

Rak říční v Bolevecké soustavě rybníků: výskyt, základní populační charakteristiky a management lokalit

Noble crayfish in the Bolevec pond system: occurrence, basic characteristics and implications for pond management

Pavel Vlach¹ & David Fischer²

¹ *Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geografie a envigogiky, Klatovská 51, 306 19 Plzeň, email: vlach.pavel@mybox.cz*

² *Hornické muzeum Příbram, Nám. Hynka Kličky 293, 261 01 Příbram VI., e-mail: david-fischer@centrum.cz*

Abstract

The occurrence of noble crayfish in the Bolevec pond system (Czech Republic, Western Bohemia) was studied in 2010. Three methods were used – manual searching for specimens, application of traps, and visual control at night using light. Noble crayfish was found in six of the seven monitored ponds. The estimated population density in Velký Bolevecký pond was 377 specimens / 100 m of the bank, in Nováček pond 96 spms / 100 m and in Šídlovský pond 94 spms / 100 m. Due to the insufficient amount of collected specimens, it was not possible to estimate population density in the other ponds. Sex ratio and length structure were evaluated only for ponds with satisfactory number of caught individuals, i.e. Velký Bolevecký pond, Nováček and Šídlovský pond. The observed sex ratios (0.38, 0.41 and 0.48) as well as length structures and the maximum observed length (121 mm) seem to be typical for noble crayfish. The observed population densities indicate the attractiveness of the Velký Bolevecký pond, Nováček and Šídlovský pond for noble crayfish. The situation in the other ponds cannot be assessed due to the lack of data. For further prosperity of the crayfish population in the Bolevec pond system, it is strongly recommended to avoid or minimize the negative influence of fish farming, e.g. the increased number of fish and discharges of ponds which can result in dying of juvenile crayfish captured in the mud.

Keywords

noble crayfish, population density, length structure, sex ratio

Úvod

Rak říční (*Astacus astacus*, Linnaeus, 1758) má ze všech původních evropských druhů raků největší rozšíření, neboť po poslední době ledové osídlil téměř celou Evropu (Souty-Grosset et al. 2006). V současné době se vyskytuje v 39 státech Evropy. V souvislosti s vymizením některých populací kvůli račímu moru byla v 80. letech provedena v řadě zemí reintrodukce tohoto druhu (např. v Lichtenštejnsku, Lucembursku a ve Švýcarsku). V nedávné době byl introdukován i do Velké Británie, kde je však považován za nepůvodní druh (Fischer et al. 2010).

Rak říční se v současnosti vyskytuje téměř rovnoměrně na celém území ČR a je naším nejhojnějším původním druhem raka. Nyní evidujeme raka říčního v ČR na 550 lokalitách (Štambergová et al. 2009). Vyskytuje se v malých tocích, říčkách i stojatých vodách. Optimální podmínky pro život nachází rak říční především v pomaleji tekoucích úsecích malých a středních toků s velkým množstvím přirozených úkrytů. Vysazován byl i na náhradní lokality do rybníků, zatopených lomů, pískoven a nádrží, kde jeho populace často dobře prosperují (Štěpán 1933, Lohniský 1984, Holzer 2000). Mnohde se vyskytuje sympatricky s rakem kamenáčem (*Austropotamobius torrentium*, Schrank, 1803); (Mourek et al. 2006, Vlach et al. 2009). Přestože v Evropě je znám jeho výskyt i vysoko v horách až do nadmořské výšky 1284 m n. m. (Füreder & Machino 1999), v ČR se nachází do 950 m n. m., což může souviset s acidifikací toků, pramenících ve vyšších partiích se smrkovými lesy a nízkou koncentrací iontů vápníku ve vodě (Hruška et al. 2006, Svobodová et al. 2012). Přestože jsou raci většinou považováni za bioindikátory jakosti vody (Souty-Grosset et al. 2006), v ČR se vyskytují i na lokalitách s poměrně značným znečištěním (Svobodová et al. 2012).

Bolevecká soustava rybníků je obhospodařována Správou veřejného statku města Plzně. V nedávné historii byla navržena na této rybníční soustavě opatření (např. zvýšení úkrytové kapacity nebo posílení populací vysazováním odchovaných jedinců), která měla vést ke zlepšení stavu populací raka říčního (Kozák & Polícar 2002, 2003). Tato opatření však nebyla cíleně realizována. V posledních letech probíhá na této soustavě projekt, jehož cílem je prostřednictvím biomanipulace a ekotechnologických zásahů vytvořit přirozené stabilní ekosystémy a zároveň zlepšit kvalitu vody ve snaze zvýšit atraktivitu rybníků pro rekreační využití (Duras 2006, 2010, Duras & Džiaman 2010, Duras 2011).

Cílem této práce bylo zjistit výskyt raka říčního v Bolevecké soustavě rybníků v Plzni, popsat základní populační charakteristiky a jejich změny v kontextu s výše uvedenými zásahy. Ve svém závěru práce přináší konkrétní návrhy opatření, která pomohou zlepšit stav populací tohoto druhu ve zmíněné soustavě a zároveň jsou v souladu se současnými trendy v ochraně raků v ČR (Fischer et al. 2010).

Popis sledovaných lokalit

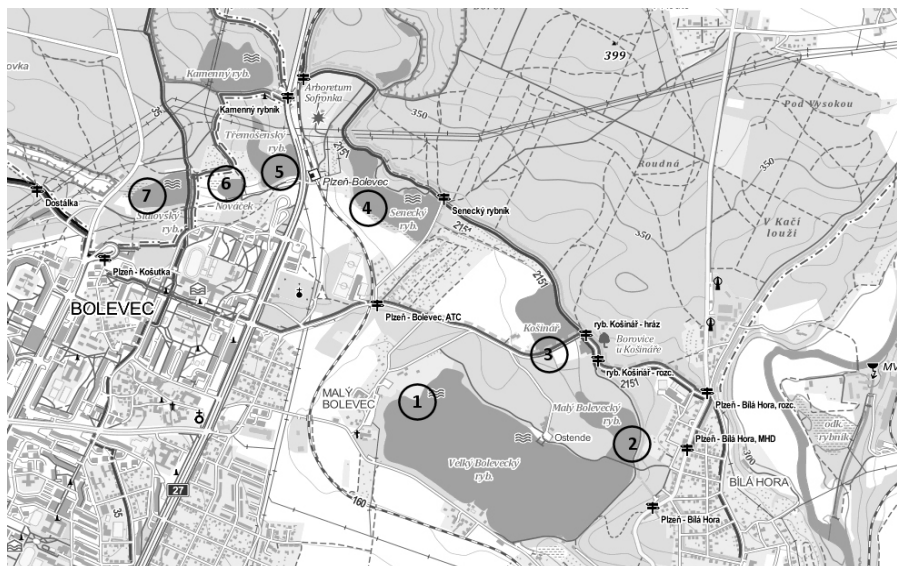
Bolevecká soustava rybníků se nachází na severním okraji města Plzně. Je napájena Boleveckým potokem, který pramení pod hřebenem Sytné a Krkavce v nadmořské výšce 400 m. Průměrný průtok v ústí Boleveckého potoka je 0,004 m³/s. Soustavu tvoří rybníky Strženska, Šídlavský, Nováček, Třemošenský, Senecký, Košinář, Velký Bolevecký a Malý Bolevecký (Chobot), který je od Velkého Boleveckého rybníka oddělen pouze mezihrází. Na přítocích Boleveckého potoka se nacházejí rybníky Kamenný, Vydymáček a Rozkopaný. Celá soustava je patrná na obr. 1.

Astakologický průzkum byl realizován na Velkém a Malém Boleveckém rybníce (Chobotu), Košináři, Seneckém rybníce, Třemošenském rybníce, Nováčku a Šídlavském rybníce.

Velký a Malý Bolevecký rybník mají celkovou plochu hladiny 47,4 ha. Rybníky nebyly od roku 1964 vypouštěny. Do roku 1999 se Velký Bolevecký rybník vyznačoval poměrně dobrou kvalitou vody s výskytem submerzní vegetace. Pravidelné nasazování kapra a posléze i amura, stejně jako celkově nevhodná rybí obsádka obecně patří mezi nejvýznamnější faktory, které způsobily během pouhých dvou let zničení po staletí udržovaného přirozeného charakteru rybníka. V roce 2006 byl na Velkém Boleveckém rybníce zahájen projekt zlepšení kvality vody, jehož cílem bylo navrátit rybník do stavu před rokem 1999. Nástrojem bylo provedení zásadní změny v obsádce ryb, obnova submerzní akvatické vegetace a aplikace chemikálií (síran hlinitý, chlorid železnatý, polyaluminiumchlorid), které vážou fosfor z vody a ukládají do sedimentů (Duras 2006, 2010). Dno těchto dvou rybníků je převážně písčité, s lokálními kamennými formacemi, které představují potenciální úkryty pro raky, stejně jako kamenné bloky zpevňující břehy. Za úkryty pro raky je třeba považovat i rozrůstající se porosty vodního moru kanadského (*Eloдея canadensis*).

Rybník Košinář byl založený v roce 1694 jako průtočný rybník na orné půdě a těsně sousedí s městskými sádkami. Za úkryty pro raky tu slouží kamenný zához hráze a bohaté porosty submerzních makrofyt. Košinář má výměru 5,9 ha a je využíván jako rybochovný, i když měl i rekreační funkci. Od roku 2006 má především krajinnotvorný význam. Rybník je loven nepravidelně.

Senecký rybník je hojně využíván pro rekreaci, ale významná je i jeho rybochovná funkce, neboť má z celé soustavy nejhustší rybí obsádku (J. Duras, úst. sděl.). Jeho výměra je 7,42 ha. Nádrž má vysokou hráz zpevněnou kamenným záhozem s různou frakcí použitého kamene (sloužící jako úkryty pro raky), zbytek obvodu rybníka je podobně jako v případě Košináře tvořen pozvolnými nebo písčitými břehy nebo plochami zarůstajícími tvrdou litorální vegetací (rákosiny). Rybník je loven jednou za dva roky.



Obr. 1. Mapa sledované rybníční soustavy s vyznačením polohy jednotlivých rybníků: 1 – Velký Bolevecký, 2 – Malý Bolevecký (Chobot), 3 – Košíňář, 4 – Senecký, 5 – Třemošenský, 6 – Nováček, 7 – Šídlovský.

Fig. 1. Map of the monitored pond system showing the position of individual ponds.

Třemošenský rybník má celkovou výměru 3,26 ha. Je napájen jak Boleveckým potokem, tak i jeho bezejmenným levobřežním přítokem pramenícím v rašeliništi přírodní rezervace Kamenný rybník. Rybník má hráz tvořenou betonovými panely a ve spodní části zpevněnou kamenným záhozem. Hráz, stejně jako pravý břeh s podemletými břehy a občasné zasahujícími kořeny okolo rostoucích dřevin, představuje pro raky potenciálně atraktivní prostředí (zbytek plochy s písčítým dnem a bez vhodných úkrytů pravděpodobně využíván není). Třemošenský rybník je využíván především k rekreaci, i když do roku 2007 fungoval jako chovný a byl loven jednou za 3 roky (J. Duras, úst. sděl.).

Rybník Nováček byl založen v 17. století jako poslední rybník ze soustavy Boleveckých rybníků. Je to nádrž s vysokou a strmou hrází zpevněnou kamenným záhozem sloužícím jako úkryty pro raky. Jako úkryty slouží i porosty litorální nebo submerzní vegetace. Jinak je dno nádrže bahnitě nebo písčité a břehy pozvolné, bez potenciálních úkrytů pro raky. Dříve byl rybník, rozdělený brlením na několik částí, využíván jako sádkový. V současnosti je jeho význam především v retenci vody a krajinnotvorné funkci. Jeho výměra je 0,88 ha.

Šídlovský rybník byl založený po roce 1640 a má výměru 2,9 ha. Je napájen Boleveckým potokem. Břehy rybníka jsou místy opevněny dřevěnými plůtky sloužícími jako úkryty. Jinak je dno nádrže bahnité nebo písčité, břehy pozvolné, bez potenciálních úkrytů pro raky, s výjimkou míst zarůstajících submerzní vegetací. Rybník byl do roku 2000 využíván k chovu ryb (od té doby je pravidelně korigována obsádka planktonofágních druhů ryb) a slouží výhradně k rekreaci.

Materiál a metody

Průzkum na Bolevecké soustavě byl prováděn v roce 2010. Celkem bylo uskutečněno 14 návštěv všech rybníků. Bylo použito několik metod zjišťování přítomnosti raků (Štambergová et al. 2009), přičemž základní metodou bylo ruční prohledávání všech úkrytů v břehové linii o délce 30–100 metrů dle charakteru pobřeží konkrétních rybníků. Ručně byly též prohledávány vodoteče (Bolevecký potok a jeho přítoky). Další základní metodou byl lov raků do vrší s návnadou (rybí maso a kynutý chléb). Tento odchyt byl realizován na všech rybnících dvakrát. Počet vrší, položených během jedné noci na daném rybníce, se pohyboval mezi 2–6 kusy. Použití vrše nelze považovat za kvantitativní metodu zjišťování početnosti, více vrší bylo proto nastraženo na rybnících, na kterých nebyl výskyt raka jinými metodami prokázán. Doplňkovou metodou pak byla noční vizuální kontrola pomocí světelného zdroje.

Ve snaze odhadnout početnost raka říčního a zjistit jeho délkový růst bylo na Velkém Boleveckém rybníce a Šídlovském rybníce provedeno individuální značení raků pomocí barevných implantovaných elastomer (VIE) dle metodiky Dušek et al. (2003). Na Boleveckém rybníce bylo označeno celkem 100 jedinců raka říčního, na Šídlovském 49 jedinců. Bohužel vzhledem ke změně počasí na začátku září spojené se stažením populace raka říčního do větší hloubky nebylo možné délkový růst a zpětné odchty na Šídlovském rybníce vyhodnotit. Početnost na Boleveckém rybníce byla odhadnuta podle metody Schnabelové (Chapman 1920):

$$N = \frac{\sum C_t M_t}{\sum R_t}$$

kde C_t je celkové množství jedinců chycených ve vzorku t , R_t je počet chycených označených jedinců ve vzorku t a M_t je počet jedinců již v populaci označených před vzorkem t .

U populací s dostatečným počtem ulovených jedinců, tedy ve Velkém Boleveckém rybníce, v Nováčku a v Šídlovském rybníce byl hodnocen též poměr pohlaví (jako poměr samci / všichni jedinci) a délková struktura populace (měřena délka

těla od konce telsonu po rostrum). Byla vypočtena průměrná délka raků a další popisné charakteristiky. Délková struktura v jednotlivých rybnících byla porovnáována pomocí analýzy rozptylu na 5% hladině významnosti. Testy a grafické znázornění výsledků bylo provedeno pomocí NCSS 2007 a MS Office 2010.

Výsledky

Přítomnost raka říčního byla zjištěna ve Velkém Boleveckém rybníce, v Košináři, Seneckém rybníce, Třemošenském rybníce, Nováčku i Šídlovském rybníce. Pouze v Chobotu nebyla žádnou metodou přítomnost raka říčního prokázána, stejně jako ve vodotečích napájejících soustavu.

Při ručním prohledávání Velkého Boleveckého rybníka byla zjištěna přítomnost 104 raků (75 přímo odchyceno, dalších 29 vizuálně zaznamenáno), noční vizuální kontrolou byla zjištěna přítomnost 17 jedinců v délce cca 100 metrů břehové linie. Do dvou vrší byl uloven 1 jedinec.

V Košináři nebyl zaznamenán žádný jedinec při ručním prohledávání lokality ani při noční vizuální kontrole, ale do celkem 10 položených vrší, postupně umístěných v oblasti hráze rybníka, bylo odchyceno 5 raků.

V Seneckém rybníce byli nalezeni v linii hráze jen 2 jedinci, taktéž 2 jedinci byli zjištěni při jedné z nočních vizuálních kontrol. V celkem 10 vrších, položených v počtu 5 ks ve dvou dnech, byli uloveni 3 raci.

Ručním prohledáváním a orientačním průzkumem podél celého obvodu Třemošenského rybníka nebyla zjištěna přítomnost raků, rovněž noční vizuální kontrola nebyla úspěšná, ale 1 rak byl v tomto rybníce chycen do jedné z 12 nastražených vrší (6 vrší ve dvou dnech).

Metodou ručního prohledávání v oblasti hráze a plůtků byla v Šídlovském rybníce zjištěna přítomnost silné populace raka říčního. Odhadnutá početnost dosáhla hodnoty 94 jedinců / 100 m. Také noční vizuální kontrolou bylo zaznamenáno 13 jedinců. Na lokalitě byl proveden odchyt pomocí 12 vrší (6 vrší ve dvou dnech) a do nich bylo chyceno 13 raků. Všechny údaje jsou patrné z tab. 1.

Při ručním prohledávání hráze rybníka Nováček došlo v úseku cca 30 metrů k nálezům 26 jedinců raka říčního, což představuje abundanci cca 96 jedinců / 100 m. Raci byli také hojně zaznamenáni při noční vizuální kontrole, když byla na hrázi zjištěna přítomnost 11 jedinců. Do celkem 10 vrší, položených v počtu 5 ks ve dvou dnech, byli uloveni 4 jedinci.

Tab. 1. Výsledky různých metod zjišťování výskytu raků v jednotlivých sledovaných rybnících Bolevecké rybníční soustavy – ručního prohledávání úkrytů v břehové linii, nočního průzkumu pomocí světelného zdroje a odchytu raků do vrší.

Tab. 1. The results of different methods of observation of crayfish in particular ponds of the Bolevec pond system – manual searching for specimens (specimens / 100 m of the bank), visual control at night using light (number of specimens) and an application of traps (specimens/trap).

lokality	ruční hledání	noční průzkum	lov do vrší
	odhad abundance (jedinců/100 m břehu)	počet jedinců	početnost (jedinec/vrš)
Velký Bolevecký rybník	104	17	0,5
Malý Bolevecký (Chobot)	-	-	-
Košinář	-	-	0,5
Senecký rybník	4	2	0,33
Třemošenský rybník	-	-	0,08
Nováček	96	11	0,4
Šídlovský rybník	94	13	1,08

Odhad početnosti

Odhad početnosti metodou Schnabelové (zpětný odchyt značených jedinců) byl proveden na Velkém Boleveckém rybníce. Odhadnutá početnost pro jihovýchodní pobřeží dosáhla hodnoty 377 jedinců raka říčního na 100 m břehové linie.

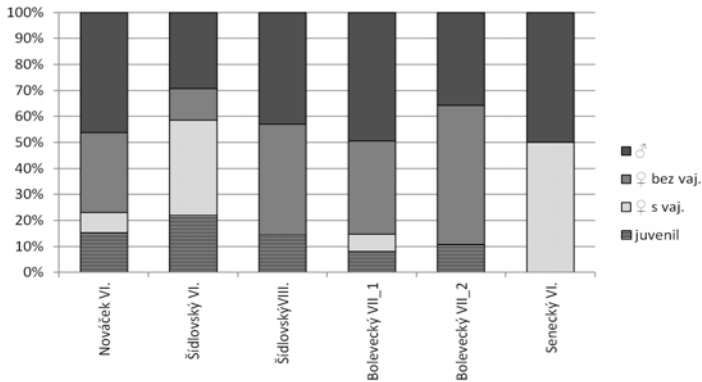
Poměr pohlaví

Poměr pohlaví byl hodnocen pouze u dostatečně početných populací, tj. ve Velkém Boleveckém rybníce, Nováčku a Šídlovském rybníce. Počty ulovených jedinců dle pohlaví jsou patrné z tab. 2. Poměr pohlaví se pohyboval od 0,37 (samci / všichni jedinci) v Nováčku, přes 0,41 v Šídlovském rybníce až po 0,48 ve Velkém Boleveckém rybníce (obr. 2).

Tab. 2. Počty samic, samců a juvenilních jedinců raka říčního odchycených při ručním prohledávání na 100 m břehové linie.

Tab. 2. Numbers of females (with eggs, without eggs), males and juveniles per 100 m of shore line caught using manual searching for crayfish.

lokality	datum	♀ s vaj.	♀ bez vaj.	♂	juvenil	celkem
Velký Bolevecký rybník	3. 7. 2010	5	27	37	6	75
Velký Bolevecký rybník	16. 7. 2010	0	15	10	3	28
Senecký rybník	19. 6. 2010	1	0	1	0	2
Nováček	6. 6. 2010	2	8	12	4	26
Šídlovský rybník	6. 6. 2010	15	5	12	9	41
Šídlovský rybník	28. 8. 2010	0	15	15	5	35

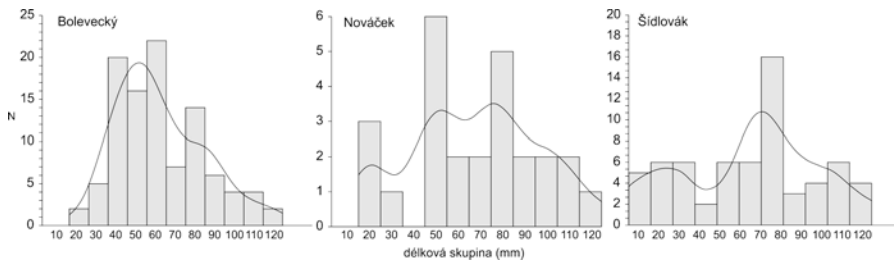


Obr. 2. Poměr pohlaví raků v jednotlivých rybnících (osa x: název lokality a měsíc).
Fig. 2. Sex ratios of crayfish in particular ponds.

Délková struktura populací

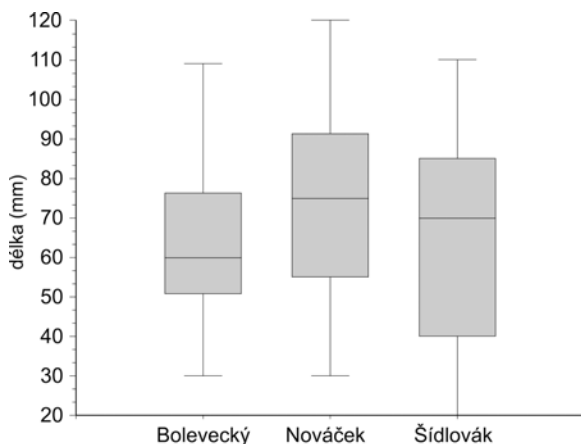
Délková struktura byla hodnocena taktéž pouze u početných populací (Velký Bolevecký, Nováček, Šídlovský rybník) a je patrná z obr. 3.

Průměrná délka raků ve Velkém Boleveckém rybníce byla 63,8 mm ($N = 102$, 95% interval spolehlivosti 37,8–103,8), v Nováčku 73 mm ($N = 26$, 95% int. spol. 30–120) a v Šídlovském rybníce 65,0 mm ($N = 64$, 95% int. spol. 20–110). Největší ulovený jedinec měřil 121 mm. Délková struktura raka říčního se v jednotlivých rybnících nelišila (ANOVA, $D. F. = 192$, $F = 2,03$, $P = 0,13$). Základní popisné charakteristiky délkové struktury populací jsou patrné z obr. 4.



Obr. 3. Délková struktura raků ulovených ve Velkém Boleveckém rybníce, Nováčku a Šídlovském rybníce.

Fig. 3. Length structure of caught crayfish in three ponds (Velký Bolevecký, Nováček, Šídlovský pond).



Obr. 4. Popisné charakteristiky vzorku ulovených raků (medián, 1. a 3. kvartil a $1,5 \times SD$).
 Fig. 4. Basic characteristics of dataset consisting of caught crayfish (Median, 1st and 3rd quartile, $1,5 \times$ Standard Deviation).

Diskuse

V šesti ze sedmi sledovaných rybníků byla zjištěna přítomnost raka říčního, jeho výskyt nebyl prokázán jen v Chobotu. Nicméně vzhledem k charakteru lokality a jejímu napojení na Velký Bolevecký rybník lze přítomnost raka říčního považovat za velmi pravděpodobnou. J. Duras (úst. sděl.) potvrdil jeho výskyt opakovaným vizuálním pozorováním v místě mezihráze.

Při porovnání těchto výsledků s údaji Kozáka & Policara (2002, 2003) lze konstatovat, že výskyt raka říčního byl v rámci této práce zaznamenán navíc v Košináři, Seneckém rybníce a Třemošenském rybníce. V Nováčku zmínění autoři průzkum neprováděli. Lze tedy konstatovat celkové zlepšení stavu raka říčního v Bolevecké soustavě, a to zcela přirozeným způsobem, neboť k realizaci cílených opatření na posílení populací raka říčního, navržených v roce 2003 nedošlo (Kozák & Policar 2003). Zlepšení stavu tak souvisí s opakovaným posilováním subpopulací v jednotlivých rybnících transporty raků při výloveh, zlepšením podmínek a také přirozenou schopností raků šířit se při vhodných podmínkách (Taugbol 2004). Na zlepšení stavu populací se tak významně negativně neprojevila ani opakovaná aplikace hlinitých koagulantů v letech 2006–2010, přestože hliník je za určitých okolností považován za prvek pro raky toxický (Štambergová et al. 2009).

Přítomnost raka říčního nebyla zaznamenána v Boleveckém potoce ani dalších vodotečích. Pouze v jednom případě byl nalezen jeden samec pod přepadem Šídlůvského rybníka. Zcela určitě se jednalo o jedince, který náhodně přepadl přes okraj a ne o důkaz trvale přežívající populace. I přes většinou nevhodné podmínky panující v přítocích (regulované nebo velmi zabahněné toky s velmi malým průtokem) lze považovat vodoteče za důležité potenciální kanály umožňující šíření a přenos genů mezi subpopulacemi raka říčního v jednotlivých rybnících i vzhledem k jeho migračním schopnostem (Taugbol 2004).

Poměr pohlaví se pohyboval mezi 0,37–0,48, tzn. v populaci převažovaly samice. Tyto hodnoty se neliší od jiných údajů udávaných v literatuře pro stojaté i tekoucí vody (Maguire et al. 2004, Kozák & Polícar 2005).

Délková struktura a poměr pohlaví raka říčního byly hodnoceny na základě jedinců odchycených při ručním prohledávání. Délková a potažmo věková struktura odpovídají přirozené populaci (s vědomím nízké pravděpodobnosti ulovení malých jedinců). Také průměrné i maximální délky jsou v souladu s hodnotami zjištěnými jinými autory (Maguire et al. 2004, Kozák & Polícar 2005, Souty-Grossset et al. 2006, Štambergová et al. 2009).

Odhadnutá početnost přes 377 raků na 100 m břehové linie ve srovnání s údaji např. Maguire et al. (2004) z řeky Velika Paklenica, popř. s údaji z monitoringu raka říčního z malých toků (Vlach, nepubl.), patří mezi běžně dosahované hodnoty. Početnost zjištěná pomocí vrší plně odpovídá údajům zjištěným v nádrži Světlohorská při velmi podobné metodice zjišťování početnosti (Kozák & Polícar 2005).

Posouzení atraktivity rybníků pro raka říčního a návrhy na management lokality

Velký Bolevecký rybník je mělká vodní nádrž s hrází při východním pobřeží z cca 2/3 nově opevněnou kamenným záhozem s dominujícími velkými bloky žuly. Tyto partie díky množství hlubokých spár nabízejí z pohledu raků atraktivní prostředí s potenciálními úkryty. Zbytek obvodu rybníka již pro raky příliš atraktivní není (většinou pozvolný přechod na souš, rákosiny, dno bez možnosti úkrytu, velké balvany naplocho umístěné v jemnozrnném sedimentu nebo tvrdém dně) a lze tak předpokládat, že převážná většina místní populace je vázána na oblast východní hráže nádrže, a to především na její méně udržovanou (dosud nerekonstruovanou) jižní třetinu. Důležitým aspektem ve vztahu k rakům je fakt, že v posledních letech je kladen důraz především na rekreační funkci Velkého Boleveckého rybníka, čemuž je podřízován i jeho management. Přestože s sebou tato skutečnost přináší veskrze pozitivní jevy (např. snižování a úprava rybích obsádek, důraz na

jakost vody), lze zde odhalit i některá negativa, např. přizpůsobování části břehových partií ke koupání (tvorba pláží) bez vhodných úkrytů pro raky. Velký Bolevecký rybník lze označit za vhodné a perspektivní stanoviště raků, jehož další atraktivita pro tyto živočichy bude záviset mimo jiné na tom, jakým směrem se bude dále ubírat management (využívání, další úpravy morfologie apod.), případně změny, např. zarůstání makrofyty (a tím plošného zvyšování úkrytové kapacity) této lokality. Stav místní populace raka říčního (početnost, věková struktura a kondice odchycených jedinců) se jeví jako vyhovující a odpovídající dobře prosperující populaci sledovaného druhu.

Údaje o početnosti zjištěné v Nováčku a Šídlovském rybníce je vzhledem k použité metodice a charakteru lokalit (tzn. dno bohatě porostlé submerzními makrofyty, hluboké volné prostory mezi kameny na hrázi nedostupné při ručním prohledávání) nutno považovat za silně podhodnocené. Na obou lokalitách byla odlovem (prohledáváním úkrytů na hrázi) zjištěna velmi početná a vitální populace raka říčního. Přestože jsou oba rybníky využívány jen k extenzivnímu chovu ryb (s málo početnou rybí obsádkou), je třeba počítat s významným negativním vlivem na populaci raků v době výlovu. I přesto lze aktuálně oba rybníky z pohledu těchto živočichů považovat za atraktivní a vhodné biotop.

Vzhledem k faktu, že na ostatních rybnících nejsou k dispozici aktuální přesné údaje o početnosti ani srovnatelné údaje z minulosti, nelze dovodit, zda realizovaný způsob rybářského obhospodařování má na místní populace raka říčního kladný či záporný vliv. Obecně lze pouze konstatovat, že predace od početnější rybí obsádky a usmrcování raků při pravidelných výlovech se na místní populaci odrazí negativně. V zásadě lze navrhnout pro další hospodaření v rybníční soustavě tato obecná doporučení:

- 1) Preferovat chov ryb s takovou obsádkou dravců, která je vhodná k potlačení planktofágních druhů ryb, ale zároveň nevyvíjí velký predanční tlak na populace raka, tzn. upřednostnit pelagické piscivorní druhy (štika, candát) před euryfágními dravci (úhoř říční, okoun říční). V případě chovu kaprů nasazovat pouze velmi nízké obsádky přednostně nižších věkových kategorií.
- 2) Používat systém hospodaření nevyžadující každoroční vypouštění.
- 3) Aplikovat záchranná opatření při výlovech, ideálně přechodné deponování nalezených raků do kádí s čistou vodou a jejich zpětné vypuštění poté, co voda zaplaví alespoň spodní hrany kamenných záhozů. Alternativou je alespoň vypuštění raků do loviště po ukončení výlovu. Rozhodně je velmi nežádoucí přenášet raky na jiné lokality, především na rybníky ležící na jiné vodoteči. V případě nákazy račím morem (způsobené řasovkou *Aphanomyces astaci*) je přenášení raků mezi lokalitami ideální cestou k rozšíření nemoci do celé rybníční soustavy.

- 4) Pokračovat v praxi, kdy jsou rybníky ihned po vypuštění znovu napuštěny a vyvarovat se případného letnění nebo zimování nádrží.
- 5) V případě oprav či rekonstrukcí hrází preferovat zához kamenem o různé frakci, přesahující nejlépe částečně i do dna nádrže. V případě nutnosti zpevňování břehů pak použít stejnou technologii. Nevhodný je způsob použití u Velkého Boleveckého rybníka, kde na zpevněné břehy okamžitě navazuje „holé“ písčité dno. Další vhodnou metodou je zpevnění břehů dřevěnými oplůtky u paty s kamenným záhozem.

Poděkování

Tato práce byla realizována v rámci projektu „Sledování výskytu raků v Bolevecké soustavě rybníků“, který finančně zaštitila Správa veřejného statku města Plzně.

Literatura

- Duras J. (2006): Projekt “Zlepšení jakosti vody Velkého Boleveckého rybníka. Návrh systému opatření.“ – Ms., 32 pp. [Zpráva pro oponentní řízení; depon. in: Správa veřejného statku města Plzně, Plzeň].
- Duras J. (2010): Biomanipulace a vodní rostliny. – In: Maršálek, B., Maršálková, E. & Vinklárková, D. [eds], Cyanobakterie, pp. 74–80, Brno.
- Duras J. (2011): Mechanická regulace množství biomasy ponořené vodní vegetace na rybnících Třemošenský, Sídlovský a Velký Bolevecký rybník v Plzni. – Ms. [Zpráva za rok 2011 a návrh plánu na rok 2012; depon. in: Správa veřejného statku města Plzně, Plzeň].
- Duras J. & Dziaman R. (2010): Recovery of shallow recreational Bolevecký Pond, Plzeň, Czech Republic. – In: Nędzarek, A. [ed.], Anthropogenic and natural transformations of lakes, pp. 43–50, Toruň.
- Dušek J., Štambergová M., Vlach P., Moravec P. & Švátora M. (2003): Využití implantovaných elastomerů při výzkumu migrací a růstu ryb a raků v malých vodních tocích – zpráva o metodice. – In: Švátora M. [ed.], Sborník referátů z VI. České ichtyologické konference s mezinárodní účastí, pp. 11–15, Praha.
- Fischer D., Vlach P. & Svobodová J. (2010): Koncepce ochrany našich raků. – Ms. [Metodická zpráva; depon. in: Ministerstvo životního prostředí, Praha].
- Füreder L. & Machino Y. (1999): Past and present crayfish situations in Tyrol (Austria and Northern Italy). – *Freshwater Crayfish* 12: 751–764.
- Holzer M. (2000): Raci v České republice. – *Ochr. Přír.* 55: 291–294.
- Hruška J., Majer V. & Fottová D. (2006): Vliv kyselá depozice na chemismus povrchových vod v Krkonoších. – *Opera Corcont.* 43: 95–110.

- Chapman D. G. (1920): Some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological sample censuses. – University of California Press, Berkeley, 195 pp.
- Kozák P. & Polícar T. (2002): Průzkum Boleveckých rybníků s ohledem na výskyt raků. Posouzení městských sádek pro chov raků. – Ms. [Zpráva o řešení projektu; depon. in: Správa veřejného statku města Plzně, Plzeň.].
- Kozák P. & Polícar T. (2003): Průzkum populace raka říčního a návrh záchranného chovu na soustavě Boleveckých rybníků. – Ms. [Zpráva o řešení projektu; depon. in: Správa veřejného statku města Plzně, Plzeň.].
- Kozák P. & Polícar T. (2005): Comparison of trap and baited stick catch efficiency for noble crayfish (*Astacus astacus* L.) in the course of the growing season. – Bull. Fr. Peche Piscic. 376–377: 675–686.
- Lohniský K. (1984): Rozšíření raků ve východních Čechách a jeho změny v posledních desetiletích. – Zprav. Kraj. Muz. Východ. Čech 2: 5–28.
- Maguire I., Hudina S. & Erben R. (2004): Estimation of noble crayfish (*Astacus astacus* L.) population size in the Velika Paklenica Stream (Croatia). – Bull. Fr. Peche Piscic. 372–373: 353–366.
- Mourek J., Zavadil V., Fischer D., Štambergová M. & Hoffmanová K. (2006): Dva druhy raků v Zákolanském potoce. – In: Štorchová H., Dobeš V., Krinke O., Štorch P. [eds], Budeč – 1100 let. II. Příroda – krajina – člověk, pp. 146–164, Kováry (Zákolany), Občanské sdružení Budeč.
- Souty-Grosset C., Holdich D. M., Noël P. Y., Reynolds J. D. & Haffner P. [eds] (2006). Atlas of Crayfish in Europe. – Patrimoines Naturels 64. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 187 pp.
- Svobodová J., Douda K., Štambergová M., Pícek J., Vlach P. & Fischer D.: The relationship between water quality and indigenous and alien crayfish distribution in the Czech Republic: patterns and conservation implications. – Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. (v tisku).
- Štambergová M., Svobodová J. & Kozubíková E. (2009): Raci v České republice. – AOPK ČR, Praha, 255 pp.
- Štěpán V. J. (1933): Soudobý stav rakařství v Čechách. – Čs. Rybář 13: 7–9, 27–29, 39–52, 50–53.
- Taugbol T. (2004): Reintroduction of noble crayfish *Astacus astacus* after crayfish plague in Norway. – Bull. Fr. Peche Piscic. 372–373: 315–328.
- Vlach P., Hulec L. & Fischer D. (2009): Recent distribution, population densities and ecological requirements of the stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in the Czech Republic. – Knowl. Manag. Aquatic Ecosyst. 384–395: 13.