala. Rači signální je ze zbytků lokalit vytlačují jednak díky své větší agresivitě a reprodukční zdatnosti (mají více vajíček), především ale dále **rači rači moni**, který v podstatě funguje jako dokonalá biologická zbraň. Nakažená populace původního druhu vyhyně a uvolní níku pro vysoce odolného "přivandrovalce".

Rak signální není jako nepůvodní invazní organismus stávající legislativou některak chráněn.

V naší přírodě se jedná o nežádoucí druh!



Rak signální



Rak říční

Rak signální je ve většině znaků prakticky identický s našim původním druhem - rakiem říčním. Navíc se s ním i můžeme setkat i ve stejných typech biotopů (vodní toky od poměrně drobných potoků až po řeky i různé typy vodních nádrží). Jediným spolehlivým znakem, podle kterého může i laik oba druhy bezpečně odlišit, tak zůstává výrazná světlá skvrna na klepetech raka signálního, nacházející se v oblasti spojení jejich pohyblivé a nepohyblivé části. Rak říční zde žádnou světlou skvrnu nemá a kloub na bázi pohyblivého prstu klepet je zbarven oranžově.



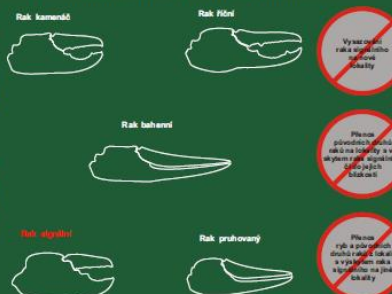
Rak signální



Rak říční

Výrazným znakem odlišujícím raka signálního od některých dalších druhů žijících na našem území (rak kamanád, rak bahenní, rak pruhovaný) je červené zbarvení spodní strany klepet, popř. kráčlivých končetin. **Spolehlivý určovací znak to ale není!** Stejně zbarvení spodní strany těla má i náš původní rak říční!

Rozdíly mezi jednotlivými druhy raků jsou také ve tvaru klepet. Musí se ale jednat o klepeta původní - rakům totiž končetiny po zranění dorůstají (klepeta pak ale mají jinou velikost i tvar, jak je vidět např. na fotografiích raka signálního).



Proč je rak signální tak nebezpečný?

Stejně jako další severoamerické druhy raků (u nás především rak pruhovaný) je i rak signální přenašečem velmi nebezpečného "onemocnění" - **račiho moni** (způsobuje jej hniloček rači - *Aphanomyces astaci* ze skupiny *Peronosporomycetes*). Zatímco rak signální si za normálních okolností s napadením tímto organismem poradí, pro naše druhy a raka bahenního je nákaza račím morem téměř vždy fatální a aktuálně stojí za vymizením celé řady jejich populací. Nákazu lze přenést i s vodou, na rybářské výstrojí nebo s rybami, které pozřely nakažené raky - rači mor se totiž průchoodem trávicím traktem ryb nezlikviduje! Jednoduché **lovení** tato problematika bohužel nemá. Důležitá je zdatat především **osvětu a prevenci**.



Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejska a Norska.
www.eeagrants.cz
Supported by grant from Iceland, Lichtenstein and Norway.

Text, foto, grafická úprava: Mgr. David Fischer
Vedení projektu: RNDr. Jitka Svobodová
Více informací: crayfish2015.vuv.cz



Obr. 17. Informační panely instalované u toků s výskytem raka signálního (crayfish2015.vuv.cz)

6.2 Management eliminace invazních raků

Raci patří mezi úspěšné a široce rozšířené invazní druhy (Holdich et al. 2009a), které za posledních 100 let osídlily převážnou část evropského kontinentu. Z těchto důvodů jejich eliminace v časném stádiu šíření patří mezi hlavní priority zvláště proto, že úplné vyhubení invazních druhů raků na lokalitách, kde již došlo k etablování populace, je prakticky nemožné. Zatím je publikován pouze jeden případ z Norska, kdy se podařilo invazní raky eradikovat, a to chemickou cestou pomocí přípravku BETAMAX VET obsahujícího cypermethrin (Sandodden et Johnsen 2010, Sandodden 2019). Další pokusy s chemickou eradikací skončily pouze snížením abundance invazních druhů raků a vyhubením veškeré bioty na lokalitě. Ostatní metody nám umožňují pouze omezení výskytu nebo izolaci již rozšířených druhů. K chemické eradikaci by mělo být přistoupeno, pokud se invazní raci vyskytují v blízkosti kriticky ohrožených druhů, a prioritně u populací vysoce nakažených původcem račího moru. Račí mor představuje hlavní hrozbu pro původní druhy raků, ale celkovou biodiverzitu sladkovodního prostředí ovlivňuje i přítomnost nenakažených invazních raků.

Jak již bylo zmíněno, eradikace, tedy úplné vyhubení invazních raků, je téměř nemožná. Důležité je zaměřit se zejména na osvětu veřejnosti, aby nedocházelo k vysazování raků na nové lokality, a dále zabránit jejich šíření z již osídlených míst pomocí regulace a izolace. Pokud má být management regulace/izolace invazních druhů úspěšný, je nutným předpokladem včasné odhalení nového výskytu. Podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014, o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů, je třeba provést eradikační/regulační/izolační opatření do tří měsíců od nového záznamu výskytu invazních raků na území nebo na části území státu. Z těchto důvodů je velice důležitý pravidelný monitoring abundance a šíření invazních druhů (Pergl et al. 2016). Na základě výsledků z biologického průzkumu je možné určit další postup (stanovení priorit, transfer ostatních zvláště chráněných druhů, volba vhodného termínu apod.). Pokud bude rozhodnuto o eliminaci invazních raků, je třeba lokalitu před zásahem monitorovat, zjistit hustotu populace a dále v monitoringu pokračovat i po zákroku. Důležité je porovnat výsledky s hustotou populace v předchozím období a posoudit efektivitu provedeného regulačního opatření. Odchycené raky je třeba usmrtit, a to nejlépe zamražením (-18 °C, nejméně 7 až 10 hodin) a zlikvidovat v kafilérii. Komerční využití již usídlených invazních druhů raků lze dočasně povolit jako součást regulačních opatření zaměřených na eradikaci těchto druhů, kontrolu nebo izolaci jejich populace, pod podmínkou pečlivého odůvodnění a za předpokladu, že jsou zavedeny všechny odpovídající kontroly, aby se zabránilo jejich dalšímu šíření (nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014). **Pro komerční využití nelze použít živé raky (použití pouze v zamražené formě) a žádné invazní raky nelze vypustit zpět do vodního prostředí.**

Při eradikačních/regulačních/izolačních opatřeních a při monitoringu nakažených i zdravých raků v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření račího moru, především postupovat při práci a průzkumech dolů po proudu toků a dezinfikovat použité vybavení. Veškeré vybavení, sítě, kesery a zvláště holínky je třeba důkladně očistit, a poté buď vydezinfikovat Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnout horkou vodou a vybavení nechat úplně vyschnout.

Během zásahu je třeba upozornit veřejnost na výskyt invazních druhů raků a negativní dopad jejich výskytu pomocí informačních cedulí, informačních panelů, letáků, webových stránek nebo místního rozhlasu ([kapitola 6.1](#)). Veřejnost by měla být upozorněna na zákaz přenášení raků na jiné lokality, možnost přenosu račího moru ([kapitola 5.1.1](#)) a vliv na biodiverzitu lokality.

Metody eliminace invazních raků

Metody používané při eliminaci invazních raků lze rozdělit na několik skupin:

1. manuální (mechanické) postupy,
2. autocidní regulace,
3. manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích,
4. chemická eliminace,
5. biomanipulace,
6. izolační metody.

Některé z těchto metod eliminace raků jsou již vyzkoušené a používají se jak v evropských zemích, tak i na dalších kontinentech. Metody, které nejsou dostatečně ověřené, jako například použití patogenů působících na raky, např. viry, bakterie nebo houby, nebo použití chemických látek, které mají dlouhou dobu degradace a široké spektrum toxicity, nebyly do metodiky zařazeny. Ani další metody vhodné pro jiné invazní druhy, jako je odchyt raků pomocí feromonů, nebyly v metodice zmíněny, neboť je studie vyhodnotily jako méně účinné, než odchyt raků na návnadu (Stebbing et al. 2004).

Níže uvádíme pouze základní přehled používaných metod. Jejich podrobný postup je uveden v [příloze 4](#) „Možná regulační opatření pro eliminaci raků“ a v softwaru na stránkách projektu [Predikce nebezpečnosti nepůvodních ryb a raků a optimalizace eradikačních metod invazních druhů](#).

6.2.1 Manuální metody eliminace

Výhodou manuálních metod je to, že při správném použití nebudou zasaženy populace jiných druhů. Při průběžném snižování hustoty populace mají raci nižší tendenci migrovat a rozšiřovat se dál v tocích. Nevýhodou je, že dojde pouze k dočasnému snížení hustoty populace s nízkou účinností, pokud nejsou tyto metody kombinovány s dalšími opatřeními. Manuální metody jsou časově náročné, nevýhodou je selektivní odchyt větších jedinců, který vede k navýšení menších velikostních kategorií, takže akce je potřeba opakovat. Zbývající populace invazních raků může na regulační zásah vedoucí k uvolnění zdrojů (úkryty, potrava) reagovat zvýšenou rozmnožovací úspěšností a vrátit se brzy k původním (nebo i vyšším) populačním hustotám (Chadwick et al. 2020). Proto je třeba kombinovat více regulačních opatření a opakovat je. Lze současně použít ruční odchyt s odlovem raků do vrší v hlubších partiích toku a odchyt doplnit o instalaci bariér proti migraci raků a sterilizaci, popř. disekci gonopodů račích samců. Je možné je dále kombinovat i s vysazením vhodných predátorů (ryb), tento postup je ale **nutné konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k ohrožení jiných významných druhů (příloha 4.4)**.

Ruční odchyt raků

Ruční odchyt raků lze použít pouze při výskytu raků v malých a středních tocích či ve vypuštěných nádržích. Tato metoda je nejúčinnější při dobré viditelnosti ve vodě do hloubky cca 0,5 m. Metoda je vhodná v místech, kde je dostatek lehce prohledatelných úkrytů (kameny, větve, kamenný zához, mělké nory). Pro ruční odchyt je nejlepší období při zvýšené aktivitě raků mezi dubnem a říjnem. Nejjednodušší je odchyt provádět během dne, kdy jsou raci buď schovaní v úkrytech, ale často mohou být aktivní i v tuto dobu a pohybovat se mimo úkryty. Častěji úkryty opouštějí ve večerních

hodinách, kdy je možné je odchytnout na dně za použití svítilny. Podmínkou je dobrá průhlednost vody a nepříliš velká hloubka (méně než 0,5 m).

Při ručním odchytnutí raků vstupujeme do koryta nebo nádrže, proto nelze metodu použít v místech s výskytem zvláště chráněných živočichů žijících v sedimentu, jako jsou perlorodky, velevrubi nebo škeble. Metoda je efektivní např. při vypuštění nádrží, ale důležité je sběr raků provádět současně se snižováním hladiny ([příloha 4.4](#)).

Ruční odchyt lze kombinovat s odchytnutím raků na návnadu (játra, různé druhy pelet nebo ryby). Návnadu připícheme ke dnu proutkem nebo uzavřeme v krabici, která se běžně používá ve vrších (*Obr. 18*) a pevně přivážíme, aby rak návnadu neodnesl. Rak se ve druhém případě k uzavřené návnadě nedostane, takže stačí během ručního prohledávání úkrytů odchytnout raky, kteří jsou vylákáni k návnadě. Odchyt raků na návnadu je vhodný v místech, kde nelze dobře prohledat úkryty (velké kameny, kořeny stromů atd.) a kde není možný odchyt do vrší. Lze uskutečnit i v denní dobu.



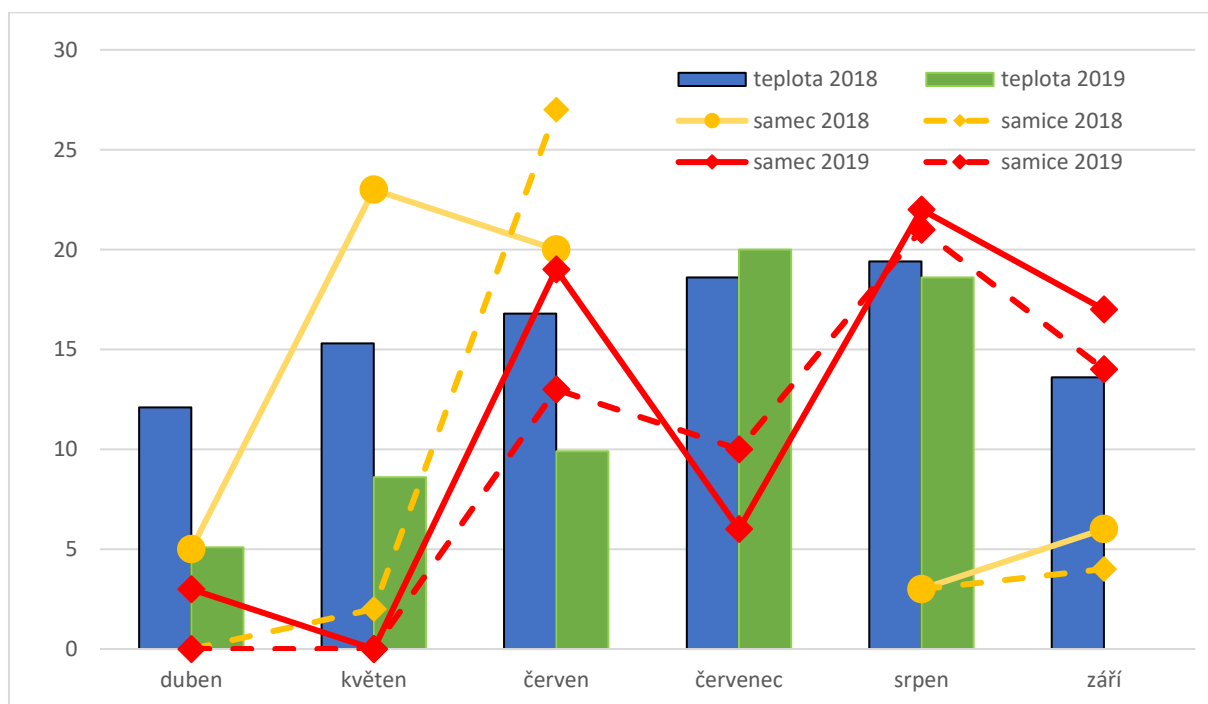
Obr. 18. Plastová krabice na návnadu

Odchyt raků do vrší

Odchyt raků do vrší lze použít v nádržích, v tůňkách nebo v hlubších partiích toků (*Obr. 19*). Tato metoda je vhodná hlavně u vodních útvarů, u kterých hrozí únik invazních druhů raků do toku. Odchyt raků do vrší je neefektivní v zimních měsících (listopad až březen) a u samic v období nošení vajíček a mláďat, kdy se drží spíše v úkrytech. Pokud chceme, aby byla metoda dostatečně efektivní, je vhodné zvolit období po osamostatnění mláďat raků, kdy do vrší odchytneme jak samce, tak i samičky. Období nošení vajíček a mláďat je závislé na průběhu teploty v jarních měsících a k osamostatnění mláďat dochází mezi květnem a červnem (*Graf 1*). Samička raka signálního nosí vajíčka od podzimu do jara, zatímco samička raka pruhovaného jen mezi březnem až červnem, v závislosti na počasí. V úkrytech jsou raci schováni i v období svlékání (nejčastěji v červenci a říjnu) a také při bouřkách a přívalových deštích ([příloha 4.4](#)). Velkou nevýhodou je odlov jen velkých raků, takže naopak z důvodů uvolnění úkrytů, zvýšenou potravní nabídkou a sníženou autoregulací populace velkými jedinci může dojít k silnému nárůstu menších velikostních kategorií raků (Chadwick et al. 2020). Z těchto důvodů musí být metoda kombinovaná s dalšími opatřeními, jako je např. vypuštění nádrže s ručním odchytnutím raků, nebo v další fázi eliminace naplánovat vysazení vhodných predátorů raků ([příloha 4.4](#)).



Obr. 19. Ukázka plastových vrší



Graf 1. Počet odchycených raků signálních do vrší na Kačléžském rybníce v závislosti na průměrné teplotě vzduchu a povětrnostních podmínkách (srpen–září 2018 – chladné dny s deštěm během odchyty), snížený počet odchycených raků v červenci je způsobený svlékáním raků

Elektrolov raků

Elektrolov raků je možné použít na lokalitách s dobrou viditelností ve vodě, s hloubkou maximálně pod 1 m a vodivostí od 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nejvhodnější období je při snížené hladině vody a v době podzimního páření (při poklesu teploty vody v podzimních měsících pod 10 °C) ([příloha 4.4](#)). Nevýhodou je, že živí raci často zůstanou v norách a pouští pouze klepeta, která jim časem zase dorostou.

6.2.2 Autocidní regulace

Odchyt, sterilizace, disekce gonopodů a zpětné vypuštění račích samců

Sterilizace může být provedena buď rentgenovým ozářením, nebo disekcí gonopodů račích samců (tj. amputace 1. a 2. páru gonopodů, *Obr. 20*).



Obr. 20. Gonopody u samce raka pruhovaného (foto Jitka Svobodová)

Metoda sterilizace ozářením je náročná na provedení. Samci po odchycení musí být odvezeni na ozáření a poté vráceni na lokalitu. Při této metodě může dojít k ovlivnění potravního řetězce, pokud je ozářený rak odloven predátorem. Samec může být po zákroku pasivní a podřízený ostatním samcům, takže pro naše účely je vhodnější mechanická disekce gonopodů (Stebbing et al. 2012). Mechanická disekce vede ke špatnému uložení spermatoforů na samici. Rak se sice páří, ale znemožní mu to oplodnění vajíček. Při pokusech u čeledi Cambaridae byla zaznamenána až 100% úspěšnost po dobu trvající přibližně tři roky. Gonopody během tří let postupně regenerují (Stebbing et al. 2012). Při této metodě se nemusí raci odvážet, hned po zákroku je lze vypustit zpět. Samci po mechanické amputaci působí jako přirození predátoři pro menší invazní raky. Při použití této metody je vhodné zaznamenat kromě počtu odchycených samců a samic i počet zpět vypuštěných samců, u kterých byly odstraněny gonopody. Vybráni by měli být raci s oběma klepety, kteří jsou při páření úspěšnější (Gherardi 2002). Disekci gonopodů nebo sterilizaci samců raků je opět vhodné kombinovat s dalšími eliminačními metodami. Možným rizikem metody je skutečnost, že páření se samcem po sterilizaci nebo amputaci gonopod by mohlo teoreticky spustit partenogenezi (Buřič et al. 2011). To by samozřejmě snížilo efektivitu této metody jako regulačního opatření ([příloha 4.4](#)).

6.2.3 Manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích

Manipulace s vodní hladinou je možná, pokud ji lze provést z provozního a technického hlediska. Roli zde hraje velikost nádrže, kapacita výpusti, ekonomické a jiné dopady vypouštění či snížení hladiny nádrže nebo toku. Před zákrokem je nutný biologický průzkum, jehož výsledky pak určí další postup (stanovení priorit, transfer zvláště chráněných druhů, volba vhodného termínu apod.).

Tyto metody je vhodné kombinovat s ručním odchytem raků a odchytem raků do vrší, které je třeba zahájit na začátku snižování hladiny. Raci často hloubí hluboké nory, ve kterých dokáží přežít i více než dva měsíce (Sibley et Noël 2002, J. Svobodová – vlastní pozorování), rak signální v norách přežil i celý rok (Peay et Hiley 2001). Aby byl zákrok co nejučinnější, je nutné porušení nor pomocí lopatky nebo rýče a odlovení raků z nor. Po odchytu raků je vhodné metody kombinovat s aplikací vápenných hnojiv. Při vypouštění vody musí být zamezeno úniku invazních raků do toku použitím sít na výpusti, např. umístit síta do vypouštěcího zařízení rybníka (*obr. 22*), a při výlovu odchyťovat raky pod výpustí (*Obr. 22 a Obr. 23*). Na přítoku lze instalovat migrační bariéry nebo pasti (*Obr. 24, příloha 5*).



Obr. 21. Ukázka sít umístěných na vypouštěcí zařízení (požerák) Vysokopeckého rybníka v Bohutíně v roce 2020



Obr. 22. Zachytávání ryb a raků pruhovaných na výpusti Vysokopeckého rybníka v Bohutíně v roce 2020



Obr. 23. Síť na odchycení ryb a raků pruhovaných pod výpustí Vysokopeckého rybníka v Bohutíně v roce 2020



Obr. 24. Past na raky

Invazní druhy z nádrže je nutné zlikvidovat v kafilérii, ostatní ryby a další živočichy lze umístit na pečlivě vybranou lokalitu, blízko které se nenacházejí původní druhy raků. Výběr nové lokality je zvláště důležitý, pokud se potvrdí nákaza račím morem u invazních raků. Při přemísťování ryb a dalších živočichů musí být kontrolováno, zda nedochází i k přenosu invazních raků.

Při průběžném snižování hustoty populace v nádrži či toku mají raci nižší tendenci migrovat a rozšiřovat se do toků.

Krátkodobé snížení vodní hladiny v nádrži

Nejjednodušší je metodu realizovat při výlovu rybníka nebo při úpravách nádrže. Vhodné období pro realizaci je od června do dubna před osamostatněním mláďat raků, ale kromě toho je důležité zásah přizpůsobit i výskytu dalších zvláště chráněných druhů ([příloha 4.3](#)).

Letnění a zimnění nádrže

Letněním se myslí vypuštění nádrže po dobu minimálně jedné sezony, cílem zimnění je vymrznutí odhaleného dna po vypuštění rybníka. Metodu je vhodné realizovat při úpravách nádrže např. při odbahňování rybníka nebo při rekonstrukci hráze. Výběr vhodného období pro realizaci záleží na výskytu zvláště chráněných druhů. U raků na období příliš nezáleží, protože při dlouhodobějším vyschnutí, popř. i vymrznutí nádrže dojde k usmrčení i juvenilních raků. Při včasném zahájení opatření, a v kombinaci s dalšími postupy, lze dočasným vysušením lokality dosáhnout až celkového vyhubení invazních raků. Je vhodné kombinovat tyto zásahy s aplikací chlorového nebo páleného vápna ([příloha 4.3](#)).

Krátkodobé snížení hladiny vody ve vodním toku

Metodu lze provést pouze v malých nebo středně velkých tocích, ve kterých lze na potřebnou dobu všechny průtok odklonit nebo převést alternativním vedením. Metoda je účinná pouze při výskytu invazních raků na krátkém úseku toku, např. při vypouštění nádrže. Metodu je vhodné použít při úpravě koryt, mostních konstrukcí, jezů, odbahňování nebo při snížených průtocích vody v toku. Důležité je zásah přizpůsobit i výskytu zvláště chráněných druhů. Zásah je potřeba kombinovat s ručním odchytem raků, případně odchytem raků do vrší. Obojí je nutné zahájit už na začátku snižování hladiny ([příloha 4.3](#)).

6.2.4 Chemická eliminace

Aplikace vápenných hnojiv

Metodu lze použít např. po výlovu nádrže, odbahňování, letnění či rekonstrukci vyžadující její vypuštění. Před zákrokem je nutné provést biologický průzkum, na základě jeho výsledků se následně určí další postup. Pokud po vypuštění nádrže budou nalezeny zvláště chráněné druhy vázané na vodu, a to zvláště ze skupiny měkkýšů, je nutné před aplikací provést záchranný transfer. Metodu je vhodné kombinovat s ostatními eliminačními metodami. Dávkování vápenatých hnojiv je uvedeno v Metodickém pokynu ([metodicky_pokyn/01_2003.pdf](#), [příloha 4.3.3](#)).

Při vhodném výběru období nebudou zasaženy některé zvláště chráněné druhy a zároveň se sníží migrace invazních raků do okolních toků. Metoda má podobné nevýhody jako ostatní metody, tj. pokud není zahájena včas, dojde pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků a akci je potřeba opakovat a kombinovat s ostatními metodami. Při aplikaci vápenných hnojiv může dojít k ovlivnění jakosti vody v nádrži i toku pod nádrží ([příloha 4.3](#), *Obr. 25*). Při kombinaci s vypuštěním nádrže je vhodné nádrž napouštět pozvolna, aby efekt vápnění byl co nejvyšší.



Obr. 25. Vápnění Prostředního rybníka v Dolních Chabrech s rakem mramorovaným

Eradikace cypermethrinem

Metodu lze použít, pokud se invazní raci vyskytují v malé nebo středně velké nádrži, u které lze vodu převést alternativním vedením (tzv. bypass/obtok nádrže). Celou lokalitu musí být možné zcela izolovat (lom, rybník s obtokovou stokou) a nesmí hrozit např. její zpětné osídlení invazními raky z toku. Důležité je, aby zásahem nedošlo k závažným, nepříznivým dopadům na životní prostředí nebo lidské zdraví (např. nádrž neleží v ochranném pásmu vodního zdroje/nádrže nebo nad pásmem/zdrojem a na lokalitě nejsou jiné chráněné organismy atd.). Cypermethrin patří mezi závadné látky s toxickým účinkem na vodní živočichy, proto je třeba požádat o povolení vodoprávní úřad ([příloha 23 k vyhlášce 183/2018 Sb.](#)) a mít příslušná oprávnění o nakládání s touto látkou. Vzhledem k tomu, že aplikace insekticidu zasáhne celou lokalitu, je nutné zásah detailně připravit.

Cypermethrin je syntetický pyrethroid používaný především jako insekticid. Cypermethrin je obsažen např. v přípravku Cyperkill 25 EC. U hmyzu účinkuje jako rychle působící neurotoxin. V půdě a rostlinách se snadno odbourává, pro ryby, včely a vodní bezobratlé je cypermethrin vysoce toxický.

V neutrálním nebo kyselém vodném roztoku se cypermethrin hydrolyzuje pomalu, přičemž hydrolyza je rychlejší při hodnotách pH nad 9. Při normálních teplotách prostředí a pH je cypermethrin stabilní k hydrolyze s poločasem rozpadu delším než 50 dnů a k fotodegradaci s poločasem rozpadu delším než 100 dnů. V jezírkových vodách a v laboratorních degradačních studiích, ale dochází k rychlému poklesu koncentrací pyrethroidů vlivem sorpce na sediment, suspendované částice a rostliny. V *tabulce 3* je uvedena akutní toxicita přípravků obsahujících cypermethrin pro vybrané vodní organismy. V *tabulce 4* je uvedena akutní toxicita přípravku Cyperkill 25 EC pro vybrané druhy raků po 24, 48, 72 a 96 hodinové expozici.

Tabulka 3. Akutní toxicita přípravků obsahujících cypermethrin pro vybrané vodní organismy, LC/EC jsou přepočítány na cypermethrin jako aktivní složku (převzato z Lidova et al. 2019)

Taxonomická skupina	Druh latinsky	Druh	Čas (h)	LC ₅₀ /EC ₅₀ (µg/l)	Reference
Branchiopoda, Diplostraca	<i>Daphnia magna</i>	hrotnatka velká	72	0,2	Mian et Mulla (1992)
Malacostraca, Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	beruška vodní	72	0,008	Werner et Moran (2008)
Malacostraca, Decapoda	<i>Procambarus clarkii</i>	rak červený	24/48	0,16/0,1	Morolli et al. (2006)
Insecta, Ephemeroptera	<i>Cloeon dipterum</i>	jepice dvoukřídlá	96	0,03	Werner et Moran (2008)
Osteichthyes	<i>Cyprinus carpio</i>	kapr obecný	96	2,91	Velisek et al. (2011)
Osteichthyes	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pstruh duhový	96	3,14	Velisek et al. (2011)

Tabulka 4. Akutní toxicita přípravku Cyperkill 25 EC pro vybrané druhy raků po 24, 48, 72, a 96 hodinové expozici při teplotě 20–21,1 °C, koncentrace je uváděna v µg/l (převzato z Lidova et al. 2019)

Druhy raků	24 h			48 h			72 h			96 h		
	LC ₀	LC ₅₀	LC ₁₀₀	LC ₀	LC ₅₀	LC ₁₀₀	LC ₀	LC ₅₀	LC ₁₀₀	LC ₀	LC ₅₀	LC ₁₀₀
rak pruhovaný	0,01	0,46	32,26	0,01	0,41	23,52	0,01	0,28	6,93	0,01	0,09	0,48
rak červený	0,04	1,17	30,5	0,04	0,67	9,15	0,01	0,4	8,26	0,01	0,17	1,95
rak mramorovaný	0,06	1,34	28,39	0,05	0,76	13,48	0,01	0,34	8,55	0,005	0,18	6,78
rak signální	0,03	0,79	10,48	0,01	0,24	5,1	0,01	0,21	3,59	0,01	0,19	3,13

Celou lokalitu je nutné izolovat pomocí zábran (např. igelitové zábrany) nejméně 1 m vysoké, připevněné ke sloupkům (Obr. 26). Důvodem je zamezení úniku raků ze zasažené lokality, ale také zabránění přístupu na lokalitu jak obyvatel, tak i zvíře.



Obr. 26. Eradikace raků ve Wisconsinu v USA – ukázka zábran

Chemická eradikace je vhodná pro všechny velikosti raků a při včasné zásahu může dojít až k úplnému vyhubení invazních raků. Při zásahu budou zasaženy všechny vodní organismy v nádrži, a pokud dojde ke špatné manipulaci a nevhodným klimatickým podmínkám (např. přívalové srážky, povodeň), budou zasaženy vodní organismy nacházející se v toku pod nádrží. Při vyšším pH může dojít k degradaci a k rychlému poklesu koncentrace pyrethroidů, která může být urychlená i vlivem sorpce na sediment nebo mikrobiální degradací a fotodegradací. Aplikace představuje určité riziko i pro personál provádějící opatření a pro veřejnost. Přestože zásah je časově i finančně velmi náročný, výsledkem nemusí být úplné vyhubení invazních raků, ale může dojít pouze k dočasnému snížení hustoty populace ([příloha 4.5](#)). Další nevýhodou je, že se přípravek vůbec nemusí dostat v účinné koncentraci k rakům v hlubokých norách.

6.2.5 Biomanipulace

Vysazení predátorů

Metoda je vhodná pro malé a střední velikosti raků. Metodu lze aplikovat ve vodních nádržích, kde lze zcela zabránit únikům ryb do toku, a které lze celé slovit. Použití metody je nutné konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k ohrožení jiných chráněných druhů. Je ale nutné zdůraznit, že přítomnost invazních raků ohrožuje faunu i flóru na lokalitě daleko více, než vysazení rybích predátorů, pokud je tato metoda odborně navržena. Metodu je vhodné kombinovat s dalšími výše popsanými opatřeními.

Relevantním predátorem raků je úhoř, který dokáže ulovit raky i v úkrytu (Reynolds 2011). Raky velmi dobře loví i menší a středně velcí mníci ve věkové kategorii 3–5 let. Tato věková kategorie preferuje

jako potravu raky, zatímco větší mníci loví převážně ryby (Klobucar et al. 2016). Mezi dobré predátory patří i dvouletý candát, roční štika, pstruh, jelec tloušť, sumec a parma (Neveu 2001). U většiny ryb byli v žaludku nalezeni hlavně malí a střední raci, proto je důležité metodu kombinovat s odchytom větších raků do vrší.

Predace často působí i na necílové organismy. Pokud dojde k migraci predátorů mimo zájmovou oblast, hrozí přenos račího moru z nakažených invazních raků, kteří prošli trávicím traktem ryb. Raci mohou na zvýšenou predaci reagovat zvýšenou migrací do dalších partií toku a mají vyšší motivaci překonávat i migrační bariéry. Invazní raci vykazují vyšší opatrnost v přítomnosti predátorů, snižují aktivitu a vyhledávají lepší úkryty, takže ostatní metody regulace, se kterými by tato biomanipulace byla kombinována, by měly nižší účinnost. Metoda je časově náročná, akci je třeba opakovat nebo dlouhodobě udržovat vyšší stavy predátorů, což může mít výrazný negativní dopad na společenstva jiných vodních živočichů ([příloha 4.4](#)).

6.2.6 Izolační metody – migrační bariéry na toku

Úprava stávajících nebo výstavba nových migračních bariér je vhodná v případě, kdy je třeba zamezit predačnímu tlaku invazních raků na ostatní druhy, nebo v případě snahy o záchranu populace původních druhů raků, kterým hrozí zasažení račím morem. Musí se přitom jednat o takovou překážku, kterou raci nedokáží překonat proti proudu vodou a ani ji obejít po břehu. Rozhodně je přitom vhodné v toku budovat podobných překážek více. Není detailně známo, jaké bariéry raci proti proudu již nedokážou zdolat. Bylo doloženo, že raci mohou překonat i stupně o výšce 1–3 m, pokud jsou v přírodě blízkém stavu – kamenné, drátěné, porostlé řasami nebo mechem, a také jsou schopni obejít překážku po souši (Římalová et Bílý 2013). Vždy však záleží na stavu bariéry, jejích rozměrech, porostu vegetace apod. a také na druhu raka. I nižší překážka, která je hladká a např. zapuštěná v betonu, může být pro raky těžko překonatelná. Aby nedocházelo k obcházení migrační bariéry po souši, je třeba doplnit navrhovaný příčný objekt o boční překážku dlouhou 4 až 10 m, vysokou cca 30 cm, která bude navádět migrující raky zpět pod bariéru ([příloha 4.6](#)).

Metodu je vhodné kombinovat s dalšími eliminačními metodami. Vysazení rybích predátorů však není vhodné použít v tocích při nákaze raků račím morem.

Úprava stávajících migračních bariér

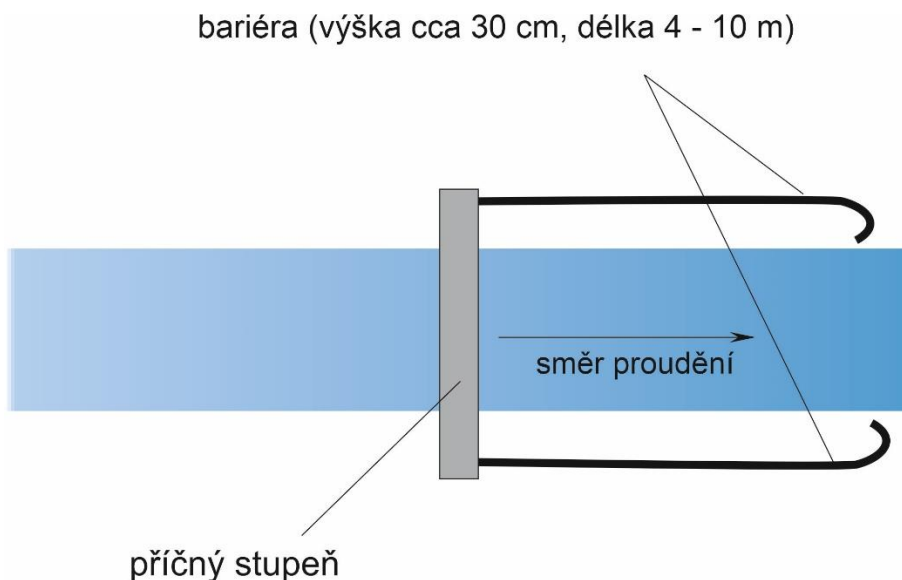
Úprava stávajících migračních bariér je vhodná, pokud se invazní raci nebo raci nakažení račím morem nacházejí pod migrační bariérou, nad kterou se nachází populace kriticky ohroženého raka kamenáče nebo raka říčního. Migrační bariéra nesmí být zprůchodněna rybím přechodem. Při úpravě se jedná o doplnění stávajícího příčného objektu materiálem s kluzkým hladkým povrchem (*Obr. 30*). Velmi účinné je doplnění koruny stávajícího příčného objektu o horizontální prvek s přesahem nejméně o 10 cm, který rak nedokáže překonat (*Obr. 31 a Obr. 32, příloha 4.6*). Překážku je nutné dobře upevnit, aby nebyla stržena proudem.

Příklady různých úprav migračních bariér:

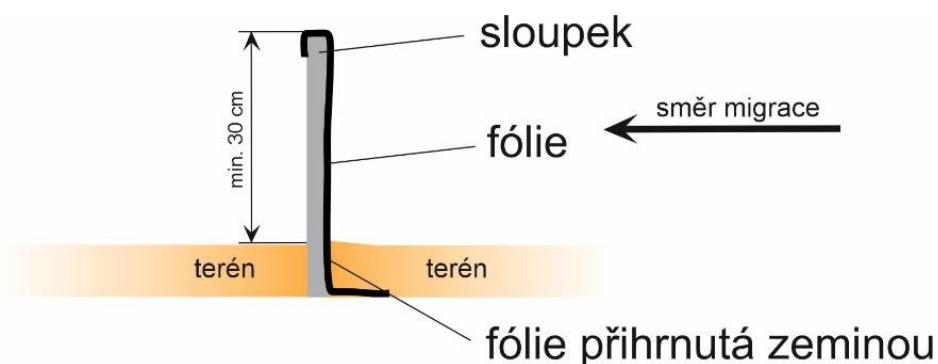
Pokud to nevyplývá ze stávajícího charakteru příčného objektu (např. po proudu navazující kolmé hladké stěny), je třeba vždy takovou bariéru doplnit i o prvek zabraňující rakům překážku obejít po souši. Zde se lze inspirovat nejlépe zábranami proti vnikání obojživelníků na pozemní komunikace

– příčný stupeň by byl cca 4–10 m po proudu doplněn o bariéru, zabraňující rakům v jeho obcházení (Obr. 27–Obr. 29). Bariéra může být přitom výrazně nižší, než je tomu v případě obojživelníků (bohatě postačí cca 30 cm).

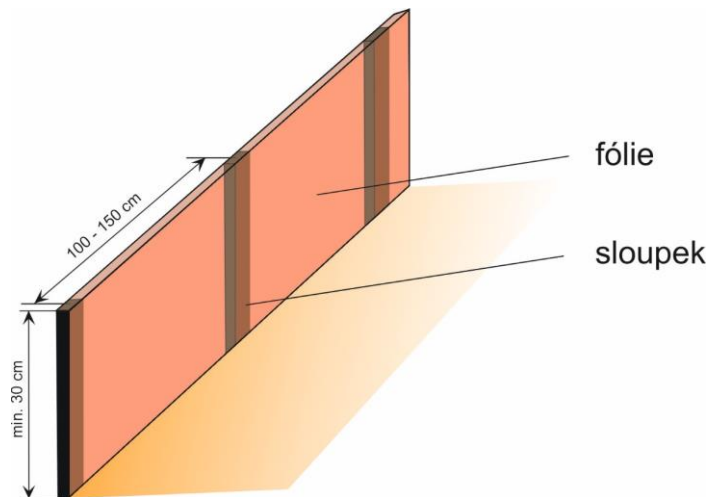
Tyto bariéry mohou být buďto trvalé (lze využít stávající systémy využívané např. kolem dálnic proti vnikání obojživelníků a jiných živočichů na vozovku; betonové zídky apod.) nebo dočasné. Ty lze budovat nejlépe za pomoci pevné fólie (Obr. 27–Obr. 29). Výhodou dočasných bariér je snadnost a flexibilita jejich instalace. Navíc nevytvoří např. trvalou překážku omezující zvýšené průtoky.



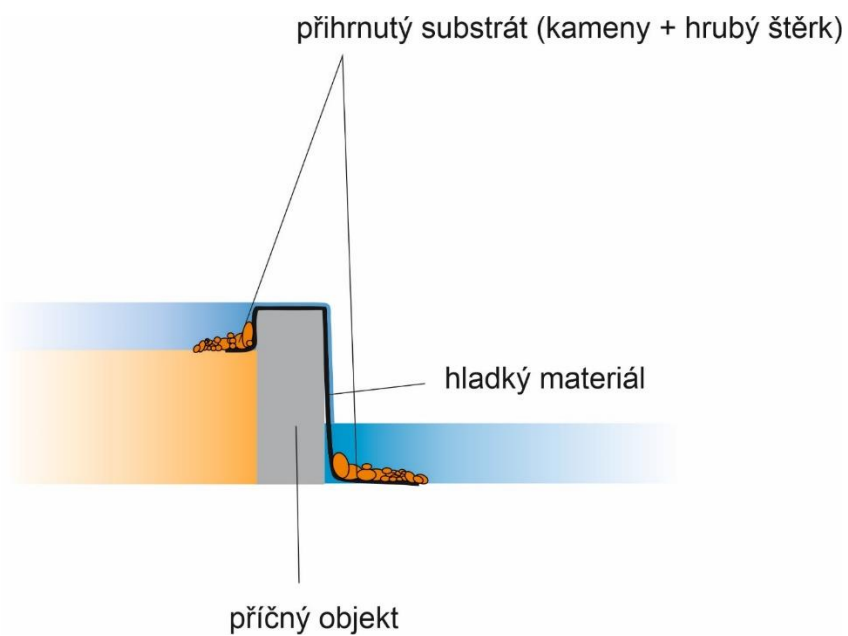
Obr. 27. Doplnění stávajícího příčného objektu o bariéru, zabraňující rakům její obcházení po souši (půdorys) – © D. Fischer



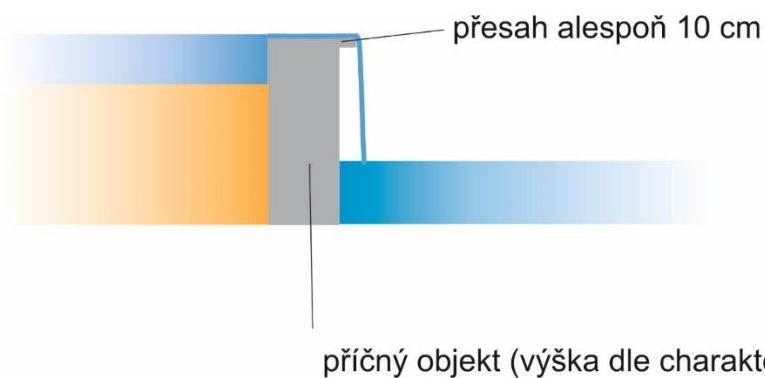
Obr. 28. Schematický nákres vytvoření provizorní bariéry za účelem zabránění migrace raků proti proudu toku po souši (bokorys) – © D. Fischer



Obr. 29. Schematický nákres vytvoření provizorní bariéry za účelem zabránění migrace raků proti proudu toku po souši (způsob instalace) – © D. Fischer



Obr. 30. Migrační bariéra – doplnění stávajícího příčného objektu materiálem s kluzkým hladkým povrchem (bokorys) – © D. Fischer



Obr. 31. Migrační bariéra – doplnění koruny stávajícího příčného objektu o horizontální prvek s přesahem (bokorys) – © D. Fischer



Obr. 32. Vytvoření menších překážek na toku, úprava koruny jezu a bočních bariér (Bean et Yeomans 2016)

Vytvoření nových migračních bariér

Vytvoření nových migračních bariér je vhodné, pokud se invazní raci nebo raci nakažení račím morem nacházejí v blízkosti populace kriticky ohroženého raka kamenáče nebo raka říčního v určité vzdálenosti proti proudu. Při výstavbě nových migračních bariér je důležité doplnění koruny navrhovaného příčného objektu o horizontální prvek s přesahem nejméně o 10 cm, který rak nedokáže překonat (Obr. 31, Obr. 32, Obr. 34, Obr. 35, příloha 4.6).

Vytvoření nové migrační bariéry přichází v úvahu, pokud nejsou v toku přítomny bariéry, které lze využít výše popsaným způsobem. Jedná se o menší toky, na kterých hydromorfologické podmínky umožňují novou bariéru vytvořit. Opět by se měla skládat z příčného přehrazení toku (např. zeminou pokrytou po proudu kluzkým povrchem – Obr. 33, kolmou překážkou neumožňující její překonání proti proudu apod. – Obr. 30–Obr. 32, doplněnou výše popsaným opatřením, zabraňujícím obcházení po souši (Obr. 27–Obr. 29).

Příklady různých typů migračních bariér:

přihrnutý substrát (kameny + hrubý štěrk)



Obr. 33. Schematický nákres vytvoření provizorní bariéry za účelem zabránění migrace raků proti proudu toku (bokorys)– © D. Fischer



Obr. 34. Návrh jezu zabraňující šíření raka červeného (Dana et al. 2011)



Obr. 35. Návrh koruny jezu zabraňujícího překonání překážky invazním rakem červeným (Dana et al. 2011)

7 ZÁVĚR

Invaze nepůvodních druhů raků zasáhla celou Evropu a zatím se příliš nedaří jejich šíření zastavit. Jedním z vektorů jejich šíření je zčásti vědomé, ale i nevědomé šíření člověkem. Osvěta mezi veřejností je tedy nejdůležitějším a nejlevnějším způsobem, jak tomuto šíření zabránit. Žádná z dalších metod nedokáže zcela vyhubit tyto invazní druhy. Přesto je důležité eliminaci invazních druhů raků zahájit a to kombinací různých eradikačních, regulačních a izolačních metod. Rozšíření invazních raků vede nejen k přenosu račího moru, smrtelného pro naše původní raky, ale vzhledem k jejich rychlému rozmnožování a agresivnímu chování, dochází k vytlačení původní fauny i flóry. Navržené metody eliminace invazních druhů raků mají různou účinnost, ale ani při použití chemických eradikačních látek obsahujících vysoce toxický cypermethrin, který má negativní a destruktivní důsledky pro celý ekosystém, není zaručeno, že bude tato metoda účinná. Při návrhu různých opatření by mělo být přihlédnuto i k tomu, jaké druhy budou použitím různých metod zasaženy. Musíme rovněž zvážit, zda pokud neprovedeme žádná opatření kvůli jiným ohroženým nebo chráněným druhům, dojde k daleko větší invazi nepůvodních raků a následkem toho k vyhubení těchto ohrožených druhů. Někdy ochrana původních raků není v souladu s ochranou některých živočichů, např. kdy kvůli migraci ryb dochází k odstraňování migračních bariér a k zprůchodňování toků. I v tomto případě je důležité zvážit, jestli při odstranění migrační překážky, která bránila šíření invazních druhů raků, nebudou migrací těchto agresivních raků ohroženy i ryby, kvůli kterým bylo zprůchodnění toku navrženo.

Pokud již dojde k výskytu invazních druhů raků, je velmi důležité zahájit kombinaci různých metod eliminace co nejdříve po objevení nového nálezu. Čím později je opatření zahájeno, tím je složitější invazní raky odstranit a je daleko pravděpodobnější, že dojde k etablování populace a k následnému vyčerpání potravních a úkrytových kapacit a k šíření raků na další lokality.

8 SEZNAM ZKRATEK

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
ČR	Česká republika
ČRS	Český rybářský svaz
ČSOP	Český svaz ochránců přírody
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EC ₅₀	střední účinná koncentrace
eDNA	environmentální DNA
EP	Evropský parlament
EU	Evropská unie
HZS	Hasičský záchranný sbor
CHKO	Chráněná krajinná oblast
KVS	Krajská veterinární správa
LC ₅₀	střední letální koncentrace
MRS	Moravský rybářský svaz
MVO	Mimořádné veterinární opatření
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NDOP	Nálezová databáze ochrany přírody
NP	Národní park
NPP	Národní přírodní památka
NPR	Národní přírodní rezervace
ORP	Obec s rozšířenou působností
PřF UK	Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy
SVS	Státní veterinární správa
SRS	Státní rostlinolékařská správa
TAČR	Technologická agentura České republiky
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

USA	Spojené státy americké
VÚV TGM, v. v. i.	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
ZCHD	Zvláště chráněné druhy
ZOPK	Zákon o ochraně přírody a krajiny

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AL-EBRASHY, A. *Crayfish predation on mussels: an experimental approach*. Master's Thesis. Department of Biological and Environmental Science, University of Jyväskylä, Jyväskylä, 2012, 27 p.
- ALDERMAN, D. Geographical spread of bacterial and fungal diseases of crustaceans. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 1996, 15, p. 603–632.
- ALDERMAN, D. et POLGLASE, J.L. *Aphanomyces astaci*: isolation and culture. *Journal of Fish Diseases*, 1986, 9, p. 367–379.
- ALDERMAN, D., POLGLASE, J.L. et FRAYLING, M. *Aphanomyces astaci* pathogenicity under laboratory and field conditions. *Journal of Fish Diseases*, 1987, 10, p. 385–393.
- ANASTÁCIO, P.M., BANHA, F., CAPINHA, C., BERNARDO, J., COSTA, A., TEIXEIRA, A. et BRUXELAS, S. Indicators of movement and space use for two co-occurring invasive crayfish species. *Ecological Indicators*, 2015, 53, p. 171–181.
- ANASTÁCIO, P.M., FERREIRA, M.P., BANHA, F., CAPINHA, C. et RABAÇA, J.E. Waterbird-mediated passive dispersal is a viable process for crayfish (*Procambarus clarkii*). *Aquatic ecology*, 2014, 48, p. 1–10.
- ANONYMUS. *Mapování výskytu bezobratlých živočichů*. Korýši. 2008. Citováno dne: 15. 2. 2020. Dostupné z: <http://www.biolib.cz>.
- ANONYMUS. *Na výsypce u dolů nedaleko Bíliny se objevil nebezpečný invazivní rak*. iDnes.cz/zpravodajství, 2019. Citováno dne: 16. 6. 2020. Dostupné z: https://www.idnes.cz/usti/zpravy/invazivni-rak-mramorovy-radovesicka-vysypka-bilina-raci-mor.A191216_521602_usti-zpravy_pakr.
- BÁDR, V. Výskyt potočnic r. Branchiobdella v České republice a jejich možná patogenita – předběžná zpráva. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 2000, 36, s. 33–34.
- BEAN, C.W. et YEOMANS, W.E. North American Signal Crayfish. In: *M.J. Gaywood, P.J. Boon, D.B.A. Thompson et I.M. Strachan (eds.) The Species Action Framework Handbook, Perth, UK*. Scottish Natural Heritage. 2016, p. 314–324.
- BERAN, L. et PETRUSEK, A. First record of the invasive spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Cambaridae) in the Bohemian Forest (South Bohemia, Czech Republic). *Silva Gabreta*, 2006, 12, p. 143–146.
- BOHMAN, P., EDSMAN, L., MARTIN, P. et SCHOLTZ, G. The first Marmorokrebs (Decapoda: Astacida: Cambaridae) in Scandinavia. *BioInvasions Rec.*, 2013, 2, p. 227–232.
- BUBB, D.H., O'MALLEY, O.J., GOODERHAM, A.C. et LUCAS, M.C. Relative impacts of native and non-native crayfish on shelter use by an indigenous benthic fish. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2009, 19, p. 448–455.

BUBB, D.H., THOM, T.J. et LUCAS, M.C. Winter movements and activity of signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in an upland river, determined by radio telemetry. *Freshwater Biology*, 2004, 49, p. 357–368.

BUBB, D.H., THOM, T.J. et LUCAS, M.C. The within-catchment invasion of the non-indigenous signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in upland rivers. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 2005, p. 376–377 : 665-673.

BUBB, D.H., THOM, T.J. et LUCAS, M.C. Movement patterns of the invasive signal crayfish determined by PIT telemetry. *Canadian Journal of Zoology*, 2006a, 84, p. 1202–1209.

BUBB, D.H., THOM, T.J. et LUCAS, M.C. Movement, dispersal and refuge use of co-occurring introduced and native crayfish. *Freshwater Biology*, 2006b, 51, p. 1359–1368.

BUŘIČ, M., HULÁK, M., KOUBA, A., PETRUSEK, A. et KOZÁK, P. A successful crayfish invader is capable of facultative parthenogenesis: a novel reproductive mode in decapod crustaceans. *PLoS ONE*, 2011, 6, e20281.

BUŘIČ, M., KOUBA, A. et KOZÁK, P. Spring mating period in *Orconectes limosus*: the reason for movement. *Aquatic Science*, 2009a, 71, p. 473–477.

BUŘIČ, M., KOUBA, A. et KOZÁK, P. Spring mating period in *Orconectes limosus*: the reason for movement. *Aquatic Sciences*, 2009b, 71, p. 473.

BUŘIČ, M., KOZÁK, P., et KOUBA, A. Movement patterns and ranging behavior of the invasive spiny-cheek crayfish in a small reservoir tributary. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 2009b, 174, 4, p. 329–337.

CARPENTER, J. Competition for food between an introduced crayfish and two fishes endemic to the Colorado River basin. *Environmental Biology of Fishes*, 2005, 72, p. 335–342.

CASTILLO-ESCRIVA, A., MESTRE, A., MONRÓS, J.S. et MESQUITA-JOANES, F. Population dynamics of an epibiont Ostracoda on the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in a western Mediterranean wetland. *Hydrobiologia*, 2013, 714, p. 217–228.

CERENIUS, L., BANGYEEKHUN, E., KEYSER, P., SÖDERHÄLL, I. et SÖDERHÄLL, K. Host prophenoloxidase expression in freshwater crayfish is linked to increased resistance to the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci*. *Cellular microbiology*, 2003, 5, p. 353–357.

CRANDALL, K.A. et DE GRAVE, S. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 2017, 37, p. 615–653.

DANA, E.D., GARCÍA-DE-LOMAS, J., GONZÁLEZ, R. et ORTEGA, F. Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering*, 2011, 37, p. 1607–1613.

DANĚK, T., MUSIL, J., VLAŠÁNEK, P., SVOBODOVÁ, J., JOHNSEN, S.I., BARTEKOVÁ, T., ŠTRUNC, D., BARANKIEWICZ, M., BOUŠE, E. et ANDERSEN, O. Telemetry of co-occurring noble crayfish (*Astacus*

astacus) and stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*): diel changes in movement and local activity. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 2018, 191, p. 339–352.

DEGERMAN, E., NILSSON, P.A., NYSTRÖM, P., NILSSON, E. et OLSSON, K. Are fish populations in temperate streams affected by crayfish? A field survey and prospects. *Environmental Biology of Fishes*, 2007, 78, p. 231–239.

DORN, N. et MITTELBAACH, G. More than predator and prey: a review of interactions between fish and crayfish. *Vie et Milieu*, 1999, 49, p. 229–237.

DORN, N.J. et WOJDAK, J.M. The role of omnivorous crayfish in littoral communities. *Oecologia*, 2004, 140, p. 150–159.

DRAŽINA, T., KORŠA, A., ŠPOLJAR, M., MAGUIRE, I. et KLOBUČAR, G.I. Epifauna of native and alien freshwater crayfish species (Crustacea: Decapoda): a host-specific community? *Freshwater Science*, 2018, 37, p. 593–604.

ŘURIŠ, Z. et HORKÁ, I. First record of the invasive spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque) in Moravian and Silesian region, Czech Republic. *Časopis Slezského Muzea Opava (A)*, 2007, 56, p. 49–52.

ŘURIŠ, Z., HORKÁ, I. et PETRUSEK, A. Invasive zebra mussel colonisation of invasive crayfish: a case study. *Hydrobiologia*, 2007, 590, p. 43–46.

FILIPOVÁ, L., KOZUBÍKOVÁ, E. et PETRUSEK, A. *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817). *Nepůvodní druhy ve fauně a flóře České republiky [Alien species in fauna and flora of the Czech Republic]*, ČSOP, Praha, 2006a, s. 237–239.

FILIPOVÁ, L., KOZUBÍKOVÁ, E. et PETRUSEK, A. Allozyme variation in Czech populations of the invasive spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Cambaridae). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2009, p. 10.

FILIPOVÁ, L., LIEB, D.A., GRANDJEAN, F. et PETRUSEK, A. Haplotype variation in the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus*: colonization of Europe and genetic diversity of native stocks. *Journal of the North American Benthological Society*, 2011, 30, p. 871–881.

FILIPOVÁ, L., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. et POLICAR, T. Distribuce raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) v České republice. In: *Zoologické dny (Bryja, J. et Zukal, J., eds.)*. Brno, 2006b, s. 37–38.

FILIPOVÁ, L., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. et POLICAR, T. *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) – rak signální. In: *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky (Mlíkovský, J. et Stýblo, P., eds.)*. ČSOP, Praha, 2006c, s. 239–240.

FISCHER, D. Akce „MVE pod Průmyslovým rybníkem v k. ú. Dolní Radíkov“. Astakologický a ichtyologický průzkum. Orientační zoologický průzkum se zaměřením na zvláště chráněné druhy živočichů s vazbou na vodní prostředí. Zhodnocení vlivu záměru obnovy MVE na zjištěné zvláště chráněné a ohrožené druhy živočichů a místní potoční ekosystém. Ms., depon. Odbor životního prostředí MÚ Dačice. 2019. 20 s.

- GELWICK, F. Grazer identity changes the spatial distribution of cascading trophic effects in stream pools. *Oecologia*, 2000, 125, p. 573–583.
- GHERARDI, F. Behaviour. In: *Biology of Freshwater Crayfish (Holdich, D. M., ed.) Blackwell Science, USA and Canada*. Iowa State University Press, Oxford, England; Ames, Iowa, 2002, p. 258–290.
- GHERARDI, F. et BARBARESI, S. Invasive crayfish: activity patterns of *Procambarus clarkii* in the rice fields of the Lower Guadalquivir (Spain). *Archiv für Hydrobiologie*, 2000, p. 153–168.
- GHERARDI, F., BARBARESI, S. et SALVI, G. Spatial and temporal patterns in the movement of *Procambarus clarkii*, an invasive crayfish. *Aquatic Sciences*, 2000, 62, p. 179–193.
- GODDARD, J.S. Food and feeding. In: *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation (Holdich, D.M., ed.)*. Timber Press, Portland, 1988, p. 145–166.
- GOLDMAN, C.R. Ecology and physiology of the California crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) in relation to its suitability for introduction into European waters. *Freshwater Crayfish*, 1973, 1, p. 106–120.
- GOVENDICH, F.R., BAIN, B.A., GELDER, S.R., DAVIES, R.W. et BRINKHURST, R.O. Annelida (Clitellat): Oligochaeta, Branchiobdellida, Hirudinida and Acanthobdellida. In: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (Thorp, J.H. et Covich, A.P., eds.)*. Academic Press (Elsevier), Burlington, MA, USA, 2010, p. 385–436.
- GRANDJEAN, F., VRÅLSTAD, T., DIEGUEZ-URIBEONDO, J., JELIĆ, M., MANGOMBI, J., DELAUNAY, C., FILIPOVA, L., REZINCIUC, S., KOZUBIKOVA-BALCAROVA, E. et GUYONNET, D. Microsatellite markers for direct genotyping of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci* (Oomycetes) from infected host tissues. *Veterinary Microbiology*, 2014, 170, p. 317–324.
- GRIFFITHS, S.W., COLLEN, P. et ARMSTRONG, J. Competition for shelter among over-wintering signal crayfish and juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 2004, 65, p. 436–447.
- GUAN, R.Z. et WILES, P.R. Ecological Impact of Introduced Crayfish on Benthic Fishes in a British Lowland River: Impacto Ecológico de un Langostino de Río Introducido en Poblaciones de Peces Bentónicos de un Río de las Tierras Bajas Británicas. *Conservation Biology*, 1997, 11, p. 641–647.
- HADDAWAY, N.R., MORTIMER, R.J.G., CHRISTMAS, M., GRAHAME, J.W. et DUNN, A.M. Morphological diversity and phenotypic plasticity in the threatened British white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2012, 22, p. 220–231.
- HAJER, J. Americký druh raka v Labi. *Živa*, 1989, 37, 75, s. 125.
- HALE, P., WILSON, J., LOUGHMAN, Z. et HENKANATHTHEGEDARA, S. Potential impacts of invasive crayfish on native crayfish: insights from laboratory experiments. *Aquatic Invasions*, 2016, 11.
- HARVEY, G.L., HENSHAW, A.J., MOORHOUSE, T.P., CLIFFORD, N.J., HOLAH, H., GREY, J. et MACDONALD, D.W. Invasive crayfish as drivers of fine sediment dynamics in rivers: field and laboratory evidence. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2014, 39, p. 259–271.

- HENTTONEN, P. et HUNER, J.V. The introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction. *Crustacean Issues*, 1999, 11, p. 13–22.
- HIRSCH, P.E., BURKHARDT-HOLM, P., TÖPFER, I. et FISCHER, P. Movement patterns and shelter choice of spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in a large lake's littoral zone. *Aquatic Invasions*, 2016, 11, p. 55–65.
- HIRSCH, P.E. et FISCHER, P. Interactions between native juvenile burbot (*Lota lota*) and the invasive spinycheek crayfish (*Orconectes limosus*) in a large European lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2008, 65, p. 2636–2643.
- HIRUTA, S. The presence of signal crayfish in Hokkaida, Japan. *Crayfish News*, 1996, 19, p. 12.
- HOLDICH, D. The Development of Ecological Requirements to inform the Production of Conservation Objectives for white-clawed crayfish. *English Nature*, 2000.
- HOLDICH, D. et BLACK, J. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions*, 2007, 2, p. 1–15.
- HOLDICH, D.M., DAVID ROGERS, W. et REYNOLDS, J.D. Native and alien crayfish in the British Isles. *Crustacean Issues*, 1999, 11, p. 221–236.
- HOLDICH, D., REYNOLDS, J., SOUTY-GROSSET, C. et SIBLEY, P. A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2009a, 11.
- HOLDICH, D.M., REYNOLDS, J.D., SOUTY-GROSSET, C. et SIBLEY, P.J. A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2009b, 11, p. 394–395.
- HOLZER, M. Akce Rak po roce. *Naší přírodou*, 1987, s. 74–75.
- HUANG, T., CERENIUS, L. et SÖDERHÄLL, K. Analysis of genetic diversity in the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci*, by random amplification of polymorphic DNA. *Aquaculture*, 1994, 126, p. 1–9.
- HUDINA, S., KUTLEŠA, P., TRGOVČIĆ, K. et DUPLIĆ, A. Dynamics of range expansion of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in a recently invaded region in Croatia. *Aquatic Invasions*, 2017, 12.
- HUDINA, S., LUCIĆ, A., ŽGANEC, K. et JANKOVIĆ, S. Characteristics and movement patterns of a recently established invasive *Pacifastacus leniusculus* population in the river Mura, Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2011, 403, 07.
- HUDINA, S., ŽGANEC, K., LUCIĆ, A., TRGOVČIĆ, K. et MAGUIRE, I. Recent invasion of the karstic river systems in Croatia through illegal introductions of the signal crayfish. *Freshwater Crayfish*, 2013, 19, p. 21–27.
- CHADWICK, D.D., PRITCHARD, E.G., BRADLEY, P., SAYER, C.D., CHADWICK, M.A., EAGLE, L.J. et AXMACHER J.C. A novel 'triple drawdown' method highlights deficiencies in invasive alien crayfish survey and control techniques. *Journal of Applied Ecology*, 2020.

- CHUCHOLL, C. et DAUDEY, T. 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*, 2008, 3, p. 105–107.
- CHYBOWSKI, Ł. Absolute fecundity of two populations of signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana). *Fisheries & Aquatic Life*, 2013, 21, p. 357–362.
- JANSKÝ, V. et KAUTMAN, J. Americký rak *Orconectes limosus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) už aj na Slovensku.[North American spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) also in Slovakia.]. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci*, 2007, 53, s. 21–25.
- JANSKÝ, V. et MUTKOVIČ, A. Rak *Procambarus* sp. (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) – Prvý nález na Slovensku. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci*, 2010, 56, s. 64–67.
- JOHNSEN, S.I., TAUGBØL, T., ANDERSEN, O., MUSETH, J. et VRÅLSTAD, T. The first record of the non-indigenous signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* in Norway. *Biological Invasions*, 2007, 9, p. 939–941.
- JONES, J.P., RASAMY, J.R., HARVEY, A., TOON, A., OIETMANN, B., RANDRIANARISON, M.H., RAMINOSOA, N. et RAVOAHANGIMALALA, O.R. The perfect invader: a parthenogenic crayfish poses a new threat to Madagascar's freshwater biodiversity. *Biological Invasions*, 2009, 11, p. 1475–1482.
- JONSSON A. Life history differences between crayfish *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in embryonic and juvenile development, laboratory experiences. *Freshwater Crayfish*, 1995, 8, p. 170–178.
- JUSSILA, J., TOLJAMO, A., MAKKONEN, J., KUKKONEN, H. et KOKKO, H. Practical disinfection chemicals for fishing and crayfishing gear against crayfish plague transfer. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2014, 02.
- KAWAI, T., SCHOLTZ, G., MORIOKA, S., RAMANAMANDIMBY, F., LUKHAUP, C. et HANAMURA, Y. Parthenogenetic alien crayfish (Decapoda: Cambaridae) spreading in Madagascar. *Journal of Crustacean Biology*, 2009, 29, p. 562–567.
- KLOBUCAR, S.L., SAUNDERS, W.C. et BUDY, P. A *Lota lota* consumption: trophic dynamics of nonnative Burbot in a valuable sport fishery. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2016, 145, p. 1386–1398.
- KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E., BERAN, L., ĎURIŠ, Z., FISCHER, D., HORKÁ, I., SVOBODOVÁ, J. et PETRUSEK, A. Status and recovery of indigenous crayfish populations after recent crayfish plague outbreaks in the Czech Republic. *Ethology Ecology & Evolution*, 2014, 26, p. 299–319.
- KOZUBÍKOVÁ, E., FILIPOVÁ, L., KOZÁK, P., ĎURIŠ, Z., MARTIN, M.P., DIÉGUEZ-URIBEONDO, J., OIETMANN, B. et PETRUSEK, A. Prevalence of the Crayfish Plague Pathogen *Aphanomyces astaci* in Invasive American Crayfishes in the Czech Republic. *Conservation Biology*, 2009, 23, p. 1204–1213.
- KRUPAUER, V. *Zlatý rak*. Nakladatelství České Budějovice, České Budějovice, 1968, 107 s.
- LEE, J.H., KIM, T.W. et CHOE, J.C. Commensalism or mutualism: conditional outcomes in a branchiobdellid-crayfish symbiosis. *Oecologia*, 2009, 159, p. 217–224.

- LELE, S.-F. et PÂRVULESCU, L. Experimental evidence of the successful invader *Orconectes limosus* outcompeting the native *Astacus leptodactylus* in acquiring shelter and food. *Biologia*, 2017, 72, p. 877–885.
- LIDOVA, J., BURIC, M., KOUBA, A. et VELISEK, J. Acute toxicity of two pyrethroid insecticides for five non-indigenous crayfish species in Europe. *Veterinarni Medicina*, 2019, 64, p. 125–133.
- LINDQVIST, O.V. et HUNER, J.V. Life history characteristics of crayfish: what makes some of them good colonizers? *Crustacean Issues*, 1999, 11, p. 23–30.
- LIPTÁK, B., MRUGAŁA, A., PEKÁRIK, L., MUTKOVIČ, A., GRUĽA, D., PETRUSEK, A. et KOUBA, A. Expansion of the marbled crayfish in Slovakia: beginning of an invasion in the Danube catchment? *Journal of Limnology*, 2016, 75, p. 305–312.
- LODGE, D.M., DEINES, A., GHERARDI, F., YEO, D.C., ARCELLA, T., BALDRIDGE, A.K., BARNES, M.A., CHADDERTON, W.L., FEDER, J.L. et GANTZ, C.A. Global introductions of crayfishes: evaluating the impact of species invasions on ecosystem services. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2012, 43, p. 449–472.
- LODGE, D.M., KERSHNER, M.W., ALOI, J.E. et COVICH, A.P. Effects of an omnivorous crayfish (*Orconectes rusticus*) on a freshwater littoral food web. *Ecology*, 1994, 75, p. 1265–1281.
- MACIASZEK, R., BONK, M. et STRUŻYŃSKI, W. New records of the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) from Poland. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 2019, 39.
- MAGUIRE, I. et GOTTSTEIN-MATOCEC, S. The distribution pattern of freshwater crayfish in Croatia. *Crustaceana – International Journal of Crustacean Research*, 2004, 77, p. 25–47.
- MATASOVÁ, K., KOZUBÍKOVÁ, E., SVOBODA, J., JAROŠÍK, V. et PETRUSEK, A. Temporal variation in the prevalence of the crayfish plague pathogen, *Aphanomyces astaci*, in three Czech spiny-cheek crayfish populations. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2011, 14.
- MATOUŠ, H. Blaničtí rytíři a labští zbojníci. *Rybářství*, 1995, 269.
- MILLER, J.E., SAVINO, J.F. et NEELY, R.K. Competition for food between crayfish (*Orconectes virilis*) and the slimy sculpin (*Cottus cognatus*). *Journal of Freshwater Ecology*, 1992, 7, p. 127–136.
- MOJŽIŠOVÁ, M., MRUGAŁA, A., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E., VLACH, P., SVOBODOVÁ, J., KOUBA, A. et PETRUSEK, A. Crayfish plague in Czechia: Outbreaks from novel sources and testing for chronic infections. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2020, 107390.
- NEVEU, A. Can resident carnivorous fishes slow down introduced alien crayfish spread? Efficacy of 3 fishes species versus 2 crayfish species in experimental design. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture (France)*, 2001.
- NYSTRÖM, P., BRÖNMARK, C. et GRANÉLI, W. Influence of an exotic and a native crayfish species on a littoral benthic community. *Oikos*, 1999, p. 545–553.

- OIDTMANN, B., GEIGER, S., STEINBAUER, P., CULAS, A. et HOFFMANN, R.W. Detection of *Aphanomyces astaci* in North American crayfish by polymerase chain reaction. *Diseases of Aquatic Organisms*, 2006, 72, p. 53–64.
- OIDTMANN, B., HEITZ, E., ROGERS, D. et HOFFMANN, R.W. Transmission of crayfish plague. *Diseases of Aquatic Organisms*, 2002, 52, p. 159–167.
- OIDTMANN, B., SCHMID, I., ROGERS, D. et HOFFMANN, R. An improved isolation method for the cultivation of the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci*. *Freshwater Crayfish*, 1999, 12, p. 303–312.
- PÂRVULESCU, L., PALOS, C. et MOLNAR, P. First record of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) in Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 2009, 5, p. 424–428.
- PÂRVULESCU, L., TOGOR, A., LELE, S.-F., SCHEU, S., ŞINCA, D. et PANTELEIT, J. First established population of marbled crayfish *Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis* (Decapoda, Cambaridae) in Romania. *BioInvasions Record*, 2017, 6.
- PATOKA, J., BUŘIČ, M., KOLÁŘ, V., BLÁHA, M., PETRTÝL, M., FRANTA, P., TROPEK, R., KALOUS, L., PETRUSEK, A. et KOUBA, A. Predictions of marbled crayfish establishment in conurbations fulfilled: Evidences from the Czech Republic. *Biologia*, 2016, 71, p. 1380–1385.
- PATOKA, J. et KOUBA, A. Počátek invaze raka mramorovaného v ČR? *Fórum ochrany přírody*, 2017, 3.
- PEAY, S., GUTHRIE, N., SPEES, J., NILSSON, E. et BRADLEY, P. The impact of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the recruitment of salmonid fish in a headwater stream in Yorkshire, England. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2009, 12.
- PEAY, S. et HILEY, P.D. Eradication of alien crayfish. Phase II. In: *Environment Agency Technical Report W1–037/TR1*, p. 118. Bristol: Environ Agency, 2001.
- PERGL, J., SÁDLO, J., PETRUSEK, A., LAŠTŮVKA, Z., MUSIL, J., PERGLOVÁ, I., ŠANDA, R., ŠEFROVÁ, H., ŠÍMA, J. et VOHRALÍK, V. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*, 2016, 28, 1.
- PERGL, J., ŠÍMA, J., GÖRNER, T. et PĚKNICOVÁ, J. Biologické invaze a související právní nástroje. *Živa*, 2018, 126.
- PETRUSEK, A., FILIPOVÁ, L., ĎURIŠ, Z., HORKÁ, I., KOZÁK, P., POLICAR, T., ŠTAMBERGOVÁ, M. et KUČERA, Z. Distribution of the invasive spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in the Czech Republic. Past and present. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 2006, p. 903–918.
- PÖCKL, M. The distribution of native and introduced species of crayfish in Austria. *Freshwater Forum*, 1999, 12, p. 14–17.
- PÖCKL, M., HOLDICH, D. et PENNERSTORFER, J. Identifying native and alien crayfish species in Europe. *European project CRAYNET*, 2006, p. 1–47.
- POLICAR, T. et KOZÁK, P. Výskyt raků v ČR. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 2000, s. 18–22.

- PUKY, M. Confirmation of the presence of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) in Slovakia. *North-Western Journal of Zoology*, 2009, 5, p. 214–217.
- PUKY, M. et SCHÁD, P. *Orconectes limosus* colonises new areas fast along the Danube in Hungary. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 2006, p. 919–926.
- RAHEL, F.J. et STEIN, R.A. Complex predator-prey interactions and predator intimidation among crayfish, piscivorous fish, and small benthic fish. *Oecologia*, 1988, 75, p. 94–98.
- REYNOLDS, J. A review of ecological interactions between crayfish and fish, indigenous and introduced. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2011, 10.
- ROSEWARNE, P., MORTIMER, R. et DUNN, A. Branchiobdellidan infestation on endangered white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in the UK. *Parasitology*, 2012, 139, p. 774–780.
- RUSCH, J.C., MOJŽIŠOVÁ, M., STRAND, D.A., SVOBODOVÁ, J., VRÅLSTAD, T. et PETRUSEK, A. Simultaneous detection of native and invasive crayfish and *Aphanomyces astaci* from environmental DNA samples in a wide range of habitats in Central Europe. *NeoBiota*, 2020, 58, 1.
- ŘÍMALOVÁ, K. et BÍLÝ, M. The movement patterns of *Austropotamobius torrentium* and *Astacus astacus*: Is a stony step a barrier? *Freshwater Crayfish*, 2013, 19, p. 69–75.
- ŘÍMALOVÁ, K., DOUDA, K. et ŠTAMBERGOVÁ, M. Species-specific pattern of crayfish distribution within a river network relates to habitat degradation: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 2014, 23, p. 3301–3317.
- SANDODDEN, R. Eradication of invasive alien crayfish: past experiences and further possibilities. *Island invasives: scaling up to meet the challenge*. Gland: IUCN, 2019, p. 405–409.
- SANDODDEN, R. et JOHNSEN, S.I. Eradication of introduced signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* using the pharmaceutical BETAMAX VET. *Aquatic Invasions*, 2010, 5, p. 75–81.
- SCHMIDT, C. et VANDRÉ, R. Predation from signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* on Freshwater Pearl Mussels: A field report. In: *Aquatic Conservation with Focus on the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*, Sundsvall, 12–14 August*. Sundsvall, 2009, p. 27.
- SIBLEY, P. et NÖEL, P. Roundtable session 1B: control and management of alien crayfish. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, 2002, p. 881–886.
- SKELTON, J., DOAK, S., LEONARD, M., CREED, R.P. et BROWN, B.L. The rules for symbiont community assembly change along a mutualism–parasitism continuum. *Journal of Animal Ecology*, 2016, 85, p. 843–853.
- SKELTON, J., FARRELL, K.J., CREED, R.P., WILLIAMS, B.W., AMES, C., HELMS, B.S., STOEKEL, J. et BROWN, B.L. Servants, scoundrels, and hitchhikers: current understanding of the complex interactions between crayfish and their ectosymbiotic worms (Branchiobdellida). *Freshwater Science*, 2013, 32, p. 1345–1357.

- SODERHALL, K. et CERENIUS, L. The crayfish plague fungus: history and recent advances. *Freshwater Crayfish*, 1999, 12, p. 11–35.
- SOUTY-GROSSET, C., HOLDICH, D.M., NOËL, P.Y., REYNOLDS, J.D. et HAFFNER, P. eds. *Atlas of Crayfish in Europe*. Patrimoines Naturels 64. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 2006, 187 p.
- STEBBING, P., LONGSHAW, M., TAYLOR, N., NORMAN, R., LINTOTT, R., PEARCE, F. et SCOTT, A. Review of methods for the control of invasive crayfish in Great Britain. *Defra report C*, 2012, 5471.
- STEBBING, P., WATSON, G., FRASER, D., JENNINGS, R., SIBLEY, P., BENTLEY, M. et RUSHTON, S. Evaluation of the capacity of pheromones for the control of invasive non-native crayfish. *English Nature Research Reports*, 2004.
- STENROTH, P. et NYSTRÖM, P. Exotic crayfish in a brown water stream: effects on juvenile trout, invertebrates and algae. *Freshwater Biology*, 2003, 48, p. 466–475.
- STRAND, D.A., HOLST-JENSEN, A., VILJUGREIN, H., EDVARSEN, B., KLAVENESS, D., JUSSILA, J. et VRÅLSTAD, T. Detection and quantification of the crayfish plague agent in natural waters: direct monitoring approach for aquatic environments. *Diseases of Aquatic Organisms*, 2011, 95, p. 9–17.
- SVOBODA, J., FISCHER, D., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E., ŠTÁSTKOVÁ, A., BRŮČKOVÁ, M., KOUBA, A. et PETRUSEK, A. Experimental evaluation of the potential for crayfish plague transmission through the digestive system of warm-blooded predators. *Journal of Fish Diseases*, 2020, 43, p. 129–138.
- SVOBODA, J., MRUGAŁA, A., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E., KOUBA, A., DIÉGUEZ-URIBEONDO, J. et PETRUSEK, A. Resistance to the crayfish plague pathogen, *Aphanomyces astaci*, in two freshwater shrimps. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2014a, 121, p. 97–104.
- SVOBODA, J., MRUGAŁA, A., KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E. et PETRUSEK, A. Hosts and transmission of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci*: a review. *Journal of Fish Diseases*, 2017, 40, p. 127–140.
- SVOBODA, J., STRAND, D.A., VRÅLSTAD, T., GRANDJEAN, F., EDSMAN, L., KOZÁK, P., KOUBA, A., FRISTAD, R.F., BAHADIR KOCA, S. et PETRUSEK, A. The crayfish plague pathogen can infect freshwater-inhabiting crabs. *Freshwater Biology*, 2014b, 59, p. 918–929.
- SVOBODOVÁ, J., DOUDA, K., ŠTAMBERGOVÁ, M., PICEK, J., VLACH, P. et FISCHER, D. The relationship between water quality and indigenous and alien crayfish distribution in the Czech Republic: patterns and conservation implications. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2012, 22, p. 776–786.
- SVOBODOVÁ, J., MOUREK, J., KOZUBÍKOVÁ, E., BERÁNKOVÁ, M. et SVOBODOVÁ, E. Prozkoumání možností realizace praktické ochrany raka kamenáče na Zákolanském potoce. Ms., depon. AOPK ČR. 2010, 53 s.
- ŠIDAGYTĚ, E., RAZLUTSKIJ, V., ALEKHOVICH, A., RYBAKOVAS, A., MOROZ, M., ŠNIAUKŠTAITĚ, V., VAITONIS, G. et ARBAČIAUSKAS, K. Predatory diet and potential effects of *Orconectes limosus* on river macroinvertebrate assemblages of the southeastern Baltic Sea basin: implications for ecological assessment. *Aquatic Invasions*, 2017, 12.

ŠTAMBERGOVÁ, M., SVOBODOVÁ, J. et KOZUBÍKOVÁ, E. Raci v České republice (Crayfish in the Czech Republic). AOPK ČR, Praha, 2009, 255.

THOMPSON, R.M., HEMBERG, M., STARZOMSKI, B.M. et SHURIN, J.B. Trophic levels and trophic tangles: the prevalence of omnivory in real food webs. *Ecology*, 2007, 88, p. 612–617.

VAEßEN, S. et HOLLERT, H. Impacts of the North American signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on European ecosystems. *Environmental Sciences Europe*, 2015, 27, p. 1–6.

VEDIA, I., OSCOZ, J. et BAQUERO, E. Invading the invaders: relationships of an exotic branchiobdellidan with its exotic host and environmental conditions. *Inland Waters*, 2016, 6, p. 54–64.

VELEMA, G., ROSENFELD, J. et TAYLOR, E. Effects of invasive American signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the reproductive behaviour of threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) sympatric species pairs. *Canadian Journal of Zoology*, 2012, 90, p. 1328–1338.

VOGT, G., TOLLEY, L. et SCHOLTZ, G. Life stages and reproductive components of the Marmorkrebs (marbled crayfish), the first parthenogenetic decapod crustacean. *Journal of Morphology*, 2004, 261, p. 286–311.

VORBURGER, C. et RIBI, G. Aggression and competition for shelter between a native and an introduced crayfish in Europe. *Freshwater Biology*, 1999, 42, p. 111–119.

VRÅLSTAD, T., KNUTSEN, A.K., TENGS, T. et HOLST-JENSEN, A. A quantitative TaqMan® MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague *Aphanomyces astaci*. *Veterinary Microbiology*, 2009, 137, p. 146–155.

WESTMAN, K., SAVOLAINEN, R. et JULKUNEN, M. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a small, enclosed Finnish lake: a 30-year study. *Ecography*, 2002, 25, p. 53–73.

WESTMAN, K., SAVOLAINEN, R. et PURSIANEN, M. Development of the introduced North American signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), population in a small Finnish forest lake in 1970–1997. *Boreal Environment Research*, 1999, 4, p. 387–407.

WIZEN, G., GALIL, B.S., SHLAGMAN, A. et GASITH, A. First record of red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) in Israel – too late to eradicate. *Aquatic Invasions*, 2008, 3, p. 181–185.

Použité legislativní normy

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. In: *Sbírka zákonů*. 19. 2. 1992. ISSN 1211-1244.

Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 29. 4. 2004. ISSN 1211-1244.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů*. 28. 6. 2001. ISSN 1211-1244.

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráž, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství). In: *Sbírka zákonů*. 10. 2. 2004. ISSN 1211-1244.

Vyhláška č. 183/2018 Sb., o náležitostech rozhodnutí a dalších opatření vodoprávního úřadu a o dokladech předkládaných vodoprávnímu úřadu, příloha č. 23. In: *Sbírka zákonů*. 13. 8. 2018. ISSN 1211-1244.

Metodický pokyn pro posuzování žádostí o výjimku z ustanovení § 39 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů pro použití závadných látek ke krmení ryb [§ 39 odst. 7 písm. b) vodního zákona] a k úpravě povrchových vod na nádržích určených pro chov ryb [§ 39 odst. 7 písm. d) vodního zákona] (Ministerstvo životního prostředí, Č.j. 800/418/02, Ministerstvo zemědělství, Č.j. 35508/2002-6000) z 28. 11. 2002.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014 ze dne 22. října 2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů. Úřední věstník Evropské unie L 317: 35-55.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2016/1141 ze dne 13. července 2016, kterým se přijímá seznam invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014. Úřední věstník Evropské unie L 189: 4-5.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/1263 ze dne 12. července 2017, kterým se aktualizuje seznam invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii stanovené prováděcím nařízením (EU) 2016/1141 podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014 Rada. Úřední věstník Evropské unie L 182: 37-39.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/1262 ze dne 25. července 2019, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2016/1141 za účelem aktualizace seznamu invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii. Úřední věstník Evropské unie L 199: 1-4.

Nařízení Rady (ES) č. 708/2007 ze dne 11. června 2007 o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře (Úřední věstník L 168, 28. 6. 2007, s. 1)

10 PŘÍLOHY

Příloha 1. Rozlišovací znaky raků

Postorbitální lišty

Raci mají jednu nebo dvě postorbitální lišty. Dvě postorbitální lišty má z původních raků rak říční, z těch nepůvodních mají dvě postorbitální lišty rak bahenní a signální. Jednu postorbitální lištu má původní rak kamenáč a invazní rak pruhovaný, mramorovaný a rak červený.

Klepeta

Klepeta jednotlivých raků se liší barvou spodní strany, tvarem a barvou kloubu klepet. Rak říční má spodní stranu klepet oranžovou až červenou a kloub klepeta oranžový až červený. Oranžový kloub klepeta má rovněž rak kamenáč a rak bahenní. Klepeta raka bahenního se od říčního liší tvarem, jsou užší, delší a méně hrbolkatá, a také barvou spodní strany, ta je světlá. Dalším rakem, který se vzhledem podobá raku říčnímu, je rak signální. Jeho klepeta jsou podobně mohutná a ze spodní strany sytě červená, ale barva kloubu klepeta je bílá až modrá. Na rozdíl od raka říčního má rak signální klepeta zcela hladká bez výběžků. S rakem kamenáčem je možné zaměnit raka pruhovaného. Klepeta raka kamenáče bývají mohutnější, ale záleží na stáří raka. Oba mají klepeta na spodní straně světlá, někdy s oranžovým zakončením, ale to má rak pruhovaný černě či modře orámované. Klepeta raka pruhovaného nejsou hrbolkatá jako u raka kamenáče, ale hladká a jemně obrvená. Rak mramorovaný má spodní stranu klepet oranžovou, béžovou nebo šedomodrou. U raka červeného jsou klepeta poměrně úzká, červená na obou stranách, s výraznými výrůstky (zářivě červené – výjimečně modré trny a hrboly) a s prsty výrazně prohnutými. Spodní strana klepet je zářivě červená, ale světlé formy mohou mít i jinou barvu.

Drsnost krunýře

Drsnost krunýře je dalším rozlišovacím znakem. Rak signální má krunýř úplně hladký, tím se liší od raka říčního, který má krunýř drsný s několika nevýraznými trny na bocích. Dalším rakem s hladkým krunýřem je rak mramorovaný. Rak bahenní má krunýř s hrbolky a trny. Rak kamenáč má krunýř s malými hrbolky bez výrazných trnů, oproti tomu rak pruhovaný má po stranách hlavohrudí ostré trny. Rak červený má hlavohrudní krunýř na povrchu drsný, zvláště za týlním švem.

Zvláštní znaky

Tyto rozlišovací znaky se objevují hlavně u invazních druhů raků. U raka signálního je to bílý až modrý kloub klepeta. U raka pruhovaného červené nebo rezavohnědé proužky na zadečku a u raka mramorovaného výrazné mramorování na krunýři, popř. i klepetech. Jistý stupeň mramorování se může objevit i u dalších druhů, například i u raka kamenáče nebo bahenního, zejména u juvenilních jedinců. Rak červený má oproti ostatním druhům raků na vrcholu hlavohrudí sblížené žábrosrdeční rýhy.

Barva

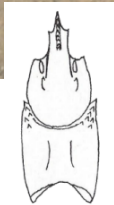
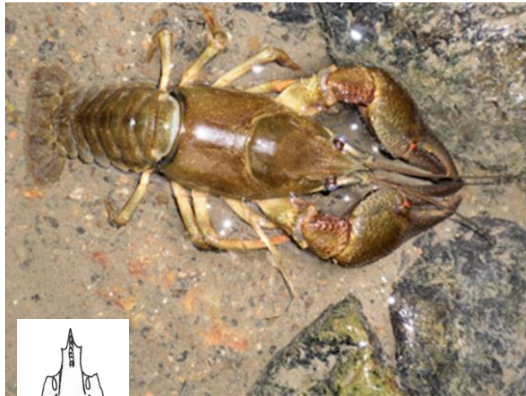
Jednotlivé druhy raků nelze barevně specifikovat. Barva se pohybuje od světle hnědé přes tmavě hnědou až černou po různé odstíny modré barvy. Také se může objevovat různé mramorování hlavně u raka mramorovaného, ale i kamenáče nebo bahenního. Barva závisí na době, před kterou se rak svlékal, ale také na chemickém složení vody. Rak červený má poměrně štíhlé tělo obvykle tmavě červené až rudohnědé se světlejšími skvrnami. Může však být i výrazně oranžový a známé jsou i světlé barevné variety.

Příloha 2. Přehled rozlišovacích znaků raků

RAK ŘÍČNÍ

ASTACUS ASTACUS

✓ PŮVODNÍ DRUH, KRITICKY OHROŽENÝ



- ⇒ dva páry postorbitálních lišt
- ⇒ klepeta mohutná, s hrbolky, ze spodní strany červená, na kloubu klepeta oranžová skvrna
- ⇒ krunýř bez výrazných trnů



RAK KAMENÁČ

AUSTROPOTAMOBIOUS TORRENTIUM

✓ PŮVODNÍ DRUH, KRITICKY OHROŽENÝ



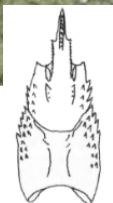
- ⇒ jeden pár postorbitálních lišt
- ⇒ klepeta ze spodní strany světlá, na kloubu klepeta oranžová skvrna
- ⇒ krunýř hladký s jemnými hrbolky bez trnů
- ⇒ klepeta silně hrbolatá



RAK BAHENNÍ

ASTACUS LEPTODACTYLUS

✓ EVROP. DRUH, OHROŽENÝ, MOŽNÝ PŘENAŠEČ R. MORU



- ⇒ dva páry postorbitálních lišt
- ⇒ klepeta úzká dlouhá, ze spodní strany světlá, na spojnici prstů oranžová skvrna
- ⇒ krunýř s trny a hrbolky



RAK SIGNÁLNÍ

PACIFASTACUS LENIUSCULUS

✖ **NEPŮVODNÍ DRUH, PŘENAŠEČ RAČÍHO MORU**



- ⇒ dva páry postorbitálních lišt
- ⇒ klepeta mohutná, hladká, zesponu sytě červená, na kloubu klepeta výrazná světlá skvrna (ne vždy viditelná)
- ⇒ krunýř hladký bez trnů

RAK PRUHOVANÝ

ORCONECTES LIMOSUS - FAXONIUS LIMOSUS

✖ **NEPŮVODNÍ DRUH, PŘENAŠEČ RAČÍHO MORU**



- ⇒ jeden pár postorbitálních lišt, výrazně vystouplé
- ⇒ klepeta ze spodní strany světlá
- ⇒ krunýř s ostrými trny
- ⇒ červené příčné pruhy na zadečku

RAK MRAMOROVANÝ

PROCAMBARUS FALLAX - PROCAMBARUS VIRGINALIS

✖ **NEPŮVODNÍ DRUH, PŘENAŠEČ RAČÍHO MORU**

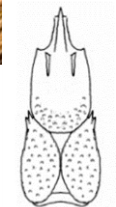


- ⇒ jeden pár postorbitálních lišt
- ⇒ klepeta krátká, spodní strana oranžová, béžová, šedomodrá
- ⇒ krunýř hladký
- ⇒ barevné mramorování krunýře

RAK ČERVENÝ

















PROCAMBARUS CLARKII

✖ **NEPŮVODNÍ DRUH, PŘENAŠEČ RAČÍHO MORU**



- ⇒ jeden pár postorbitálních lišt
- ⇒ klepeta úzká, svrchní strana s trny a hrbolky, vnitřní okraj vykrojený
- ⇒ krunýř drsný
- ⇒ sblížené žabrosrdeční rýhy

Příloha 3. Klíč pro rozlišení jednotlivých druhů raků

Druh raka			říční	kamenáč	bahenní	signální	pruhovaný	mramorovaný	červený
Počet párů postorbitálních lišt		jeden pár		X			X	X	X
		dva páry	X		X	X			
Barva spodní strany klepet		světlá		X	X		X	X	X
		červená	X			X			X
		oranžová	X					X	X
Skvrna		oranžová	X	X	X				
		světlá				X			
		bez skvrny					X	X	X
Zvláštní znaky		červené příčné pruhy na zadečku					X		
		bez pruhů	X	X	X	X		X	X
Krunýř		hladký				X		X	
		s trny			X		X		
		s hrbolky	X	X					X
		s hrbolky a s trnem v týlním švu	X						
Žábrosrdeční rýhy		oddálené	X	X	X	X	X	X	
		těsně sblížené							X

Příloha 4. Návrh managementu původních druhů raků a možná regulační opatření eliminace invazních druhů raků

Příloha 4.1 Opatření při nálezů původních druhů raků

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o výskyt původního druhu raka.

Určení podle [přílohy 1, 2, 3](#), mobilní aplikace „Raci v ČR“.

[Leták](#) „Raci v České republice – co se smí, co se nesmí, co dělat, co nedělat“ (heis.vuv.cz/projekty/raci2017).

Postup

Informovat AOPK ČR (invaznidruhy@nature.cz), nové nálezy budou zapsány do nálezové databáze (NDOP).

Příloha 4.2 Společné podmínky a postupy pro opatření: test na račí mor, omezení dopadu výskytu račího moru a opatření v případě havárie

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o nález více než 2 až 5 uhynulých raků.

Jedná se o původní druh raka (určení bylo potvrzeno odborníkem).

Nejedná se o svlečky raků.

Nelze vyloučit nákazu račím morem.

Nelze vyloučit havárii na toku.

Postup

Informovat AOPK ČR (invaznidruhy@nature.cz), příslušný orgán ochrany přírody (krajský úřad, na území NP Správu NP, na území vojenských újezdů újezdní úřady voj. újezdů). V případě podezření na havárii na toku informovat ČIŽP, havarijní službu vodoprávního úřadu ORP, HZS, Policii ČR.

Informovat SVS a příslušnou KVS, příslušnou obec s rozšířenou působností (ORP).

KVS společně s AOPK ČR zajistí odebrání vzorků uhynulých raků. KVS odešle vzorky do laboratoře SVS Praha. Pravidla odběru vzorků raků a uskladnění viz [kapitola 5.1.1](#).

Nechat testovat přítomnost DNA *A. astaci* v racích (SVS Praha), případně ve vodním prostředí (eDNA).

Odebrat vzorky vody (ČIŽP) a zajistit rozbor pro případ, že nebude potvrzen račí mor.

Při odběru nakažených raků v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření račího moru, především postupovat při práci po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (důkladné očištění, dezinfekce Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnutí horkou vodou a vysušení).

Dát na vědomí správci toku, zájmovým sdružením (především ČRS/MRS, popř. jinému uživateli revíru) o úhynu a možném výskytu račího moru (princip předběžné opatrnosti). Vhodné je upozornit veřejnost pomocí informačních cedulí, letáků, webových stránek ([kapitola 6.1](#), Leták račí mor „[Zabraňte šíření račího moru](#)“, Obr. 14).

Je důležité zamezit přenosu raků, ryb, vody a infikovaného náčiní (holínky, rybářské sítě atd.) na jiné lokality i v rámci stejné lokality proti proudu toku (zejména vyskytují-li se zde příčné překážky).

Při včasném odhalení nákazy, a pokud se jedná o raka kamenáče, pokusit se nalézt nezasaženou část populace a umístit ji do karantény.

Dotčené subjekty – potřebná povolení a vyjádření:

AOPK ČR, ČIŽP, KVS, SVS, orgán ochrany přírody (krajský úřad, správa NP, újezdní úřad, ORP), havarijní služba vodoprávního úřadu ORP, správce toku, ČRS/MRS (popř. jiný uživatel revíru). V případě podezření na havárii na toku: vodoprávní úřad ORP, HZS, Policie ČR.

Příloha 4.2.1 Test na račí mor

Obecné podmínky pro postupy při výskytu račího moru nebo havárie na toku jsou uvedeny v [příloze 4.2](#) Společné podmínky a postupy pro opatření: test na račí mor, omezení dopadu výskytu račího moru a opatření v případě havárie.

Podmínky, za nichž je opatření zvlášť vhodné

Na lokalitě nedošlo k úhynu ryb a jiných vodních organismů. Významnější současný úhyn ryb a drobných bentických bezobratlých indikuje spíše havarijní znečištění toku.

Příloha 4.2.2 Omezení dopadu výskytu račího moru

Obecné podmínky pro postupy při výskytu račího moru nebo havárie na toku jsou uvedeny v [příloze 4.2](#) Společné podmínky a postupy pro opatření: test na račí mor, omezení dopadu výskytu račího moru a opatření v případě havárie.

Podmínky aplikace opatření

Laboratoří SVS byl potvrzen výskyt račího moru.

Podmínky, za nichž je opatření zvlášť vhodné

Račí mor byl potvrzen pomocí molekulárních metod (testy DNA, eDNA *Aphanomyces astaci*).

Je nutné zamezit migraci a přenosu nakažených raků.

Postup

KVS informuje AOPK ČR o potvrzené nákaze račím morem.

AOPK ČR informuje příslušný orgán ochrany přírody (krajský úřad, na území NP správu NP, na území vojenských újezdů újezdní úřady voj. újezdů).

Potvrzený výskyt račího moru je dále oznámen správci toku, zájmovým sdružením, především ČRS/MRS, popř. jinému uživateli revíru ([kapitola 6.1](#); Leták račí mor „[Zabraňte šíření račího moru](#)“).

Dojde k vymezení pásma mimořádných veterinárních opatření (MVO). Opatření nařízená v MVO a informace o nákaze a o možnostech prevence šíření račího moru budou zobrazeny na vyvěšených informačních cedulích v lokalitě (s ohledem na místa přístupu k vodě pro veřejnost a rybáře).

Pásma se stanoví s ohledem na geografické podmínky, možnosti a potenciální rizika šíření. Pásma se omezí geografickým popisem tak, aby vodní tok zahrnutý do pásma byl omezen přírodními bariérami (pramen, ústí do jiného toku, jez atd.). Maximální délka vodního toku zahrnutého do pásma však může být 5 km po proudu a 5 km proti proudu.

Vhodné je upozornit veřejnost pomocí cedulí, letáků, webových stránek, rozhlasu o výskytu račího moru ([kapitola 6.1](#); Leták račí mor „[Zabraňte šíření račího moru](#)“, cedule).

Je důležité zamezit přenosu raků, ryb, vody a infikovaného náčiní (holínky, rybářské sítě atd.) na jiné lokality i v rámci stejné lokality proti proudu toku (zejména, vyskytují-li se zde příčné překážky). Nutná očista a dezinfekce všech pomůcek použitých při rybolovu.

Je vhodné pokusit se zabránit šíření infikovaných raků proti proudu pomocí stávajících migračních bariér ([příloha 4.6](#)) nebo vytvoření provizorních migračních bariér ([příloha 4.6](#)).

Příloha 4.2.3 Opatření v případě havárie

Obecné podmínky pro postupy při výskytu račího moru nebo havárie na toku jsou uvedeny v [příloze 4.2](#). Společné podmínky a postupy pro opatření: test na račí mor, omezení dopadu výskytu račího moru a opatření v případě havárie.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o výskyt původních nebo invazních druhů raků.

Podezření na havárie na toku.

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Na lokalitě došlo k úhynu ryb a jiných vodních organismů (úhyn ryb indikuje havárie na toku), další indicie ukazují na havárie např. barva vody, zápach. V případě pesticidů nejsou organoleptické vlastnosti vody pozměněny a nemusí dojít k masivnímu úhynu všech ryb (některé ryby reagují až na vysoké koncentrace látek ve vodě).

Na lokalitě došlo k aktivitám, které vedly k vyschnutí toku.

Postup

Dát na vědomí vlastníku/nájemci, správci toku, ČRS/MRS (popř. jinému uživateli revíru) o možné havárie na toku nebo výskytu račího moru.

Odebrat vzorky vody na testy látek, které mohly způsobit úhyn raků a ostatních vodních organismů a odebrat i vzorky raků (postup odběru – [kapitola 5.1.1](#)). Vzorky raků odebrat pro případ, že nebude potvrzena havárie na toku.

Příloha 4.3 Společné podmínky a postupy pro manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích a následné vápnění na lokalitách s invazními raky

Podmínky aplikace opatření

Byl nalezen jeden nebo více raků (živí nebo uhynulí).

Jedná se o invazní druh raka (určení bylo potvrzeno odborníkem).

Je nutný biologický průzkum – jeho výsledky pak určí další postup (stanovení priorit, záchranný transfer vodních živočichů, volba vhodného termínu apod.).

V nádrži nebo v toku se nevyskytují zvláště chráněné druhy vázané na vodu (biologický průzkum), popř. se zde vyskytují organismy, které snížení vodní hladiny neohroží.

V případě delšího vypuštění nádrže se zde nevyskytují organismy, které existenčně neohroží výpadek jedné reprodukční sezony (např. obojživelníci) ([zvláště chráněné druhy](#)). Pokud se na lokalitě v průběhu provádění opatření zjistí zvláště chráněné druhy nebo jinak cenné vodní organismy, jejichž populace by zásah mohl poškodit, je nutné provést záchranný transfer.

Musí být zamezeno úniku invazních raků do toku (soustava sít na výpusti, od hrubých po jemnější, na přítoku do nádrže migrační bariéry, migrační pasti).

Musí následovat ruční odchyt raků, který začne současně se snižováním vodní hladiny.

Je nutné i porušení nor pomocí lopatky nebo rýče a odlov raků z nor.

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Podrobnější informace jsou uvedeny v [kapitole 6.1](#).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Pokud je nutné zamezit predačnímu tlaku na zvláště chráněné druhy (fauna i flóra).

Opatření je vhodné, pokud dochází k výlovu rybníka, odbahňování, rekonstrukci, revitalizaci.

V nádrži nebo toku se nevyskytují zvláště chráněné druhy vázané na vodu.

Vhodné období začátku realizace záleží na výskytu zvláště chráněných druhů.

Metodu je vhodné kombinovat s instalací bariér proti migraci raků ([kapitola 6.2.6](#), [příloha 4.6](#)), ručním odchtem raků a odchtem raků do vrší, popř. s vápněním. Po napuštění nádrže je možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([kapitola 6.2](#), [příloha 4.4](#)).

Postup

Informovat AOPK ČR (invaznidruhy@nature.cz), místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad, na území NP správu NP, na území vojenských újezdů újezdní úřady voj. újezdů).

AOPK ČR zaneše nález do databáze (NDOP) a zveřejní na internetových stránkách.

Pokud se jedná o nový záznam o výskytu invazních raků na území nebo na části území, AOPK ČR informuje MŽP, které do tří měsíců od nálezu připraví plán eradikačních/regulačních/izolačních opatření.

Dát na vědomí vlastníku/nájemci, správci toku, ČRS/MRS (popř. jinému uživateli revíru).

Je nutný biologický průzkum – jeho výsledky pak určí další postup (stanovení priorit, záchranný transfer vodních živočichů, volba vhodného termínu apod.).

Při podezření na nákazu račím morem v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření nákazy, především postupovat při práci po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (důkladné očištění, dezinfekce Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnutí horkou vodou a vysušení).

Příslušný orgán ochrany přírody stanoví opatření k regulaci nebo by měla být uplatněna opatření pro izolaci a kontrolu. Orgán ochrany přírody stanoví podmínky provádění, dále určí priority postupu regulace nebo izolace a lhůty provedení.

Pokud není manipulačním řádem povoleno krátkodobé snížení hladiny vody, je třeba podat žádost na příslušný vodoprávní úřad.

Orgán ochrany přírody projedná postup s vlastníkem/uživatelem, včetně případného zajištění finančních prostředků (např. finanční příspěvky v oblasti ochrany ze státního rozpočtu – zajišťuje AOPK ČR) a vybrání vhodného subjektu k provedení činnosti.

Pokud vlastník/nájemce není schopen zajistit regulaci nepůvodního invazního druhu, může provedení těchto opatření zajistit orgán ochrany přírody. K provedení opatření k regulaci nepůvodního invazního druhu může orgán ochrany přírody uzavřít s vlastníkem nebo uživatelem pozemku písemnou dohodu.

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Podrobnější informace se nacházejí v [kapitole 6.1](#) s ukázkami informačních letáků, cedulí a panelů na obrázcích (*Obr. 12, Obr. 13, Obr. 15–Obr. 17*).

Určit vhodné období pro realizaci (mj. vzhledem k dalším organismům). Pokud se na lokalitě při snižování vodní hladiny zjistí zvláště chráněné druhy s vazbou na vodní prostředí, je třeba zajistit záchranný přenos apod.

Invazní druhy z nádrže je nutné zlikvidovat v kafilérii, ostatní ryby a další živočichy lze umístit na pečlivě vybranou lokalitu, blízko které se nenacházejí původní raci, zvláště pokud se potvrdí nákaza račím morem u invazních raků. V toku se ostatní živočichové přemístí do úseku, na kterém se neprovádí zásah.

Při přemísťování ryb a dalších živočichů kontrolovat, zda nedochází k přenosu invazních raků.

Vypouštět vodu přes síta, aby nedocházelo k úniku raků. Síta lze umístit do vypouštěcího zařízení rybníka – požeráku ([kapitola 6.2.3](#), *obr. 22*) nebo na výpustě (*Obr. 22. Zachytávání ryb a raků pruhovaných na výpusti Vysokopectkého rybníka v Bohutíně v roce 2020, Obr. 23*).

Zamezit úniku raků do toku proti proudu ([kapitola 6.2](#), [příloha 4.6](#) a [5](#), *Obr. 24*).

Metodu je vhodné kombinovat s ručním odchycem raků a odchycem do vrší ([kapitola 6.2, příloha 4.4](#)).

Likvidace invazních druhů raků (usmrcení zamražením, -18 °C, nejméně 7 až 10 hodin), odvoz do kafilérie.

Komerční využití již usídlených invazních nepůvodních druhů lze dočasně povolit jako součást regulačních opatření zaměřených na eradikaci těchto druhů, kontrolu nebo izolaci jejich populace, pod podmínkou pečlivého odůvodnění a za předpokladu, že jsou zavedeny všechny odpovídající kontroly, aby se zabránilo jejich dalšímu šíření.

Pro komerční využití nelze použít živé raky (použití pouze v zamražené formě) a žádné invazní raky nelze vypustit zpět do vodního prostředí.

Je nutné i porušení nor pomocí lopatky nebo rýče a odlov raků z nor. Raci dokáží přežívat v norách dva měsíce až rok.

Vypuštění a odlov je vhodné kombinovat s následným letněním či zimněním nádrže ([kapitola 6.2, příloha 4.3](#)), popř. s aplikací vápenných hnojiv ([kapitola 6.2, příloha 4.3](#)), není-li v rozporu s ochranou dalších významných organismů.

Zaznamenat počet odchycených samců a samic.

Po napuštění nádrže je metodu možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([kapitola 6.2, příloha 4.4](#)) – **nutno, ale konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k ohrožení jiných významných druhů (obojživelníci, vzácné druhy ryb apod.).**

Lokalitu sledovat, pokračovat v monitoringu raků (1x za měsíc, období duben až říjen, znovu po roce, po pěti letech).

Pokud jsou při monitoringu nalezeni invazní raci, akci zopakovat. Pokud raci nalezeni nejsou, je třeba přesto dále provádět monitoring. Hustota populace mohla jen klesnout pod zjistitelnou mez a časem se může opět zvýšit.

Porovnat s hustotou populace v předchozím období a posoudit efektivitu regulačního opatření.

Výhody

Při vhodné volbě harmonogramu prací se lze vyhnout ovlivnění řady vzácných organismů (např. obojživelníci).

Nebudou zasaženy zvláště chráněné druhy využívající tok pod nádrží nebo pod úsekem toku, na kterém se zásah provádí.

Při průběžném snižování hustoty populace mají raci nižší tendenci migrovat a rozšiřovat se dál v tocích.

Nevýhody

Pokud opatření nejsou zahájena včas, tedy dokud je počet jedinců stále ještě omezený, dojde pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků.

Při krátkodobém snížení hladiny dojde pravděpodobně pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků.

Časově i finančně náročné, akci je třeba opakovat.

Zbývající populace invazních raků může na regulační zásah vedoucí k uvolnění zdrojů (úkryty, potrava) reagovat zvýšenou rozmnožovací aktivitou a vrátit se brzy k původním (nebo i vyšším) populačním hustotám, proto je třeba kombinovat více regulačních opatření a opakovat je.

Málo efektivní metoda, pokud bude použita samostatně bez dalších opatření.

Dotčené subjekty – potřebná povolení a vyjádření

Místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad, NP, VÚ), AOPK ČR, vlastník/nájemce, správce toku, vodoprávní úřad (pokud není snižování vodní hladiny, letnění, vápnění v manipulačním řádu), ČRS/MRS (popř. jiný uživatel revíru).

Příloha 4.3.1 Krátkodobé snížení vodní hladiny v nádrži

Obecné podmínky pro postupy při výskytu invazních raků v nádržích a tocích jsou uvedeny v [příloze 4.3](#) Společné podmínky a postupy pro manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích a následné vápnění.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o výskyt ve stojatých vodách.

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Jde o nádrž, u které lze z provozního a technického hlediska snížit hladinu vody (velikost, kapacita vypusti, ekonomické a jiné dopady vypuštění nádrže).

Opatření je vhodné, pokud dochází k výlovu rybníka.

Vhodné období pro realizaci je před osamostatněním ráčat (podzim až jaro). Důležité je zásah přizpůsobit i výskytu dalších zvláště chráněných druhů.

Postup

Vypouštět vodu přes síta, aby nedocházelo k úniku raků. Síta lze umístit do vypouštěcího zařízení rybníka – požeráku (kapitola 6.2.3, obr. 22) nebo na výpustě (Obr. 22. Zachytávání ryb a raků pruhovaných na výpusti Vysokopeckého rybníka v Bohutíně v roce 2020, Obr. 23).

Výhody

Nebudou zasaženy zvláště chráněné druhy využívající tok pod nádrží.

Nevýhody

Při krátkodobém snížení hladiny dojde pravděpodobně pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků.

Příloha 4.3.2 Letnění (vypuštění nádrže po dobu minimálně jedné sezony)

Obecné podmínky pro postupy při výskytu invazních raků v nádržích a tocích jsou uvedeny v [příloze 4.3](#) Společné podmínky a postupy pro manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích a následné vápnění.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o výskyt ve stojatých vodách.

Jedná se o malou nebo středně velkou nádrž/rybník.

Jde o nádrž, kterou je z provozního a technického hlediska možné vypustit (velikost, kapacita výpusti, ekonomické a jiné dopady vypuštění nádrže).

Výhody

Při včasném opatření a v kombinaci s dalšími postupy lze dosáhnout až celkového vyhubení invazních raků.

Příloha 4.3.3 Vápnění

Obecné podmínky pro postupy při výskytu invazních raků v nádržích a tocích jsou uvedeny v [příloze 4.3](#) Společné podmínky a postupy pro manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích a následné vápnění.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o malou nebo středně velkou nádrž.

Jde o nádrž, kterou je z provozního a technického hlediska možné vypustit (velikost, kapacita výpusti, ekonomické a jiné dopady vypuštění nádrže).

Nevyskytují se zvláště chráněné druhy vázané na vodu, zvláště ze skupiny měkkýšů (biologický průzkum) ([zvláště chráněné druhy](#)).

Před aplikací musí být proveden odchyt raků do vrší, ruční odchyt raků, který začne současně se snižováním vodní hladiny ([příloha 4.3.2](#), [4.4.3](#), [4.4.1](#)).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Například po výlovu, odbahňování, letnění či rekonstrukci nádrže vyžadující její vypuštění.

Postup

Informovat vodoprávní úřad ([příloha 23 k vyhlášce 183/2018 Sb.](#)).

Aplikaci vápenných hnojiv je vhodné kombinovat s vypuštěním nádrže a odchytem raků ([příloha 4.3, 4.4](#)).

Určit vhodné období pro realizaci (mj. vzhledem k dalším organismům). Neaplikovat na lokalitách s výskytem měkkýšů. Je nutné před aplikací provést záchranný transfer chráněných živočichů.

Vhodné je upozornit veřejnost na aplikaci vápenných hnojiv (informační cedule, web, rozhlas).

Aplikace vápenných hnojiv ([Metodický pokyn/01_2003.pdf](#)).

Tabulka 5. Dávkování vápenatých hnojiv [Metodický pokyn pro posuzování žádostí o výjimku z ustanovení § 39 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů pro použití závadných látek ke krmení ryb (§ 39 odst. 7 písm. b) vodního zákona] a k úpravě povrchových vod na nádržích určených pro chov ryb (§ 39 odst. 7 písm. d) vodního zákona]

Dávky vápenatých hnojiv	Polointenzifikační rybník	Intenzifikační rybník
Max. jednorázová dávka		
– mletý vápenec	1 000 kg/ha, nebo 0,1 kg/m ³	1 000 kg/ha, nebo 0,1 kg/m ³
– nebo pálené vápno	700 kg/ha, nebo 0,07 kg/m ³	700 kg/ha, nebo 0,07 kg/m ³
– chlorové vápno	30 kg/ha, nebo 0,003 kg/m ³	30 kg/ha, nebo 0,003 kg/m ³
Max. roční dávka		
– mletý vápenec	2 000 kg/ha, nebo 0,2 kg/m ³	2 000 kg/ha, nebo 0,2 kg/m ³
– nebo pálené vápno	1 000 kg/ha, nebo 0,1 kg/m ³	2 000 kg/ha, nebo 0,2 kg/m ³
– chlorové vápno	120 kg/ha, nebo 0,012 kg/m ³	120 kg/ha, nebo 0,012 kg/m ³
Období aplikace	Celoročně	

Při kombinaci s vypuštěním nádrže je vhodné nádrž napouštět pozvolna, aby efekt vápnění byl co nejvyšší.

Nevýhody

Může dojít k ovlivnění jakosti vody v nádrži a toku pod nádrží.

Příloha 4.3.4 Krátkodobé snížení hladiny vody ve vodním toku

Obecné podmínky pro postupy při výskytu invazních raků v nádržích a tocích jsou uvedeny v [příloze 4.3](#) Společné podmínky a postupy pro manipulace a nakládání s vodami na vodních nádržích a tocích a následné vápnění.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o výskyt v tocích.

Jedná se o malé nebo středně velké toky.

Jedná se o populaci, která se do toku dostala např. při vypouštění nádrže, a nedošlo k etablování populace. Výskyt je na krátkém úseku toku.

Jde o tok nebo část toku, z něhož lze na potřebnou dobu všechny průtok odklonit nebo převést alternativním vedením, popř. po vypouštění nádrže nad úsekem toku dojde ke sníženým průtokům.

Při podezření na nákazu račím morem v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření nákazy, především postupovat při práci po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (důkladné očištění, dezinfekce Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnutí horkou vodou a vysušení).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Vhodné při úpravě koryt, mostních konstrukcí, jezů, odbahňování.

Vhodné v období snížených průtoků vody.

Vhodné období pro realizaci je před osamostatněním ráčat od samic (podzim až jaro). Důležité je zásah přizpůsobit i výskytu dalších zvláště chráněných druhů.

Postup

Pokud nelze využít obtočného úseku, je třeba vybrat firmu, která má zkušenosti s alternativním řešením (tzv. bypass).

Snížení hladiny je nejlepší v období před osamostatněním mláďat raků (podzim až jaro).

Nevýhody

Dojde pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků.

Příloha 4.4 Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace na lokalitách s invazními raky

Podmínky aplikace opatření

Byl nalezen jeden nebo více raků.

Jedná se o invazní druh raka (určení bylo potvrzeno odborníkem).

Metody lze použít pro nádrže (snížením hustoty populace se sníží pravděpodobnost šíření raků do toků) i vodní toky.

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Více informací je v [kapitole 6.1](#).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Je nutné zamezit predačnímu tlaku na zvláště chráněné druhy (fauna i flóra) ([zvláště chráněné druhy](#)).

Vhodné je kombinovat metody: instalace bariér proti migraci raků ([kapitola 6.2.6, příloha 4.6](#)), ruční odchyt raků, odchyt raků do vrší v hlubších partiích nádrží a toků, disekce gonopodů račích samců (smysluplné jen u čeledi Cambaridae). Možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([kapitola 6.2, příloha 4.4](#)).

Postup

Informovat AOPK ČR (invaznidruhy@nature.cz), místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad, na území NP správu NP, na území vojenských újezdů újezdní úřady voj. újezdů).

AOPK ČR zaneše nález do databáze (NDOP) a zveřejní na internetových stránkách.

Pokud se jedná o nový záznam o výskytu invazních raků na území nebo na části území, AOPK ČR informuje MŽP, které do tří měsíců od nálezů připraví plán eradikačních/regulačních/izolačních opatření.

Dát na vědomí správci toku, ČRS/MRS (popř. jinému uživateli revíru), vlastníku/nájemci.

Je nutný biologický průzkum – jeho výsledky pak určí další postup (stanovení priorit, záchranný transfer vodních živočichů, volba vhodného termínu apod.).

Při podezření na nákazu račím morem v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření nákazy, především postupovat při práci po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (důkladné očištění, dezinfekce Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnutí horkou vodou a vysušení).

Příslušný orgán ochrany přírody stanoví opatření k regulaci nebo by měla být uplatněna opatření pro izolaci a kontrolu. Orgán ochrany přírody stanoví podmínky provádění, dále určí priority postupu regulace nebo izolace a lhůty provedení.

Orgán ochrany přírody projedná postup s vlastníkem/uživatelem, včetně případného zajištění finančních prostředků (např. finanční příspěvky v oblasti ochrany ze státního rozpočtu – zajišťuje AOPK) a vybrání vhodného subjektu k provedení činnosti.

Pokud vlastník/nájemce není schopen zajistit regulaci nepůvodního invazního druhu, může provedení těchto opatření zajistit orgán ochrany přírody. K provedení opatření k regulaci nepůvodního invazního druhu může orgán ochrany přírody uzavřít s vlastníkem nebo uživatelem pozemku písemnou dohodu.

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Více informací je v [kapitole 6.1](#) s ukázkami informačních letáků, cedulí a panelů na obrázcích (*Obr. 12, Obr. 13, Obr. 15–Obr. 17*).

Vymezit řešené území (oblast).

Vytipovat místa vhodná k odchytu.

Určit vhodné období pro realizaci (mj. vzhledem k dalším organismům).

Vytipovat vhodné období, které je velmi závislé na počasí. Raci jsou aktivní od dubna do října (při vyšších teplotách od března do listopadu). Nejvhodnější období je při snížené hladině vody a v době podzimního páření raků (při poklesu teploty vody pod 10 °C).

Nevhodné je období před silnými bouřkami a přívalem deště, kdy jsou raci daleko lépe ukryti před nepřízní počasí.

Uskutečnění odchytu a zajištění jeho opakování.

Zaznamenat počet odchycených samců a samic.

Zlikvidovat invazní raky (usmrcení zamražením, -18 °C, nejméně 7 až 10 hodin), odvoz do kafilérie.

Komerční využití již usídlených invazních nepůvodních druhů lze dočasně povolit jako součást regulačních opatření zaměřených na eradikaci těchto druhů, kontrolu nebo izolaci jejich populace, pod podmínkou pečlivého odůvodnění a za předpokladu, že jsou zavedeny všechny odpovídající kontroly, aby se zabránilo jejich dalšímu šíření.

Pro komerční využití nelze použít živé raky (použití pouze v zamražené formě) a žádné invazní raky nelze vypustit zpět do vodního prostředí.

Je vhodné kombinovat ruční odchyt raků, v hlubších partiích a tůních odchyt do vrší, disekci gonopodů samců raků u čeledi Cambaridae ([kapitola 6.2, příloha 4.4](#)), migračními bariérami ([kapitola 6.2.6, příloha 4.6](#)), odchycem na návnadu (játra, různé druhy pelet nebo ryby) ([kapitola 6.2.1, Obr. 18](#)).

Po odlovení co největšího množství velkých raků je možné přistoupit k vysazení vhodných predátorů ([kapitola 6.2.5, příloha 4.4.5](#)) – **nutno ale konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k ohrožení jiných významných druhů (obojživelníci, vzácné druhy ryb apod.).**

Lokalitu monitorovat a opakovat odchyt raků.

Porovnat s hustotou populace v předchozím období a posoudit efektivitu regulačního opatření.

Výhody

Při vhodném výběru metody nebudou zasaženy populace jiných zvláště chráněných druhů.

Při průběžném snižování hustoty populace mají raci nižší tendenci migrovat a rozšiřovat se dál v tocích.

Nevýhody

Dojde pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků, účinnost postupu je nízká, pokud není kombinován s dalšími opatřeními.

Ve velkých tocích nebo nádržích je ruční odchyt neefektivní.

Časově náročné, akci je třeba provádět kontinuálně.

Ruční odchyt a elektrolov nelze použít např. na lokalitách s perlorodkou, velevrubu, škeblemi atd.

Zbývající populace invazních raků může na regulační zásah vedoucí k uvolnění zdrojů (úkryty, potrava) reagovat zvýšenou rozmnožovací aktivitou a vrátit se brzy k původním (nebo i vyšším) populačním hustotám, proto je třeba kombinovat více regulačních opatření a opakovat je.

Málo efektivní metoda, pokud bude použita samostatně bez dalších opatření.

Dotčené subjekty – potřebná povolení a vyjádření

AOPK ČR, NP, místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad), vlastník/nájemce, ČRS/MRS (popř. jiný uživatel revíru).

Příloha 4.4.1 Ruční odchyt raků

Obecné podmínky pro tuto metodu jsou uvedeny v [příloze 4.4](#) Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace.

Podmínky aplikace opatření

Lze použít pouze při výskytu raků v malých a středních tocích a vypuštěných nádržích.

Neprovádět při výskytu zvláště chráněných živočichů žijících v sedimentu (perlorodka, velevrub, škeble).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Snížené průtoky v toku nebo snížená hladina vodní nádrže.

Dobrá průhlednost vody.

Hloubka cca do 0,5 m.

Dostatek lehce prohledatelných úkrytů (kameny, větve, kamenný zához, mělké nory).

Metodu je vhodné kombinovat s instalací bariér proti migraci raků ([kapitola 6.2.6, příloha 4.6](#)), s odlovem raků do vrší v hlubších partiích toku, disekcí gonopodů račích samců (smysluplné jen u čeledi Cambaridae). Možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([kapitola 6.2, příloha 4.4](#)).

Postup

Vytipovat vhodné období, které je velmi závislé na počasí. Raci jsou aktivní od dubna do října (při vyšších teplotách od března do listopadu). Nejvhodnější období je při snížené hladině vody a v době podzimního páření raků (při poklesu teploty vody pod 10 °C).

Nevhodné je období před silnými bouřkami a přivalovými dešti, kdy jsou raci daleko lépe ukryti před nepřízní počasí.

Uskutečnit ruční odchyt prohledáním všech potenciálních úkrytů (kameny, větve, kořeny, nory v březích a ve dně, ve vegetaci). Odchyt raků uskutečnit ručně, popř. do sítky nebo do keseru. V tekoucích vodách postupovat proti proudu (zamezíme zakalení). Ve večerních a nočních hodinách raci opouštějí úkryty, takže odchyt lze uskutečnit za pomoci svítilny.

Metodu je vhodné kombinovat s odchytem na návnadu (játra, různé druhy pelet nebo ryby) ([kapitola 6.2.1, Obr. 18](#)).

Nevýhody

Ve velkých tocích nebo nádržích je ruční odchyt neefektivní.

Nelze použít např. na lokalitách s perlorodkou, velevrubou, škeblemi atd.

Příloha 4.4.2 Elektrolov raků

Obecné podmínky pro tuto metodu jsou uvedeny v [příloze 4.4](#) Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace.

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Hloubka maximálně 1 m.

Vodivost od 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dobrá průhlednost vody.

Nejvhodnější období je při snížené hladině vody a v době podzimního páření raků (při poklesu teploty vody pod 10 °C).

Postup

Výběr odborného subjektu (osvědčení o elektrolovu, dostatečná praxe).

Vytipovat vhodné období, které je velmi závislé na počasí. Raci jsou aktivní od dubna do října (při vyšších teplotách od března do listopadu). Nejvhodnější období je při snížené hladině vody a v době podzimního páření raků (při poklesu teploty vody pod 10 °C).

Nevhodné je období před silnými bouřkami a přívalovými dešti, kdy raci neopouštějí úkryty. Úkryty velmi málo opouštějí samičky s vajíčky (říjen až červen) a v období svlékání (většinou červenec a říjen).

Zvolení způsobu odlovu – lov broděním/lov z lodě/kombinace.

Uskutečnění odlovu a zajištění jeho opakování.

Výhody

Vhodné pro všechny velikosti raků.

Nevýhody

Na řadě lokalit neúčinné, silně závislé na vodivosti a dalších parametrech vody. Raci často reagují omezeně (stahují se do nory, popř. pouze pouštějí klepeta).

Ohrožení zasahujícího, veřejnosti, zvěře.

Dotčené subjekty – potřebná povolení a vyjádření

Povolení k odlovu uděluje držitel dekretu revíru (ČRS, MRS, NP, vlastník), který ale musí elektrolov nahlásit na krajském úřadu. Pokud se lokalita nachází v chráněné oblasti, hlásí se na AOPK ČR, popřípadě na NP.

Použití elektrického agregátu k odlovu ryb musí být prováděné v souladu s platnou legislativou ČR (zejména §26 zákona č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání, zákon o rybářství č. 99/2004 Sb. a vyhláška č. 50/1978, o odborné způsobilosti v elektrotechnice) a lovec musí mít platné osvědčení o elektrotechnické kvalifikaci.

Příloha 4.4.3 Odchyt raků do vrší

Obecné podmínky pro tuto metodu jsou uvedeny v [příloze 4.4](#) Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o nádrže, tůně, střední nebo velké řeky.

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Lze použít pro nádrže (snížením hustoty populace se sníží pravděpodobnost šíření raků do toků) i vodní toky.

Vhodné v období po osamostatnění ráčat od samic, ke kterému dochází v závislosti na teplotě v dubnu až červnu.

Metodu je vhodné kombinovat s instalací bariér proti migraci raků, s ručním odchytem raků a disekcí gonopodů račích samců ([kapitola 6.2](#), [příloha 4.4](#) a [5](#), *Obr. 24*).

Pokud se jedná o rybník s přikrmováním ryb, je potřeba krmení po dobu regulace omezit nebo úplně ukončit.

Po odlovení co největšího množství velkých raků je možné přistoupit k vysazení vhodných predátorů (ryby).

Postup

V nádržích omezit přikrmování ryb.

Výběr odborného subjektu (nejlépe subjekt nacházející se v blízkosti lokality: vlastník/uživatel, ČRS/MRS, AOPK ČR atd.), který bude vrše pokládat po určité době denně.

Vytipovat vhodné období, které je velmi závislé na klimatických podmínkách. Raci jsou aktivní od dubna do října (při vyšších teplotách od března do listopadu). Nejvhodnější období je v době podzimního páření raků (při poklesu teploty vody pod 10 °C).

Nevhodné je období před silnými bouřkami a přívalem deště, kdy raci neopouštějí úkryty. Úkryty téměř neopouštějí samičky s vajíčky u raka signálního (říjen až červen) a u samiček raka pruhaného je to mezi březnem a červnem. Doba vykulení ráčat je závislá na počasí. Větší samičky a samci velmi málo opouštějí úkryty i v období svlékání (většinou červenec a říjen).

Použít dobře dezinfikovatelné (plastové) vrše, před použitím i po něm je nutné vrše dobře vyčistit a dokonale vysušit (*Obr. 19*).

Použití tmavých vrší – větší úspěšnost.

Vlastní odlov do vrší. Vhodnou návnadou do vrší jsou játra, různé druhy pelet nebo ryby (zmražené nebo přímo z lokality, aby se zamezilo přenosu račího moru). Vrše umístit ve večerních hodinách, vyzvednout ráno. Použít co nejvíce vrší (cca 5 až 10 m od sebe) na místech s dostatkem úkrytových možností (kameny, kamenný zához, nory, kořeny zasahující do vody).

Zajistit opakování odchyty raků (pokud možno denně nebo alespoň vícekrát za měsíc, období červen až říjen, opakovat po roce).

Výhody

Nedochází k ovlivnění ostatních vodních organismů.

Nevýhody

V menších či proudných tocích nebo ve velmi úživných nádržích je odchyt do vrší neefektivní.

Velkou nevýhodou je vysoká selektivita metody. Odloveny jsou většinou jen větší velikostní kategorie raků. Úspěšnost v období svlékání je velmi nízká (větší samci se svlékají většinou 2x do roka v červenci a říjnu, samice 1x v červenci v závislosti na počasí).

Odchyt samic je úspěšný většinou jen v období, kdy nenosí vajíčka nebo mláďata, což je červen až říjen u raka signálního a červen až únor u raka pruhovaného (v závislosti na počasí).

Příloha 4.4.4 Odchyt, disekce gonopodů a zpětné vypuštění račích samců

Obecné podmínky pro tuto metodu jsou uvedeny v [příloze 4.4](#) Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace.

Podmínky aplikace opatření

Časová náročnost opatření: nutno spojit s ručním odchytem nebo odchytem do vrší.

Disekce gonopodů je účinná pouze u čeledi Cambaridae – rak pruhovaný (*Faxonius limosus*) a rak červený (*Procambarus clarkii*). Teoreticky je možná sterilizace ozářením u ostatních raků.

Postup

Odstranění schopnosti předat spermatofoxy do semenné schránky samic disekcí gonopodů – pouze u čeledi Cambaridae. Teoreticky možná i sterilizace ozářením ([kapitola 6.2.2](#)).

Metoda ozářením je náročná na provedení. Samec je pasivní a podřízený ostatním samcům, takže se nejspíš nepáří, ale ani neplní funkci predátora pro ostatní raky. Vhodnější je disekce gonopodů.

Amputace 1. a 2. páru pleopodů (gonopodů) pomocí nůžek u dospělých samců ([kapitola 6.2.2](#), *Obr. 20*). Použít co největší počet samců větších než 50 mm u raka pruhovaného (měřeno bez klepet od uropodu po rostrum).

Okamžité vypuštění samců do místa jejich odchytu.

Zaznamenat počet odchycených samců a samic a z toho po disekci zpět vypuštěných samců.

Výhody

Vypuštění samci po disekci gonopodů mohou stále predovat na menších račích (kanibalismus) a nezapojují se do reprodukce. Nedochozí k ovlivnění ostatních vodních organismů.

Ve druhé sezoně je možné využít počet zpětně odchycených kastrovaných samců k odhadu velikosti populace.

Nevýhody

Dojde pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků.

Doba účinnosti disekce gonopodů je cca tři roky (gonopody postupně regenerují).

Účinné pouze u čeledi Cambaridae.

Páření se samcem bez gonopodů nebo snížená pravděpodobnost nalezení samce k páření by mohlo teoreticky spustit partenogenezi (Buřič et al. 2011), což by snížilo efektivitu opatření.

Příloha 4.4.5 Vysazení predátorů (biomanipulace)

Obecné podmínky pro tuto metodu jsou uvedeny v [příloze 4.4](#) Společné podmínky a postupy pro manuální metody eliminace, autocidní regulace a biomanipulace.

Podmínky aplikace opatření

Jedná se o vodní nádrž, kterou lze 100 % slovit a kde lze zcela zabránit únikům ryb do toku.

Pro nádrž nebo tok není zarybňovací plán a na lokalitě se nenacházejí téměř žádné ryby.

Pokud existuje zarybňovací plán, je třeba nahradit část obsádky vhodnými predátory (mník, candát (2+), pstruh, úhoř, štika (1+)).

Omezení plynoucí z podmínek ochrany území nebo ostatních druhů živočichů.

Postup

Nutno konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k ohrožení zvláště chráněných druhů (obojživelníci, vzácné druhy ryb apod.).

Relevantní predátoři raků: úhoř, mník, candát (2+), štika (1+), pstruh, jelec tloušť, sumec, okoun (1+)

– úhoř: dokáže ulovit raky i v úkrytu, např. i v norách,

– štika: loví všechny velikosti raků, patří mezi velmi dobré predátory volně se pohybujících raků (lokality s omezenými úkrytovými možnostmi),

– mník: vhodná menší a střední velikost ryby (věk 3–5 let), u které větší část potravy tvoří raci, zatímco větší mníci loví ryby.

Výhody

Vhodné pro malé a střední velikosti raků.

Pokud nedojde k úniku predátorů, nebudou zasaženy vodní organismy nacházející se na odtoku z nádrže.

Nevýhody

Nelze vyloučit predaci na necílové organismy.

Hrozba migrace predátorů mimo zájmovou oblast, hrozí přenos račího moru z nakažených invazních raků, kteří prošli trávícím traktem ryb.

Raci mohou na zvýšenou predaci reagovat 1) zvýšenou migrací do dalších partií toku, 2) vyšší motivací překonávat migrační bariéry, 3) vyšší opatrností, sníženou aktivitou a vyhledáváním lepších úkrytů (ostatní metody regulace, se kterými by tato biomanipulace byla kombinována, by tak měly nižší účinnost, např. odchyt raků).

Příloha 4.5 Chemická eradikace na lokalitách s invazními raky

Příloha 4.5.1 Chemická eradikace aplikací cypermethrinu

Podmínky aplikace opatření

Byl nalezen jeden nebo více raků.

Jedná se o invazní druh raka (určení bylo potvrzeno odborníkem).

Jedná se o výskyt v malé/střední stojaté nádrži nebo v drobném vodním toku, který lze přehradit a udělat bypass/obtok (lze ohradit), lokalitu nálezů musí být možné zcela izolovat (lom, obtočný rybník) a nehrozí např. její zpětné osídlení invazními raky z toku ([kapitola 6.2.4](#)).

Nebyly zjištěny závažné nepříznivé dopady chemické eradikace na životní prostředí nebo lidské zdraví (např. lokalita neleží v nebo nad ochranným pásmem vodního zdroje/nádrže, na lokalitě nejsou jiné chráněné organismy atd.).

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Více informací je v [kapitole 6.1](#).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Je nutné zamezit predačnímu tlaku na zvláště chráněné druhy (fauna i flóra) ([zvláště chráněné druhy](#)).

Jedná se o nádrž, kterou lze hydrologicky izolovat (nádrž, lom).

Lokalitu lze izolovat územně.

Invazní raci jsou nakaženi račím morem.

V blízkosti lokality se nachází významná lokalita s rakem kamenáčem.

Metodu je vhodné kombinovat s instalací bariér proti migraci raků ([kapitola 6.2.6](#), [příloha 4.6](#) a [5, Obr. 24](#)), ručním odchytem raků a odchytem raků do vrší. Po napuštění nádrže je možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([kapitola 6.2](#), [příloha 4.4](#)).

Postup

Informovat AOPK ČR (invaznidruhy@nature.cz), místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad, na území NP správu NP, na území vojenských újezdů újezdní úřady voj. újezdů).

AOPK ČR zaneše nález do databáze (NDOP) a zveřejní na internetových stránkách.

Pokud se jedná o nový záznam o výskytu invazních raků na území nebo na části území, AOPK ČR informuje MŽP, které do tří měsíců od nálezů připraví plán eradikačních/regulačních/izolačních opatření.

Dát na vědomí správci toku, ČRS/MRS (popř. jinému uživateli revíru), vlastníku/nájemci.

Je nutný biologický průzkum – jeho výsledky pak určí další postup (stanovení priorit, záchranný transfer vodních živočichů, volba vhodného termínu apod.).

Při podezření na nákazu račím morem v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření nákazy, především postupovat při práci po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (důkladné očištění, dezinfekce Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnutí horkou vodou a vysušení).

Příslušný orgán ochrany přírody stanoví opatření k regulaci nebo by měla být uplatněna opatření pro izolaci a kontrolu. Orgán ochrany přírody stanoví podmínky provádění, dále určí priority postupu regulace nebo izolace a lhůty provedení.

Orgán ochrany přírody projedná postup s vlastníkem/uživatelem, včetně případného zajištění finančních prostředků (např. finanční příspěvky v oblasti ochrany ze státního rozpočtu – zajišťuje AOPK) a vybrání vhodného subjektu k provedení činnosti.

Pokud vlastník/nájemce není schopen zajistit regulaci nepůvodního invazního druhu, může provedení těchto opatření zajistit orgán ochrany přírody. K provedení opatření k regulaci nepůvodního invazního druhu může orgán ochrany přírody uzavřít s vlastníkem nebo uživatelem pozemku písemnou dohodu.

Zjistit vzdálenost původních raků: rak kamenáč, rak říční.

Zjistit velikost nádrže, hloubku, spočítat objem nádrže.

Informovat vodoprávní úřad ([příloha 23 k vyhlášce 183/2018 Sb.](#)).

Návrh vhodného období, způsobu provedení, způsobu izolace, účinné látky, koncentrace atd.

Izolace celé nádrže pomocí zábran (igelitové fólie nejméně 1 m vysoké), připevněné ke sloupkům ([kapitola 6.2.4, Obr. 26](#)) jako prevence úniku raků a zábrana proti vniknutí na lokalitu po aplikaci látky.

Informovat veřejnost o způsobu opatření (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky).

Spočítat množství účinné látky (cypermethrinu) potřebné pro dvě aplikace a ošetření břehů při koncentraci 23 µg/l (vyšší koncentrace kvůli nepřesnostem při výpočtu objemu nádrže).

Invazní druhy z nádrže je nutné zlikvidovat v kafilérii, ostatní ryby a další živočichy lze umístit na pečlivě vybranou lokalitu, blízko které se nenacházejí původní raci, zvláště pokud se potvrdí nákaza račím morem u invazních raků.

Při přemísťování ryb a dalších živočichů musí být kontrolováno, zda nedochází k přenosu invazních raků.

Insekticid Cyperkill 25 EC (nákup s povolením MZe – **podle novely zákona SRS 199/2012 Sb. je přípravek určen pouze pro profesionální uživatele, k nákupu bude vyžadováno číslo**

Osvědčení o odborné způsobilosti – bez osvědčení nelze tento produkt koupit ani ho používat).

Ověřit koncentraci účinné látky cypermethrinu ve všech baleních.

Dodržovat doporučení výrobce (ochranný oblek, rukavice, brýle, rouška).

Provést postřik na březích (do 10 m od vody).

Provést postřik v norách, štěrbinách atd.

Provést testy účinnosti na racích v nádobách s přidáním substrátu z lokality (možná reakce substrátu s chemikálií, rychlejší hydrolyza při $\text{pH} \geq 9$), doporučená koncentrace 20 $\mu\text{g/l}$ cypermethrinu.

Aplikace pomocí pump z lodě.

Látka tvoří emulzi, nutno rozmíchávat (provzdušňování, použít motor lodě).

Kontrola koncentrace v různých hloubkách pomocí zavěšených vrší s raky (0,5 až 1 m nad sebou podle hloubky až na dno).

Sběr a likvidace mrtvých raků v kafilérii.

Zásah je třeba zopakovat (alespoň 2x cca po 14 dnech).

Kontrola úspěšnosti (cca po měsíci).

Kontrolu opakovat po roce a po dvou letech. Kontrolu provádět nejméně 5 let, pak cca po 2–3 letech.

Výhody

Vhodné pro všechny velikosti raků.

Při průběžném snižování hustoty populace mají raci nižší tendenci migrovat a rozšiřovat se dál v tocích.

Nevýhody

Budou zasaženy všechny vodní organismy.

Při špatné manipulaci a nevhodných klimatických podmínkách (např. bleskové srážky, povodeň) bude nižší efektivita a budou zasaženy vodní organismy nacházející se v toku pod nádrží.

Může dojít pouze k dočasnému snížení hustoty populace invazních raků.

V jezírkových vodách dochází k rychlému poklesu koncentrací pyrethroidů vlivem sorpce na sediment, suspendované částice a rostliny. Rovněž dochází k mikrobiální degradaci a fotodegradaci.

V sedimentech může po aplikaci daných koncentrací přetrvávat látka poměrně dlouho (ovlivnění bentických společenstev).

Časově i finančně náročné, akce je třeba opakovat.

Určité riziko pro personál provádějící opatření a veřejnost.

Zbývající populace invazních raků může na odchyt vedoucí k uvolnění zdrojů (úkryty, potrava) reagovat zvýšenou rozmnožovací úspěšností, proto je třeba kombinovat více regulačních opatření a opakovat je.

Málo efektivní metoda, pokud bude použita samostatně bez dalších opatření.

Dotčené subjekty – potřebná povolení a vyjádření

Vodoprávní úřad (a další podle [přílohy č. 23 k vyhlášce č. 183/2018 Sb.](#)), MZe, MŽP, AOPK ČR, NP, místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad), ČRS/MRS (popř. jiný uživatel revíru).

Příloha 4.6 Společné podmínky a postupy pro: Izolace – úprava stávajících migračních bariér a výstavba nových migračních bariér na lokalitách s invazními raky

Podmínky aplikace opatření

Byl nalezen jeden nebo více invazních raků nebo byl na lokalitě potvrzen račí mor u původních raků.

Jedná se o invazní druh (potvrzeno odborníkem) nebo i o původní druh raka, pokud je na lokalitě potvrzen račí mor.

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Více informací je v [kapitole 6.1](#).

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Je nutné zamezit predačnímu tlaku na [zvláště chráněné druhy](#) (fauna i flóra) nebo šíření račího moru.

Je nutné oddělit invazní raky nebo račím morem nakažené původní raky od nenakažené populace původních raků.

Výskyt raka kamenáče nebo raka říčního, jehož populaci je třeba chránit před vniknutím nepůvodních invazních druhů, popř. před šířením račího moru proti proudu toku.

Úpravu stávajících migračních bariér a instalaci nových bariér proti migraci raků je vhodné kombinovat s ručním odchytům raků, s odlovem raků do vrší v hlubších partiích toku a disekcí gonopod u račích samců. Metodu je možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([kapitola 6.2.1](#), [6.2.2](#), [6.2.5](#), [příloha 4.4](#)).

Postup

Informovat AOPK ČR (invaznidruhy@nature.cz), místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad, na území NP správu NP, na území vojenských újezdů újezdní úřady voj. újezdů).

AOPK ČR zanese nález do databáze (NDOP) a zveřejní na internetových stránkách.

Pokud se jedná o nový záznam o výskytu invazních raků na území nebo na části území, AOPK ČR informuje MŽP, které do tří měsíců od nálezu připraví plán eradikačních/regulačních/izolačních opatření.

Dát na vědomí správci toku, ČRS/MRS (popř. jinému uživateli revíru), vlastníku/nájemci.

Jedná se o vodohospodářskou stavbu nebo její úpravu. Je nutné stavební povolení (příslušný vodoprávní úřad a stavební úřad) a stanovisko správce toku.

Je nutný biologický průzkum – jeho výsledky pak určí další postup (stanovení priorit, záchranný transfer vodních živočichů, volba vhodného termínu apod.).

Při instalaci migračních bariér i zjišťování výskytu nakažených i zdravých raků v rámci povodí je nutné dodržet opatření proti šíření račího moru, především postupovat při práci a průzkumech

po tocích dolů a dezinfikovat použité vybavení (důkladné očištění, dezinfekce Savem v poměru 1 : 10 nebo opláchnutí horkou vodou a vysušení).

Příslušný orgán ochrany přírody stanoví opatření k regulaci nebo by měla být uplatněna opatření pro izolaci a kontrolu. Orgán ochrany přírody stanoví podmínky provádění, dále určí priority postupu regulace nebo izolace a lhůty provedení.

Orgán ochrany přírody projedná postup s vlastníkem/uživatelem, včetně případného zajištění finančních prostředků (např. finanční příspěvky v oblasti ochrany ze státního rozpočtu – zajišťuje AOPK) a vybrání vhodného subjektu k provedení činnosti.

Pokud vlastník/nájemce/správce toku není schopen zajistit regulaci nepůvodního invazního druhu, může provedení těchto opatření zajistit orgán ochrany přírody. K provedení opatření k regulaci nepůvodního invazního druhu může orgán ochrany přírody uzavřít s vlastníkem nebo uživatelem pozemku písemnou dohodu.

Vhodné je upozornit veřejnost na výskyt invazních raků, dopady výskytu, přenos račího moru, zákaz přenášení atd. (informační cedule, informační panely, letáky, webové stránky). Více informací je v [kapitole 6.1](#) s ukázkami informačních letáků, cedulí a panelů na *Obr. 12, Obr. 13, Obr. 15–Obr. 16 Obr. 17*.

Využití a úprava stávajících překážek na toku (zábrany upevněné na sloupcích, navádějící raky k návratu zpět pod překážku na toku).

Metodu je vhodné kombinovat s ručním odchytem raků ([příloha 4.4.1](#)).

Metodu je vhodné kombinovat s odchytem raků do vrší v hlubších partiích ([příloha 4.4.3](#)).

Metodu lze kombinovat s disekcí gonopodů samců raků pod migrační bariérou ([příloha 4.4.4](#)).

Metodu je možné kombinovat s vysazením vhodných predátorů ([příloha 4.4.5](#)) – **nutno ale konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k ohrožení jiných významných druhů (obojživelníci, vzácné druhy ryb apod.)**. Není vhodné při nákaze raků račím morem (jak původních, tak invazních).

Výhody

Zamezí nebo alespoň zpomalí šíření invazních raků nebo šíření račího moru.

Společně s dalšími opatřeními, hlavně se snížením hustoty populace, se sníží pravděpodobnost šíření raků a to jak proti proudu, tak i po proudu toku.

Dotčené subjekty – potřebná povolení a vyjádření

Místně příslušné orgány ochrany přírody (krajský úřad, ORP), AOPK ČR, správce toku, ČRS/MRS (popř. jiný uživatel revíru), příslušný vodoprávní úřad, příslušný stavební úřad.

Příloha 4.6.1 Izolace – úprava stávajících migračních bariér

Obecné podmínky pro izolace na toku jsou uvedeny v [příloze 4.6](#) Společné podmínky a postupy pro Izolace – úprava stávajících migračních bariér a výstavba nových migračních bariér.

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Invační raci nebo nakažení původní raci se nacházejí pod migrační bariérou.

U migrační bariéry se nenachází rybí přechod.

Postup

Využití a úprava stávajících překážek na toku (zábrany upevněné na sloupcích, navádějící raky k návratu zpět pod překážku na toku).

Příklady možných úprav migračních bariér jsou uvedeny v [kapitole 6.2.6](#) a na obrázcích (*Obr. 27–Obr. 31*). *Obrázek Obr. 32* znázorňuje menší překážky na toku a možné úpravy koruny jezu a boční bariéry.

Nevýhody

Při zvýšených průtocích může dojít k uvolnění použitých materiálů.

Příloha 4.6.2 Izolace – vytvoření nových migračních bariér

Obecné podmínky pro izolace na toku jsou uvedeny v [příloze 4.6](#) Společné podmínky a postupy pro Izolace – úprava stávajících migračních bariér a výstavba nových migračních bariér.

Podmínky, za nichž je opatření zvláště vhodné

Je nutné oddělit invazní raky nebo račím morem nakažené původní raky od nenakažené populace původních raků.

Výskyt raka kamenáče nebo raka říčního, jehož populace je třeba chránit před vniknutím invazních druhů, popř. před šířením račího moru proti proudu toku.

Postup

Vytvoření dočasných migračních bariér na toku, které zamezí šíření raků nakažených račím morem proti proudu toku, znázorňují *obrázky Obr. 32 a Obr. 33*.

Příklady návrhu nových typů migračních bariér, doplněných o boční zábranu, je uveden v [kapitole 6.2.6](#) a na obrázcích (*Obr. 27–31*). Příklady použitých migračních bariér zabraňujících šíření raka červeného na toku jsou na *obr. Obr. 34 a Obr. 35*.

Nevýhody

Vytvoří bariéru na toku, která zabrání migraci ryb.

Příloha 5. Užité vzor – past na raky

UŽITNÝ VZOR

491
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011 - 24310**
(72) Přihlášeno: **10.05.2011**
(47) Zapsáno: **12.09.2011**

(11) Číslo dokumentu:

22677

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
A01M 23/08 (2006.01)

(74) Adresant:
Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, CZ

(72) Inventor:
Petrušek Adam doc. RNDr. Ph.D., Praha, CZ
Matasová Klára Bc., Lužec nad Vltavou, CZ

(54) Název užitého vzoru:
Obousměrná past pro odchyt migrujících bentických vodních živočichů

CZ 22677 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitého vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Obousměrná past pro odchyt migrujících bentických vodních živočichůOblast techniky

Řešení se týká konstrukce obousměrné pasti k odchytu větších vodních bentických živočichů.

Dosavadní stav techniky

5 Pasti k odchytu vodních živočichů se hojně využívají k získání informací o jejich početnosti, distribuci, migrační aktivitě a jejich biologii obecně. Technické řešení těchto pastí se odvíjí od velikosti a pohybových schopností živočichů a účelu jejich odchytu.

10 Tradičně jsou pro odchyt velkých bentických živočichů (v podmínkách evropských vnitrozemských vod jsou jimi zejména raci) používány vrše různých tvarů, do kterých je umístěna návnada. Do vrše proniká odchytávaný jedinec aktivně, ale vzhledem k její konstrukci je pro něj velmi obtížné vrš opustit. Odchycení jedinci zůstávají naživu. Vrše na raky se běžně používají pro komerční i rekreační lov (v zemích, kde je lov raků pro konzumaci povolen), ale i při vědeckém výzkumu (např. pro ověření přítomnosti druhu na lokalitě, odchyt experimentálních jedinců, odhad početnosti populace apod.).

15 Specifické nároky na odchytové zařízení vznikají při studiu migrační aktivity, kdy je cílem zjistit co nejpřesněji počet a směr jedinců aktivně migrujících určitým úsekem toku. V takovém případě nejsou používány návnady, jež by informace o pohybové aktivitě zkreslovaly. Vhodná past by měla splňovat řadu podmínek: 1) možnost zjištění směru migrace (tj. zvlášť odchyt jedinců migrujících po a proti proudu); 2) pokrytí celé šířky studovaného toku a minimalizace migrace okolo pastí (případně pod ní nebo přes ni); 3) přirozené navedení migrujícího bentického živočicha dovnitř pastí; 4) minimalizace odchytu necílových živočichů (ryby pohybující se vodním sloupcem, žáby apod.); 5) konstrukce omezující zanášení vodou unášeným materiálem (např. listy stromů).

25 K získání dat o migrační aktivitě invazních raků průhovaných byla v ČR využita dvojice širokých plochých průtočných vrší, jejichž základem byla kovová konstrukce potažená drátěným pletivem (funkční vzorek „Past pro monitoring protiproudových a poproudových migrací raků“, výsledek RIV/60076658:12610/08:00009914). Každá vrš byla na svrchní straně opatřena odklopným víkem. Vrše byly pevně ukotveny do potočního dna, vstupní otvor jedné vrše byl orientován proti proudu, vstupní otvor druhé po proudu. Tento typ pastí byl poměrně náročný k užívání, neboť zůstával po dobu sledování napevno umístěn na dně toku a bylo nutno kontrolovat přítomnost odchycených živočichů pod hladinou. Dále byl snadno zanášen materiálem plovoucím v toku a odchycení živočichové se z něj nescházely vyjmali.

Podstata technického řešení

35 Technické řešení spočívá v návrhu modifikované obousměrné průtočné pasti pro bentické živočichy, skládající se z hlavního tělesa pastí 1, které je pevně ukotveno v korytu toku, a z vyjimatelného děrovaného koše 5, v němž jsou odchycení bentická živočichové migrující po i proti proudu. Ličebný počet pastí se dá umístit v toku paralelně vedle sebe a napevno spojit.

40 Hlavní těleso pastí 1 je tvořeno hořnami stěnami s plnou plochou. Strana tělesa orientovaná v korytě toku po proudu má otvor odpovídající velikosti vstupnímu otvoru vyjimatelného děrovaného koše 5. Strana tělesa pastí umístěná proti proudu je na horní straně opatřena zkosením 2, jež umožňuje plynulý průtok vody přes past i skrz ni. Účelem tohoto zkosení je omezit zanášení pastí plovoucím materiálem a zamezit odchytu živočichů pohybujících se výše ve vodním sloupci nebo na jeho hladině. V případě varianty pro vody s proměnlivým směrem toku lze obdobným zkosením vybavit obě strany pastí.

Spodní hrany hlavního tělesa pasti 1 jsou opatřeny náklonnými návodnými hranami 4, jež se zaponstějí do substrátu dna, čímž zabráňují průchoďu živočichů pod hlavním tělesem pasti a navádějí je do vstupního otvoru 6 vyjímatelného děrovaného koše 5.

Vyjímatelný děrovaný koš 5 je na obou protilehlých stranách opatřen vstupními otvory 6, jejichž světlost se zužuje směrem dovnitř koše. Zúžení vstupních otvorů je zajištěno lištami, z nichž spodní 10 a horní lišta jsou děrované (pro zajištění průtoku vody), zatímco boční lišty 11 jsou s plnou plochou (pro zvýšení konstrukční pevnosti vyjímatelného děrovaného koše 5). Toto řešení minimalizuje možnost úniku odchycených živočichů ven z pasti, podobně jako u klasických vrší. Vyjímatelný děrovaný koš 5 je uvnitř přepažen děrovanou přepážkou 7 umožňující průtok vody, ale bránící v průchodu organismů. Vyjímatelný děrovaný koš 5 je dále opatřen odklopným víkem 8 s otvory, do kterých po zavření koše zapadají držadla 9 připevněná na tělo vyjímatelného děrovaného koše.

Vyjímatelnost koše významně usnadňuje odběr odchycených jedinců, resp. kontrolu jejich počtu. Pokud je při kontrole koš vyměněn za jiný, je zcela minimalizován čas, po který je past volně průchozí. V případě potřeby lze připevnit na vyjímatelný děrovaný koš 5 i hlavní těleso pasti 1 oka umožňující umístění voděodolného zámku, jenž zabrání vyjmutí koše z pasti nepovolanou osobou.

Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy podle technického řešení je opatřena lištami s otvory k paralelnímu spojení několika kusů sešroubováním, je tedy modulární (obr. B). Je vyrobena z nerezavějících materiálů odolávajících dlouhodobému umístění v proudící vodě.

Přehled obrázků na výkrese

Obr. A zobrazuje oba bokorysy obousměrné průtočné pasti ve variantě pro umístění do tekoucí vody (tj. se zkosením na horní straně tělesa orientovaným proti proudu 2) vyrobené z děrovaného nerezavějícího plechu. Děrovaný plech lze nahradit dostatečně pevným drátěným roštem (pictivem) s odpovídajícím rozměrem otvorů.

Na obr. B je prostorové zobrazení soustavy spojených pastí.

Jednotlivé díly na obrázcích jsou popsány jednotně, a to následovně:

1 - hlavní těleso pasti, 2 - zkosení na horní straně tělesa orientované proti proudu, 3 - vstupní otvor hlavního tělesa pasti, 4 - náklonná návodná hrana, 5 - vyjímatelný děrovaný koš, 6 - vstupní otvor vyjímatelného děrovaného koše, 7 - vnitřní děrovaná přepážka vyjímatelného děrovaného koše, 8 - odklopné víko vyjímatelného děrovaného koše, 9 - držadlo vyjímatelného děrovaného koše, 10 - spodní děrovaná lišta vstupního otvoru vyjímatelného děrovaného koše, 11 - boční lišta vstupního otvoru vyjímatelného děrovaného koše.

Příklad provedení

Rozměry možné realizace pasti lze přizpůsobit podle velikosti sledovaných živočichů především v parametrech velikosti děr vyjímatelného koše a ve velikosti vstupního otvoru pevného tělesa pasti.

Ve tomto příkladu provedení je obousměrná průtočná past pro bentické živočichy konstruována ve velikostech zapsaných v kótách na obr. A. Průměr otvorů ve vyjímatelném děrovaném koši je 12 mm. To umožňuje odchyt dospělých jedinců všech druhů raků vyskytujících se na území ČR. Koš je vyroben z nerezového ocelového plechu (ČSN 17240).

Hlavní těleso pasti je z ocelového zároveň pozinkovaného plechu s ochrannou netoxické krycí barvy v neutrálním přírodním tónu.

Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy podle technického provedení byla využita v sezóně jaro - podzim 2010 ke sledování migrační aktivity raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) v potoce Pšovka v blízkosti obce Střemý (Středočeský kraj). Takto získaná data přiná-

sejí informace o sezónních změnách v chování tohoto druhu raka. Rak pruhovaný je nejrozšířenějším invazním druhem raka v ČR, přenášejícím račí mor, chorobu významně ohrožující zákonem chráněné původní druhy raků. Sledování pohybové a migrační aktivity raka pruhovaného může napomoci v předpovídání jeho dalšího šíření a plánování managementu, jenž by omezil jeho negativní vliv na populace původních druhů.

Průmyslová využitelnost

Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy je využitelná především při vědeckém výzkumu migrací těchto živočichů mezi biotopy, případně směrů a intenzity jejich migrace v proudu. Sledování migrační aktivity je důležitou součástí poznatků o biologii příslušných druhů. Zejména v případě studia ekonomicky významných druhů (např. raků v oblastech, kde jsou využíváni pro konzumaci) lze informace získané pomocí obousměrné pasti (data o sezónních změnách a převládajícím směru migrací, o velikostní struktuře a poměru pohlaví migrujících jedinců apod.) využít při odhadu populačních změn a plánování pravidel pro ekonomické využití populací.

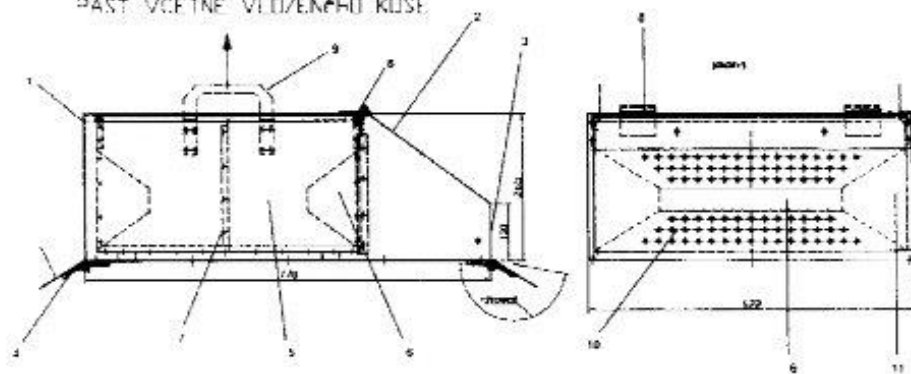
NÁROKY NA OCHRANU

1. Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy, **vyznačující se tím**, že se skládá z hlavního tělesa pasti (1) a vyjimatelného děrovaného koše (5), jenž je samostatně uzavíratelný, uvnitř rozdělený děrovanou přepážkou (7), a opatřený na stranách orientovaných po a proti proudu dovnitř se zužujícími vstupními otvory (6).
2. Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hlavní těleso pasti (1) umístěvané do tekoucí vody je ze strany orientované proti proudu, případně z obou stran, vyřaveno zkosením na horní straně tělesa (2), jež omezuje zanášení pasti plovoucím materiálem.
3. Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že hlavní těleso pasti (1) je na spodních hranách vstupních otvorů (3) opatřeno náklonnými návodnými hranami (4) zapouštěnými do substrátu dna.
4. Obousměrná průtočná past pro bentické živočichy podle nároků 1, 2 a 3, **vyznačující se tím**, že hlavní těleso pasti (1) je opatřeno spojovací lžstou a otvory k paralelnímu zapojení libovolného množství pasti pokrývající celou šířku zájmového úseku toku.

I výkres

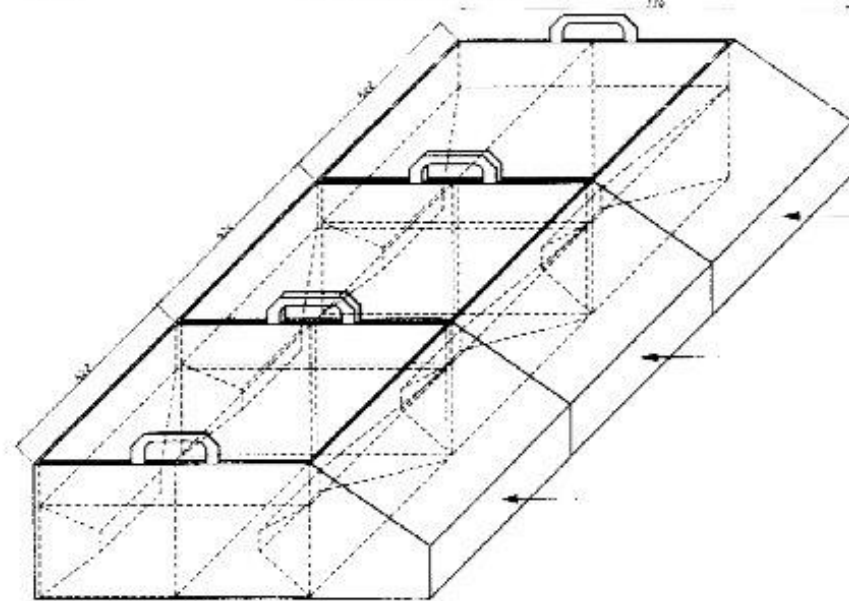
Obr. A

PAST VČETNĚ VLOŽENÉHO KOŠE



Obr. B

SUŠTAVA SPUJENÝCH PASTÍ



Konec dokumentu

EDICE VÝZKUM PRO PRAXI

ISSN 1211-3751

METODIKA REGULACE A ERADIKACE INVAZNÍCH DRUHŮ RAKŮ: VÝBĚR VHODNÝCH METOD V ZÁVISLOSTI NA CHARAKTERU VODNÍHO ÚTVARU

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Vydal Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
v Praze 2020

ŘEDITEL:

Ing. Tomáš Urban

REDAKČNÍ RADA:

Ing. Libor Ansorge, Ph.D., (předseda), Ing. Adam Beran, Ph.D., Ing. Jiří Kučera,
RNDr. Diana Marešová, Ph.D., Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D.,
Ing. Michal Vaculík, Mgr. Aleš Zbořil

Počet stran: 118

Odpovědný redaktor: Eliška Königová

ISBN 978-80-87402-93-1 (on-line, pdf)

