

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA RYBÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI

OBOR RYBÁŘSTVÍ

TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE

**POTENCIÁLNÍ VYUŽITÍ PASIVNÍCH INTEGROVANÝCH
ČIPŮ (PIT) K IDENTIFIKACI A SLEDOVÁNÍ RAKŮ
V PŘÍRODNÍCH PODMÍNKÁCH**

Vypracoval:

Petr Vích

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Kozák, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce fakultou, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 25. 4. 2008

Podpis:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Kozákovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při realizaci této diplomové práce a všem zaměstnancům Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech za pomoc při realizaci pokusů. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomáhali při laboratorních pokusech a tvorbě diplomové práce, především Ing. Milošovi Buřičovi.

Obsah:

1. Úvod	6
2. Literární přehled	8
2.1. Raci ve světě	8
2.2. Raci v ČR	8
2.3. Systematické zařazení raků žijících v ČR	9
2.4. Morfologie a fyziologie raků	10
2.4.1. Stavba těla.....	10
2.4.2. Cévní soustava.....	10
2.4.3. Trávicí soustava.....	11
2.4.4. Nervová soustava.....	11
2.4.5. Pohlavní soustava.....	11
2.4.6. Prostředí a potrava.....	12
2.5. Charakteristiky raka pruhovaného (<i>Orconectes limosus</i>)	12
2.5.1. Původní oblast rozšíření.....	12
2.5.2. Rozšíření do Evropy.....	13
2.5.3. Rozšíření v ČR.....	14
2.5.4. Popis a charakteristika druhu.....	15
2.5.5. Interakce.....	16
2.6. Nemoci raků	17
2.6.1. Račí mor (<i>Aphanomyces astaci</i>).....	17
2.6.2. Další onemocnění raků.....	18
2.7. Využití PIT telemetrie v monitoringu	19
2.8. Možné využití dalších značení k monitoringu raků	21
2.8.1. Elatomery.....	21
2.8.2. Alpha-štítky.....	22
2.8.3. Metoda značení páječkou.....	22
3.8.4. Značení pomocí stříhání a děrování uropodu.....	23
3. Materiál a metodika	24

3.1. Laboratorní sledování přežití raků a retence čipů při aplikaci PIT do různých částí těla raka.....	24
3.2. Laboratorní porovnání různých metod značení raka ruhovaného.....	25
3.2.1. Značení PIT čipy.....	25
3.2.2. Značení elastomery.....	27
3.2.3. Značení Alpha-štítky.....	28
3.2.4. Značení pomocí páječky.....	29
3.3. Aplikace testovaných metod v terénu.....	31
4. Výsledky.....	33
4.1. Laboratorní sledování přežití raků a retence čipů při aplikaci PIT do různých částí těla raka.....	33
4.2. Laboratorní porovnání různých metod značení raka pruhovaného.....	34
4.3. Aplikace testovaných metod v terénu.....	39
5. Diskuse.....	40
6. Závěr.....	43
7. Použitá literatura.....	44
8. Přílohy.....	49

1. Úvod

Raci jsou jedni z největších sladkovodních bezobratlých živočichů na zemi, v některých místech dominují v biomase bentických živočichů a vzhledem k jejich velikosti, početnosti populace a zařazení v potravním řetězci jsou důležitou součástí sladkovodních ekosystémů. Vzhledem k těmto skutečnostem je třeba raky chránit. V České republice se vyskytuje pět druhů raků. Rak říční a rak kamenáč jsou podle zákona 114/1992 Sb. řazeny mezi druhy kriticky ohrožené, zdomácnělý rak bahenní je druh ohrožený, naopak rak signální a rak pruhovaný jsou druhy nebezpečnými.

Introdukce a přemísťování nepůvodních vodních živočichů je velmi rozšířené a děje se záměrně i nahodile. V mnoha částech světa jsou nepůvodní raci jednou z nejhlavnějších příčin ohrožení biodiverzity ve vodním prostředí a narušení funkce ekosystému (Lodge et al., 2000).

Vlivem introdukce amerických druhů raků do Evropy došlo k vytlačování původních druhů. Z nepůvodních druhů raků, které byly do Evropy introdukovány, se nejvíce rozšířily rak signální a rak pruhovaný. Hlavní příčinou jejich rychlé invaze je rezistence vůči račímu moru. Kromě toho je rak pruhovaný odolný proti silnému znečištění vody, vyznačuje se velkou agresivitou, denní i noční aktivitou a rychlým životním cyklem. To všechno činí z raka pruhovaného velkou hrozbu pro původní populace raků v ČR i Evropě.

Ačkoliv existuje velký počet studií zabývajících se rozšířením a biologií raků, o pohybové aktivitě raka pruhovaného a rychlosti jeho expanze je toho známo velmi málo. Tématem diplomové práce je zkoumání využití pasivních integrovaných čipů (PIT) k identifikaci a sledování raků v přírodních podmínkách. Tyto čipy jsou již běžně využívány ke značení a následné individuální identifikaci zvířat včetně ryb. Jedná se o relativně levnou metodu oproti značení radiotelemetrií s použitím aktivních vysílaček. Cílem práce je ověření možnosti značení PIT čipy u raka pruhovaného, vybrat nejvhodnější místo aplikace čipu do těla raka a stanovit nejmenší velikost raků vhodných pro tento druh značení, dále porovnat PIT telemetrii s jinými druhy značení, které je možné využít k identifikaci a sledování raků. Dalším cílem je ověření možnosti sledování raka pruhovaného v přírodních podmínkách.

Výsledky práce by měly přispět k prostudování migračního chování nepůvodního raka pruhovaného. Nutnost porozumění distribuce a migračního chování nepůvodních

druhů raků je nezbytná k vytvoření strategie k omezení jejich šíření na našem území a k ochraně stávajících populací původních druhů raků.

2. Literární přehled

2.1. Raci ve světě

Raci patří mezi největší sladkovodní bezobratlé na světě a v mnohých případech dominují v biomase bentických organismů (Momot, 1995). Vzhledem k jejich početnosti a velikosti jsou důležitou součástí sladkovodních ekosystémů. Obsazují téměř všechny druhy tekoucích a stojatých vodních ekosystémů s nízkou salinitou (Holdich, 2002). Jsou svou fyziologií a chováním velmi adaptabilní. Jak již bylo uvedeno raci jsou největší sladkovodní bezobratlí, např. rak *Astacopsis gouldi* může dosahovat hmotnosti přes 4,5 kg, nicméně existují i relativně nepatrní jedinci, například *Gramastacus* (Holdich, 2002).

Raci jsou často velmi citliví na narušení vodního ekosystému. Proto je nutné ochraně raků věnovat náležitou pozornost. Na vodní ekosystém může mít zásadní vliv jak jejich eliminace, tak jejich introdukce mimo původní areál rozšíření. Šíření nepůvodních druhů má ve většině případů negativní dopad na původní populace. Některé druhy jsou velmi invazní, rychle obsazují nové lokality a vytlačují původní raky, díky své větší agresivitě a v mnoha případech i lepším reprodukčním vlastnostem (Holdich, 2002).

Ve světě žije více než 540 druhů, nejvíce z nich se vyskytuje v Severní Americe a Austrálii (Ďuriš, 2000). Podle Ďuriše (2000) ve sladkých vodách naší planety dnes žije 467 druhů raků. Jejich rozšíření je však velmi nerovnoměrné. Nejvíce druhů obývá Severní Ameriku (333) a Austrálii s Novým Zélandem a Papuou – Novou Guineou (105). Na druhy poměrně chudými oblastmi jsou naopak Evropa s Malou Asií (9 druhů), ostrov Madagaskar (5 druhů) a východní Asie 4 druhy (Ďuriš a Smutný, 1998).

V Evropě žije 5 původních druhů rozdělených do dvou rodů: *Astacus astacus*, *Astacus leptodactylus*, *Astacus pachypus* a *Austropotamobius pallipes* a *Austropotamobius torrentium* (Holdich, 2002).

2.2. Raci v ČR

V České republice žije v současné době 5 druhů raků. Z toho 2 jsou původní, a to rak říční *Astacus astacus* a rak kamenáč *Austropotamobius torrentium*. Další druh je introdukovaný evropský rak bahenní *Astacus leptodactylus*, který byl na naše území dovezen na přelomu 19. a 20. století jako náhrada za raka říčního. Tento rak je dnes často

omylem řazen k původním druhům. Další dva druhy jsou původem ze Severní Ameriky. Rak signální *Pacifastacus leniusculus* k nám byl dovezen v roce 1980 ze Švédska za účelem produkce tržních raků. Byl vysazen na několika lokalitách na Moravě a postupem času záměrně rozšířen na více míst v ČR. Rak pruhovaný *Orconectes limosus* se na naše území rozšířil nejspíše přirozenou cestou po řece Labi z Německa (Kozák *et al.*, 2002). Je možné, že se v budoucnu setkáme na našem území ještě s jedním druhem raka, s rakem červeným *Procambarus clarkii*. Jde o teplomilný druh raka, dovezeného v roce 1973 do Španělska pro tržní účely. Přesto, že jde o teplomilný druh, dokáže si hloubit několikametrové chodby a přečkat tak naše klimatické podmínky (Kozák *et al.*, 1998).

2.3. Systematické zařazení raků žijících v ČR (Kozák *et al.*, 1998)

Kmen: Arthropoda Členovci

Podkmen: Crustacea Korýši

Třída: Malacostraca Desetinožci

		<u>Podčeleď:</u>	<u>Rod a druh:</u>
<u>Čeleď:</u>	Cambaridae	Cambarinae	<i>Orconectes limosus</i> (rak pruhovaný)
	Astacidae	Pacifastacinae	<i>Pacifastacus leniusculus</i> (rak signální)
		Astacinae	<i>Astacus astacus</i> (rak říční) <i>Astacus leptodactylus</i> (rak bahenní) <i>Austropotamobius torrentium</i> (rak kamenáč)

2.4. Morfologie a fyziologie raků

2.4.1. Stavba těla

Tělo raků se skládá z hlavohrudi (*cephalothorax*), zadečku (*abdomen*) a končetin. Tělo je na povrchu chráněno pevným chitinovým krunýřem prostoupeným uhličitanem a fosforečnanem vápenatým. Krunýř chrání raky jak svou pevností, tak i zbarvením, které se přizpůsobuje prostředí. Obsahuje dvě základní barviva: blankytnou modř (cyanokrystalin), která je tepelně nestálá a rozpustná v alkoholu, a sytou červeň (crustaceorubin), která při vaření raků vyniká (Krupauer, 1981). Hlavohruď je přibližně v polovině rozdělena příčnou týlní rýhou na dvě části, „hlavu a hrud“. Krunýř hlavové části vybihá dopředu ve výrazný hrot (*rostrum*). Po obou stranách rostra jsou na pohyblivých stopkách dvě složené oči. Pod očima vyrůstají dva páry tykadel. Vnitřní (*antenuly*) a vnější delší pár (*anteny*). Tykadla prvního páru jsou čidlem hmatu a čichu. Vyvýšeniny u vnějších tykadel jsou považovány za sluchové váčky (Holdich, 2002). Ústní ústrojí je tvořeno párem horních čelistí (*mandibuly*) a dvěma páry dolních čelistí (*maxily*). Pevný hlavohrudní krunýř kryje po obou bocích dutinu s dýchacím ústrojím, které představují vláknité žábry. Zadeček se skládá ze šesti článků a telsonu, který je složen z pěti částí (Dubský *et al.*, 2003).

Raci mají 19 párů končetin. 2 páry tykadel, kusadla, 2 páry dolních čelistí, 3 páry čelistních nožek, klepeta – první pár kráčivých nohou, 2. – 5. pár vlastních kráčivých nohou a 5 párů pleopodů. U samců jsou první dva páry pleopodů přeměněny na kopulační orgán (*gonopody*) (Holdich, 2002).

2.4.2. Cévní soustava

Raci mají otevřenou cévní soustavu. Odkysličenou krev z celého těla sbírá břišní žíla a odvádí ji do žaber, kde se okysličuje, cévami pokračuje do osrdečnickového prostoru. Ze zadní části srdce vystupuje zadní tepna, která se rozděluje na horní hřbetní a dolní břišní větev. Hřbetní tepna se táhne nad střevem celým zadečkem až ke konci abdomenu. Břišní tepna zásobuje nervovou soustavu a končetiny. Tepny se dále dělí na vlasečnice, které jsou na konci otevřené. Krev je bezbarvá, neboť neobsahuje červené krevní barvivo (Vogt, 2002).

2.4.3. Trávicí soustava

Trávicí soustava začíná ústní dutinou, pokračuje jícnem, který přechází v objemný žaludek. Žaludek vyplňuje téměř celý prostor přední části hlavohrudi. Na vnější stěně žaludku jsou období přípravy (preekdyze) a samotného svékání (ekdyze) umístěna dvě čočkovitá tělíska tzv. rakůvky (*gastrolity*), které se v následujícím období (postekdyze) rozpouštějí. V době před svlékáním v sobě nahromadí velké množství inkrustujících látek a zvětší se až na asi 5 mm a mají modrozelenou až světle modrou barvu (Dubský *et al.*, 2003). U raka říčního mohou mít až 11 mm v průměru (Z. Ďuriš – os.sděl.). Prostor mezi žaludkem a srdcem je vyplněn velkými játry, rozdělenými do několika laloků. V dutině hlavohrudi se rovněž nacházejí ledviny, jsou nazelenalé a opatřené blanitým měchýřkem (Krupauer, 1968).

2.4.4. Nervová soustava

Nervovou soustavu tvoří dvojitý bělavý provazec na břišní straně tělní dutiny, který je místy zesílen v nervové uzliny. Každý článek těla je opatřen jedním párem uzlin, z nichž vybíhají nervová vlákna. V hlavohrudi splývají uzliny ve větší celky a tvoří uzlinu mozkovou a podjícnovou (Krupauer, 1981).

2.4.5. Pohlavní soustava

Raci jsou gonochoristé. Gonády, varlata nebo vaječníky, leží dorzálně v hlavohrudi mezi spodinou srdeční dutiny a žaludkem. Jejich velikost a vzhled je závislý na věku a reprodukční kondici jedince. V době páření se gonády značně zvětšují. Samčí chámovody (*vas deferens*) vystupují z varlat (*testes*) a mají podobu klubíčka. V období páření bělají, protože se v testes tvoří sperma, které se hromadí ve vývodných cestách. Pohlavní orgány samic, vaječníky, jsou vakovitého tvaru a v období reprodukce v nich nalezneme hnědá vajíčka. Pohlavní buňky jsou u samců na povrch těla odváděny chámovody, které vyúsťují při bázi pátého páru nohou. U samic vejcovody vyúsťují na bázi třetího páru nohou (Vogt, 2002; Kozák *et al.*, 2006).

2.4.6. Prostředí a potrava

Rak pruhovaný obydluje měkká, bahnitá dna velkých, širokých, mírně proudících řek a jezera s abundancí vodní vegetace. Dobře se adaptuje pro život v trvale tekoucích i stojatých vodách (Henttonen a Huner, 1999). Oproti původním evropským rakům je severoamerický rak pruhovaný tolerantní k extrémním podmínkám prostředí, hlavně výkyvům teploty a malému obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě. Navíc se lépe vyrovnává s výraznými změnami prostředí (Lindquist a Huner, 1999).

Raci se živí širokým spektrem potravy a její složení se mění s věkem (Goddard, 1998 in Holdich, 2002). Mladí jedinci se živí nárosty řas a zooplanktonem. Větší jedinci pak využívají ponořená makrofyta a drobné bezobratlé (např. larvy vodního hmyzu). Mohou též konzumovat uhynulé ryby (Holdich, 2002). Rak přijímá potravu převážně v noci, zpravidla mezi 23. až 3. hodinou. Lze ho charakterizovat jako všežravce s vyšším objemem konzumu rostlinné potravy (Kossakowski a Orzechovski, 1975).

2.5. Charakteristiky raka pruhovaného (*Orconectes limosus*)

2.5.1. Původní oblast rozšíření

Rod *Orconectes* se původně vyskytoval v Severní Americe, kde se rozšiřoval od Mexika, Arizony a Alaberty východním směrem k Atlantickému oceánu. Nevyskytuje se pouze na západním pobřeží od Jižní Karolíny k Floridě. Vyskytuje se hlavně v západní a centrální Severní Americe. Známé je celkem 65 druhů a poddruhů, zahrnutých do celkové astakofauny Severní Ameriky čítající celkem 350 druhů (Momot, 1988). Všechny rody v Severní Americe, včetně rodu *Orconectes*, vznikly z rodu *Procambarus*, původem v oblasti rozprostírající se ze Severní Alabamy severním směrem do Kentucky. Z této původní *procambaroidní* větve vznikly tři vývojové linie. Z první se vyvinul rod *Orconectes* a z druhé *Cambarus*. Nejprimitivnější členové rodu *Orconectes* jsou podzemní (jeskynní) druhy, například *Orconectes pelucidus*. V následujícím vývoji obsadil rod *Orconectes* mnoho rozličných stanovišť. Základní severoamerické oblasti výskytu *Orconectes limosus* v atlantském vodním předělu jsou Quebec, New Brunswick, Vermont, Massachusetts, Rhode Island, New Persey, New York, Connecticut, Delaware, Columbia, Maryland, Pennsylvania, Virginia a West Virginia (Hamr, 2002).

Rak pruhovaný byl v rámci amerického kontinentu introdukovan do New Hampshire a Maine (Taylor *et al.*, 1996). Není jisté, zda poměrně nové zprávy o tomto druhu v kanadských vodách jsou důsledkem introdukcí, přírodního průběhu expanze nebo chybných minulých průzkumů. Rak pruhovaný byl hlášen z odlovných zařízení na řece St. Lawrence (Québeck) od roku 1970 a zdá se, že jeho expanze pokračuje dále po proudu řeky (Hamr, 2002).

2.5.2. Rozšíření do Evropy

V polovině 19. století vymizely velké populace původních druhů raků následkem račího moru (*Aphanomyces astaci*) v důsledku rozrušení habitatů a silicím znečištěním vod (Henttonen a Huner, 1999). Snaha naplnit volné bentické niky raky, kteří byli zároveň odolní proti račímu moru a tolerantní vůči degradovanému prostředí, byla iniciována ke konci 19. století v západní a střední Evropě, kde byly ztráty původních druhů raků největší (Holdich, 1988). Následné mizení původních druhů raků ve Skandinávii a jihozápadní Evropě ve 20. století vedlo k podpoře introdukcí nepůvodních druhů raků (Henttonen a Huner, 1999).

Potřeba introdukcí náhradních druhů raků byla obhajována následujícími argumenty: potřeba druhů rezistentních proti račímu moru k nahrazení původních populací, obsazení volných nik, pro ozdobné a akvakulturní účely, pro kontrolu abundance vodní vegetace a dokonce k limitování jiných druhů označovaných za škodlivé. Popsané důvody historické introdukce nepůvodních druhů raků ale nebyly podloženy literaturou nebo výzkumy (Henttonen a Huner, 1999).

Do Evropy byl *O. limosus* introdukovan v roce 1890 (Momot, 1988). Max von der Borne nasadil kolem stovky jedinců raka pruhovaného z řeky Delaware (Pennsylvania, USA) do rybníka ve vesnici Barnowko v Německu (v dnešní době na území Polska). Tento rybník se nachází v povodí řeky Mysly – přítoku řeky Odry (Kultymaticki, 1935; Kossakowski, 1966). Roku 1895 byl neúspěšně introdukovan do Francie (Momot, 1988). Následná opakovaná úspěšná introdukce proběhla v letech 1911 – 1913 do přítoku řeky Loire. Do řeky Cher bylo úspěšně vysazeno 2000 jedinců (Kossakowski, 1966).

Orconectes limosus se rozšířil přes západní Německo na celé jeho území kromě Bavorska. Poté obsadil několik míst v Rakousku a byl nazván „rakem budoucnosti“, speciálně pro znečištěné řeky a jezera. V Polsku obsadil celé území kromě jihovýchodu (Momot, 1988).

Existují tři hlavní důvody jeho rychlého rozšíření. Za prvé je to rychlá reprodukce, za druhé odolnost vůči račimu moru (*Aphanomyces astaci*) a za třetí odolnost vůči znečištěné vodě (Holdich a Lowery, 1988). V současné době se tento druh vyskytuje na území Polska, Německa, Francie, České Republiky, Rakouska, Švýcarska, Maďarska, Lucemburska, Holandska, Belgie, Litvy, Běloruska, Chorvatska, západního Ruska, Anglie a pravděpodobně také na Ukrajině. Kromě toho byl zavlečen také do Maroka (Petrušek *et al.*, 2006). V Německu rak pruhovaný kolonizoval většinu větších vodních ekosystémů a učinil znovuzavedení původních druhů raků v podstatě nemožným (Dehus *et al.*, 1999). V sousedním Polsku je dnes rak pruhovaný dominantním druhem, který zcela vytlačil tamější původní druhy až na zbytkové enklávy (Ďuriš, 2000). Rak pruhovaný byl také nalezen v anglických vodách, což může znamenat vážnou hrozbu pro budoucnost přežití původního druhu *Austropotamobius pallipes* (Holdich *et al.*, 1999).

2.5.3. Rozšíření v ČR

První, avšak neúspěšný pokus o vysazení raka pruhovaného na území České Republiky proběhl již na přelomu 19. a 20. století. Na naše území se dostal přirozenou migrací proti proudu řeky Labe z Německa (Hajer (1989, 1994), a novodobě i do horního Slezska přítoky Odry z Polska (Ďuriš a Horká, 2007). Jeho výskyt byl prokazatelně zjištěn v roce 1988 v Ústí nad Labem (Hajer, 1989). Hajer (1994) uvádí dvě hlavní cesty, kterými se rak pruhovaný dostal do ČR: řeka Labe a Odra, a výčet lokalit s potvrzeným výskytem raka pruhovaného. Jedná se o lokality na těchto řekách: Labe, Orlice, Jizera, Ploučnice, Bílina (v místě vtoku potoka Syčivka), Ohře, Vltava, Berounka, Otava, Sázava, Malše a Lužnice.

Zatím se rak pruhovaný vyskytuje pouze v povodí Labe, především ve velkých řekách. Můžeme ho nalézt také v mnoha pískovnách nebo zatopených lomech, jeho výskyt v těchto lokalitách je výhradně spojen s činností člověka. Z takovýchto pískoven a lomů se mohou šířit do menších přilehlých toků. V Labi byl v roce 2000 výskyt tohoto raka prokázán na mnoha lokalitách od Hřenska po Pardubice. Mezi větší přítoky Labe, kde se tento druh, alespoň v dolním toku vyskytuje, patří Ohře, Vltava, Jizera, Mrlina, Cidlina, Doubrava, Metuje a Úpa. Ve Vltavě byl nalezen ve Vrbně u Mělníka, Klecanech a v Praze a dále na mnoha lokalitách Od Zvíkovského podhradí po České Budějovice. Nejsou známy lokality s výskytem tohoto druhu v přehradních nádržích Štěchovice, Slapy a Kamýk, je proto možné, že populace ve vyšší části toku Vltavy jsou důsledkem záměrné

introdukce. Většími přítoky Vltavy s výskytem tohoto druhu v dolní části jsou Otava, Lužnice, Sázava a Malše (Petrušek *et al.*, 2006). Raci pruhovaní byli nalezeni i v mnoha menších potocích, obvykle však pouze v blízkosti ústí do některé z výše uvedených řek.

Mezi stojaté vody, kde se v současné době prokazatelně rak pruhovaný vyskytuje, patří zatopené lomy Kojetice (u Neratovic) a Starý Klíčov (u Mrákova na Domažlicku), zatopený povrchový důl Barbora (u Oldřichova u Teplic), nádrže Modlany a Kateřina (u Soběchlebu), dále pískovny Cítov (u Mělníka), Mlékojedy (u Neratovic), Proboštská „jezera“ a pískovna u letiště Borek (u Staré Boleslavi), Lhota, Ovčáry, Ostrá, Pišťany a Stará pískovna (v Provodíně), veslařský kanál v Račicích (poblíž Štětí), rybník na Římském potoce (v Praze – Dubči), rybník ve Smečně, rybník Koclířov (u Lomnice nad Lužnicí), rybníky Štampach a Velký rybník (Střemy), zatopená důlní propadlina U Černic a další pískovny a mrtvá ramena v okolí Labe (Petrušek *et al.*, 2006). Pravděpodobně jsou osídleny i jiné jihočeské rybníky a nádrže. Nejnovější nálezy tohoto druhu pochází z přehradní nádrže Lipno poblíž Černé v Pošumaví (Beran a Petrušek, 2006 in Mlíkovský a Stýblo, 2006) a z toku Prudník na Osoblažsku (Ďuriš a Horká, 2007).

2.5.4. Popis a charakteristika druhu

O. limosus je malého vzrůstu, největší exempláře dosahují maximální délky těla 100 mm. Je světle až středně hnědého zbarvení s typickými tmavě hnědými až rezavými příčnými pruhy na každém ocasním článku. Charakteristická je též světlá špička klepet. Hlavohruď začíná dlouhým a ostrým čelním trnem, který má na bázi jeho zúžení dva ostré trny. Povrch hlavohruď je typický výskytem jednoho páru postorbitálních lišt a velkými trny před týlní rýhou, trny se vyskytují hlavně po stranách hlavohruď. Klepeta jsou v poměru k tělu velmi málo vyvinutá, zvláště pak u samic. Na hladkém povrchu klepet je možno pozorovat četné brvy (Hamr, 2002). Dalším velmi dobrým rozpoznávacím znakem je hákovitý výčnělek u samců na 3. páru kráčivých nohou a u samic schránka (*annulus ventralis*) mezi 4. a 5. párem kráčivých nohou, která při páření slouží k uchování spermatu (Kozák, 2002).

Tento druh je na rozdíl od evropských odolný vůči račímu moru (*Aphanomyces astaci*), ale i vůči poměrně silnému znečištění vody. Je velmi agresivní a vyznačuje se denní i noční aktivitou (Hager, 1996 in Kozák, 1998). Podle Stuckiho (2002) má rak pruhovaný odlišný vzorec aktivity než naše původní druhy. Na jaře a v létě se raci během denních hodin nacházeli často v úkrytech a byli aktivní hlavně v noci. Od podzimu až do

kladení vajíček v půli dubna byli raci aktivní v denních i nočních hodinách. Od listopadu do ledna bylo dokonce sledováno mnoho samic putujících řečištěm. Perioda s nízkou aktivitou nebyla u raka pruhovaného pozorována.

Velice brzy pohlavně dospívá a může kopulovat již ve stáří 5 – 6 měsíců. Ke kopulaci dochází na podzim. Oplození probíhá až při kladení vajíček jako u původních druhů. Na rozdíl od našich raků na jaře probíhá ještě jedno období páření (Hager, 1996 in Kozák, 1998). Inkubace vajíček trvá kratší dobu. Potenciální plodnost se udává od 140 do 550 vajíček (Kozák *et al.*, 2006).

Raci všech druhů vyskytujících se v České republice včetně raka pruhovaného se svlékají během teplejší periody roku s dvěma hlavními vrcholy: v květnu až červnu a srpnu až září. Na jaře se svlékající raci rozdělují do dvou skupin. Samci a samice, které se v poslední reprodukční periodě nerozmnožovali se svlékají v květnu, kdežto samice nosící vajíčka se svlékají v červnu až červenci poté, co se juvenilní jedinci vylíhnou a osamostatní. Svlékání juvenilů a nedospělých raků se odehrává též v létě (Stucki, 2002).

Rak pruhovaný je všežravec, žíví se rostlinami, řasami, bezobratlými, rybami a živočišnými i rostlinnými zbytky. Je dobře přizpůsobivý životu v tekoucích i stojatých vodách a má schopnost dobře osidlovat nové lokality. V porovnání s našimi původními raky vykazuje vyšší toleranci ke snížené koncentraci kyslíku a k eutrofním a znečištěným vodám. Lépe se vyrovnává s výraznými změnami prostředí (Lindqvist a Huner, 1999).

2.5.5. Interakce

Rak pruhovaný je přenašečem račího moru, *oomycety Aphanomyces astaci*, sám však je oproti tomuto onemocnění téměř imunní. Jestliže však dojde k přenosu na evropské raky, následují jejich masové úhyny. V poslední době se objevují nové masové úhyny raků s podezřením na račí mor. Minimálně v jednom případě v potoce Pšovka v CHKO Kokořínsko byl přenos *Aphanomyces astaci* z raků pruhovaných na evropské raky nejpravděpodobnější příčinou úhynu. V dolní části toku byl do rybníka vysazen rak pruhovaný, ačkoliv se výše po proudu vyskytovali rak říční a bahenní. V letech 1998 – 1999 zde došlo k masovému úhynu obou druhů s příznaky odpovídajícími račímu moru, raka pruhovaného se přitom nemoc nedotkla (Kozák *et al.*, 2000).

Evropské druhy raků však mohou nějakou dobu přežít i v přítomnosti nakažených přenašečů. Doba, než dojde k propuknutí hromadného hynutí vnímavých druhů, je závislá na hustotě populací raků a míře jejich nakažení. Množství zoospor

v prostředí je z počátku velmi nízké, protože se uvolňují v malém množství při svlékání nebo případném úhynu přenašečů. Jakmile ale uhynou první nakažení citliví raci, množství zoospor v prostředí se zvýší a nákaza se začne lavinovitě šířit, až dojde k vyhubení celé populace vnímavého druhu (Oidtmann, 2000).

2.6. Nemoci raků

2.6.1. Račí mor (*Aphanomyces astaci*)

Nejznámějším onemocněním, které decimuje populace našich raků je račí mor *Aphanomyces astaci*. Patogenem způsobujícím onemocnění zvané račí mor je *Aphanomyces astaci*, organismus řazený do třídy *Oomycetes*, řádu *Saprolegniales* a čeledi *Saprolegniaceae*. Skupina *Oomycetes* zahrnuje plísním podobné organismy, které jsou ale z dnešního pohledu řazený do blízkosti skupiny *Heterokonta* (Schlegel, 2003). Běžně se pro ně používá jak botanické tak i mykologické názvosloví (hyfy, mycelium, apod.). V této skupině najdeme především saprofyty a parazity obývající nejčastěji sladkovodní prostředí. Vyznačují se jednobuněčnou stélkou (myceliem), která je mnohojaderná, nepřehrádkovaná (přehrádky jsou jen v místech oddělení rozmnožovacích orgánů) a většinou větvená (Cejp, 1959). Zástupci čeledi *Saprolegniaceae* jsou ve vodě často viditelní pouhým okem jako bělavé chomáče vláken na substrátu. Parazitické druhy najdeme na rybách, vodních bezobratlých, jikrách, žabích vajíčkách, na kořenech rostlin ve vlhké půdě či na řasách (Cejp, 1959).

Toto plísněvé onemocnění může zničit obsádku v celém povodí. Přenáší se ve stádiu zoospor, které se uvolňují z mrtvých nebo svlékajících se raků. Spory se ve vodě pohybují pomocí bičíků. Ve tkáních postižených raků je zjišťována rovněž silná sekundární bakteriální infekce, která průběh choroby urychluje (Alderman a Polglase, 1988 in Adámek 1998). U amerických raků nedochází k úhynům často, neboť mají schopnost pozastavit prorůstání plísně. Spory se v kutikule zapouzdří díky melaninu a rak je odstraněn při následném svlékání. Evropské druhy raků nemají schopnost zapouzdření spor, a proto plíseň prorůstá dále do těla. Průběh nemoci je velmi rychlý. Prvním příznakem je ztráta obranných a ukrývacích reflexů, raci se nekoordinovaně pohybují po dně mimo úkryty i za světla. Tělo při tom zvedají do výše a křečovitě šhubou nohama a zadečkem. Později malátní a hromadně hynou na ochrnutí srdečního svalu. Někdy vylézají

z vody a shromažďují se ve velkém počtu v různých skrýších a dutinách. Průběh onemocnění je u raka říčního velmi rychlý a během jednoho týdne hynou všichni jedinci na zasažené lokalitě. Spory mohou přežít v chladném a vlhkém prostředí až 16 dní. Vyšší obsah hořčíku, nižší obsah vápníku a větší zárůst rostlinami a řasou způsobuje zpomalení nástupu infekce (Oidtmann, 2000). Mortalita v důsledku račího moru se ve volných vodách snižuje ústupem raků do hlubších míst, zvláště v zimě (Adámek, 1998).

U *Aphanomyces astaci* je znám pouze asexuální životní cyklus, v němž můžeme rozlišit tři základní životní formy. Jednou je mycelium rostoucí v substrátu (v těle hostitele – raka) a tvoří za určitých podmínek sporangia. Další je pohyblivá zoospóra uvolnění ze sporangia do vodního prostředí, která umožňuje šíření patogenu. Třetí je cysta vznikající ze zoospory po jejím přisednutí na podklad. Pokud je tímto podkladem povrch těla raka, cysta klíčí a parazit prorůstá do kutikuly, čímž se cyklus uzavírá. V případě, že zoospóra encystuje na nevhodném povrchu, může se z cysty znovu změnit v zoospóru a pokračovat ve vyhledávání vhodného hostitele (Alderman a Polglase, 1986).

2.6.2. Další onemocnění raků

Mezi další plísňové onemocnění patří napadení plísní *Saprolegnia parasitica*. Parazitické plísně čeledi *Saprolegniaceae* jsou fakultativními saprofyty, takže jejich přítomnost na mrtvých nebo poškozených tkáních je třeba předpokládat. Obvykle se nevyskytují na zdravých jedincích, některé druhy však mohou být problémem v podmínkách intenzivních chovů, kde dochází k různým stresům v důsledku kyslíkového deficitu nebo vysokého obsahu nerozpuštěných látek. *Saprolegnia* také napadá mrtvá vajíčka raků a prorůstá na sousední živá. Ohrožuje také jedince oslabené jiným onemocněním a může překrýt jeho projevy (Oidtmann, 2002). Onemocnění probíhá stejně jako u račího moru, také prorůstá kutikulu. Ale napadá i americké druhy raků. Při poranění hrozí rovněž infekce plísní rodu *Fusarium*. Infikovaná oblast ztmavne a může dojít až k proliferaci krunýře. Jiné komplikace mohou nastat v důsledku toho, že napadené okrsky srostou s tkáněmi pod nimi a znemožní se tak svlékání. Léčení je velmi obtížné, neboť raci jsou citliví na přítomnost cizorodých látek ve vodě v koncentracích nižších než jsou léčebné koupele (Adámek, 1998).

K dalším onemocněním se řadí *skvrnitost raků*. Jde o plísňové nebo bakteriální onemocnění, které se projevuje skvrnami na krunýři. Je to onemocnění poměrně časté, ale ztráty jím způsobené nejsou vysoké a obvykle nepřesahují 15 – 30 % (Adámek, 1998).

Skvrny mají tmavý střed a načervenalé okraje a objevují se na zadečku a na hrudi. Původcem jsou plísně *Oidium astaci* a *Achlya proliferata* (Oidtmann, 2000).

Charakteristickou neprůhlednou barvou svaloviny se projevuje *porcelánová nemoc (telohanóza)*, která patří k protozoárním nemocem. Je rozšířena u raků po celém světě a je považována za druhou nejvýznamnější chorobou raků. Původcem je výtrusovec *Thelohania contejeani*, který napadá zvláště svalovinu raků. Telohanóza je chronické onemocnění a k úhynu může dojít až po letech, mívá však i akutní průběh. Jeho charakteristickým projevem je opaleskující bílé zbarvení svaloviny viditelné na spodní straně abdomenu. Spory jsou velmi odolné a dokáží přežít mnoho let. Terapie této choroby není známa a doporučuje se pouze odstraňovat nemocné a podezřelé jedince (Adámek, 1998).

Asi nejznámějším parazitárním onemocněním je *Psorospermium haeckeli*. Je velmi rozšířené v Evropě a hlavně ve Skandinávii. Parazit se vyskytuje v tkáni bezprostředně pod hlavohrudí a obvykle jeho napadení není smrtelné, jen může oslabit imunitu spolu s dalším onemocněním (Oidtmann, 2000).

Raci jsou velmi citliví na podmínky vnějšího prostředí. Týká se to hlavně teploty, koncentrace kyslíku, pH a cizorodých látek jako hnojiva a pesticidy. Za horní letální hranici pro raka říčního a bahenního jsou považovány teploty 30 – 33 °C, resp. 33 – 35 °C. Spodní letální hranice pro oba druhy je 0°C a zvláště nebezpečné je pro raky promrzání některých toků ode dna. Za mezní hranici kyslíku v chovu raka je považováno 7 mg/l v létě a 4 – 5 mg/l v zimě. Okamžité letální hodnoty pH pro raka říčního jsou 3,5 – 12 a pro raka bahenního 2,5 – 13. Obecně lze však říci, že rak prosperuje v mírně zásaditých vodách, pH 7 – 8,7 (Svobodová, 1987 in Adámek, 1998). Velmi citliví jsou raci na přítomnost pesticidů. Jejich toxicita stoupá se vzrůstající teplotou vody (Adámek, 1998).

2.7. Využití PIT telemetrie v monitoringu

Jednou možností, jak sledovat raky v jejich přirozeném prostředí, je využití pasivních integrovaných čipů tzv. PIT (Passive integrated transponder). Je známo, že raci jsou velcí a pohybliví bezobratlí, schopní aktivního pohybu. PIT čipy umožňují přesnou identifikaci jedince, jsou fyziologicky neutrální a díky své nepatrné velikosti je můžeme

implantovat i do relativně malých jedinců. Jsou identifikovány elektronickým zařízením s vnější anténou pomocí identifikačního čísla (Bubb *et al.*, 2002).

V Anglii byla metoda PIT telemetrie využita pro identifikaci a sledování raka signálního v jeho přirozeném prostředí. U jedinců menších než 25 mm délky hlavohrudi je metoda nepoužitelná, neboť jejich velikost neumožňuje vpravení čipu. Čip byl vpravován do hlavohrudi sterilní jehlou vpichem skrz kutikulu na bázi čtvrtého páru kráčivých nohou. Rána se po injekčním vpravení čipu hojí poměrně rychle. Pouze v některých případech byly pozorovány nepatrné ranky, které však již při následném svlékání vymizely. Poloha čipu se po implantaci mění jen nepatrně. Čipy neměly významný vliv na přežití, svlékání a růst raků. Nebyly žádné ztráty čipů. Testy v přirozeném prostředí naznačily, že může být identifikováno a lokalizováno více než 80 % čipů. Přechtení čipů je však možné jen do vzdálenosti 20 cm (Bubb *et al.*, 2002).

Na raku signálním byly následně testovány větší externí PIT čipy (23,1 mm x 3,9 mm, hmotnost 0,6 g) přilepené na hlavohrudi, které umožňují detekci značených raků až do hloubky 1 m. Lokalizace a následná identifikace značených raků se blížila 90 % (Bubb *et al.*, 2006).

Schopnost raků aktivního pohybu zvyšuje možnost využití různých zdrojů a také kolonizovat nové oblasti, a proto informace o jejich prostorovém chování je důležitá v pochopení jejich stanovištních požadavků a chování (Bubb *et al.*, 2002). I když radio-telemetrie a značení a opakované odlovy jsou využívány ke studiu pohybů sladkovodních raků, mají tyto dvě metody svá omezení. Velikost radiového přenašeče limituje jeho vnější připojení na krunýř raků a nákladnost metody obvykle vylučují sledování velkého počtu jedinců. Hlavním problémem s vnějším značením nebo čipováním bezobratlých je, že čipy nebo značky mohou být ztraceny při svlékání nebo mohou být obtížně čitelné. Čipy také mohou narušovat proces svlékání. Metody značení, které vyžadují opakované odlovy, riskantně narušují jejich chování a mohou poškozovat jejich habitat (Robinson *et al.*, 2000). Vhodnou dlouhodobou značící metodou pro identifikaci raků a ostatních desetinožců je tak systém založený na vnitřním implantovaném čipu s nízkým procentem ztrát při svlékání. Ideálně by mělo být možné čipy přechíst čtečkou s minimálním rušením jedince (Bubb *et al.*, 2002).

Kromě raků byly PIT čipy využity např. při sledování pohybu mihule mořské. Pokusy ukázaly, že čipy mohou být úspěšně implantovány do těla larválních stádií mihulí. Telemetrické vybavení je schopno identifikovat mihule do 10 cm hloubky substrátu (Quintella *et al.*, 2005).

2.8. Možné využití dalších značení k monitoringu raků

2.8.1. Elastomery

Elastomery (VIE - Visible Implant Elastomer tags) jsou značky implantované pod průhlednou tkáň a jsou navenek viditelné. VIE tags jsou široce užívané pro značení ryb, korýšů, plazů a obojživelníků. Jsou biokompatibilní a skládají se ze dvou komponentů, které se míchají před použitím. Potom jsou injekčně vpraveny jako tekutina do těla sledovaného jedince, kde se následně změní v pevnou látku. Kombinacemi barev lze vytvořit mnoho barevných variant, které se využívají jako rozlišovací značky. Elastomery jsou v šesti fluorescentních barvách (červená, oranžová, zelená, žlutá, růžová a modrá) a čtyřech nefluorescentních barvách (hnědá, černá, purpurová a bílá). Ačkoliv elastomery mohou být obvykle viděny pod normálním denním světlem nebo pod umělým vnitřním světlem, jejich viditelnost se velmi zvyšuje s užitím ultrafialového světla (VI Light). VI Light umožňuje pouze vidět zelené, žluté, oranžové, červené, růžové nebo modré fluorescentní barvy (Northwest Marine Technology, Inc., 2007).

Výhodou elastomerů je vysoká stálost barev, možnost aplikace do velmi malých organismů, minimální dopad na přežití, růst a chování, nízká cena, rychlá aplikace, detekce zrakem. Nevýhodou může být nízká kódovací kapacita, značky mohou být obtížně čitelné denním světlem a to hlavně s postupujícím růstem značeného organismu (Northwest Marine Technology, Inc., 2007).

VIE systém byl vyvinut vědci z NMT (North Marine Technology, Inc.) na začátku devadesátých let 20. století, když se hledaly lepší značící metody ryb, které by neměly dopad na růst, přežívání a chování ryb. Až do ledna 2006 byl směsný poměr barvy a tvrdidla 10 : 1. To mělo dvě omezení. Za prvé míchání velmi malých množství by bylo obtížné díky měření a míchání malých koncentrací tvrdidla. Za druhé zde byla možnost, že se nestihla smíchaná barva aplikovat, neboť vyšší dávka tvrdidla zkrátila čas, kdy bylo možné barvu využít. Dnes se používá směsný poměr látek 1 : 1 (Northwest Marine Technology, Inc., 2007).

První použití VIE u korýšů popsal Godin (1996), který značil juvenilní a adultní jedince garnátů. Značky byly implantovány do svaloviny abdomenu. Po 10 - 14 týdnech bylo přečtení značek téměř 100 % (Northwest Marine Technology, Inc., 2007).

Obr. 1: Spektrum barev používaných ke značení elastomery (Northwest Marine Technology, Inc., 2007):



2.8.2. Alpha-štítky

Alpha-štítek (VIA - Visible Implant Alpha tag) je malá fluorescentní značka s alpha numerickým kódem k identifikaci jedinců. Tyto značky jsou implantovány pod průhlednou tkáň a jsou tak navenek viditelné a rychle rozpoznatelné. Značky jsou vpraveny do těla pomocí speciálního aplikátoru podobnému injekčním stříkačkám. Jsou možné v několika barvách: černá písmena na červenou, oranžovou nebo žluté fluorescentní pozadí nebo obráceně. Existují dvě velikostní varianty (1,0 x 2,5 mm a 1,5 x 3,5 mm). Protože jsou značky vyrobeny z biokompatibilního elastomeru, nedráždí tkáň v implantovaném místě a zdá se, že mají malý negativní efekt na fyziologické vlastnosti jedince (Northwest Marine Technology, Inc., 2007).

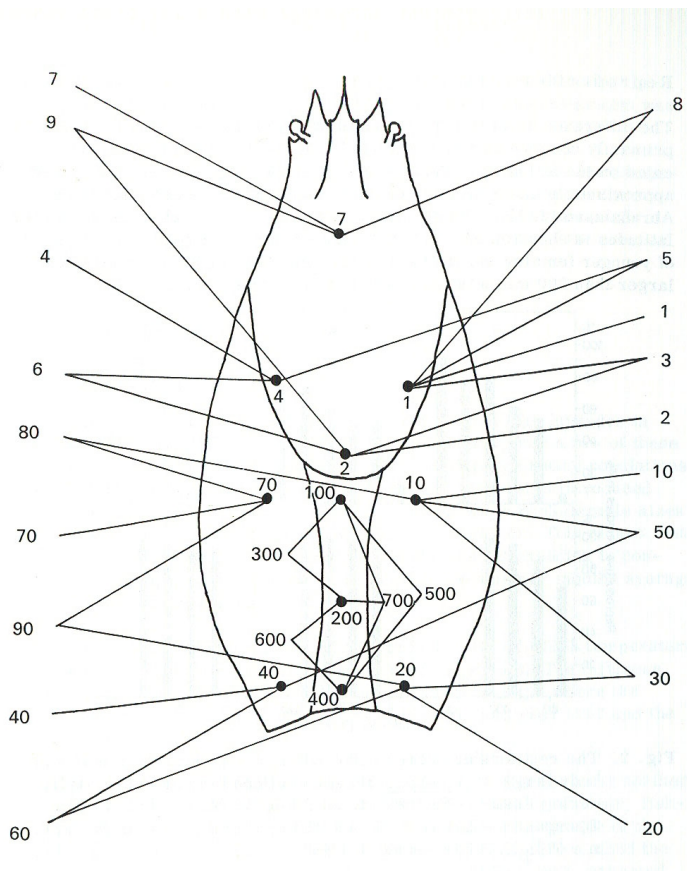
Výhodou je, že tato metoda umožňuje individuální identifikaci, vysokou dobu odolnosti, náklady jsou relativně malé a dopad na přežívání, růst a chování je minimální. (Northwest Marine Technology, Inc., 2007).

2.8.3. Metoda značení páječkou

Vypalování je poměrně dlouhou dobu používaná a frekventovaná metoda. U raků se vypálí asi 2mm značka přímo na hlavohruď, která je viditelná nejméně po dvou svlékáních. Vypaluje se pájkou a kombinacemi čísel 1, 2, 4 a 7 se skládají všechny číslice

od 1 do 9. Nízká čísla 1 – 9 se vypalují na hlavové části krunýře raky, desítky (10, 20, 30,...) po stranách krunýře a stovky (100, 200, 300,...) mezi branchiokardinálními liniemi (Abrahamsson, 1973). Metodu dále modifikoval Cukerzis (1989) s použitím značek i na člancích zadečku. Ke značení se mohou používat jak elektrické, tak přenosné plynové pájky.

Obr. 2: Systém numerického značení raků (Abrahamsson, 1973).



3.8.4. Značení pomocí stříhání a děrování uropodu

Vyzkoušena a používána byla rovněž metoda značení stříháním a děrováním uropodu. Pomocí širokého spektra značících vzorů lze vytvořit nejméně 10800 rozpoznávacích kódů. Metoda byla testována v laboratorních i přírodních podmínkách. Značky byly na racích viditelné po dobu 2-3 svlékání krunýře. Bylo zjištěno, že je tato metoda vhodná pro studie populační velikosti, hustoty a migrace. Od délky hlavohruď 30 mm značení nemělo významný vliv na přežívání raků (Guan, 1997).

3. Materiál a metodika

3.1. Laboratorní sledování přežití raků a retence čipů při aplikaci PIT do různých částí těla raka

Na začátku experimentu byla testována výkonnost čtečky, neboli možnost, na jakou vzdálenost čtečka identifikuje čip. Byla měřena největší efektivní vzdálenost samotného čipu a čipu aplikovaného do těla raka od čtecího zařízení. Zjišťovala se tak možnost využití PIT telemetrie v terénních podmínkách.

Byly zkoumány možnosti umístění čipů do různých částí těla raka a následné přežití jedinců. Dne 4. 5. 2006 bylo nasazeno celkem 40 raků do 20 akvárií se vzduchováním. Raci byli krmeni 1x za tři dny mraženými patentkami. Každý den se vizuálně kontrolovala akvária a úhyny se zaznamenávaly do protokolu. Přelovení a vyčištění akvárií se provádělo 1x za čtrnáct dní. V jednom akváriu se vždy nacházel jeden samec a jedna samice, která byla držena v uzavřené kličce. Čipy byly implantovány do raků o celkové délce těla (DT = od špičky rostra po okraj telsonu) od 53 mm do 75,7 mm.

Nasazeny byly celkem 4 skupiny raků: tři značené pomocí čipů na různých místech těla (hlavohruď, zadeček a klepeto) a skupina kontrolní bez značení. Do jednotlivých částí těla byl aplikován čip o rozměrech 2,15x11,5 mm. Do těla raka se čip vpravil speciální jehlou (Obr. 4). Do hlavohrudi byl čip umístěn pod krunýř, vpich značící jehlou začínal na rozhraní hlavohrudi a zadečku a čip se opatrně umístil mezi vnitřní orgány v hlavohrudi. Do abdomenu byl čip aplikován spodní stranou, propíchnutím kutikuly (Obr. 5). Vpich jehly začínal na zadní straně zadečku. Do klepeta byl čip vpraven ze spodní strany v místě kloubu klepet.

Statistické vyhodnocení dat bylo provedeno v programu Statistika 7.0 (StatSoft, Inc.). Vyhodnocení přežití raků v jednotlivých skupinách bylo posuzováno Analýzou variance (ANOVA) a následně Tukey testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Vyhodnocení přežívání samců a samic bylo provedeno T-testem pro nezávislé vzorky.

3.2. Laboratorní porovnání různých metod značení raka pruhovaného

Pokus byl zaměřen na porovnání různých metod značení, které je možné využít k identifikaci raků. Pro laboratorní pokus byly raci odchyceni v potoce Pšovka (CHKO Kokořínsko) v dubnu 2007. Bylo nasazeno 5 skupin raků: raci značení PIT čipy (10 ♂ a 10 ♀), elastomery (10 ♂ a 13 ♀), Alpha štítky (10 ♂ a 12 ♀), raci značení pájkou (10 ♂ a 10 ♀) a kontrola (10 ♂ a 10 ♀). Pokus se konal od 19. 4. 2007 do 28. 6. 2007. Experiment probíhal v pěti kruhových nádržích s průtokem vody. Poměr pohlaví ve všech skupinách byl 1:1. Obsah rozpuštěného kyslíku byl měřen 2x denně (7:00 a 15:00) a zaznamenával se do tabulek. Teplota byla měřena pomocí teplotního čidla každé 3 hodiny. Raci byli krmeni 1x za tři dny mraženými patentkami. Obsádka nádrží byla přelovena každý týden. Po vypuštění nádrží, byl spočten počet jedinců a proběhlo vyčištění nádrží. U značených raků se zaznamenávalo: čitelnost značek, úhyn raků, svlékání raků, u svlečených raků měření celkové délky těla (DT) a délky hlavohruď (DH = od špičky rostra po konec hlavohruď) a jakékoliv odchylky od předchozího stavu – ztráta značky, nečitelnost, ztráta klepete. Ze získaných dat se určovalo: mortalita, retence značek a přírůstky po svlékání.

Statistické vyhodnocení dat bylo provedeno v programu Statistika 7.0 (StatSoft, Inc.). Procentuální přežití raků bylo hodnoceno Analýzou variance (ANOVA) a Kruskal-Wallisovým testem. T-testem se zjišťovaly rozdíly v přírůstcích mezi samci a samicemi.

Oba laboratorní pokusy probíhaly v rybochovném objektu Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického.

3.2.1. Značení PIT čipy

Vlastní mikročip je zalit do bioskla (Obr. 3) a je proto odolný proti vnějším vlivům. Jsou obvykle používány ke značení zvířat i předmětů. Čtecí vzdálenost je u tohoto typu čipů v závislosti na typu antény a čtecího zařízení až 20 cm, u jiných až 80 cm (Bubb *et al.*, 2006). Rozměry čipů použitých pro značení: průměr 2,15 mm, délka 11,5 mm.

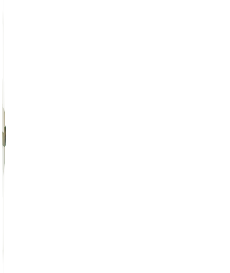
Čtecí zařízení dodá energii čipu (transponderu) pomocí elektromagnetického pole vyzařovaného čtečkou. Poté přijme kódový signál vrácený transponderem a zpracuje ho. Kód čipu je unikátní a liší se podle typu počtem alfanumerických znaků – v našem případě měl podobu sedmimístného čísla. Speciální technologie elektromagnetického přenosu dat umožňuje rychlé a přesné čtení každého kódu. Aplikace čipů se provádí pomocí

speciálního injekčního aplikátoru. Do těla musí být aplikován šetrným způsobem, tak aby nedocházelo k nadměrnému poranění raků. Důležitá je dezinfekce čipů v 96% etanolu.

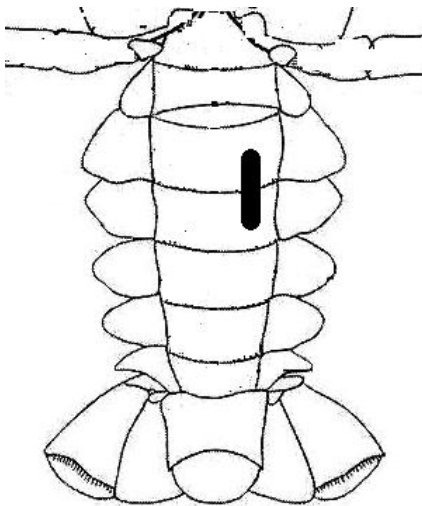
Obr. 3 : PIT čip – typ ID 100 (Anonym 1, 2007):



Obr. 4: Speciální jehla k implantaci PIT čipu:



Obr. 5: Schéma umístění čipu v abdomenu:



3.2.2. Značení elastomery

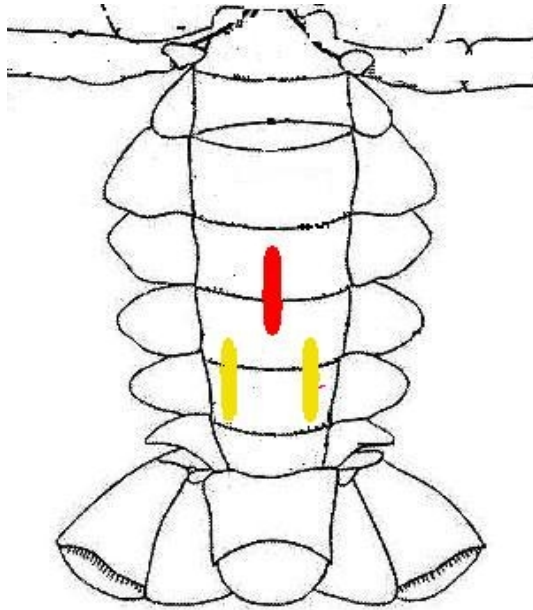
Značení pomocí elastomerů využívá implantaci různě barevných implantátů pod kutikulu raka. Pro značení byly použity produkty firmy Northwest Marine technology, Inc. Příprava elastomerů spočívá ve smísení barevné složky a tvrdidla (poměr látek 1 : 1) pomocí jednoduchých pomůcek (Obr. 6). K samotné aplikaci se používá injekčních aplikátorů s tenkou jehlou. Stříkačkou se nabere smíchaná látka a vpraví pod kutikulu spodní strany zadečku. Po poměrně krátké době původně pastovitá substance ztuhne. V pokusu byly použity kombinace červených a žlutých značek (Obr. 7). Jednotlivými kombinacemi barev a počtem značek na těle lze vytvořit velký počet rozeznávacích kódů.

Množství kódů se vypočítá podle vzorce: $[L!/(L-N)!N!]C^N$, kde C je počet barev, L počet značených oblastí na těle a N je počet značek (Northwest Marine technology, Inc.).

Obr. 6: Jednotlivé pomůcky na přípravu a aplikaci elastomerů (Northwest Marine technology, Inc., 2007):



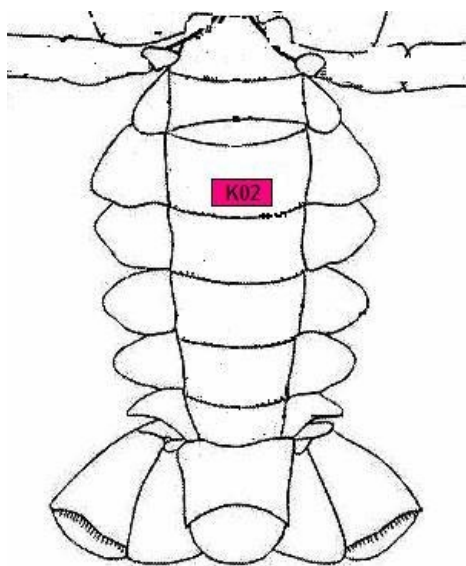
Obr. 7. Schéma značení elastomery:



3.2.3. Značení Alpha-štítky

Další metodou pro značení bylo použití Alpha-štítků (Northwest Marine technology, Inc.) Štítek je vyroben z měkkého tenkého plastu a je opatřen třímístným alfanumerickým kódem. Je možné použít několik barevných variant např. černá písmena na červeném a oranžovém podkladu nebo žluté fluorescentní pozadí. Štítky jsou vyráběny ve dvou velikostních kategoriích: 1.0x2.5 mm a 1.5x3.5 mm. K pokusu byla použita menší velikost značek. Jednotlivé štítky jsou umístěny v řadách na archu a překryty průhlednou fólií. K archu jsou přilepeny biokompatibilním gelem. Po odlepení fólie se štítek opatrně vpraví do speciálního aplikátoru. Aplikátorem se štítek opatřený kódem aplikuje pod průhlednou kutikulu spodní části zadečku raka (Obr. 8).

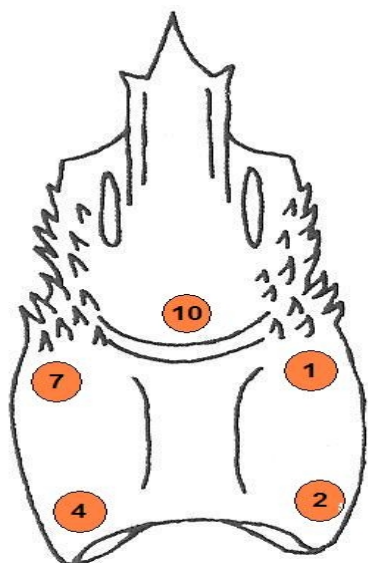
Obr. 8: Schéma značení pomocí Alpha-štítků:



3.2.4. Značení pomocí páječky

Ke značení bylo použito plynové páječky Ferm (Obr. 10). Na vypalování značek bylo použito diagonálního hrotu o průměru 3 mm. Kombinacemi čísel 1, 2, 4, 7 a 10. byly na hlavohrud' vypalovány jednotlivé značky (Obr. 9). Tyto značky jsou výsledkem působením tepla na termolabilní barvivo v krunýři (cyanokrystalin), a vyniká tak červené barvivo (crustaceorubin) stejně jako při vaření raků. Vypálená značka má tvar tečky o průměru přibližně 3mm. Metodu značení pomocí pájky popsal již Abrahamson (1966, 1973).

Obr. 9: Schéma značení pomocí páječky:



Obr. 10: Plynová páječka Ferm FGSG-3114 (Northwest Marine technology, Inc., 2007):

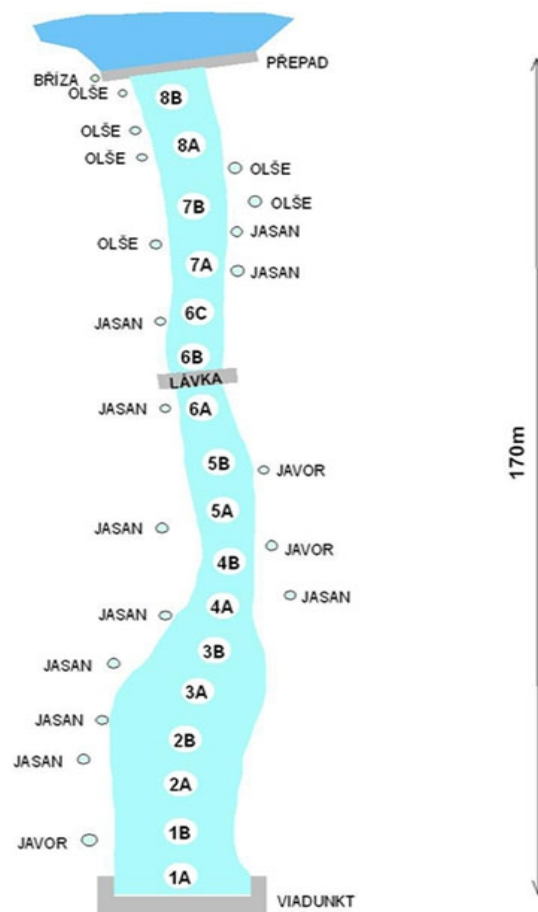


3.3. Aplikace testovaných metod v terénu

Dne 13. 5. 2007 bylo provedeno značení raků pruhovaných na potoku Pšovka v CHKO Kokořínsko. Sledovaný úsek se nacházel cca 500 m od železniční stanice Lhotka pod rybníkem Lhotka. Raci byli značeni třemi metodami: PIT čipy, pájkou a VI Alpha štítky. Jednotlivé metody značení jsou popsány výše. Raci byli odloveni ručním prolovením na úseku dlouhém 170 m. Sledovaný úsek byl rozdělen do 17 částí (obr. 11).

Dne 27. 6. 2007 probíhal opakovaný odlov na potoce Pšovka. Opět byl ručně proloven úsek, na kterém byli označeni raci výše uvedenými metodami. Každý rak byl prohlédnut, jestli je označen a byla změřena jeho celková délka a délka hlavohruďi.

Obr. 11: Schéma úseku potoka Pšovka, v němž byl proveden terénní výzkum:



Obr. 12: Výřez z mapového listu (www.mapy.cz):



4. Výsledky

4.1. Laboratorní sledování přežití raků a retence čipů při aplikaci PIT do různých částí těla raka

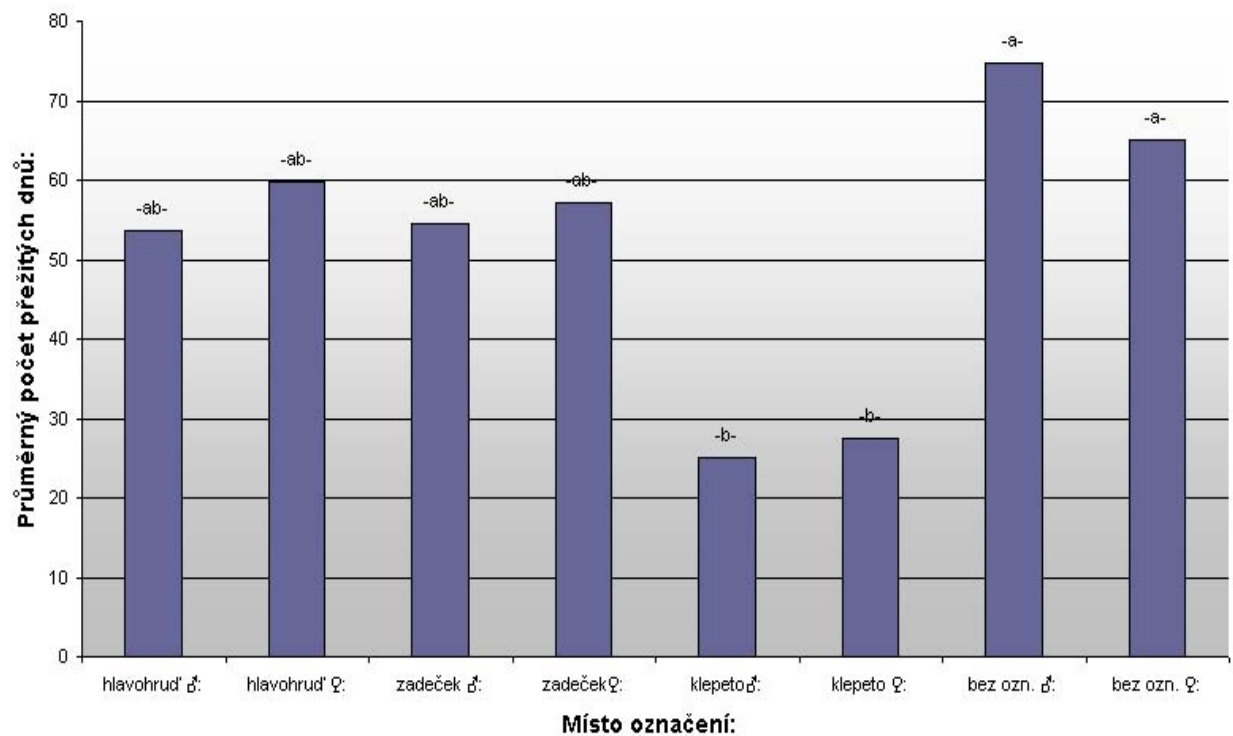
Laboratorní pokus trval od 4. 5. 2006 do 20. 8. 2006. Dne 4. 5. byla provedena zkouška čtečky na samostatném čipu a na čipu již aplikovaném u raků. Samostatný čip byl čtecím zařízením přečten do vzdálenosti maximálně 10 cm. Avšak čip umístěný do těla raka byl zaznamenán čtečkou až po jejím přiložení na raka. Nezáleželo ani na pozici čipu, jestli se nacházel v hlavohrudi, zadečku nebo v klepetu.

Nejmenší DT označeného raka byla 53 mm a největší 75,7 mm, průměrná DT 62,3 mm a průměrná hmotnost 7,6 g, n = 40.

Značení raků do hlavohrudi probíhalo poměrně obtížně. Průměrná DT těla u raků označených čipem do hlavohrudi byla 61,8 mm \pm 5,3 mm a průměrná DH 30,2 mm \pm 4,0 mm, n = 10. Raci s čipem aplikovaným v hlavohrudi přežili průměrně 56,7 dnů \pm 21,9 dnů, n = 10. Nejsnadněji probíhalo značení do svaloviny zadečku. Čip šel dobře aplikovat a ranka po vpichu se brzy zacelila. Po aplikaci nedocházelo k masivnějšímu úhynu raků. Průměrná DT raků značených do abdomenu byla 59,6 \pm 3,7 mm a průměrná hmotnost 6,5 \pm 1,3 g, n = 10. Průměrné přežití raků s čipem v zadečku trvalo 55,9 \pm 27,0 dnů, n = 10. Nejobtížněji probíhalo značení čipem do klepeta. Čip byl příliš velký. Raci při tomto zákroku klepeto ztráceli. Úspěšná aplikace proběhla pouze do klepeta samců. Ani největší velikost klepet samic (délka klepeta 17,8 mm a šířka klepeta 6,1 mm) neumožňovala vpravení čipu, je to dáno rozdílnou velikostí klepet samců a samic. Průměrná délka klepet označených raků byla 24,5 mm a průměrná šířka klepeta 8,7 mm, n = 5, což je pouze dvojnásobek délky čipu. DT raků značených do klepeta byla v průměru 64,6 \pm 5,4 mm a průměrná hmotnost 7,8 \pm 2,4 g, n = 5. U raků čipovaných do klepeta byla zaznamenána poměrně brzká mortalita. U dvou raků došlo ke ztrátě klepeta již dva dny po nasazení do akvárií. Průměrné přežití raků s čipem v klepetu trvalo 25 dnů (\pm 2,4dnů), n = 5, což je nejméně ze všech typů značení. Přežití raků s čipem implantovaným do klepeta se ale statisticky významně lišilo jen od kontroly (p=0,005). Přežití v ostatních skupinách se mezi sebou statisticky významně nelišilo (p>0,05) (Graf 1).

Nebyly zjištěny statisticky významné (p>0,05) rozdíly v přežití samců a samic v jednotlivých skupinách.

Graf 1: Průměrná délka přežití raků u jednotlivých skupin raků. Rozdílné indexy u sloupců (a,b,ab) udávají statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $\alpha=0,05$.



4.2. Laboratorní porovnání různých metod značení raka pruhovaného

Laboratorní pokus trval od 19. 4. 2007 do 28. 6. 2007.

Značení PIT čipy

Značení pomocí čipů probíhalo bez komplikací. Čip byl vpraven do abdomenu, jednotlivé vpichy se rychle zahojily. DT raků značených čipy se pohybovala od 54 mm do 74mm, průměrná DT $66,5 \pm 5,3$ mm, průměrná DH $31,6 \pm 3,1$ mm a průměrná hmotnost $11,3 \pm 2,4$ g, $n = 20$. Za sledovanou dobu (70 dní) uhynulo 8 z 20 očiňovaných raků. Retence čipů byla 100 %. K většímu počtu úhynů došlo až na závěr sledovaného období. U třech raků došlo k úspěšnému svlékání. Průměrný celkový přírůstek těla byl $6,3 \pm 0,5$ mm a průměrný přírůstek hlavohruďi $4,0 \pm 0,8$ mm, $n = 20$. Průměrný procentuální celkový přírůstek těla $9,5 \pm 1,1\%$, průměrný procentuální přírůstek hlavohruďi $15,9 \pm 3,0\%$.

Značení páječkou

Na hlavohrud' byly vypalovány značky plynovou páječkou. Velikost vypalovaných značek byla přibližně 3 mm a vypálené místo mělo oranžovou až červenou barvu. Celková délka raků značených pájkou se pohybovala od 35 mm do 68 mm, průměrná DT $55,3 \pm 7,8$

mm, průměrná DH $25,6 \pm 3,8$ mm a průměrná hmotnost $5,8 \pm 1,9$ g, $n = 20$. Za sledovanou dobu uhynuli 4 raci z 20. U 8 raků došlo k úspěšnému svlékání. Průměrný celkový přírůstek těla byl $3,4 \pm 1,3$ mm a průměrný přírůstek hlavohrudi $3,1 \pm 0,6$ mm, $n = 20$. Průměrný procentuální celkový přírůstek těla $6,2 \pm 4,3$ %, průměrný procentuální přírůstek hlavohrudi $10,1 \pm 3,6$ %. I po svlečení bylo značení pájkou viditelné, ale jednotlivé značky byly méně výrazné. Ve srovnání s čipy šla značka přečíst obtížnější. Mortalita byla nižší, ale rozdíl nebyl statisticky významný.

Značení Alpha-štítky

Alpha-štítky byly aplikovány pod průhlednou kutikulu do ventrální části zadečku. Vpravení štítku pomocí speciálního aplikátoru probíhalo poměrně snadno a díky jeho nepatrné velikosti ($1,0 \times 2,5$ mm) docházelo k jen minimálnímu poranění raka. DT raků značených štítky se pohybovala od 28 mm do 67 mm, průměrná DT $41,5 \pm 12,4$ mm, průměrná DH $17,9 \pm 5,3$ mm a průměrná hmotnost $3 \pm 2,8$ g, $n = 22$. Během pokusu uhynulo 10 raků z 22. Celkem 18 jedinců úspěšně svléklo krunýř, z toho se jeden rak svléknul dvakrát. Průměrný celkový přírůstek těla byl $5,9 \pm 1,6$ mm a průměrný přírůstek hlavohrudi $4,7 \pm 1,3$ mm, $n = 22$. Průměrný procentuální celkový přírůstek těla byl zjištěn $14,2 \pm 6,3$ %, průměrný procentuální přírůstek hlavohrudi $26,3 \pm 7,8$ %. Kvůli malé velikosti štítků se špatně četly identifikační kódy. Také retence štítků nebyla stoprocentní, ve dvou případech došlo ke ztrátě štítku a u 2 dalších raků byl štítek vypuzován přes ne zcela dohojenou ranku po značení.

Značení elastomery

Elastomery byly vpravovány do abdomenu pod kutikulu poměrně snadno injekčním aplikátorem s tenkou jehlou. Po označení došlo u několika raků ke slití nebo putování barevných značek z důvodu pomalého ztuhnutí elastomerů. Následné rozlišení značek při kontrolních odlovech probíhalo poměrně obtížně a rozpoznání některých raků tak vyžadovalo využití vylučovací metody. DT raků značených štítky se pohybovala od 29 mm do 64 mm, průměrná DT $44,1 \pm 12,5$ mm, průměrná DH $19,4 \pm 5,9$ mm a průměrná hmotnost $3,2 \pm 2,5$ g, $n = 23$. Z 23 raků se úspěšně svléklo 19, z toho se dva raci svlékli 2x. Průměrný celkový přírůstek těla byl $4,4 \pm 1,5$ mm a průměrný přírůstek hlavohrudi $3,7 \pm 0,9$ mm, $n = 23$. Průměrný procentuální celkový přírůstek těla byl zjištěn na úrovni $9,9 \pm 3,7$ %, průměrný procentuální přírůstek hlavohrudi $19,1 \pm 4,5$ %. Během pokusu uhynuli pouze 2 raci z 23.

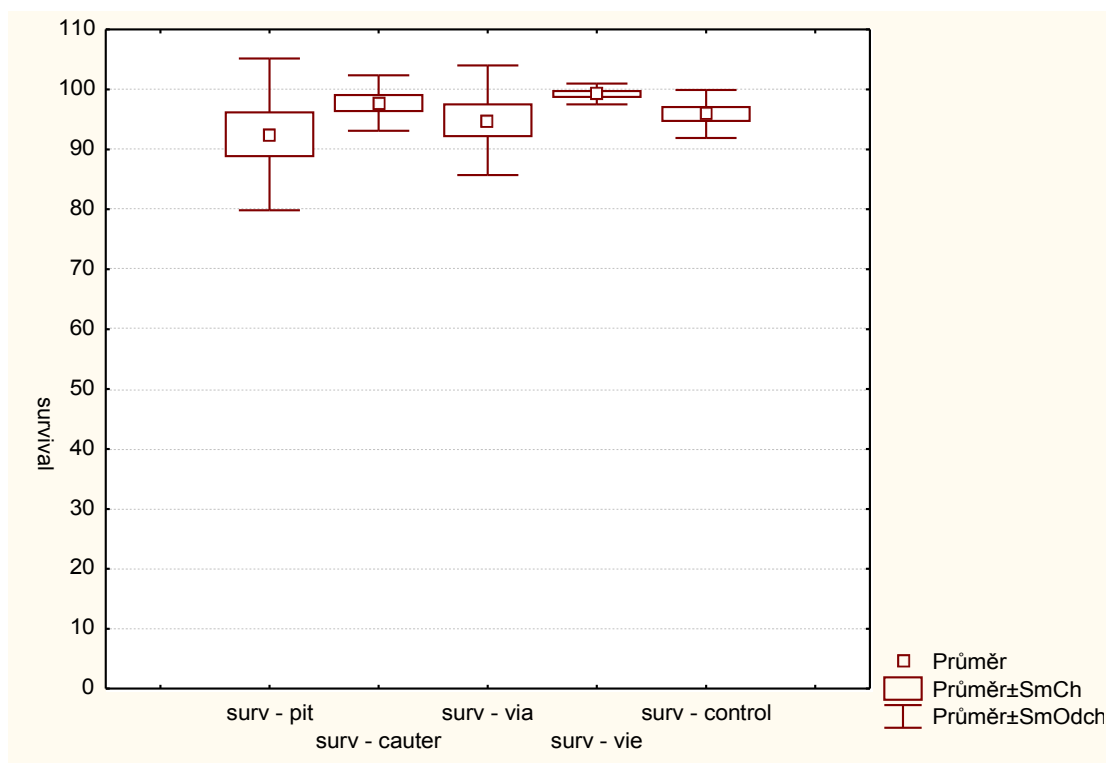
DT raků v kontrole se pohybovala od 52 mm do 77 mm, průměrná DT $62,9 \pm 5,9$ mm, průměrná DH $30,2 \pm 3,7$ mm a průměrná hmotnost $8,6 \pm 2,7$ g, $n = 20$. V kontrole uhynulo 9 raků z 20. Úspěšně svléklo krunýř 9 raků.

Největší průměrnou velikost těla ze značených jedinců měli očipovaní raci, kvůli velikosti čipu byli vybíráni větší jedinci. V ostatních kategoriích tolik nezáleželo na velikosti. U očipovaných raků nedocházelo k masivnímu svlékání krunýře jako u ostatních značení. Identifikace kódu čtečkou probíhala nejrychleji. Naopak přečtení značek u štítků, elastomerů a pájky bylo obtížnější a navíc u elastomerů a pájky vyžadovalo znalost značícího klíče.

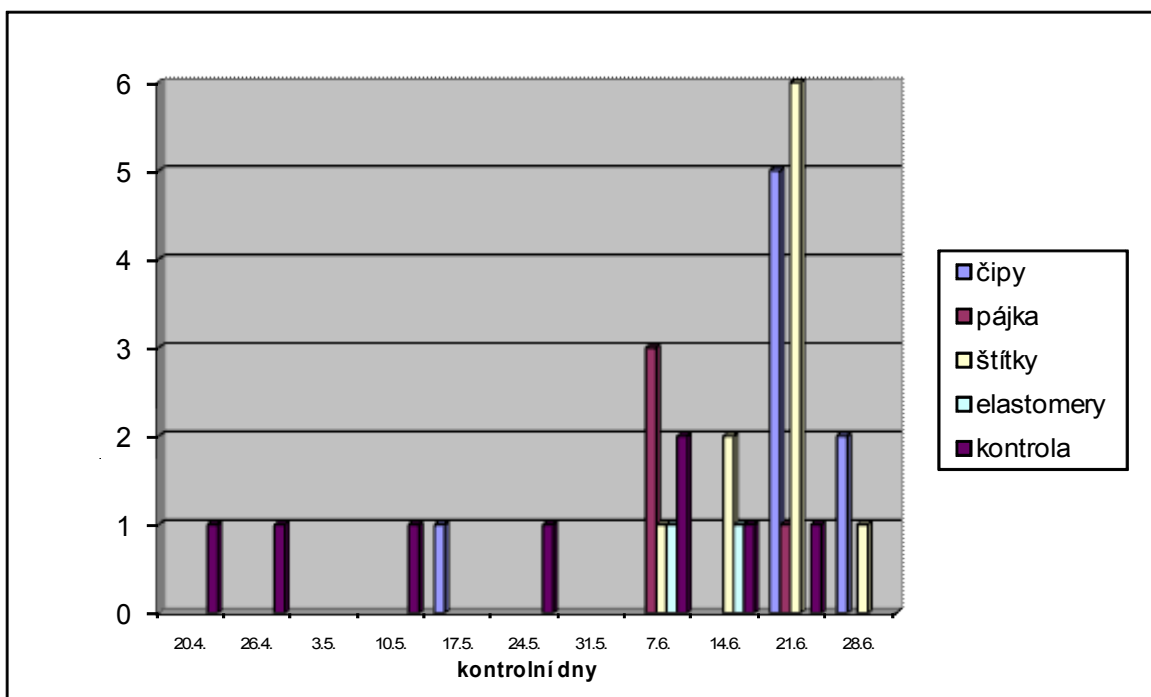
Průměrné přežití (Graf 2) bylo zjištěno $92,5 \pm 12,7$ % ($n = 105$) u raků označených čipy, $97,7 \pm 4,6$ % ($n = 105$) u raků označených pájkou, $94,9 \pm 9,2$ % ($n = 105$) u raků označených Alpha-štítky, $99,3 \pm 1,7$ % ($n = 105$) u raků označených elastomery a $95,9 \pm 4,0$ % ($n = 105$) v kontrole. Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ nebyly zjištěny významné rozdíly v přežití u jednotlivých skupin raků.

Průměrný přírůstek DT po svlékání u samců ($4,88 \pm 2,17$ mm) se statisticky nelišil ($p=0,96$) od průměrného přírůstku samic ($4,85 \pm 2,03$ mm). Stejně tak se mezi pohlavími nelišil ani procentuální přírůstek DT po svlékání ($p=0,59$), který pro samce a samice dosahoval hodnot 11,09 % respektive 11,93 %. Průměrný přírůstek DH mezi samci ($3,16 \pm 1,07$ mm) a samicemi ($2,78 \pm 1,01$ mm) se také statisticky nelišil ($p=0,19$). Procentuální přírůstek hlavohrudi samců (15,01 %) a samic (15,02 %) byl rovněž srovnatelný bez statisticky významných rozdílů ($p = 0,99$). Procentické přírůstky a průměrné velikosti udává graf 4.

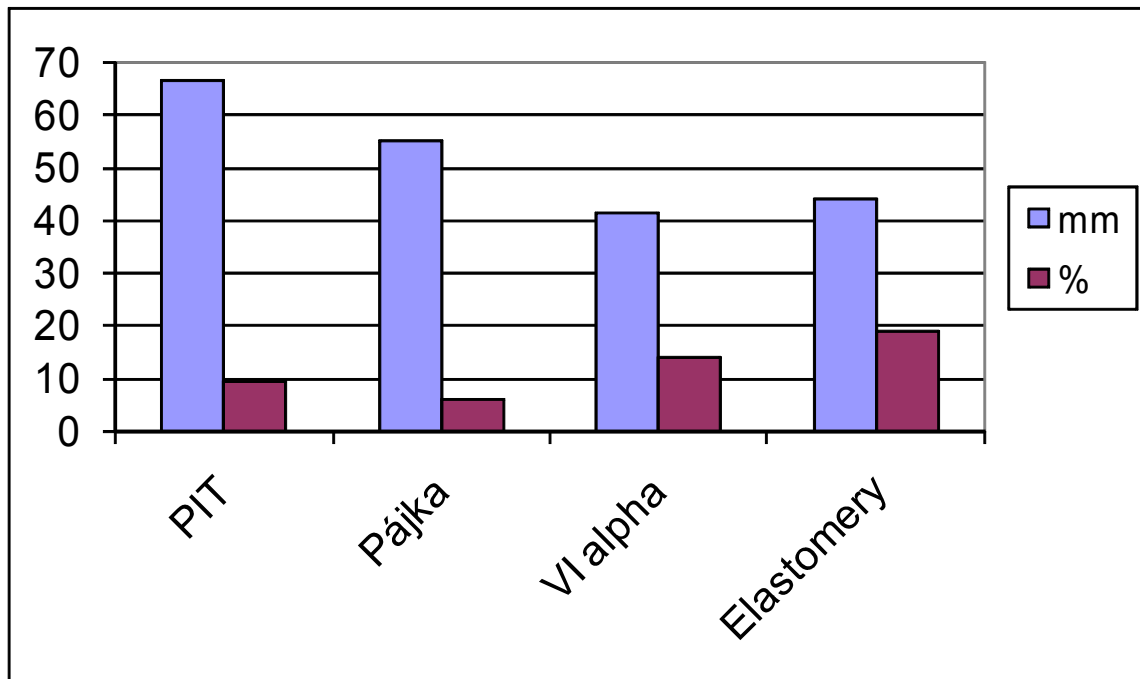
Graf 2: Procentuální přežití raků v jednotlivých typech značení:



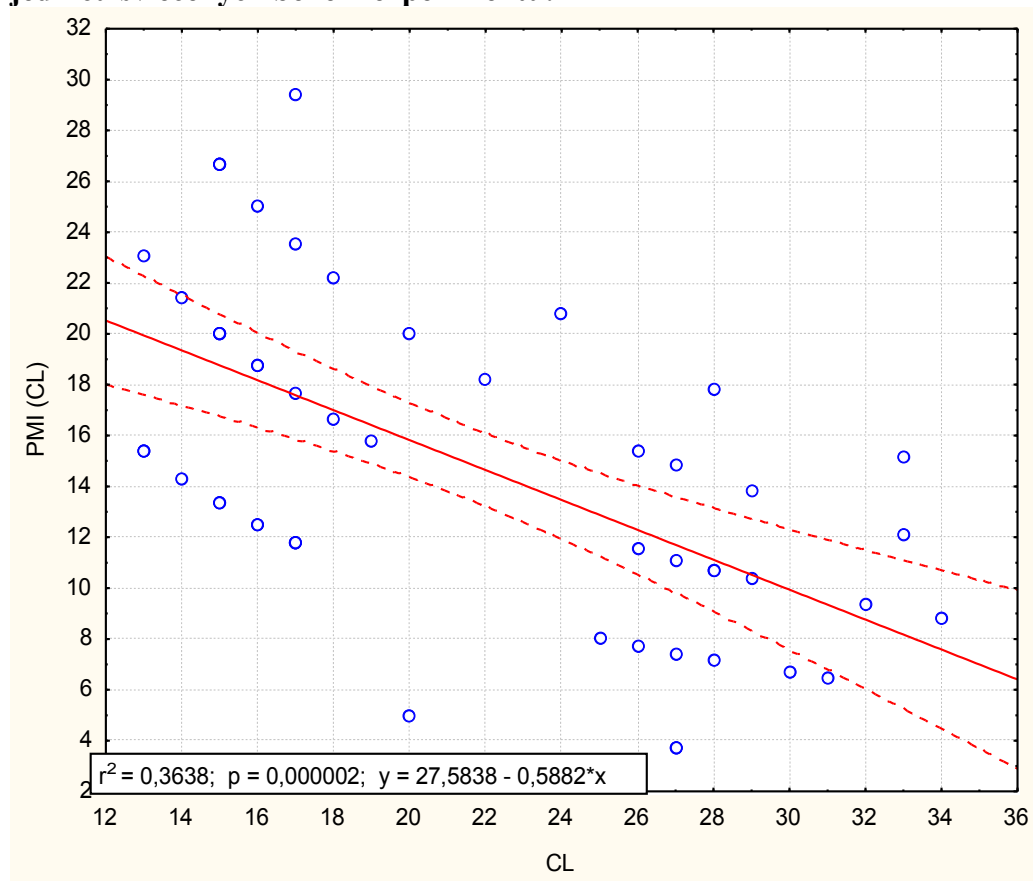
Graf 3: Porovnání úhynu raků při použití jednotlivých typů značení:



Graf 4: Průměrná celková délka těla (DT) a % přírůstky raků v jednotlivých kategoriích:



Graf 5: Závislost % přírůstků délky těla (PMI) na velikosti raků (CL) u jedinců svlečených během experimentu:



4.3. Aplikace testovaných metod v terénu

V potoce Pšovka bylo odloveno a označeno 187 raků. PIT čipy byly implantovány do 41 raků, pájkou bylo označeno 65 a Alpha-štítky 58 raků. Největší velikost raků byla u metody značení PIT čipy: průměrná DT $66,5 \pm 10,5$ mm a průměrná DH $32,2 \pm 5,4$ mm. Průměrná DT u značení pájkou $53,9 \pm 11,1$ mm a průměrná DH $25,4 \pm 5,2$ mm. Průměrná DT při implantaci Alpha-štítků $45,8 \pm 5,9$ mm a průměrná DH $21,7 \pm 3,1$ mm.

Při následném odlovu po 45 dnech bylo chyceno 73 raků. Průměrná DT $73,7 \pm 12,1$ mm, průměrná DH $34,9 \pm 6,0$ mm. Nebyl nalezen žádný označený rak.

5. Diskuse

Cílem diplomové práce bylo ověření pasivních integrovaných čipů (PIT) k individuální identifikaci a sledování raků v přírodních podmínkách. PIT čipy se jevily jako levná metoda pro potřeby neinvazivního sledování migrace raků. Bylo potřeba sledovat migraci *O. limosus* v malých vodních tocích. Tuto metodu již použil Bubb *et al.* (2002).

Bubb *et al.* (2002) uvádí, že je možné lokalizovat očipovaného jedince zahrabaného 15cm v říčním dně s 80 % a větší úspěšností. Quintella (2005) úspěšně implantoval čipy do těla larválních stádií mihulí. Telemetrické vybavení bylo schopno identifikovat mihule do 10 cm hloubky. Námí použitý typ čtecího zařízení však nedovoloval dosáhnout takovéto úspěšnosti.

Existují také speciální velké čipy (23,1mm x 3,9mm, hmotnost 0,6g), které je možné detekovat až do vzdálenosti až 80cm, které jsou ale přilepené na hlavohrudi raka (Bubb *et al.*, 2006). To vylučuje dlouhodobé sledování jedince, neboť při svlékání raka dojde ke ztrátě čipu. Při vnitřní implantaci námí použitého typu čipu do těla raka nedochází k jeho ztrátám, je zde tedy větší potenciál pro dlouhodobé použití v terénních podmínkách. Není ale možné identifikovat raky bez opětovného ručního odchyty. Je to způsobeno malou účinností čtečky. Možnost využití této metody v monitoringu raka pruhovaného v přírodních podmínkách je tak omezena úspěšností následného odlovu.

Jako vhodnější se jeví aplikace čipů do svaloviny abdomenu nebo do hlavohrudi. Mortalita byla přibližně stejná. Proto by mohlo být využití v terénních podmínkách srovnatelné. Jediný rozdíl je v aplikaci čipu, neboť vpravení čipu pod krunýř do hlavohrudi bylo znatelně obtížnější. Aplikace čipu do hlavohrudi byla testována již pro raka signálního, ale čip nebyl do hlavohrudi vpraven z horní strany. Vpich byl veden do těla u báze čtvrtého páru kráčivých nohou a byl jemně vpraven pod *hepatopankreas* a nad segmenty svalů (Bubb *et al.*, 2002).

Zcela nevhodná byla varianta čipování do klepeta. Docházelo ke ztrátám klepeta a k nejrychlejšímu úhynu. Možné by bylo značení čipy do klepeta u větších druhů raků jako je rak signální *Pacifastacus leniusculus*, avšak hrozba ztráty čipu s klepetem je i v tomto případě poměrně velká.

U druhého pokusu, který se zaměřil na porovnání různých metod značení s PIT telemetrií, bylo prokázáno, že je možno všechny metody využít pro značení raka pruhovaného, ale některé se jeví jako vhodnější. Experimentální pokus na využití elastomerů a Alpha-štítků ukázal, že jsou jednotlivé značky poměrně dobře vidět skrz

kutikulu a jejich retence po svlékání je dobrá. Umožňují tak individuální identifikaci raků. Nebyly zjištěny rozdíly v přežívání. Díky dlouhodobé individuální identifikaci a možnosti značení malých velikostních kategorií mohou být tyto metody preferovány před ostatními. V porovnání s PIT telemetrií mají tedy výhodu v možnosti značení menších raků, avšak identifikace PIT čipů je rychlejší a přesnější. Pro využití v terénních podmínkách je vhodná metoda značení Alpha-štítky, je rychlá a snadná, naopak značení elastomery je komplikované. Elastomer může před svým ztuhnutím měnit polohu a tvar. Proto je značení raků pruhovaných pomocí elastomerů v terénních podmínkách komplikované.

Značení pomocí elastomerů a Alpha-štítků již bylo úspěšně vyzkoušeno u jiných druhů raků. Námi dosažené výsledky jsou porovnatelné s literaturou. Clark a Kershner (2006) využili elastomery ke značení *Orconectes obscurus*, v porovnání s kontrolou nebyl zjištěn rozdíl v mortalitě a retence byla 100%. Alpha-štítky byly použity pro raka *Procambarus clarkii* s retencí 80%, a 100% čitelností (Isely a Stockett, 2001). Porovnání obou metod značení na juvenilech raků *Cherax destructor* provedl Jerry *et al.* (2000). Obě metody využil ke značení raků o hmotnostech mezi 0,1 a 4,6g, retence značek byla vyšší u elastomerů (92%), Alpha-štítky (79%), mortalita byla přibližně stejná.

Metody značení elastomery a Alpha-štítky byly již mnohokrát úspěšně použity u jiných vodních i suchozemských živočichů. Metoda značení elastomery byla vyzkoušena u plazů (Losos *et al.*, 2004), obojživelníků (Belden, 2006), krabů (Woods a James, 2003), krevet (Cuzon *et al.*, 2004) a samozřejmě u ryb (Knaepkens *et al.*, 2006; Kano *et al.*, 2006). VIA byly využity k monitoringu obojživelníků (Vasconcelos a Calhoun, 2004), krevet (Arce *et al.*, 2003) a ryb (Niva a Jokela, 2000; Niva, 1995).

Externí značky jsou ztráceny při svlékání (Gherardi *et al.*, 2000), vnitřní značení čipy (Bubb *et al.*, 2002) a pájení mají omezení v minimální velikosti těla raků. Pájení je vhodné pro relativně krátkou časovou dobu, značky jsou viditelné maximálně po 2 svlékáních (Abrahamson, 1973). Oproti PIT telemetrii je identifikace raků obtížnější a v terénních podmínkách těžko využitelná. Značení PIT čipy je možné pouze od velikosti větší než 25mm délky hlavohruď. Na druhou stranu umožňuje rychlé a přesné determinování očipovaných raků. V terénních podmínkách je tedy díky možnosti značení menších raků využitelnější značení Alpha-štítky. To potvrdilo značení raků na potoce Pšovka.

Terénní odlov označených raků byl neúspěšný, nebyl nalezen jediný označený rak. To naznačuje poměrně značnou populační hustotu a velkou migrační schopnost raků pruhovaných. Je také možné, že došlo k většímu úhynu označených raků.

Dílčím sledováním při této diplomové práci bylo zjišťování přírůstků po svlékání a četnost svlékání.

Frekvence svlékání se mění s věkem (Lewis, 2002). Svlékání je četné během prvního měsíce juvenilního života ráčat a jeho frekvence klesá jakmile rak dosáhne pohlavní dospělosti (Reynolds, 2002). Dospělci raka pruhovaného se svlékají jednou nebo dvakrát ročně (Holdich a Black, 2007). Během pokusu se několik raků svléklo dvakrát, proto usuzujeme, že dospělci *O. limosus* jsou schopni svlékání s vyšší frekvencí za rok. Vícenásobné svlékání dospělců sledovali také Price a Payne (1978) u jednoho z poddruhů severoamerického raka *Orconectes neglectus chaenodactylus*.

Značení raků může negativně ovlivnit růst (Graaf, 2007; Guan, 1997). V tomto výzkumu nebyla sledována snížená schopnost růstu vlivem značení. Procentuální přírůstky *O. limosus* jsou srovnatelné s procentuálními přírůstky juvenilů raka říčního *Astacus astacus* v jejich první růstové sezóně (Ackefors *et al.*, 1995). Výsledky potvrzují, že námi sledovaný rak pruhovaný *O. limosus* je rychle rostoucím druhem díky vyšším procentuálním přírůstkům po svlékání a vyšší frekvenci svlékání. Byl sledován trend snižujícího se procentuálního přírůstku se zvyšující se délkou raka. Podobná závislost byla popsána i u raka signálního *Pacifastacus leniusculus* (Buřič *et al.*, 2007).

6. Závěr

Z výsledků diplomové práce vyplývá, že využití telemetrie s aplikací pasivních integrovaných čipů (PIT) umožňuje potencionální sledování raků v přírodních podmínkách. Byly zjištěny zápory i klady této metody. Jedním z hlavních důvodů, proč má PIT telemetrie své limity, je velikost čipu a tím i jeho použitelnost pro raky o velikosti cca do 25 mm délky hlavohrudi. Velikostní výběr raků do obou pokusů nebyl náhodný. Nejmenší velikost raka u prvního pokusu byla 53 mm, průměrná velikost délky těla při značení do hlavohrudi $61,8 \pm 5,3$ mm, do abdomenu $59,6 \pm 3,7$ mm. Při druhém pokusu byli vybíráni raci od velikosti 54 mm, při průměrné délce těla $66,5 \pm 5,3$ mm.

PIT telemetrie tedy neumožňuje sledování celé populace raka. Jako výhodnější se zdá být varianta se značením pomocí Alpha-štítků. Díky své nepatrné velikosti umožňují značení i malých velikostních kategorií.

Další nevýhodou PIT telemetrie je nemožnost identifikace raků v přírodních podmínkách bez opakovaného odchyty. Čtečka není schopna identifikovat čip na větší vzdálenost, jak je tomu například u radiotelemetrie s využitím externích vysílaček.

Byla potvrzena možnost značení čipy jejich implantováním do hlavohrudi a zadečku raka, naopak byla vyloučena aplikace čipu do klepet, protože docházelo k jejich ztrátám. Nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly v úmrtnosti raků při použití následujících metod – PIT telemetrie, použití elastomerů, značení páječkou a Alpha-štítky.

V porovnání s ostatními variantami značení vyšla PIT telemetrie poměrně dobře a to hlavně díky snadné identifikaci raka. Značení páječkou je celkem snadné, avšak značky jdou špatně přečíst a jsou viditelné maximálně po dvou svlékáních. Při značení elastomery docházelo ke slévání barvy před ztuhnutím elastomeru. Alpha-štítky se zdají být vhodnou metodou ke značení raků v terénních podmínkách a to hlavně díky malé velikosti a snadné aplikaci do těla raka.

I přes neúspěch identifikace označených raků v terénních podmínkách je možnost využití PIT telemetrie reálná. Výstupy z této práce mohou sloužit pro další výzkumy týkající se sledování a identifikace raků. Je nezbytné vyvodit migrační schopnosti nepůvodních druhů raků a využít výsledky takových studií k ochraně populací původních raků.

7. Použitá literatura

- Abrahamsson S., 1973. The crayfish *Astacus astacus* in Sweden and the introduction of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Freshwater crayfish*, 1, 27-39.
- Ackefors H., Gydemo R., Keyser P., 1995. Growth and moulting in confined juvenile noble crayfish *Astacus astacus* (L.) (Decapoda, Astacidae). *Freshwater crayfish*, 10, 396-409.
- Adámek Z., 1998. Choroby raka. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 34, 3, 109-111.
- Alderman D.J., Polglase J.L., 1986. *Aphanomyces astaci*: isolation and culture. *Journal of Fish Diseases*, 9, 367-379.
- Arce S.M., Argue B.J., Thompson D.A., Moss S.M., 2003. Evaluation of a fluorescent alphanumeric tagging system for penaeid shrimp and its application in selective breeding programs. *Aquaculture*, 228, 267-278.
- Belden L.K., 2006. Impact of eutrophication on wood frog, *Rana sylvatica*, tadpoles infected with *Echinostoma trivolvis* cercariae. *Canadian Journal of Zoology- Revue Canadienne De Zoologie*, 84, 9, 1315-1321.
- Beran L., Petrussek A., 2006. First record of the invasive spine-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Cambaridae) in the Bohemian Forest (South Bohemia, Czech Republic). *Silva Gabreta, Vimperk*, 12, 3, 143-146.
- Bubb D.H., Lucas M.C., Thom T.J., Rycroft P., 2002. The potential use of PIT telemetry for identifying and tracking crayfish in their natural environment. *Hydrobiologia*, 483, 225-230.
- Bubb D.H., Thom T.J., Lucas M.C., 2006. Movement patterns of the invasive signal crayfish determined by PIT telemetry. *Canadian Journal of Zoology*, 84, 1202-1209.
- Buřič M., Kozák P., Kanta J., Kouba A., Polícar T., 2007. Vliv teploty vody na počet svlékání a růst juvenilního raka signálního (*Pacifastacus leniusculus* D.). *Bulletin VÚRH Vodňany*, 43, 1, 16-26.
- Cejp K., 1959. *Oomycetes* I., Flora ČSR, sv. 2, Nakladatelství ČSAV, 475s.
- Clark J.M., Kershner M.W., 2006. Size-dependent effects of visible implant elastomer marking on crayfish (*Orconectes obscurus*) growth, mortality and tag retention. *Crustaceana* 79: 275-284.
- Cuzon G., Arena J., Goguenheim J., Goyard E., 2004. It is possible to raise, offspring of the 25th generation of *Litopenaeus vannamei* (Boone) and 18th generation

- Litopenaeus stylirostris* (Stimpson) in clear water to 40g? *Aquaculture Research*, 35, 13, 1244-1252.
- Dehus P., Phillipson S., Bohl E., Oidtman B., Keller M., Lechleiter S., 1999. German conservation strategies for native crayfish species with regard to alien species. *Crayfish in Europe as alien species How to make the best of the bad situation?* Gherardi F., Holdich D.M. (eds), 149-153. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Dubský K., Kouřil J., Šrámek V., 2003. Obecné rybářství. Informatorium, Praha, 308s.
- Ďuriš Z., 2000. Původ a rozšíření raků na Zemi. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 36, 1-2, 4-11.
- Ďuriš Z., Horká I., 2007. První nález invazního raka pruhovaného *Orconectes limosus* na území Moravy a Slezska. *Časopis Slezského Muzea, Opava (A)*, 56, 49-52.
- Ďuriš Z., Smutný M., 1998. Rozšíření raků na Zemi. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 34, 3, 72-87.
- Gherardi F., Barbaresi S., Salvi G., 2000. Spatial and temporal patterns in the Movement of *Procambarus clarkii*, an invasive crayfish. *Aquatic Sciences*, 62, 179-193.
- Graaf M., 2007. Tag retention, survival and growth of marron *Cherax tenuimanus* (Crustacea: Decapoda) marked with coded micro wire tags. *Marine and Freshwater Research*, 58, 11, 1044-1047.
- Guan R. Z., 1997. An improved method for marking crayfish. *Crustaceana*, 641-652.
- Hajer J., 1989. Americký druh raka v Labi. *Živa*, 37/75, 3, 125.
- Hajer J., 1994: Expanze raků druhu *Cambarus affinis* Say ve vodách České republiky. *Fauna Bohemiae septentrionalis*, 19, 123-128.
- Hamr P., 2002. *Orconectes*. Biology of Freshwater Crayfish. Holdich, D.M. (ed), 585-608. Blackwell Science Ltd., London.
- Henttonen P., Huner J. V., 1999. The introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction. *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of the bad situation?* Gherardi F. & D. M. Holdich (Eds), 13-22. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Holdich D.M., 1988. The dangers of introducing alien animals with particular reference to crayfish. *Freshwater Crayfish*, 7. 15-30.
- Holdich D.M., 2002. *Background and Functional Morphology*. Biology of freshwater crayfish Holdich, D.M. (ed.), 3-29. Blackwell Science Ltd., London.
- Holdich D.M., Ackefors H., Gherardi F., Rogers D.W., Skurdal J., 1999. Native and alien crayfish in Europe: Some conclusions. *Crayfish in Europe as alien species How to*

- make the best of the bad situation?* Gherardi F., Holdich D.M. (eds), 281-292. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Holdich D.M., Black J., 2007. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic invasions*, 2, 1-16.
- Holdich D.M., Lowery R.S. (eds), 1988. Freshwater Crayfish: biology, management, and exploitation, 262-282. Croom Helm, London.
- Isely J.J., Stockett P.E., 2001. Tag retention, growth, and survival of red swamp crayfish marked with a visible implant tag. *Fisheries*, 21, 422-424.
- Jerry D.R., Stewart T., Purvis I.W., Piper L.R., 2000. Evolution of visual implant elastomer and alphanumeric internal tags as a method to identify juveniles of the freshwater crayfish, *Cherax descroctor*. *Aquaculture*, 193, 149-154.
- Kano Y., Shimizu Y., Kondou K., 2006. Status dependent female mimicry in landlocked red-spotted masu salmon. *Journal of Ethology*, 24, 1, 1-7.
- Knaepkens G., Baekelandt K., Eens M., 2006. Fish pass effectiveness for bullhead (*Cottus gobio*), perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in a regulated lowland river. *Ecology of Freshwater Fish*, 15, 1, 20-29.
- Kossakowski J., 1966. Raki. Państwowe wydawnictwo rolnicke i lesne, Warszawa, 23-25.
- Kossakowski J. a Orzechowski B., 1975: The crayfish *Orconectes limosus* in Poland, *Freshwater Crayfish*, 2, 31-47.
- Kozák P., Adámek Z., Řehulka J., 2000. Úhyn raků a následky račího moru v potoce Pšovka v roce 1998. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 36, 1-2, 41-45.
- Kozák P., Buřič, M., Polícar T., 2006. The fecundity, time of egg development and juveniles production in spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) under controlled conditions. *Bull. Fr. Peche Piscic*, 380-381, 1171-1182.
- Kozák P., Ďuriš Z., Polícar T., 2002. The stone crayfish *Austropotamobius torrentium* in the Czech republic. *Bull. Fr. Peche Piscic*, 367, 707-713.
- Kozák P., Pokorný J., Polícar T., Kouřil J., 1998. Základní morfologické znaky k rozlišení raků v ČR. *Edice Metodik*, č. 56, str. 20.
- Krupauer V., 1968. *Zlatý rak*. Nakladatelství České Budějovice, České Budějovice, 109s.
- Krupauer V., 1981. Raci. Pardubice, ČRS, 68s.
- Kultymaticky W., 1935. *Cambarus affinis* Say – rak amerykanski, nowy mieszkaniec Pomorza I Wielkopolski, *Przeglad rybarski*. Tom 10, 11, 1-16.

- Lewis S.D., 2002. *Pacifastacus*. Biology of freshwater crayfish. Holdich, D.M. (ed), 511-540. Blackwell Science Ltd., London.
- Lindquist O., Huner J. V., 1999. Life history characteristics of crayfish: What makes some of them good colonizers? *Crayfish in Europe as alien species How to make the best of the bad situation?* Gherardi F., Holdich D.M. (eds), 23-28. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Lodge D. M., Taylor C. A., Holdich D. M., Skurdal J., 2000. Nonindigenous crayfishes threaten American freshwater biodiversity. *Fisheries*, 25, 7-20.
- Losos J.B., Schoener T.W., Spiller D.A., 2004. Predator induced behaviour shifts and natural selection in field experimental lizard populations. *Nature*, 432, 505-508.
- Mlíkovský J., Stýblo P., 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky, Praha: ČSOP, 496s.
- Momot W.T., 1988. *Orconectes* in North America and elsewhere 10. Pp., in D. M. Holdich & R. R. Lowery (eds), *Freshwater crayfish. Biology, Management and Exploitation*. London & Sydney: Croom Helm/Portland, Oregon: Timber Press.
- Momot W.T., 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries*, 3, 33-63.
- Niva T., 1995. Retention of visible implant tags by juvenile brown trout. *Journal of Fish Biology*, 46, 997-1002.
- Niva T., Jokela J., 2000. Phenotypic correlation of juvenile growth rate between different consecutive foraging experiments in a salmonid fish: a field experiment. *Evolutionary Ecology*, 14, 111-126.
- North West Marine Technology, Inc., 2006. Visible Implant Elastomer Tag, Project Manual, Guidelines on planning and conducting projects using VIE and associated equipment, www.nmt.us/product/vie/vie.htm.
- North West Marine Technology, Inc., 2006: Visible Implant Alpha tags, Project Manual, www.nmt.us/product/via/via.htm.
- Oidtmann B., 2000. Diseases in freshwater crayfish, in Crayfish Conference Leeds (eds D. Rogers and J. Brickland), Leeds, 9 – 18 pp.
- Petrusek A., Filipová L., Ďuriš Z., Horká I., Kozák P., Polícar T., Štambergová M., Kučera Z., 2006. Distribution of the invase spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in the Czech Republic, Past and Present. *Bull. Fr. Peche Piscic*, 380-381, 903-918.
- Polícar T., Kozák P., 2000. Výskyt raků v ČR. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 36, 1-2, 18-22.

- Price J.O., Payne J.F., 1978. Multiple summer molts in adult *Orconectes neglectus chaenodactylus* Williams. *Freshwater Crayfish*, 4, 93-104.
- Quintella B.R., Andrade N.O., Espanhol R., Almeida P.R., 2005. The use of PIT telemetry to study movements of ammocoetes and metamorphosing sea lampreys in river beds. *Journal of Fish Biology*, 66, 97-106.
- Reynolds J.D., 2002. Growth and reproduction. *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich, D.M. (ed), 152-191. Blackwell Science Ltd., London.
- Schlegel M., 2003. Phylogeny of Eukaryotes recovered with molecular data: highlights and pitfalls. *European Journal of Protistology*, 39, 113-122.
- Stucki T.P., 2002. Differences in live history of native and introduced crayfish species in Switzerland. *Freshwater crayfish*, 13, 463-476.
- Taylor C.A., Warren M.L., Jr, Fitzpatrick J.F., 1996. Conservation status of crayfishes of the United States and Canada. *Fisheries*, 21, 25-28.
- Vasconcelos D., Calhoun A.J.K., 2004. Movement Patterns of Adult and Juvenile *Rana sylvatica* (LeConte) and *Ambystoma maculatum* (Shaw) in Three Restored Seasonal Pools in Maine. *Journal of Herpetology*, 38, 551-561.
- Vogt G., 2002. Functional Anatomy. *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich, D.M. (ed), 53-151. Blackwell Science Ltd., London.
- Woods C.M.C., James P.J., 2003. Evaluation of visible implant fluorescent elastomer (VIE) as a tagging technique for spiny lobsters (*Jasus edwardsii*). *Marine and Freshwater Research*, 54, 853-858.

8. Přílohy

Příloha 1: Počáteční stav značení PIT čipy:

Orconectes limosus: male

4.5.2005

poř. č.	CD (mm)	DH (mm)	Hm. (g)	Ident. č. PIT	místa označení
1A	56,4	26	4,51	3906104	Hlavohruď
2A	69,5	39,4	10,79	3906951	Hlavohruď
3A	67,7	32	8,64	3913508	Hlavohruď
4A	69,4	33,7	9,58	3910446	Hlavohruď
5A	59,8	28	5,66	3908733	Hlavohruď
1B	64,5	33,4	8,29	3909464	Zadeček
2B	61,1	30	6,62	3913927	Zadeček
3B	59,5	28,5	5,93	3912208	Zadeček
4B	65,4	31,6	8,25	3912521	Zadeček
5B	53	25,2	4,12	3911955	Zadeček
1C	72	33,9	10,87	3911900	Klepeta
2C	57,9	28,5	6,39	3914141	Klepeta
3C	66,1	32,2	9,74	3908419	Klepeta
4C	66,7	33,7	9,55	3913296	Klepeta
5C	69	33,5	10,71	3911625	Klepeta
1D	60	30	6,09	0	bez ozn.
2D	64	31,3	8,21	0	bez ozn.
3D	69,4	31,1	8,27	0	bez ozn.
4D	75,7	37,9	14,59	0	bez ozn.
5D	60,8	29,7	6,64	0	bez ozn.

Orconectes limosus: female

4.5.2005

poř. č.	vajíčka	CD (mm)	DH (mm)	Hm. (g)	Ident. č. PIT	místa označení
1A	ano	54,4	26,1	5,31	3912182	hlavohruď
2A	ano	56,6	27,3	5,72	3906856	hlavohruď
3A	ano	62,4	29,2	7,61	3909094	hlavohruď
4A	ano	59,6	28	6,14	3912107	hlavohruď
5A	ano	65,9	32,2	8,42	3911211	hlavohruď
1B	ano	58	27,6	5,66	3910710	zadeček
2B	ano	62	29,6	7,85	3910717	zadeček
3B	ano	60	27,7	6,76	3907434	zadeček
4B	ano	54,8	26,4	5,46	3914796	zadeček
5B	ano	57,4	27,5	5,77	3910847	zadeček
1C	nenasazeno		příliš malá klepeta			
2C	nenasazeno					
3C	nenasazeno					
4C	nenasazeno					
5C	nenasazeno					
1D	ano	64,3	30	7,93	0	bez ozn.
2D	ano	62	31	8,46	0	bez ozn.
3D	ano	63,9	26,8	5,04	0	bez ozn.
4D	ano	56,2	27,4	5,5	0	bez ozn.
5D	ano	57,4	28,4	6,22	0	bez ozn.

Příloha 2: Výzkum porovnání jednotlivých značících metod – počátek:

Experiment značení: 1 – PIT čipy						
19. 4. 2007						
č.	CDT	DH	Hmotnost	Pohlaví	Číslo čipu	Pozn.
1	67	34	10,87	♂	3906715	
2	69	35	13,92	♂	3911306	
3	65	30	12,89	♂	3912611	
4	65	32	11,8	♂	3914647	
5	70	35	13,54	♂	3913033	
6	62	32	11,98	♂	3911944	
7	70	34	13,34	♀	3913485	
8	67	34	11,96	♂	3911158	
9	60	28	8,42	♀	3906748	vajíčka
1 0	72	32	12,82	♂	3912338	
1 1	74	37	14,85	♂	3913579	
1 2	71	31	13,94	♂	3914499	
1 3	64	30	9,92	♀	3910437	
1 4	70	31	11,08	♀	3911108	
1 5	62	27	8,22	♀	3908287	
1 6	70	35	10,6	♀	3906053	
1 7	70	31	11,42	♀	3910586	Chybí LK, vaj.
1 8	54	25	5,89	♀	3910190	vaj.
1 9	71	32	12,39	♀	3915408	
2 0	57	27	6,15	♀	3905856	Chybí PK

Příloha 3: Výzkum porovnání jednotlivých značících metod – počátek:

Experiment značení: 2 – páječka						
19. 4. 2007						
č.	CDT (mm)	DH (mm)	Hmot. (g)	Pohlaví	Kód	Pozn.
1	64	30	7,84	♂	1	
2	68	33	9,21	♂	2	
3	57	27	5,71	♂	3	
4	61	28	7,24	♂	4	
5	55	26	5,31	♂	5	
6	59	27	6,00	♀	6	vaj.
7	54	25	5,59	♀	7	vaj.
8	33	16	1,41	♀	8	
9	57	28	6,42	♂	9	Chybí PK
10	53	25	4,18	♂	10	
11	65	30	7,70	♂	9	Chybí PK
12	60	31	7,91	♂	6	
13	56	28	7,01	♂	7	
14	56	27	5,47	♀	1	vaj.
15	63	24	8,05	♀	2	vaj.
16	45	22	4,35	♀	3	vaj. (ztráta)
17	55	24	6,31	♀	4	Chybí PK
18	51	21	4,57	♀	5	vaj.
19	42	20	2,66	♀	10	
20	49	20	3,83	♀	9	vaj.

Příloha 4: Výzkum porovnání jednotlivých značících metod – počátek:

Experiment značení: 3 – Alpha-štítky						
19. 4. 2007						
č.	CDT (mm)	DH (mm)	Hmot. (g)	Pohlaví	Číslo značky	Pozn.
1	61	26	8,30	♂	K00	
2	67	28	9,18	♂	K01	Chybí LK
3	61	25	7,38	♂	K02	
4	33	14	1,13	♀	K03	
5	56	24	4,92	♀	K04	vaj.
6	37	17	1,69	♀	K05	
7	63	27	7,89	♂	K06	
8	36	17	1,52	♂	K07	
9	58	27	7,13	♀	K08	
10	43	19	2,57	♀	K09	
11	37	16	1,48	♀	K10	
12	32	15	1,40	♂	K11	
13	35	15	1,46	♂	K12	
14	33	15	1,30	♂	K13	
15	32	13	0,93	♀	K14	
16	36	15	1,52	♂	K15	
17	34	15	1,29	♀	K16	
18	35	15	1,37	♀	K17	
19	31	12	0,98	♀	K18	
20	32	13	0,98	♀	K19	Chybí PK
21	28	13	0,77	♂	K20	
22	32	13	1,06	♀	K21	

Příloha 5: Výzkum porovnání jednotlivých značících metod – počátek:

Experiment značení: 4 – elastomery						
19. 4. 2007						
č.	CDT (mm)	DH (mm)	Hmot. (g)	Pohlaví	Kombinace barev	Pozn.
1	64	29	7,48	♂	Č – Č – Č	
2	48	21	3,14	♀	Č – Č – Č	
3	66	29	8,43	♂	Č – Č	
4	57	28	6,01	♂	Ž – Ž – Ž	šp. čitelnost vaj.
5	59	28	4,42	♀	Ž – Ž – Ž	
6	40	18	1,81	♂	Ž	
7	37	12	1,23	♂	Č	
8	57	23	5,20	♀	Ž – Č – Ž	
9	60	26	6,58	♀	Č – Ž – Ž	
10	57	24	5,64	♂	Č – Ž – Ž	
11	51	23	3,89	♀	Ž – Č – Č – Ž	
12	55	23	6,44	♂	Č – Ž – Č	
13	36	16	1,7	♂	Č – Ž	
14	29	12	0,89	♀	Ž	
15	38	18	1,65	♂	Ž – Ž – Č	
16	30	11	0,86	♀	Č – Ž	
17	40	19	2,11	♂	Ž – Ž	
18	32	19	1,03	♀	Ž – Ž	
19	34	15	1,26	♀	Č – Č	
20	30	13	0,88	♀	Č	
21	31	14	0,90	♀	Č – Ž – Č	
22	29	12	0,69	♀	ČČ – ČČ	
23	34	14	1,20	♀	ČČ	

Příloha 6: Výzkum porovnání jednotlivých značících metod – počátek:

Experiment značení: 5 – kontrola					
19. 4. 2007					
č.	CDT (mm)	DH (mm)	Hmot. (g)	Pohlaví	Pozn.
1	77	37	15,01	♀	vaj.
2	67	31	9,77	♀	vaj., chybí LK
3	68	33	11,64	♀	vaj.
4	65	30	9,09	♀	vaj.
5	63	30	8,75	♀	vaj.
6	65	31	9,08	♀	vaj.
7	65	29	9,59	♀	vaj.
8	60	28	7,02	♀	vaj.
9	56	26	5,87	♀	vaj.
10	56	26	6,39	♀	vaj.
11	69	33	12,05	♂	
12	64	30	9,08	♂	
13	63	30	9,49	♂	
14	65	31	9,45	♂	
15	71	35	12,5	♂	
16	61	39	7,7	♂	
17	57	28	5,85	♂	
18	56	26	5,87	♂	
19	52	25	4,26	♂	
20	57	26	4,45	♂	

Příloha 7: Výzkum porovnání jednotlivých značících metod – přelovení:

datum	Číslo nádrže	úhyn	Typ značení	jedinec	poznámka
20. 4.	I.	X	čipy		
	II.	X	pájka		
	III.	X	VIA		
	IV.	X	elastomery		
	V.	1	kontrola	♀	
26. 4.	I.	X	čipy	♀ 3906748	nakladla vajíčka
		X	čipy	♀ 3910586	nakl. a ztratila vaj., ztráta LK
		X	čipy	♀ 3910190	nakladla vajíčka
		Všichni raci bez ztráty čipu.			
	II.	X	páječka	♂ č. 9	ztráta PK
		X	páječka	♀ č. 3	ztratila vajíčka
		X	páječka	♀ č. 4	nakladla vajíčka
		Všechny značky dobře čitelné.			
	III.	X	VIA	♂ K01	ztráta LK
		X	VIA	♀ K04	nakladla vajíčka
		X	VIA	♂ K20	ztráta PK
	IV.	X	elastomery	♂ ŽŽŽ	špatná čitelnost
		X	elastomery	♀ ŽŽŽ	nakladla vajíčka
	V.	1	kontrola	♀	vajíčka, LK
3. 5.	I.	X	Čipy	3910437	Vajíčka
		X	Čipy	3911108	chybí LK
		X	Čipy	3910586	chybí LK, vajíčka
		X	Čipy	3910190	Vajíčka
	II.	X	páječka	♀ č. 6	ztráta vaj.
		X	páječka	♂ č. 9	chybí PK
		X	páječka	♀ č. 3	ztráta vaj.
		X	páječka	♀ č. 4	nakladla vajíčka
		X	páječka	♀ č. 5	ztráta vaj.
	III.	X	VIA	♂ K01	ztráta LK
		X	VIA	♀ K04	ztráta vaj.
		X	VIA	♂ K21	ztráta PK
	IV.	X	elastomery		špatná čitelnost elastomer
	V.	X	kontrola		bez úhynu
10. 5.	I.	X	čipy		beze změn
	II.	X	pájka	♀ č. 4	ztráta vaj.
	III.	X	VIA	♀ K19	špatně vyhojená, posun značky
		X	VIA	♀ K04	ztráta vaj.
	IV.	X	elastomery	♀ ŽŽŽ	nakladla vajíčka
			špatná čitelnost		
	V.	1	kontrola	♀	

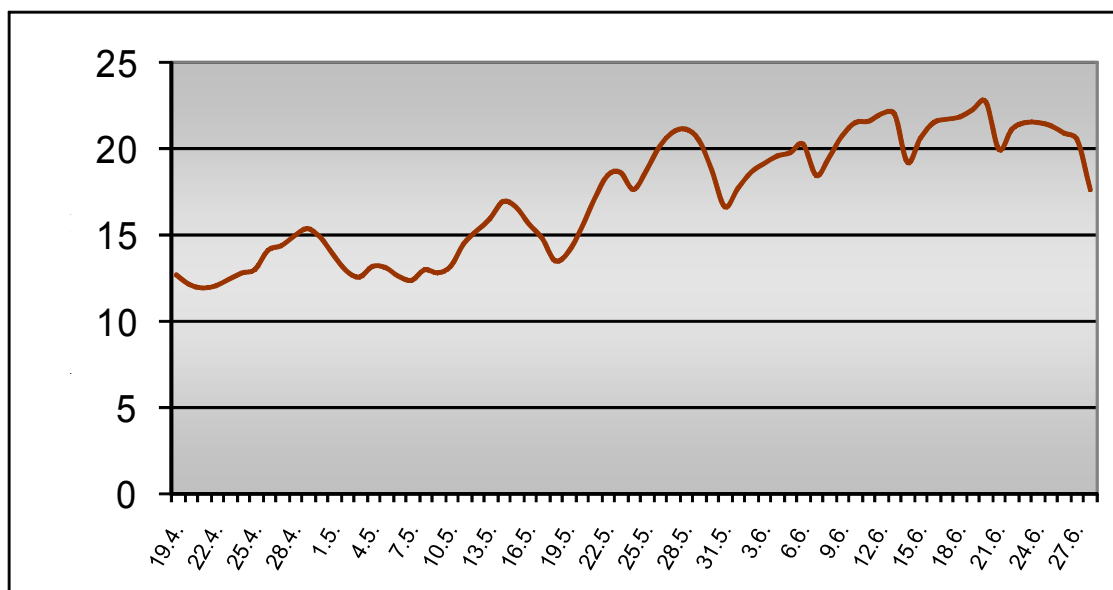
17. 5.	I.	1	čipy	♀ 3913485	Úhyn
	II	X	páječka	♀ č. 1	ztráta vaj.
	III.	X	VIA	♂ K13	svléknutý (41, 19 mm)
		X	VIA	♀ K19	špatně vyhojená, štítek leze ven
	IV.	X	elastomery	♀ ČČČ	svléknutá (54, 26 mm), dobrá čit.
		X	elastomery	♂ Ž	svléknutý (45, 22 mm), dobrá čit.
	V.	X	kontrola		bez úhynu
24. 5.	I.	X	čipy		beze změn
	II	X	páječka		beze změn
	III	X	VIA	♀ K05	svl. (44, 21 mm), výborná čit.
		X	VIA	♂ K07	špatné dohojení
	IV.	X	elastomery	♂ ŽŽŽ	svl. (63, 30 mm)
		X	elastomery	♂ ČČČ	svl. (62, 30 mm)
		X	elastomery	♂ ČŽ	svl. (42, 20 mm)
		X	elastomery	♀ ČČ	svl. (38, 19 mm)
			stabilizovala se, dobrá čitelnost		
	V.	1	kontrola		Úhyn
31. 5.	I	X	čipy	♀ 3910437	Juvenilní
		X	čipy	♀ 3910190	Juvenilní
	II.	X	páječka	♂ č. 1	svl. (66, 33 mm)
		X	páječka	♂ č. 2	svl. (70, 38 mm)
		X	páječka	♂ č. 4	svl. (65, 32 mm)
		X	páječka	♀ č. 6	Juvenilní
		X	páječka	♀ č. 7	Juvenilní
		X	páječka	♀ č. 8	svl. (35, 19 mm)
		X	páječka	♂ č. 9	Toporný
		X	páječka	♂ č. 6	Toporný
		X	páječka	♂ č. 7	svl. (63, 31 mm)
		X	páječka	♀ č. 1	Juvenilní
		X	páječka	♀ č. 2	Juvenilní
		X	páječka	♀ č. 4	Juvenilní
		X	páječka	♀ č. 5	Juvenilní
		X	páječka	♀ č. 9	juvenilní
	III.	X	VIA	♂ K00	svl. (68, 33 mm)
		X	VIA	♂ K02	svl. (66, 33 mm)
		X	VIA	♀ K03	svl. (36, 18 mm), štítek leze ven
		X	VIA	♂ K07	svl. (40, 19 mm)
		X	VIA	♀ K09	svl. (52, 24 mm)
		X	VIA	♀ K10	Štítek leze ven
		X	VIA	♂ K11	svl. (39, 19 mm)

		X	VIA	♂ K12	svl. (41, 20 mm)
		X	VIA	♀ K14	svl. (38, 18 mm)
		X	VIA	♂ K15	svl. (45, 22 mm)
		X	VIA	♀ K16	svl. (41, 19 mm)
		X	VIA	♀ K19	svl. (35, 17 mm)
		X	VIA	♀ K21	svl. (26, 18 mm)
	IV.	X	elastomery	♀ ŽŽŽ	Juvenilní
		X	elastomery	♂ ČŽŽ	svl. (60, 30 mm)
		X	elastomery	♀ ŽČČŽ	svl. (60, 29 mm)
		X	elastomery	♂ ŽŽŽ	svl. (42, 21 mm)
		X	elastomery	♀ ČŽ	svl. (34, 16 mm)
		X	elastomery	♀ ŽŽ	svl. (36, 18 mm)
		X	elastomery	♀ Č	svl. (34, 17 mm)
		X	elastomery	♀ ČČ – ČČ	svl. (32, 15 mm)
	V.	X	kontrola		2 ♀ ztratily juvenily
		X	kontrola		1 ♂ toporný
		X	kontrola		1 ♂ svl. (59, 28 mm)
7. 6.	I.	X	čipy	♀ 3910586	svl. (77, 37 mm)
		X	čipy	♀ 3905856	svl. (63, 31 mm)
	II.	X	páječka	♀ č. 6	Odlíhnuto
		X	páječka	♀ č. 7	Odlíhnuto
		1	páječka	♂ č. 9	Úhyn
		X	páječka	♂ č. 10	svl. (57, 27 mm), špatná čitelnost
		1	páječka	♂ č. 6	Úhyn
		X	páječka	♀ č. 1	Odlíhnuto
		X	páječka	♀ č. 2	Odlíhnuto
		1	páječka	♂ č. 3	Úhyn
		X	páječka	♀ č. 4	Odlíhnuto
		X	páječka	♀ č. 5	Odlíhnuto
		X	páječka	♀ č. 9	Odlíhnuto
	III.	X	VIA	♂ K01	svl. (74, 35 mm), štítek leze ven
		1	VIA	♂ K08	Úhyn
		X	VIA	♀ K17	svl. (41, 19 mm)
		X	VIA	♂ K20	svl. (32, 16 mm)
	IV.	X	elastomery	♀ ČČČ	svl. (62, 28 mm)
		1	elastomery	♂ ČČ	Úhyn
		X	elastomery	♀ ŽŽŽ	Juvenilní
		X	elastomery	♀ Ž	svl. (32, 15 mm)
		X	elastomery	♂ ŽŽ	svl. (45, 22 mm), špatná čitelnost
		X	elastomery	♀ ČČ	svl. (37, 18 mm)
		X	elastomery	♀ ČŽČ	svl. (33, 17 mm)

	V.	2	kontrola	♂	2x úhyn
		X	kontrola	♂	svl. (75, 37 mm)
		X	kontrola	♂	svl. (60, 29 mm)
		X	kontrola	♂	svl. (62, 30 mm)
14. 6.	I.	X	čipy	♀ 3910586	chybí LK
		X	čipy	♀ 3915408	svl. (77, 37 mm)
	II.	X	páječka		Beze změn
	III.	1	VIA	♀ K14	Úhyn
		1	VIA	♀ K18	Úhyn
	IV.	1	elastomery	♂ ŽŽŽ	Úhyn
		X	elastomery	♀ ŽČŽ	svl. (61, 29 mm)
		X	elastomery	♂ Č	svl. (38, 19 mm)
	V.	1	kontrola	♀	Úhyn
		X	kontrola	♂	svl. (67, 32 mm)
		X	kontrola	♂	svl. (59, 28 mm)
		X	kontrola	♂	svl. (66, 33 mm)
21. 6.	I.	1	čipy	♂ 3913033	Úhyn
		1	čipy	♂ 3911158	Úhyn
		1	čipy	♂ 3912338	Úhyn
		1	čipy	♀ 3910437	Úhyn
		1	čipy	♀ 3905856	úhyn
	II.	1	páječka	♀ č. 3	úhyn
		X	páječka	♂ č. 5	svl. (57, 29 mm)
		X	páječka	♀ č. 1	svl. (58, 28 mm)
	III.	1	VIA	♀ K05	úhyn
		1	VIA	♀ K09	úhyn
		1	VIA	♀ K10	úhyn
		1	VIA	♀ K16	úhyn
		1	VIA	♀ K19	úhyn
		1	VIA	♂ K20	úhyn
		X	VIA	♂ K01	štítek leze ven
		X	VIA	♀ K03	štítek vypadl
		X	VIA	♂ K06	svl. (66, 32 mm)
	IV.	X	elastomery	♀ ČŽŽ	svl. (64, 31 mm)
	V.	1	kontrola	♀	úhyn
		X	kontrola	♀	svl. (64, 30 mm)
28. 6.	I.	X	čipy	♂ 3911306	měkký před svl.
		X	čipy	♂ 3912611	toporný
		1	čipy	♀ 3906748	úhyn

		1	čipy	♂ 3914499	úhyn po svlékání
II.	X	X	páječka	♀ č. 9	Před svl.
III.	X	X	VIA	♂ K01	štítek leze ven
		X	VIA	♀ K03	štítek vypadl
		X	VIA	♂ K12	svl. (44, 21 mm)
		1	VIA	♀ K21	úhyn
IV.			elastomery		Beze změn
V.	1		kontrola	♀	úhyn
		X	kontrola	♂	svl. (64, 31 mm)

Příloha 8: Průběh teplot vody během pokusu č. 2:



Příloha 9: Umístění čipu v abdomenu – RTG snímek:



Příloha 10: Umístění čipu v hlavohruďi – RTG snímek:



Příloha 11: Aplikace PIT čipu do hlavohruďi raka:



Příloha 12: Aplikace PIT čipu do zadečku raka:



Příloha 13: Čtečka k identifikaci PIT čipu uvnitř těla raka:



Příloha 14: Odchovná akvária pro raka pruhovaného (pokus č. 1):



Příloha 15: Klíčka pro individuální odchov samic raka pruhovaného:



