

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta
Katedra Zoologie



Etologie sasankové krevety
***Ancylomenes longicarpus* v Rudém moři**

Diplomová práce

Bc. Martina Balzarová

Vedoucí práce: doc. RNDr. Oldřich Nedvěd CSc., PřF JU, katedra Zoologie

České Budějovice 2011

Balzarová, M., 2011: Etologie sasankové krevety *Ancylomenes longicarpus* v Rudém moři [Ethology of anemone shrimp *Ancylomenes longicarpus* in the Red Sea, Mgr. thesis in Czech] – 59 p., The Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Anotace: V této diplomové práci bylo sledováno chování krevety *Ancylomenes longicarpus* v Rudém moři. Byla zkoumána: diurnální aktivita krevety *in situ*, typy a změny v intenzitě signalizace určené rybám-klientům a čistící chování krevety.

Anotation: In this Master thesis the behaviour of anemone shrimp *Ancylomenes longicarpus* was studied *in situ* in the Red sea. The diurnal activity, signalling behaviour and also cleaning behaviour was observed and analyzed.

Klíčová slova: *Ancylomenes longicarpus*, *Periclimenes*, sasankové krevety, diurnální aktivita, signalizace, čištění, Rudé moře, mořská biologie

Keywords: *Ancylomenes longicarpus*, *Periclimenes*, anemone shrimps, diurnal activity, signalling behaviour, cleaning symbiosis, Red Sea, marine biology

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

29. 4. 2011 v Českých Budějovicích

Martina Balzarová

Vypracování této diplomové práce a odborných článků z ní vycházejících by nebylo možné bez pomoci výborného školitele pana Oldřicha Nedvěda, tímto bych mu zde chtěla ještě jednou poděkovat za cenné rady a pomoc. Velmi si také vážím připomínek a rad specialisty pana Zdeňka Ďuriše a děkuji zejména za pomoc při shánění literatury.

Terénní část práce byla podpořena finančně několika studentskými granty SGA, GA JU, katedrou Zoologie i několika sponzory. Také za tuto neodmyslitelnou pomoc při provádění vědeckého výzkumu velmi děkuji. Mé díky patří také potápěčským centrům Lighthouse a Dive Too v Egyptě a dále českým potápěčským centrům Seamaster a Seaway diving, která mi poskytovala potřebné zázemí při výzkumu. Jmenovitě pak chci poděkovat svým potápěčským kamarádům Aurore Mulkens Srp a Tomášovi Abrahámovi za vydatnou asistentskou pomoc v terénu. Za poskytnutí dodatečných ilustračních fotografií děkuji Aurore Mulkens Srp a Ladislavu Nogackovi.

Mé velké díky patří také mým rodičům, kteří mne velmi podporují a světu krevetek propadli postupně se mnou. Svému tatínkovi děkuji především za nekončící pomoc v terénu, natáčení videozáznamů a jejich konečné zpracování. Mamince pak za vydatnou podporu a pevné nervy.

Jak už to tak bývá, psaní diplomové práce se dříve či později spojí s velkou nervozitou, depresí a panikou. Za to, že jsem zpracování zvládla a dotáhla do konce, děkuji zejména svému příteli Jakubovi Karáskovi, který mne určitě viděl ve všech stádiích a vydatně mne povzbuzoval a podporoval.

*Děkuji Vám všem za to, že jsem mohla proniknout
do tajů života jedné malé krevetky.*



Práce byla částečně finančně podpořena studentskými granty SGA2009/12 a SGA2010/007.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	4
3	Literární přehled	5
4	Materiál a metodika	9
4.1	Výzkumná plocha.....	9
4.2	Průzkum lokality	10
4.3	Diurnální aktivita krevety	12
4.4	Signalizace a prahová vzdálenost.....	14
4.5	Čisticí aktivita krevety	14
4.6	Sezónní změny výskytu krevet a rozmnožování.....	15
4.7	Statistická analýza dat	16
5	Výsledky	17
5.1	Diurnální aktivita	17
5.2	Signalizace a její prahová vzdálenost	22
5.2.1	Signalizace	22
5.2.2	Prahová vzdálenost	24
5.3	Čištění	25
5.3.1	Typy čisticích stanic	25
5.3.2	Postup čištění	26
5.3.3	Efektivita čištění	27
5.3.4	Složení klientely	29
5.4	Sezónní změny výskytu krevet a rozmnožování.....	33
6	Diskuze	34
6.1	Diurnální aktivita	34
6.2	Signalizace a prahová vzdálenost.....	35
6.3	Čištění	37
7	Závěr	39
8	Seznam literatury	41
9	Příloha.....	49

1 Úvod

Vztahy mezi sasankami a sasankovými rybami jsou velmi dobře zmapovány (např. Mariscal 1970a; 1970b; Elliot & Mariscal 2001; Fricke 1973; 1974; 1983; 1987; Miyagawa K. & Hidaka T. 1980; Murata et al. 1986; Fautin 1986; 1991; 1992; Bauer 2004; Arvedlund & Takemura 2005; Holbrook & Schmitt 2005; Chadwick & Arvedlund 2005; Porat & Chadwick-Furman 2004; 2005; Roopin et al. 2008), ale méně známé jsou vztahy mezi sasankami a dalšími bezobratlými, např. krevetami. Informace o ekologii a chování některých sasankových krevet téměř nemáme, i přestože o těchto vazbách víme (Bauer 2004; Bruce 1976a; 1976b; 1985; Herrnkind et al. 1976; Mercado & Capriles 1982; Criales 1979; 1984; Jonsson et al. 2001; Khan et al. 2003; 2004; Calado et al. 2007). Velmi mnoho studií je zaměřeno na preferenční vazby mezi určitými druhy sasankových ryb a krevet k určitým druhům sasanek (Bruce 1976a; 1976b; Stanton 1977; Suzuki & Hayashi 1977; Mercado & Capriles 1982; Fautin 1986; Fautin et al. 1995; Guo et al. 1996; Khan et al. 2003; 2004; Calado et al. 2007). Avšak druh sasanky není jediný faktor, který ovlivňuje volbu určitého jedince. Krevety mohou být významně ovlivněny prostředím, v jakém se daná sasanka nachází. Třeba silný proud může krevetě zabránit v usazení na sasance, stejně jako jiné již asociované organismy mohou krevetě v kolonizaci sasanky aktivně bránit. Abychom doopravdy pochopili, proč si krevety vybírají určité sasanky, musíme zaznamenat celou řadu environmentálních faktorů (hloubka, přítomnost asociovaných organismů, podklad sasanky, její velikost atd.).

Indický a Tichý oceán jsou výbornými geografickými oblastmi pro společné studium sasankových ryb a krevet, jelikož spolu koexistují na stejných druzích sasanek. Můžeme zde tedy zkoumat nejen interakce mezi rybou a sasankou nebo krevetou a sasankou, ale i mezi krevetou a asociovanou rybou. I přesto, že je v této oblasti velká druhová diverzita sasankových krevet s mnoha endemickými druhy, existuje pouze málo vědeckých prací z oblasti Indo-Pacifiku. Na druhé straně bylo publikováno mnoho prací zabývajících se ekologií a chováním sasankových krevet z oblasti tropického Atlantiku (např. Limbaugh et al. 1961; Mahnken 1972; Herrnkind et al. 1976; Stanton 1977; Knowlton & Keller 1983; 1985; Johnson & Ruben 1988; Nizinski 1989; Wicksten 1995; Mihalik & Brooks 1997; Williams & Bunkley-Williams 2000). Několik vědeckých prací z oblasti Rudého moře, zejména z Akabského zálivu, zaznamenávalo

druhy sasanek a asociovaných organismů (Bruce & Svoboda 1983; Chadwick & Arvedlund 2005; Chadwick et al. 2008). Byly zde i pokusy o zdokumentování chování a čistící aktivity krevety *Ancylomenes longicarpus* (Chadwick et al. 2008; Chapuis & Bshary 2009; 2010).

V Rudém moři můžeme nalézt tyto druhy sasankových krevet: čeled' Palaemonidae: *Ancylomenes longicarpus* Bruce & Svoboda, 1983 (nedávno popsany rod: Okuno & Bruce 2010; dříve v rodu *Periclimenes*), *Periclimenes brevicarpalis* Shenkel, 1902, *Periclimenes ornatus* Bruce, 1969 a *Cuapetes tenuipes* Borradaile, 1898 (Okuno 2009, dříve rod *Kemponia*). V blízkosti sasanek můžeme najít i krevety *Thor amboinensis* De Man, 1888 (Hippolytidae). Velmi často se u sasanek zdržují i volně žijící čistící krevety *Stenopus hispidus* Olivier, 1811, a *Urocaridella pulchella* Borradaile, 1915. (Příloha V. obrázky na CD).

V této oblasti nalezneme sedm druhů sasanek: *Stichodactyla haddoni* Seville-Kent, 1893, *Megalactis hemprichii* Ehrenberg, 1834, *Heteractis aurora* Quoy & Gaimard, 1833, *Heteractis magnifica* Quoy & Gaimard, 1833, *Heteractis crispera* Ehrenberg, 1834, *Entacmaea quadricolor* Rüppell & Leuckart, 1828, a *Cryptodendrum adhaesivum* Klunzinger, 1877. Ve stejné oblasti se vyskytují i dva druhy ryb asociujících se sasanami, klaun *Amphiprion bicinctus* Rüppell, 1830, a juvenilní jedinci komorníka *Dascyllus trimaculatus* Rüppell, 1829 (Fautin 1992; Randall & Fautin 2002) (Příloha V. obrázky na CD).

Krevety *A. longicarpus*, *S. hispidus* a *U. pulchella* poskytují čistící služby podobně jako pyskoun *Labroides dimidiatus* (Bshary et al. 2007). Distribuce čistících stanic ovlivňuje dokonce i distribuci korálových ryb na útesu (Foster 1985; Whiteman et al. 2002; Bshary et al. 2007). Krevety mají své čistící stanice, kam ryby-klienti připlouvají, aby si nechaly očistit povrch těla od ektoparazitů, vyčistit rány a také nechat si odstranit zbytky potravy v ústní dutině a nečistoty na žaberních lupíncích (např. Limbaugh et al. 1961; Mahnken 1972; Foster 1985; Jonasson 1987; Spotte 1995; Ostlund-Nilsson et al. 2005). Díky těmto službám jsou krevety v relativní bezpečí před napadením predátorem (Arnal et al. 2001; Becker & Grutter 2005). Aby krevety přilákaly svého zákazníka, používají širokou škálu signálů (např. Suzuki & Hayashi 1977; Okuno & Nomura 2002; Becker et al. 2005; Chadwick et al. 2008).

Tato diplomová práce navazuje na bakalářskou práci (Balzarová 2009) a je zaměřena na ekologii a etologii endemického druhu krevety *Ancylomenes longicarpus* žijící v Rudém moři. Je zde poprvé zaznamenána diurnální aktivita krevety, včetně nočního pozorování. *A. longicarpus* je zároveň tzv. čistící krevetou; v rámci terénního výzkumu byly zaznamenány typy signalizace, které používá k přilákání ryb. Dále byla zkoumána změna intenzity signalizace v průběhu dne, a také byl popsán postup čištění. Výsledky ekologické části práce zaměřené na environmentální faktory ovlivňující rozmístění jednotlivých druhů sasankových krevet v Rudém moři jsou zpracované ve studii Balzarová & Nedvěd (submitted).

2 Cíle práce

- Provést pokusy v terénu zaměřené na etologii *Ancylomenes longicarpus*:
 1. Denní a noční aktivita krevety.
 2. Signalizace a prahová vzdálenost signalizace krevetou. Vyhodnotit diurnální změny intenzity a délky trvání signalizace u krevet.
 3. Čisticí chování krevety. Zaznamenat prvky chování krevet, ryb klientů a sasankových ryb při čištění.
 4. Sezónní změny výskytu krevet a rozmnožování.

3 Literární přehled

Popis druhu Ancylomenes longicarpus

Ancylomenes longicarpus je středně velkou krevetou se štíhlým tělem (Příloha I. Obr. 1). Dorůstá maximální délky těla 2,5 cm. Má velmi hladký krunýř a na rostru se nalézají 5 až 6 dorzálních zubů. Kreveta má dobře vyvinuté oči s protáhlými očními stopkami. Druhý pár nohou je prodloužený s velkými klepety. Pleopody jsou normální. Uropody jsou velmi dobře vyvinuté a přesahují konec telsonu. Na třetím článku pleonu je nápadný hrb. *Ancylomenes longicarpus* má útvar zvaný „béc ocellaire“, který někteří autoři ztotožňují s naupliovým okem. Znak „béc ocellaire“ byl poprvé popsán Coutiérem (1899) u krevet čeledi Alpheidae a vyskytuje se vzácně u krevet čeledi Palaemonidae. Byl potvrzen ještě u krevety *A. aesopius* (Bruce 1977). Okuno & Bruce (2010) uvádějí, že se jedná o typický znak téměř všech krevet rodu *Ancylomenes* a nazývají ho angl. „interocular process“. Funkce tohoto útvaru je zatím neznámá.

Kreveta je průhledná s bílými a fialovými vzory na těle. Na ocasním vějíři má fialové skvrny, na hlavě bílou linku mezi očima. Na 3. článku pleonu se nachází výrazná bílá skvrna ve tvaru „V“ a po celé délce pleonu se uvnitř táhne bílý pruh (Příloha I. Obr. 2-5) (Bruce & Svoboda 1983; Debelius 2001; 2002; Lieske & Myers 2004; Balzarová 2009).

Systematika

Kreveta *Ancylomenes longicarpus* patří mezi Caridea, čeleď Palaemonidae, podčeleď Pontiinae, rod *Ancylomenes* (nedávno vyčleněný z rodu *Periclimenes*) (Okuno & Bruce 2010). Rod *Ancylomenes* byl vyčleněný na základě podobné ekologie jednotlivých druhů a také podle tří společných morfologických znaků, které chybí všem ostatním krevetám v jiných rodech, včetně v rodu *Periclimenes*.

Dosavadní znalosti o ekologii druhu A. longicarpus

Kreveta *Ancylomenes longicarpus* žije v oblasti Rudého moře. Vyskytuje se v hloubkách od 1 do 40 m. Žije ve skupinách čítajících až 50 jedinců (Chapuis & Bshary 2009), průměrný počet jedinců na sasanku se pohybuje kolem 8–10 (Bruce

& Svoboda 1983; Chadwick et al. 2008; Balzarová & Nedvěd submitted) (Příloha II. Obr. 1).

Kreveta žije v symbióze s korály a mořskými sasankami, avšak byla spatřena i bez hostitelů. *A. longicarpus* je druhem schopným žít a obývat více hostitelů. Nejvíce asociuje s těmito druhy korálů a sasanek: rod *Xenia*, *Plerogyra sinuosa* (Příloha II. Obr. 2–3), *Entacmaea quadricolor*, *Heteractis aurora* a *Megalactis hemprichii*. Na koraliorforních hostitelích (jako je korál *P. sinuosa*) byly spatřeny i jiné krevety rodu *Periclimenes* (Williams & Williams 1982; Ritson-Williams & Paul 2007). Velmi často se tento druh krevety vyskytuje společně na hostitelské sasance s dalšími druhy sasankových krevet a s rybami *Amphiprion bicinctus* a *Dascyllus trimaculatus*. (Bruce & Svoboda 1983; Debelius 2001; 2002; Lieske & Myers 2004; Chadwick & Ďuriš 2006; Chadwick et al. 2008) (Příloha V. obrázky na CD).

V rámci rodu *Periclimenes* se dříve rozlišovaly tři ekologické typy sasankových krevet. Skupina *aesopius* (nyní rod *Ancylomenes*) momentálně obsahuje asi 18 druhů krevet (Okuno & Bruce 2010). Tyto krevety se vyznačují tím, že žijí převážně na sasankách, ale pohybují se (vznášejí se) i volně v prostoru nad nimi. Druhou ekologickou skupinou je tzv. skupina „*brevicarpalis*“ o šesti druzích (Bruce 2010), jejíž představitelé se vyskytují zejména na těle či orálním disku sasanky a nevznášejí se volně v prostoru kolem hostitele (stále součást rodu *Periclimenes*). Třetí ekologickou skupinou pak představují krevety žijící na substrátu pod sasankou a jejím okolí (nyní rod *Cuapetes*) (Okuno 2009).

Jelikož byli jedinci *A. longicarpus* několikrát spatřeni v nočních hodinách bez svého hostitele (Bruce & Svoboda 1983; Chadwick et al. 2008; Ďuriš osobní sdělení), je vztah tohoto druhu krevety se sasankou klasifikovaný jako fakultativní komenzalismus.

Dosavadní znalosti o etologii A. longicarpus

Tento druh krevety má velmi nápadné chování, velmi často totiž mává prodlouženými druhými pereipody s velkými klepítky. Tento typ chování se označuje jako signalizační. Kreveta takto na sebe upozorňuje, že provádí čisticí funkce. U *A. longicarpus* bylo navíc pozorováno i tzv. kývání těla ze strany na stranu (angl. „swaying“ nebo také „swinging“). Dalším způsobem signalizace je pak i pouhé vyplavání krevety ze sasanky

směrem k potenciálnímu klientovi (Suzuki & Hayashi 1977; Chadwick et al. 2008). Díky tomuto poutavému lákání klientů a následnému čištění tak můžeme krevetou *A. longicarpus* řadit mezi čistící krevety (Bshary et al. 2007; Chadwick et al. 2008; Chapuis & Bshary 2009; 2010). Čištění má přesný postup a hierarchii. Čistič se ze své strany nejdříve snaží upoutat pozornost potenciálního klienta, poté se opatrně přiblíží k rybě. U krevet byl často pozorován nejprve dotek těla ryby tykadlem a poté první bližší kontakt. Klient se postaví vertikálně s hlavou nahoru nebo dolů, roztáhne prsní ploutve a otevře tlamu. Čistící kreveta pak začne s očištěním hostitele. Odstraní odumřelou kůži, zbytky potravy mezi zuby, poraněnou tkáň a případné parazity (Sargent & Wagenbach 1975; Fricke 1987; Wicksten 1995).

U *Ancylomenes longicarpus* bylo zjištěno, že frekvence signalizace koresponduje s hladovostí krevety; čím hladovější kreveta je, tím intenzivněji signalizuje (Bshary et al. 2007; Chapuis & Bshary 2009; 2010). Toto zjištění bylo potvrzeno již u řady studií na jiných druzích krevet, např. u *Urocaridella* sp. (Becker & Grutter 2005). Srovnání čištění pyskounem *Labroides dimidiatus* a krevetou *Ancylomenes longicarpus* ukazuje kvalitu čistící služby. Chapuis & Bshary (2009) zjistili, že kreveta poskytuje svým klientům lepší servis než pyskoun *L. dimidiatus*. Toto chování má podle autorů dva důvody: 1) Kreveta je více náchylnější k predování, a proto se více snaží. 2) Kreveta nemá předpoklady pro „podvádění“ klientů, protože má horší schopnost rozeznat predátory s větší hrozbou od běžných ryb-klientů. Nicméně ojediněle byly krevety pozorovány při takovém „podvádění“, kdy pojídaly sliz z těla ryb, místo toho, aby požíraly ektoparazity. Krevety jsou také během čištění v neustálém tělesném kontaktu s rybami-klienty. Po klientovi chodí a tím ho mohou dotekově stimulovat více než rybí čistič. Toto se pak odráží v chování ryb klientů: mohou být při čištění agresivní, klidní až neteční.

Bshary spolu se svými kolegy (2007) zjišťoval, zda čističi redukuje stres u klientů. Míra stresu byla zjišťována u dvou druhů ryb: *Chromis dimidiata* a *Pseudanthias squamipinnis*. Ryby měly buď přístup k čističi pyskounovi *Labroides dimidiatus*, nebo k čistícím krevetám *Stenopus hispidus* či *Ancylomenes longicarpus*, anebo k žádnému čističi. Bylo zjištěno, že čističi hrají významnou roli v redukci krátkodobého stresu u svých klientů. Chapuis & Bshary (2010) se zaměřili na signalizaci prováděnou krevetou *A. longicarpus*, zejména na mávání klepety. Na základě pozorování zvýšené

aktivity signalizace v přítomnosti predátorů byla vyřčena domněnka, zda se nejedná o chování, kterým kreveta potvrzuje svou identitu a slouží tak ke zvýšení ochrany před predací. Tento závěr je v rozporu s jinou prací (Chadwick et al. 2008), kde se tento typ chování považuje za signalizaci k přilákání klienta. Podle této práce kreveta provádí kývání těla v cyklech po 1,45–2,66 s. Byl nalezen signifikantní rozdíl ve frekvenci kývání mezi ranními a odpoledními hodinami – v ranních hodinách byl cyklus kratší. Celková doba signalizace máváním druhými pereopody se pohybovala v rozmezí 0,36 –2,88 s.

4 Materiál a metodika

4.1 Výzkumná plocha

Terénní část práce byla prováděna na lokalitě v severní části Rudého moře v Akabském zálivu v Dahabské zátocce a okolí.

Rudé moře má několik zásadních charakteristik. Jedná se o nejseverněji položené tropické moře, je součástí Indického oceánu, i když s ním má jen velmi úzké spojení na jihu. Vyskytuje se zde mnoho druhů organismů stejných jako v celé Indo-Západotichomořské biogeografické oblasti a je zde značný počet endemických druhů. Přes Suezský průplav se do Rudého moře dostávají invazní druhy a naopak mnoho rudomořských druhů invaduje do Středozemního moře (např. ryba žabohlavec *Thalassothia cirrhosa* Klunzinger, 1871, krab *Ixa monodi* Holthuis and Gottlieb, 1956, nebo krevety *Urocaridella pulchella* Yokes & Galil, 2006, a *Metapenaeopsis aegyptia* Galil & Golani, 1990) (např. Galil 1993; 2008; Yokes & Galil 2006; Artúz 2007). Rudé moře má plochu 438 000 km², průměrná hloubka je 490 m. Vyskytuje se zde mnoho šelfových oblastí. Salinita se pohybuje mezi 36 a 38 promile a průměrná roční teplota povrchové vody je 22 °C. Výrazné změny teploty vody během roku se dějí zejména v severní části moře; naměřené hodnoty výrazně překračují parametry pro tropická moře. Na severu se teploty pohybují od 21 °C v zimě do 26 °C v létě a v jižní části může teplota v létě dosáhnout více než 34 °C (v zimě se teplota drží kolem 28 °C). Expedice a vědecké studie prováděné v Rudém moři byly zaměřeny převážně na zkoumání rozdílů fauny a flory mezi Indickým oceánem a Rudým mořem (Debelius 2001; 2002; Lieske & Myers 2004).

Vesnice Dahab se nachází u severovýchodní části Rudého moře u Akabského zálivu, na Sinajském poloostrově. Akabský záliv má maximální hloubku 1850 m (mnohem větší Suezský záliv je hluboký pouhých 100 m). Záliv je nejširším místě široký 24 km a dlouhý 160 km. Geologicky je Akabský záliv součástí Velkého riftového údolí, které se rozpíná od pobřeží východní Afriky skrz Rudé moře a pokračuje až do Mrtvého moře (Thurman & Trujillo 2002). Celá oblast zálivu je velmi bohatá na korálové útesy, mnoho jich vzniklo na potopených vracích.

Dahabská zátoka leží přibližně 28°30' severně a 34°31' východně. Na obou stranách zátoky se vyskytují bohaté korálové útesy – na severu naleznete útes zvaný Lighthouse, který dál pokračuje několik kilometrů severně až k slavné lokalitě Blue Hole. Na jižní straně zátoky je útes Mashraba, který směřuje obdobně směrem na jih. Uprostřed zátoky se nachází písčité a travnaté dno (porosty *Cymodocea serrulata* a *C. rotundata*). Obyvatelé Dahabu byli zvyklí odhazovat odpadky do moře, na dně tu tedy najdeme staré pneumatiky, přepravky, lahve atd., které dnes poskytují útočiště a úkryt pro mnoho mořských organismů. V roce 2006 umístila do zátoky skupina potápěčů keramické amfory za účelem vytvoření umělého korálového útesu. Momentálně se na dně zátoky nacházejí pouze ojedinělé korálové bloky.

Maximální hloubka v zátoce dosažitelná rekreačními potápěči je 40 m, dno se rychle svažuje od 5 do 20 m, potom pozvolně klesá do 40 m. Viditelnost je většinou velmi dobrá, průměrně 10 a více metrů. Teplota vody v letních měsících je mezi 26 °C a 28 °C, v zimních kolem 23 °C. Celkově byl prozkoumán cca 3km úsek korálového útesu včetně Dahabské zátoky.

4.2 Průzkum lokality

V Dahabské zátoce bylo zaznamenáno 473 sasanek s 1877 symbiotickými krevetami a 1104 asociovanými rybami (Tab. 1). Sasanky se nacházely v různých hloubkách od 0,5 m do hlubších vod s maximální zjištěnou hloubkou 36 m, průměrná hloubka pro výskyt sasanek byla 15 m. Průměr těla sasanek se u různých druhů pohyboval od 2 cm po naměřené maximum 55 cm. Sasanky se nacházely na různých substrátech: korálový útes, písčité dno, travnaté dno, kusy kamene a také na nebo uvnitř starých pneumatik. Nalezené sasanky byly označeny štítkem s číslem (Příloha II. Obr. 4) a zaznamenány do mapy lokality.

Tab. 1 Zaznamenané druhy a počty jedinců sasank, sasankových krevet a ryb v Dahabské zátocce

Druh	Počet jedinců
Sasanky	
<i>Entacmaea quadricolor</i>	374
<i>Stichodactyla gigantea</i>	10
<i>Heteractis crista</i>	51
<i>Heteractis magnifica</i>	0
<i>Heteractis aurora</i>	18
<i>Megalactis hemprichii</i>	2
<i>Cryptodendrum adhaesivum</i>	18
Asociované krevety	
<i>Ancylomenes longicarpus</i>	783
<i>Periclimenes ornatus</i>	417
<i>Periclimenes brevicarpalis</i>	31
<i>Cuapetes tenuipes</i>	262
<i>Thor amboinensis</i>	163
<i>Stenopus hispidus</i>	198
<i>Urocaridella pulchella</i>	23
Sasankové ryby	
<i>Amphiprion bicinctus</i>	767
<i>Dascyllus trimaculatus</i>	337

Časový průběh práce

Terénní část práce probíhala po částech v obdobích od roku 2007 do roku 2010. Průzkum lokality a označení sasank pro ekologickou část byl proveden v létě 2007 a v létě 2008. V létě 2009 pak byla zkoumána diurnální aktivita krevet a v létě 2010 čistící aktivita a signalizace krevetou. Několik pozorování bylo provedeno také v říjnu a listopadu 2009 a v březnu a dubnu 2010. Tato pozorování byla zaměřená na zaznamenání sezónních změn v populaci krevet a zjištění rozmnožovacího období.

4.3 Diurnální aktivita krevety

Z nalezených sasank bylo vybráno 20 jedinců *Entacmaea quadricolor*, které hostily alespoň čtyři jedince *Ancylomenes longicarpus*. Deset sasank bylo situováno v oblasti korálového útesu a deset bylo na travnatém a písčném dně uprostřed zátoky.

Po přiblížení potápěče byla ponechána třiminutová aklimatizační doba, aby si krevety na přítomnost potápěče navykly, a teprve pak bylo zahájeno pozorování. Byl vybrán jeden náhodný jedinec, a ten byl pozorován po dobu 10 minut. Aktivita krevet byla zaznamenána s přesností na 5 vteřin. Pozorování aktivity probíhalo 5x denně (ráno 6–9 h; poledne 10–13 h; odpoledne 14–17 h; večer 18–21 h; noc 22–1 h) na 20 sasankách. Celkové pozorování jedinců trvalo 1000 min (200 min na každou denní dobu).

Na základě pozorování jednotlivých jedinců krevet byl stanoven etogram. Jednotlivé typy chování byly rozčleněny do 11 kategorií:

Plavání: kreveta se vznáší v prostoru nad sasankou, plave pomocí pleopodů.

Lezení: pozorovaný jedinec leze po povrchu sasanky nebo na substrátu mimo sasanku.

Kývání: signalizace, kreveta dává najevo, že provádí čistící služby tím, že svým tělem kývá ze strany na stranu, provádí buď v klidu na sasance, případně při plavání.

Sedění: kreveta je situována na jednom místě na libovolném substrátu, chapadlu sasanky či orálním disku, neopouští ho, nehýbe se z místa. Klidová fáze, občas doprovázená signalizačním chováním.

Mávání: signalizace, kreveta mává prodlouženými druhými pereopody s velkými klepítky.

Čištění: kreveta provádí čištění na rybě.

Komfortní chování: jedinec očišťuje svůj karapax, ústní ústrojí, oči a oční stopky.

Interakce s krevetou: kreveta se přiblíží do blízkosti jiného jedince, proběhne dotyk.

Oždibování sasanky: kreveta svými klepítky odebírá slizovou vrstvu a částičky potravy na chapadlech sasanky a požírá ji.

Příjem potravy: jedinec se krmí jiným způsobem mimo sasanku a čistící interakci.

Úskok: reakce na nebezpečí, kreveta prudce odskočí směrem od zdroje nebezpečí.

Zároveň se zaznamenaným chováním (doba a četnost činnosti) se určovala i poloha jedince na sasance (8 kategorií):

Orální disk sasanky: kreveta se pohybuje v okolí orálního disku sasanky, kde se nachází její ústní otvor ověšený chapadly

Chapadla sasanky: kreveta se nachází na chapadle sasanky mimo orální disk

Okraj sasanky: kreveta se nachází stále na chapadle sasanky, ale až na jeho samém okraji, konci

Mimo sasanku: jedinec úplně opustil sasanku, je mimo ní na okolním korálovém útesu, hornině, trávě...

Pod sasankou: kreveta se schovává nebo pohybuje na substrátu pod sasankou v oblasti uchycení sasanky k podkladu

Nad sasankou: kreveta se vznáší nad sasankou

Na sasankových rybách: kreveta čistí nebo leze po rybách žijících v asociaci se sasankou, jako jsou klauni nebo komorníci

Na jiné rybě: kreveta čistí nebo leze po rybách-klientech navštěvujících sasanku za účelem čištění

4.4 Signalizace a prahová vzdálenost

Kreveta *A. longicarpus* vykazuje chování, které se dá vysvětlit jako signalizace čistícího servisu pro korálové ryby. V této práci bylo zaznamenáno: jaké typy signalizace kreveta používá, jak se mění jejich frekvence během dne a také jaká je prahová vzdálenost signalizace krevetou. Signalizace kýváním a máváním je prováděna v sériích sestávajících z několika cyklů. Cyklus je část signalizace, kde jeden cyklus značí, že kreveta začala s pereiopody u sebe, mávla a opět je dala k sobě, anebo kývnutí na stranu a zpět.

Signalizace kýváním byla zaznamenána v různých denních dobách (10 krevet každou denní dobu: ráno, poledne, odpoledne, večer) a na různých místech (krevety žijící v symbióze se sasankou *E. quadricolor*, s bublinkovým korálem *P. sinuosa*, krevety žijící volně bez hostitele a kývání krevety při plavání). Byl zaznamenán celkový čas signalizace krevetou, počet sérií za sledovaný interval (5 min) a počet cyklů na sérii.

Mávání pereiopodů bylo zdokumentováno na 40 krevetách (10 jedinců v každou denní dobu) žijících na sasankách *Entacmaea quadricolor*. Během pětiminutového intervalu byla zaznamenána: celková doba signalizace, počet sérií a počet cyklů mávání. Dále bylo natočeno a vyhodnoceno mávání ve stejnou denní dobu u pěti krevet žijících mimo hostitele a porovnáno s pěti jinými jedinci žijícími v symbióze se sasankou.

Prahová vzdálenost signalizace krevetou byla zkoumána na 30 sasankách 4x denně (brzo ráno 6–9 h, kolem poledne 10–13 h, odpoledne 14–17 h, večer 18–21 h). Pokus probíhal tak, že se potápěč přibližoval k sasance ze vzdálenosti 1 m, zaznamenával se typ signalizace vyslaný vůči potápěči a vzdálenost v jaké kreveta s touto signalizací začala. Po úplném přiblížení k sasance byla krevetě nabídnuta ruka (Příloha III. Obr. 1), případné čištění bylo zaznamenáno, včetně délky trvání v sekundách pomocí stopek.

4.5 Čistící aktivita krevety

Některé sasanky druhu *E. quadricolor* sloužily jako čistící stanice krevet *A. longicarpus*. Pro pozorování bylo vybráno 10 sasanek v oblasti korálového útesu, 10 sasanek v oblasti písčného a travnatého dna. Navíc bylo zdokumentováno ještě pět čistících

stanic *A. longicarpus* u bublinového korálu *Plerogyra sinuosa* a pět stanic bez přítomnosti hostitele (krevety žily v puklině).

Stanice se nacházely v hloubkách od 2 m do 22 m. Čisticí stanice byly pozorovány 4x denně po dobu 30 min. Pozorování probíhalo ze vzdálenosti cca 1,5–2 m od stanice a začínalo okamžikem, kdy do stanice připlula ryba za účelem očististy. Byly zaznamenány všechny druhy ryb, které do stanice připlouvaly (určováno podle Debelius 2001; Lieske & Myers 2004; 2005) a zároveň byla odhadnuta jejich velikost (s pomocí 30cm pravítka). Doba trvání čisticí interakce byla zaznamenána s přesností na 5 sekund. Dále se sledovalo chování ryb-klientů před interakcí, během interakce (např. odhánění krevety) i po interakci (např. odplutí, pronásledování čističe) a samozřejmě i chování krevet při čištění.

Velikost skupiny čisticích krevet ve stanicích se pohybovala od 2 do 6 jedinců. Pokud to bylo možné, byl pořízen z čisticí stanice videozáznam pro další analýzy. Celkově bylo napozorováno 1200 min na sasankách na korálovém útesu, 1200 min na sasankách v trávě, 600 min na korálu *P. sinuosa* a 600 min u stanic krevet bez zjevného hostitele. Dále bylo blíže analyzováno 10 videozáznamů čištění pořízených v terénu na korálovém útesu (tj. 300 min).

Z doby chování krevety a ryby-klienta je možné spočítat efektivitu komunikace mezi krevetou a klientem (podle Jonasson 1987): angl. clean/pose ratio = total duration of cleaning/total duration of posing. Hodnota 1 znamená výbornou komunikaci mezi krevetou a klientem, hodnoty nižší nebo vyšší znamenají méně efektivní komunikaci. Dále poměr mezi čištěním dorzální a ventrální strany ryby: angl. dorzal/ventral ratio, tato hodnota vypovídá o poměru čištění břišní a hřbetní části těla ryby krevetou.

4.6 Sezónní změny výskytu krevet a rozmnožování

Během potápění na lokalitě a dále pak při samotném výzkumu byly psány poznámky o výskytu krevet a o zastoupení samic s vajíčky v populaci. Na základě těchto pozorování byly odhadnuty sezónní změny výskytu krevet.

4.7 Statistická analýza dat

Získaná data byla analyzována v programu Statistica 9 a Canoco for Windows 4.5. Všechna data se blížila normálnímu rozdělení, a proto byly použity statistické metody určené k tomuto rozdělení (např. t-test, ANOVA) a dále deskriptivní statistika. Pro data s nenormálním rozdělením byly použity neparametrické metody (např. Kruskal Willson, Man Whitney U test) Grafy byly vytvořeny v programu Statistica 9, CanoDraw a v programu Excel.

5 Výsledky

5.1 Diurnální aktivita

Současná analýza doby trvání jednotlivých aktivit krevet *A. longicarpus* v různé denní dobu a ve dvou rozdílných habitatech ukázala průkaznou trojnou interakci (trojcestná ANOVA $F = 3,9$; $p < 10^{-6}$; $df = 40$). Tento výsledek však ovlivnilo v zásadě jen několik málo aktivit: krevety žijící na sasankách v oblasti travnatého dna se ráno více kývají, v poledne více „sedí“ (jsou v klidové poloze) večer více přijímají potravu sbíráním částecek v okolí sasanky; naproti tomu krevety na sasankách v oblasti korálového útesu v ranních hodinách více oždibují sasanku a večer mají tendence k uskakování. U ostatních typů chování v různých denních dobách a v různých habitatech byly minimální rozdíly.

Rozdíl v délce trvání jednotlivých typů aktivit krevet mezi různými habitaty (korál, písek/tráva) byl celkově průkazný (trojcestná ANOVA, dvojná interakce, $F = 6,10$; $p < 10^{-6}$; $df = 10$). Z jednotlivých aktivit vyšel průkazný rozdíl (Tukey HSD test) pouze v aktivitě úskok (intenzivnější na korálech; Tab. 2).

Trojcestná ANOVA denní doba x habitat x pozice vyšla opět průkazně ($F = 3$; $p = 0,000026$; $df = 28$). Ve skutečnosti se odlišuje v těchto dvou rozdílných habitatech pouze pozice krevet v poledne na okraji sasanky (krevety jsou zde více na trávě než na korálu). Jinak se mezi habitaty doba strávená krevetami v jednotlivých pozicích nelišila (trojcestná ANOVA, dvojná interakce $F = 1$; $p = 0,554$; $df = 7$). Můžeme tedy vliv prostředí zanedbat a pro další analýzy data sloučit.

Poměry jednotlivých činností, které tvoří celkovou aktivitu krevet, byly celkem vyrovnány. Největší část zaujímalo lezení (12,1 %), kývání (11,8 %), sedění (11,3 %) a čištění (10,2 %). Dále následovalo plavání (9,9 %), oždibování sasanky (8,3 %), mávání (8,2 %), komfortní chování (8,2 %), interakce s krevetou (7,4 %), úskok (6,4 %) a příjem potravy (6,2 %). Z toho vyplývá, že kreveta *Ancylomenes longicarpus* se primárně živí potravou získanou během čištění ryb či sasanky (dohromady 18,5 %). Krevety trávily nejvíce času na sasance 51 % (přičemž 21 % celkového času se zdržovaly na orálním disku sasanky, 12 % na chapadlech sasanky, 18 % času na okraji sasanky), pod sasankou se vyskytovaly 3 % času, 11 % času se vznášely krevety nad sasankou a 22 % veškeré aktivity trávily pobytem mimo sasanku. Čisticí

aktivitě věnovaly krevety celkově 13 % času, přičemž 1 % času se věnovaly čištění sasankových ryb a 12 % ostatních korálových ryb (klientů).

Tab. 2. Trvání jednotlivých typů aktivity krevety a čas strávený v různých pozicích, oboje sledováno zvlášť v různých habitatech, pozorování v různou denní dobu sloučena. Každá buňka udává průměrnou hodnotu v sekundách z 50 pozorování, každé o délce 600 sekund, p je výsledek Tukey HSD testu.

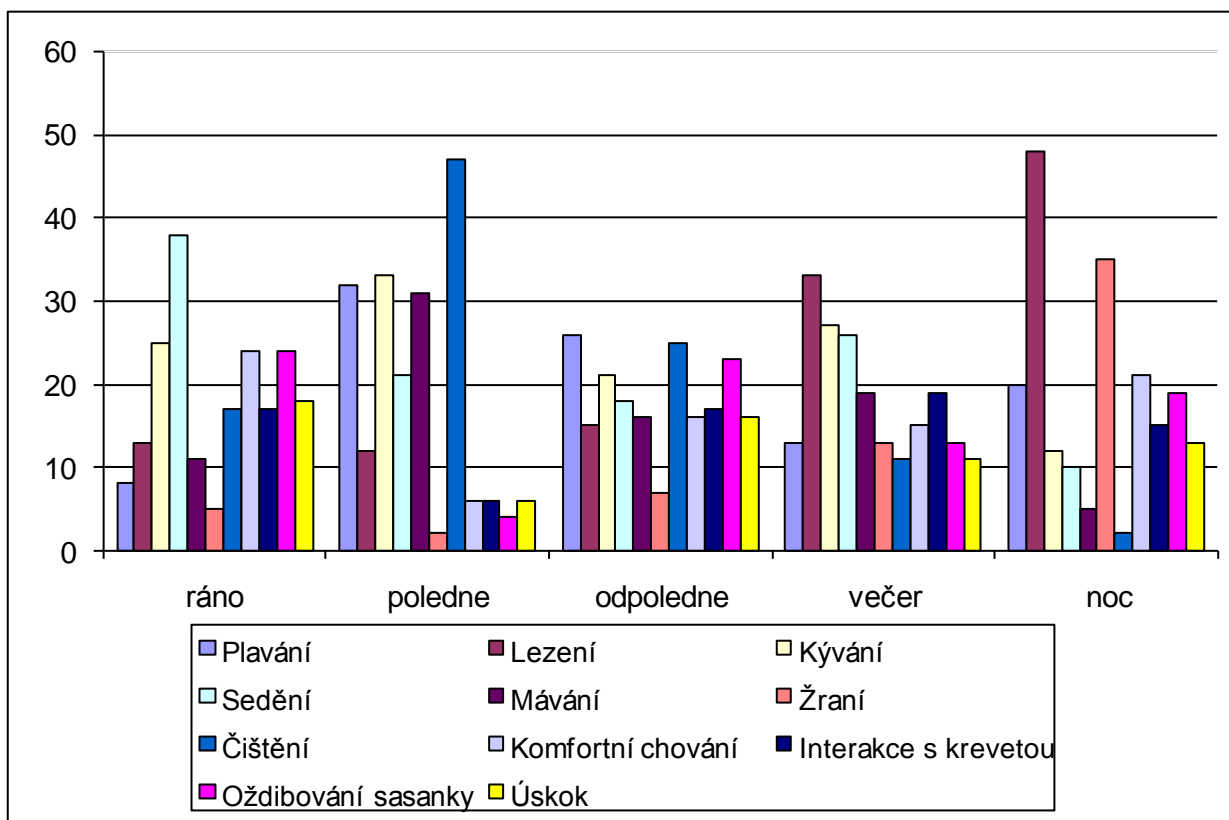
Aktivita	Průměr korál	± SD korál	Průměr tráva	± SD tráva	p
Plavání	59,9	26,9	60,3	25,9	1,000
Lezení	72,8	42,1	72,4	42,5	1,000
Kývání	70,7	23,6	72,4	20,3	0,999
Sedění	67,8	30,2	67,6	27,4	1,000
Mávání	47,6	25,6	52,1	27,8	0,052
Příjem potravy	36,1	36,4	38	36,0	0,997
Čištění	62,9	47,5	61,3	45,6	1,000
Komfortní chování	48,4	18,7	49	19,2	1,000
Interakce s krevetou	44	14,8	45,5	13,6	1,000
Ozdibování sasanky	49,6	24,7	49,2	21,8	1,000
Úskok	40,2	14,7	32,2	15,9	0,000015

Typ aktivity a pozice krevet se měnily v průběhu dne (trojcestná ANOVA, dvojná interakce aktivita $F = 552,68$; $p < 10^{-6}$; $df = 40$; trojcestná ANOVA, dvojná interakce pozice $F = 1289$; $p < 10^{-6}$; $df = 28$) (Obr. 1). Přes den se krevety drží spíše na sasance, za soumraku a v noci ji někteří jedinci opouštějí a hledají si jinou potravu (Tab. 3, Obr. 2). Zejména kolem poledne se velmi často zdržují krevety na povrchu ryb, které navštěvují sasanku za účelem očištění. Krevety často během dne očišťují i sasanku nebo sasankové ryby na ní žijící (zejména odpoledne) (Obr. 3). Některé sasanky slouží jako

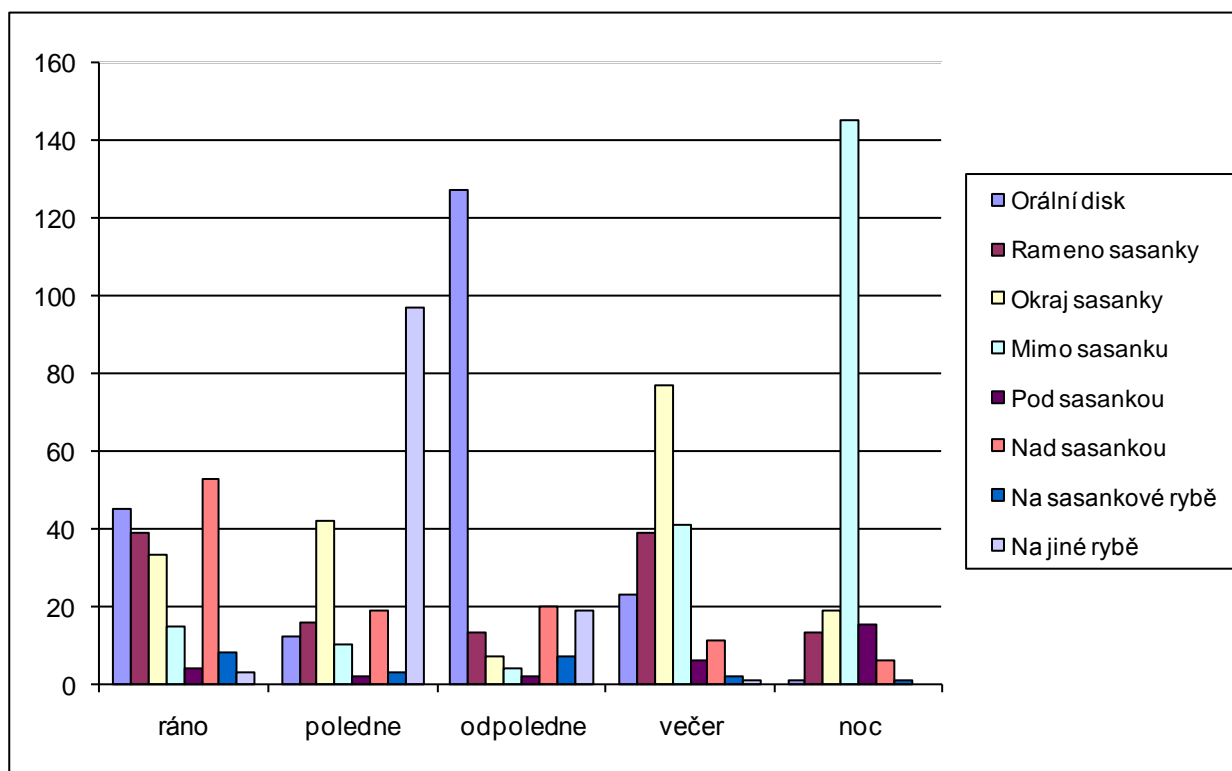
čisticí stanice, a to zejména ty s absencí sasankových ryb. Během poledne a pak za soumraku jsou krevety více aktivní v signalizaci – zejména v kývání a mávání.

Tab. 3 Čas strávený krevetami v různých pozicích na sasance a v jejím okolí v průběhu dne. Každá buňka udává průměr a směrodatnou odchylku v sekundách z 20 měření, každé o trvání 600 s.

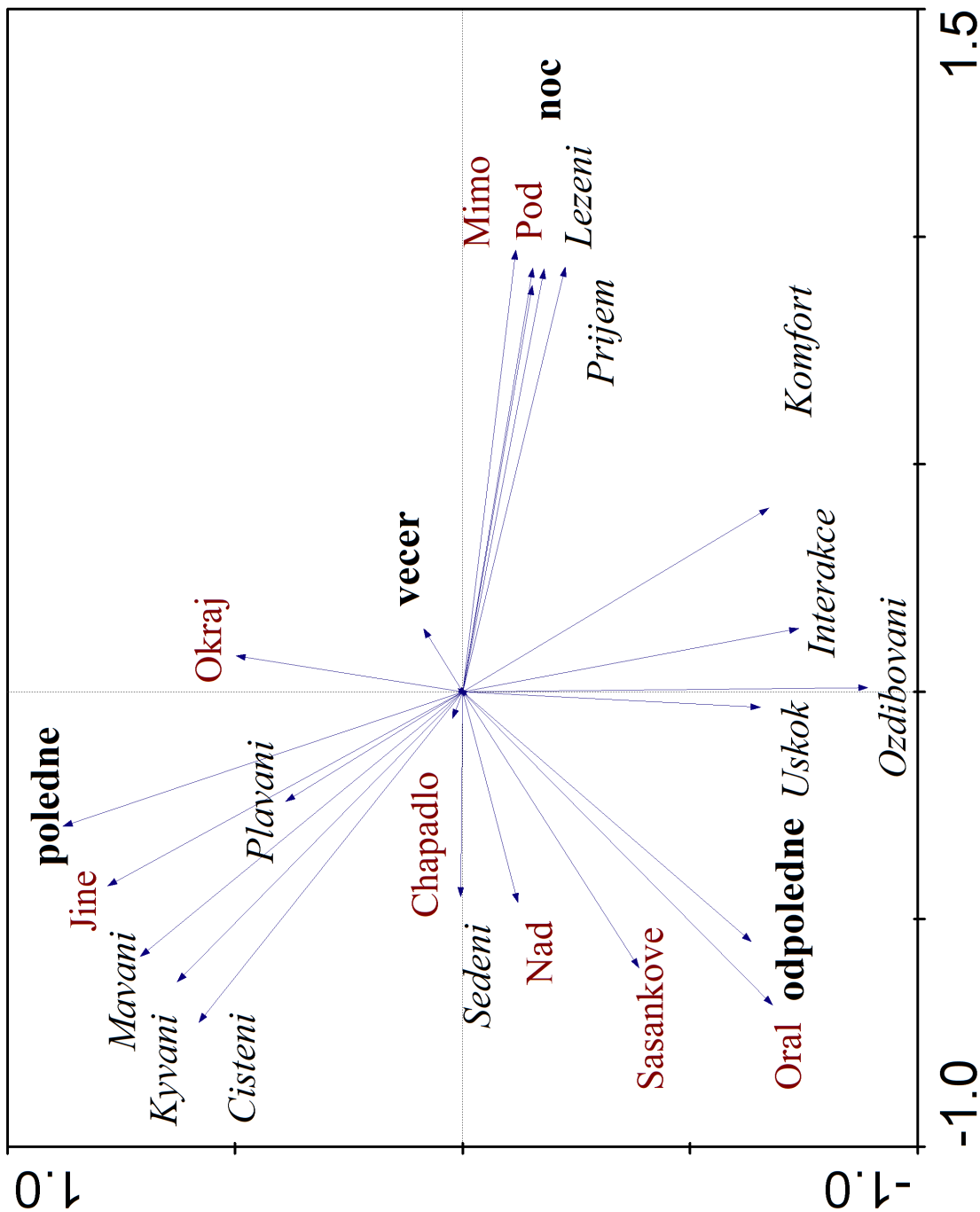
Denní doba a pozice	ráno	poledne	odpoledne	večer	noc
Orální disk	134,8 ± 5,7	36,5 ± 22,1	382 ± 31,9	68,0 ± 11,4	3,8 ± 2,2
Chapadlo sasanky	117,3 ± 7,7	48,3 ± 20,6	39,3 ± 23,9	117,5 ± 8,4	39,3 ± 12,9
Okraj sasanky	98,8 ± 6,3	125,8 ± 17,2	22,0 ± 9,7	231,5 ± 22,9	57,75 ± 27,6
Mimo sasanku	44,0 ± 5,0	29,0 ± 12,4	11,5 ± 4,6	124,0 ± 15,7	435,5 ± 30,9
Pod sasankou	13,3 ± 3,7	5,5 ± 4,3	5,0 ± 3,2	17,5 ± 5,0	42,3 ± 7,0
Nad sasankou	160,3 ± 6,4	57,0 ± 17,1	59,3 ± 12,4	33,5 ± 8,8	17,0 ± 6,2
Na sasankových rybách	24,0 ± 10,7	8,5 ± 4,6	22,3 ± 8,2	5,5 ± 5,8	1,5 ± 2,3
Na jiné rybě	7,8 ± 4,1	289,5 ± 15,7	58,8 ± 15,0	3,0 ± 3,8	0



Obr. 1 Diurnální změny aktivity krevety *Ancylomenes longicarpus*: doba v minutách z celkového pozorování o délce 1000 minut.



Obr. 2 Diurnální změny pozice krevety *Ancylomenes longicarpus* na sasankách *Entacmaea quadricolor* a v okolí: doba v minutách z celkového pozorování o délce 1000 minut.



Obr. 3 PCA analýza aktivity a pozice krevet na sasance v různou denní dobu. V poledne je vidět korelace aktivit, které patří k čistícímu chování, jako je signalizace (kývání, mávání), samotné čištění, plavání a pozice krevety na jiných rybách. Odpoledne se krevety zdržují spíše na orálním disku sasanky, na sasance nebo na sasankových rybách. V noci je nápadná korelace aktivit lezení a příjem potravy, spojené s pozicemi mimo sasanku nebo pod sasankou.

Vysvětlivky aktivity:

Kyvani – kývání těla, Mavani – mávání
 2. pereopody, Cistení – čistící chování,
 Plavani – kreveta plave s pomocí pleopodů, Sedení – kreveta je v klidovém stavu, Lezení – kreveta je v pohybu (leze),
 Prijem – příjem potravy, Komfort – komfortní chování jedince, Interakce – interakce s jiným jedincem, Ozdibovani – ozdibování sasanky, Uskok – úniková reakce

Vysvětlivky pozice:

Oral – orální disk sasanky, Chapadlo – chapadlo sasanky, Okraj – okraj sasanky, Mimo – mimo sasanku, Nad – nad sasankou, Pod – pod sasankou, Sasankove – na sasankových rybách, Na jiné – na jiných druhích ryb

Vysvětlivky denní doba:

poledne – 10 až 13 h, odpoledne – 14 až 17h
 vecer – 18 až 21 h, noc – 22 až 1h

5.2 Signalizace a její prahová vzdálenost

5.2.1 Signalizace

U krevety *A. longicarpus* byly pozorovány tři různé způsoby signalizace. Prvním typem signalizace je vyplavání krevety ze sasanky směrem ke klientovi. Druhým a typickým signálem pro tento druh je mávání prodloužených druhých pereio pod krevety, které se opakuje v několika cyklech (maximálně pozorováno 6 cyklů u krevety žijící mimo sasanku). Dále se kreveta *A. longicarpus* projevuje kýváním těla ze strany na stranu (ang. swaying nebo swinging). Toto chování je prováděno buď krevetou odpočívající na ramenou sasanky či na substrátu, ale někdy ho provádí současně při vyplavání ze sasanky a samotném plavání.

Kývání těla krevety používají během celého dne, ale s různou intenzitou (jednocestná ANOVA $F = 4,88$; $p = 0,0059$; $df = 3$). Počet cyklů na sérii za den se mění (jednocestná ANOVA $F = 5,372$; $p = 0,0036$; $df = 3$) stejně jako počet sérií za sledovaný interval (jednocestná ANOVA $F = 7,128$; $p = 0,00070$; $df = 3$). Krevety se nejvíce a zároveň nejrychleji kývaly v období kolem poledne, které bylo zároveň spojeno s velkou čistící aktivitou (Tab. 4).

Tab. 4 Rychlost a trvání kývání těla krevet v průběhu dne zaznamenané na sasance *Entacmaea quadricolor* (N = 40 krevet, 10 v každé denní době). Série se skládá z několika cyklů, během nichž je pauza v činnosti a opětovné pokračování novým cyklem. Průměrné hodnoty, které se významně neliší (Tukey HSD test) jsou označeny stejnými písmeny.

Kývání	Počet sérií	Průměrný počet sérií na interval	Počet cyklů	Průměrný počet cyklů na sérii	Celkový čas (s)	Průměrný čas cyklu (s)
ráno	35	3,5 ± 1,0 a	152	4,6 ± 2,3 ab	286,5	1,9 ± 0,25 b
poledne	64	6,4 ± 3,2 b	354	7,1 ± 4,3 b	436,0	1,2 ± 0,06 a
odpoledne	24	2,4 ± 1,3 a	43	2,3 ± 1,6 a	97,5	2,3 ± 0,23 b
večer	38	3,8 ± 1,8 a	124	3,9 ± 1,7 ab	215,0	1,7 ± 0,16 ab

Rychlost kývání krevet na různých místech ve stejnou denní dobu se liší (Kruskal Wallisův test chi-square = 9,142; $p = 0,0275$; $df = 3$) (Tab. 5). Průměrný počet cyklů na sérii se neliší (Kruskal Wallisův test chi-square = 3,946; $p = 0,2673$; $df = 3$) a průměrný počet sérií za interval se také neliší (Kruskal Wallisův test, chi square = 5,967; $p = 0,1182$; $df = 3$).

Tab. 5 Rychlost a trvání kývání těla krevet na různých místech. Průměrné hodnoty, které se významně neliší (Mann Whitney U test) jsou označeny stejnými písmeny. Průměrné počty sérií a cyklů se vzájemně neliší.

Pozice kývání	Počet krevet	Počet sérií	Průměrný počet sérií na interval	Počet cyklů	Průměrný počet cyklů na sérii	Celkový čas (s)	Průměrný čas cyklu (s)
Bez hostitele	5	23	4,6 ± 1,1	113	4,8 ± 0,9	126,0	1,1 ± 0,2 a
při plavání	8	27	3,4 ± 1,5	138	5,6 ± 2,1	195,0	1,4 ± 0,6 b
ramena sasanky	7	20	2,9 ± 0,7	137	6,8 ± 2,3	189,0	1,3 ± 0,5 b
<i>Plerogyra sinuosa</i>	4	12	3,0 ± 0,8	52	4,3 ± 0,7	123,5	2,4 ± 0,3 c

Kromě kývání těla krevety signalizují máváním druhého prodlouženého páru pereio pod. Během dne se mění intenzita tohoto typu signalizace, nejvíce se takto kreveta projevuje během poledne. Byly nalezeny průkazné rozdíly v rychlosti signalizace během dne (jednocestná ANOVA $F = 9,121$; $p = 0,00026$; $df = 3$), i v počtu provedených sérií mávání (jednocestná ANOVA $F = 28,515$; $p < 10^{-6}$; $df = 3$). Průměrný počet cyklů na sérii se v průběhu dne neměnil (jednocestná ANOVA $F = 1,226$; $p = 0,314$; $df = 3$) (Tab. 6).

Krevety žijící mimo hostitele a krevety žijící na sasance signalizovaly máváním v průměru stejně rychle (0,18 s/cyklus, ± SD = 0,017 s a 0,21 s/cyklus, ± SD = 0,033 s) ($N = 10$; t-test t-value = 1,354; $p = 0,212$; $df = 8$).

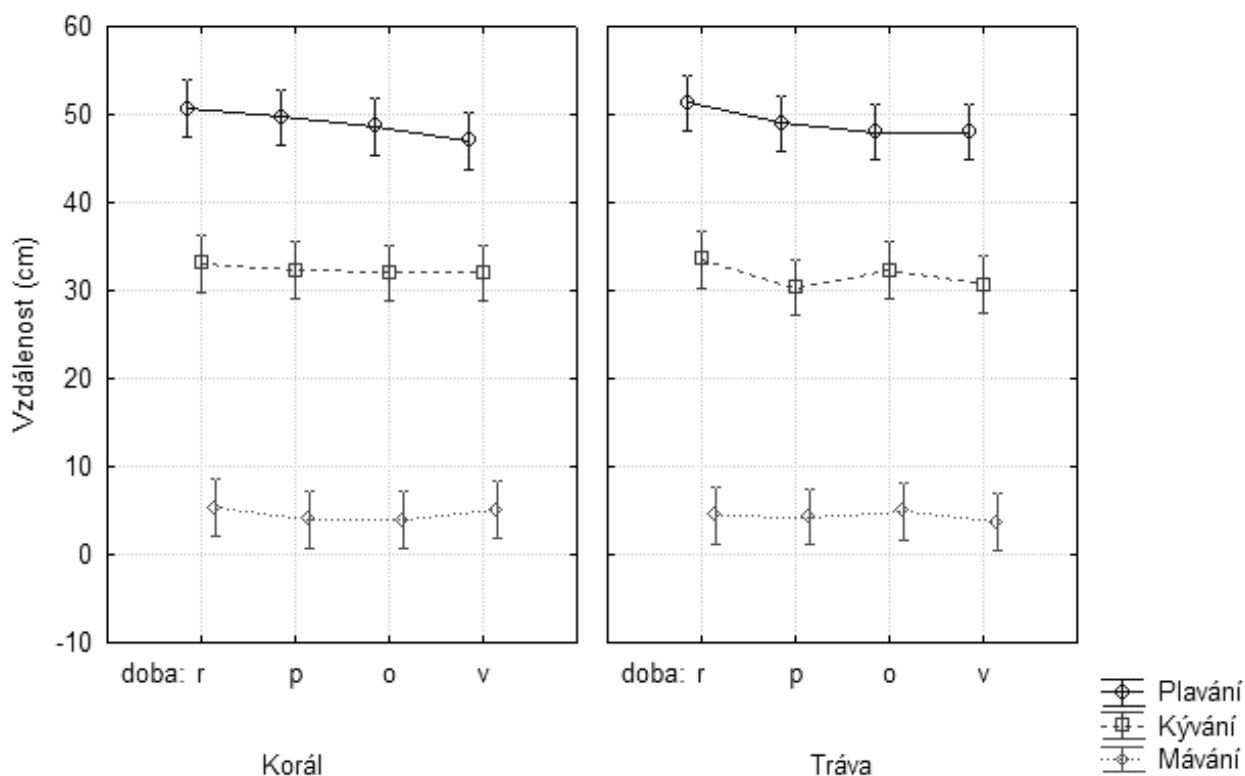
Tab. 6 Rychlost a trvání signalizace máváním pereio pod krevet na sasance *Entacmaea quadricolor* v různou denní dobu ($N = 40$ krevet, 10 jedinců v každou denní dobu). Průměrné hodnoty, které se významně neliší (Tukey HSD test) jsou označeny stejnými písmeny.

Mávaní	Počet sérií	Průměrný počet sérií na interval	Počet cyklů	Průměrný počet cyklů na sérii	Celkový čas (s)	Průměrný čas cyklu (s)
ráno	25	2,5 ± 1,0 a	174	6,7 ± 1,7	35,5	0,25 ± 0,21 ab
poledne	67	6,7 ± 1,8 b	500	7,8 ± 2,3	111,0	0,22 ± 0,14 ac
odpoledne	18	1,8 ± 0,8 a	117	6,2 ± 1,8	42,5	0,36 ± 0,15 d
večer	32	3,2 ± 1,4 a	230	7,4 ± 2,1	58,5	0,25 ± 0,19 bc

5.2.2 Prahová vzdálenost

Prahová vzdálenost jednotlivých typů signalizace se neměnila v průběhu dne ani v různých habitatech (dvojcestná ANOVA $F = 0,255$; $p = 0,957$; $df = 6$) (Obr. 4). Průměrně docházelo k signalizaci vyplaváním ze vzdálenosti $49 \text{ cm} \pm \text{SD } 8,0 \text{ cm}$ a kýváním ve vzdálenosti $32 \text{ cm} \pm \text{SD } 6,6 \text{ cm}$. Mávání pereiopodů používaly krevety až v blízkosti potenciálního klienta v rozsahu od 2 do maximálně 10cm vzdálenosti od objektu (průměrná vzdálenost signalizace $4,5 \text{ cm} \pm \text{SD } 2,9 \text{ cm}$). Ve 28 případech ze 120 pozorování kreveta mávání pereiopody vůbec nepoužila.

K čištění nabídnuté ruky krevetami došlo ve 45% případů a průměrná délka čištění byla $8,9 \text{ s} \pm \text{SD } 1,1 \text{ s}$. Krevety, které signalizovaly máváním pereiopodů, přišly čistit mnohem častěji než nesignalizující krevety (chi-kvadrát test $\chi^2 = 23$; $N = 120$, $p < 0,01$). Ze 120 pozorování 47 krevet nečistilo nabídnutou ruku vůbec a 73 čistilo (z toho 54 jedinců signalizovalo máváním).

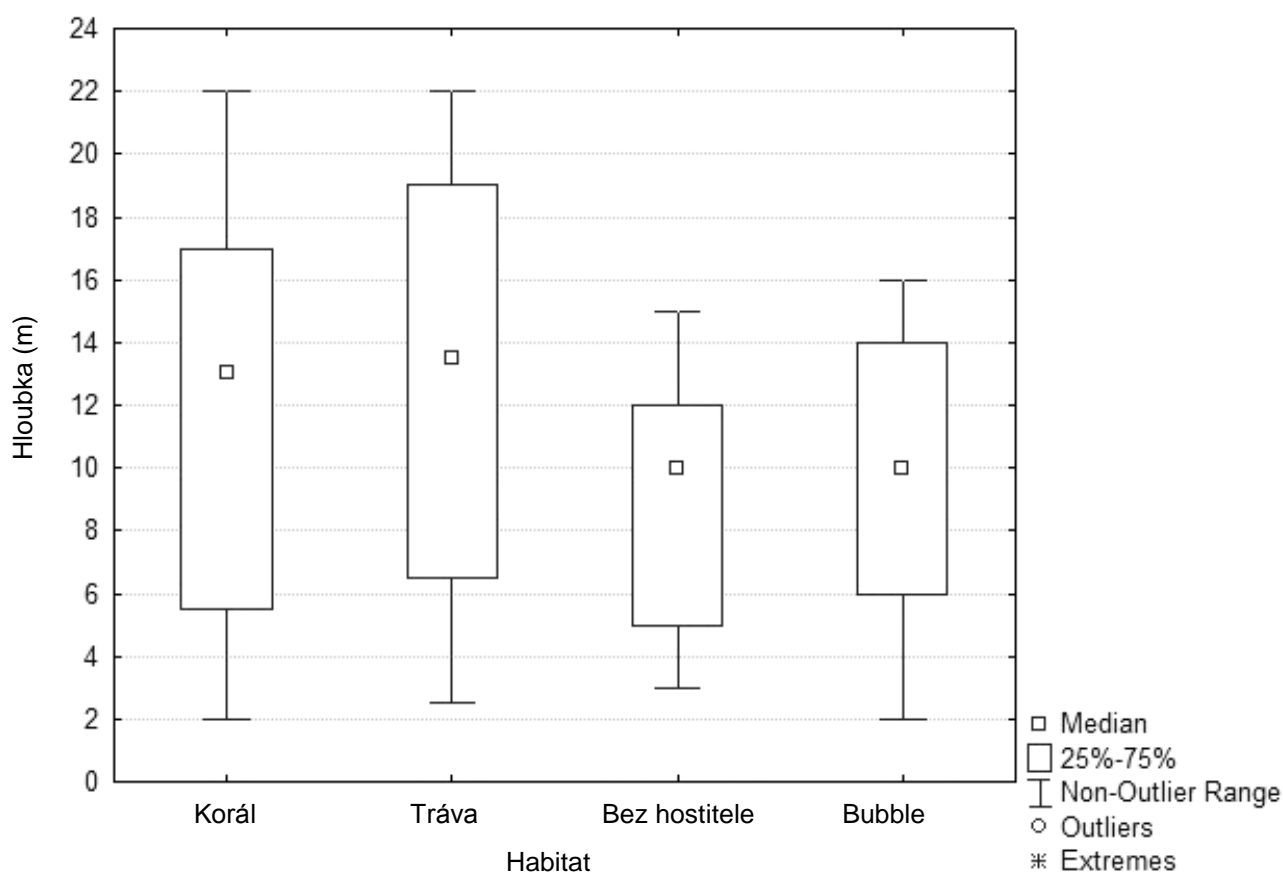


Obr. 4 Prahová vzdálenost signalizace krevetou v různou denní dobu ve dvou odlišných habitatech. Vysvětlivky: Denní doba r – ráno, p – poledne, o – odpoledne, v – večer. Korál – korálový útes, tráva – travnaté/písčité dno

5.3 Čištění

5.3.1 Typy čisticích stanic

Průměrná hloubka stanic na korálovém útesu byla 12,3 m (N = 10, medián 13 m), na travnatém/písčitém dně 12,9 m (N = 10, medián 13,5 m), bez hostitele byla průměrná hloubka 9 m (N = 5, medián 10m), stanice krevet v symbióze s korálem *Plerogyra sinuosa* 9,6 m (N = 5, medián 10 m). Hloubka všech čtyř typů čisticích stanic se nelišila (ANOVA $F = 0,599$; $p = 0,622$; $df = 3$) (Obr. 5).



Obr. 5 Hloubka čisticích stanic čtyř typů: se sasankou na korálech, se sasankou na písku mezi trávou, bez přítomnosti sasanky ve štěrbinách a na bublinkovém korálu. Rozdíl v hloubkách není průkazný. Vysvětlivky: Korál – korálový útes, Tráva – travnaté/písčité dno, Bez hostitele – čisticí stanice krevet žijící bez hostitele, Bubble – stanice krevet v symbióze s bublinkovým korálem *Plerogyra sinuosa*.

Před samotným čištěním kreveta většinou signalizuje potenciálním zákazníkům (viz. Kapitola 5.2.1 Signalizace). V případě blízkosti zákazníka mu kreveta vyplave naproti. U sasankových krevet ve vzdálenosti cca 20 cm, u krevet bez sasanky jsem pozorovala maximální vzdálenost do volné vody 50 cm od bezpečí útesu. Krevety žijící

samostatně bez sasanky byly 1,8x aktivnější v signalizaci a v lákání klienta než krevety žijící v symbióze se sasankami (t-test, průměrný čas signalizace se sasankou 19,1 s \pm SD 4,6 s, N se sasankou = 80; průměrný čas signalizace bez sasanky 34,5 s \pm SD 6,8, N bez sasanky = 40; $p < 10^{-6}$; $df = 118$). Intenzita signalizace vzrůstá od rána s maximem kolem 1 hodiny odpoledne a pak opět klesá s menším nárůstem kolem setmění, pak opět útlum (ANOVA $F = 33,5$; $p < 10^{-6}$; $df = 3$) (Tab. 7). Čištění probíhá zejména v době od 10 do 14 hodin, ale prakticky je provozováno po celý den, pokud připlave klient.

Tab. 7 Průměrný čas signalizace krevet v sekundách během celého dne na všech čistících stanicích včetně SD. Průměrné hodnoty, které se významně neliší (Tukey HSD test) jsou označeny stejnými písmeny.

Denní doba	Průměrný čas signalizace (s)
Ráno	19,3 \pm 4,7 a
Poledne	24,0 \pm 9,3 b
Odpoledne	19,2 \pm 4,6 a
Večer	34,3 \pm 7,2 c
Celkem	24,2 \pm 9,1

5.3.2 Postup čištění

Čištění krevetou *Ancylomenes longicarpus* má přesný postup. Ryba zákazník se přiblíží do blízkosti čistící stanice, zaujme vertikální postavení těla (hlavou nahoru či dolů), čímž signalizuje čističi, že má zájem o očištění. Kreveta se přiblíží k zákazníkovi, dotkne se ho mírně tykadlem nebo pereiopody a pak lehce uskočí zpět. Pokud ryba na dotyk nereaguje agresivně, ale naopak umocňuje své chování k čištění tím, že otevře tlamu a roztáhne ploutve, vrátí se kreveta okamžitě k zákazníkovi a začne s čištěním. Nejdříve běhá po hřbetní straně ryby, dotýká se tykadly míst před sebou a poté se na ně přesune.

Při nálezu nějaké ranky nebo anomálie se zastaví, prozkoumá danou oblast a pokouší se drobnými klepety daný útvar uchopit. Pokud není možné lehce odstranit poškozenou kůži, výrůstek či parazita, kreveta se zapře celým tělem a snaží se objekt získat. Pokud ani toto není úspěšné, přistupuje k „vytrhávání“ prudkými pohyby končetin s klepítky doprovázené plaváním vzad. Zde většinou již dojde k odtržení

objektu. Kreveta pak objekt pozře. Kreveta při chození po zákazníkovi často konzumuje i sliz na povrchu těla. Zdá se, že chůze krevety po těle zákazníka je dané rybě příjemná a zbavuje jí nervozity. Při malém kontaktu končetin krevety s povrchem zákazníka začíná být ryba jakoby nervózní a většinou rychle opouští čisticí stanici.

Po hřbetu následuje inspekce ústní dutiny, zubů a žaber. Ryba rozevře do široka tlamu a umožní tak přístup krevety dovnitř. Kreveta „sbírá“ jakékoliv výrůstky a vyvýšeniny v ústní dutině. Klepety vybírá zbytky potravy mezi zuby a také nečistoty mezi žaberními lupínky. Při nervozitě nebo po dostatečném ošetření ryba uzavírá tlamu. Kreveta tak musí rychle reagovat, aby se dostala v bezpečí zpět ven. Po očištění tlamy většinou ryba ještě chvíli ve stanici setrvává, menší procento ryb již stanici opouští. Kreveta nyní prohlíží břišní část ryby a končí u ocasu. Ryba poté opouští čisticí stanici v normální horizontální poloze. V případě, že si ryba nepřeje být čištěna, snaží se co nejrychleji setřást dotěrnou krevetu, plave pryč a občas jakoby udeří ocasem. V Tabulce 8 je přehled a definice různého chování krevety a rybiho klienta pozorovaného při čištění.

Tab. 8 Přehled zaznamenaných typů chování krevety–čističe a ryby–klienta a jeho obvyklá posloupnost při čištění v čisticí stanici.

Chování krevety	Chování ryby – klienta
1. Orientace k potenciálnímu klientovi	1. Přiblížení ke stanici a k čističi
2. Přiblížení ke klientovi	2. Pózování 1 – vertikální postavení těla
3. Dotyk tykadlem na těle klienta	3. Pózování 2 – rozevření tlamy
4. Naskočení na klienta	4. Návrat do horizontální polohy
5. Čištění hřbetní části těla	5. Odplutí ryby
6. Čištění tlamy, žaber	
7. Čištění břišní části těla	
8. Návrat krevety	

5.3.3 Efektivita čištění

Rozdíl mezi dobou čisticího chování krevety a dobou čisticího chování ryby-klienta je v průměru 17 s (průměr kreveta $39,9 \pm SD 3,3$ s; průměr ryba $56,7 \pm SD 4,1$ s; t-test $N = 10$; hodnota $t = 10,141$; $p < 10^{-6}$; $df = 18$). Rozdíl začátku čisticího chování krevety a ryby je průměrně 4,7 s (t-test $N = 10$; hodnota $t = 4,501$; $p = 0,000276$; $df = 18$) a rozdíl konce čisticího chování mezi krevetou a rybou je průměrně 7,5 sekund

(t-test $N = 10$; hodnota $t = 10,012$; $p < 10^{-6}$; $df = 18$). Dochází především k tomu, že klient čeká již nějakou dobu ve stanici, než s ním kreveta začne interagovat, a dále k tomu, že kreveta již dočistila, ale klient ještě chvíli setrvává v horizontální poloze a pak teprve stanici opouští. Samotný akt čištění je buď zahajován krevetou, nebo rybou-klientem. V případě, že se ke stanici blíží klient, vyvolá to potřebu krevety signalizovat; naopak pokud kreveta signalizuje, upoutá a „přivolá“ okolo plující rybu k očištění. I další typy chování mezi krevetou a rybou-klientem jsou velmi úzce provázané. Nejvíce času věnuje kreveta čištění hřbetní části těla ryby a ryba-klient nejvíce setrvává v póze 1, v jejímž průběhu či po ní se vyskytuje póza 2 s otevřenou tlamou ryby (Tab. 9).

V našem případě je komunikace krevety *Ancylomenes longicarpus* s jejími klienty vyjádřena jako poměr doby čištění a pózování $210 \text{ s} / 367 \text{ s} = 0,57$ což indikuje, že rybí klient mnohem více pózoval zbytečně bez čisticí interakce s krevetou. Dále vypočtením poměru mezi čištěním hřbetní a břišní strany těla ryby získáme představu o tom, co kreveta preferuje. U krevety *A. longicarpus* je poměr $124 / 12 = 10,3$; čili kreveta preferuje mnohem více čištění hřbetní části klientů než břišní.

Kreveta zřejmě dokáže prodloužit pobyt svého klienta ve stanici právě použitím dotykové stimulace svými končetinami, v případě použití této stimulace byla doba přítomnosti ryby ve stanici 1,3x delší než bez stimulace (t-test $N = 20$; hodnota $t = 2,377$; $p = 0,028$; $df = 18$) a dokonce pozitivně ovlivňuje dobu setrvání ryby v čisticí póze (t-test $N = 20$; hodnota $t = 6,396$; $p = 0,000005$; $df = 18$). V případě vzácnější návštěvy velkého predátora (většinou velkého kanice cca 90 cm – 1,5 m; 3 x byla spatřena ve stanici velká barakuda cca 1 – 1,5 m; 2 x dvoumetrová muréna) kreveta okamžitě zanechá své současné čisticí aktivity a jde se věnovat velkému predátorovi. Velmi intenzivně přítom mává klepítka a velkou část čištění tráví pochodováním po tělním povrchu predátora. Porovnání počtu sérií mávání klepítek krevetou před predátorem a „nepredátorem“ vyšlo průkazné (t-test $N = 40$; hodnota $t = 5,812$; $p = 0,000001$; $df = 38$). V přítomnosti predátora průměrně použije 6,6 sérií mávání ($\pm \text{SD} = 1,95$), naopak v přítomnosti „nepredátora“ používá průměrně 3 série ($\pm \text{SD} = 1,73$). Pozření krevety predátorem nebylo pozorováno.

Tab. 9 Doba jednotlivých prvků čistícího chování krevety a ryby (N = 10 krevet; N = 10 ryb).

Chování krevety	Průměr (s)	±SD
Orientace	5,7	1,2
Dotyk antény	2,7	0,5
Přiblížení	4,3	0,9
Naskočení na klienta	2,7	0,8
Čištění hřbetní části těla	12,4	1,4
Čištění tlamy, žaber	5,7	0,8
Čištění břišní části těla	2,9	1,1
Návrat krevety	3,5	0,8
Chování ryby	Průměr (s)	±SD
Přiblížení	9,0	3,1
Póza 1	26,5	4,1
Póza 2	10,2	1,8
Horizontální poloha	5,8	1,0
Odplutí ryby	5,2	1,8

5.3.4 Složení klientely

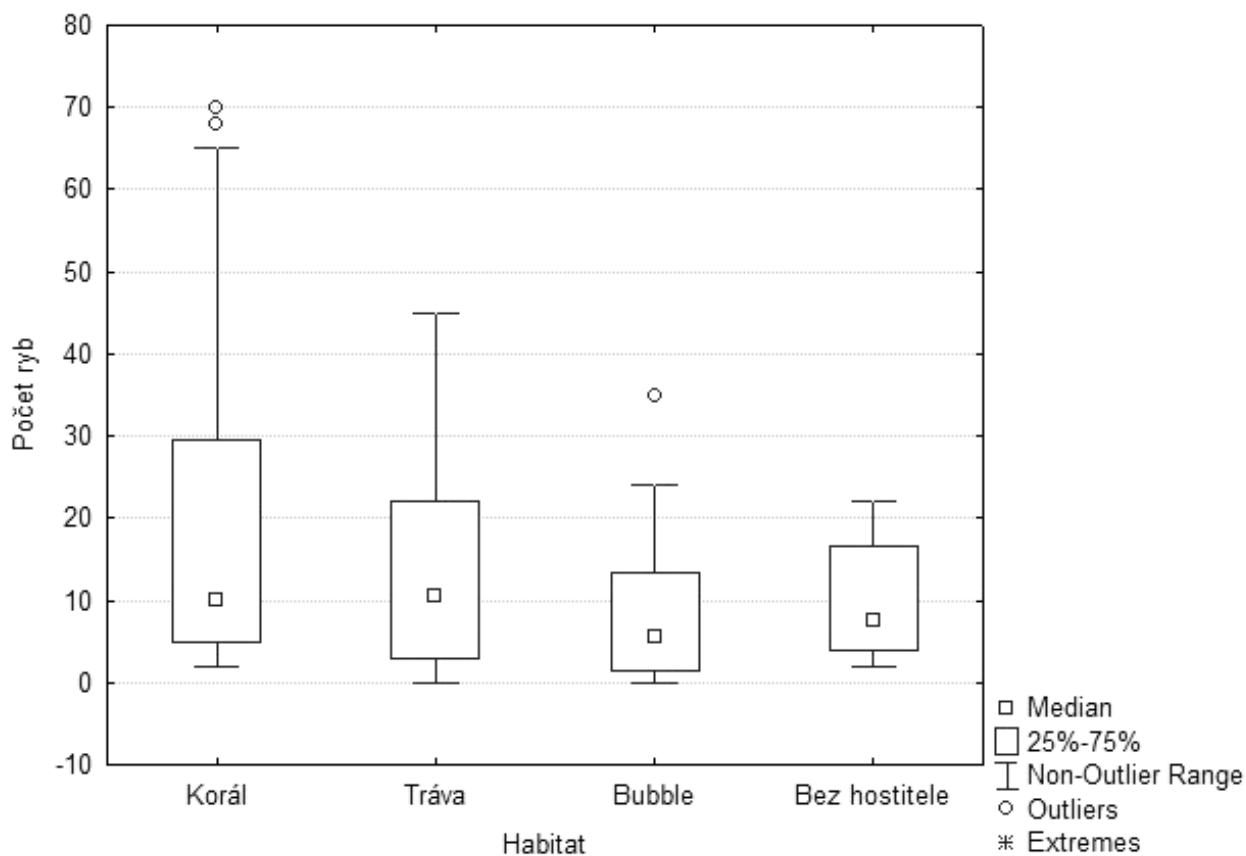
K zajímavým interakcím dochází na sasankách, kde spolu s krevetami žijí klauni. Klauni jsou velmi teritoriální a mají tendence vyhánět zákazníky krevety pryč. Velmi často přímo čelně zaútočí na potenciálního klienta, případně akusticky vyhrožují. Při velké agresivitě používají údery ocasu k odehnání ryby. V některých případech se klauni do obrany teritoria nepouští nebo před klienty krevety použijí submisivní postoj (hlavou dolů a třesením těla) a více do interakce mezi krevetou a jejím zákazníkem nezasahují. Celkově k těmto sasankám přijde mnohem méně zákazníků než k sasankám bez klaunů. Nicméně kreveta si tento nedostatek klientů zřejmě kompenzuje tím, že očišťuje klauny v sasance. K čistícím interakcím mezi krevetami a klauny na sasance dochází několikrát denně v rozsahu 5–35 sekund.

Průměrná délka trvání čištění jedné ryby krevetou *Ancylomenes longicarpus* je 16 s. Maximální pozorovaný čas byl 50 s u krevety žijící mimo sasanku při čištění kanice *Plectropomus pessuliferus marisrubri* o velikosti 95 cm. Během prováděného pozorování byly všechny stanice dohromady navštíveny 1724 klienty. Největší počet ryb, který během pozorování navštívil čistící stanici, byl 70 jedinců, průměrně

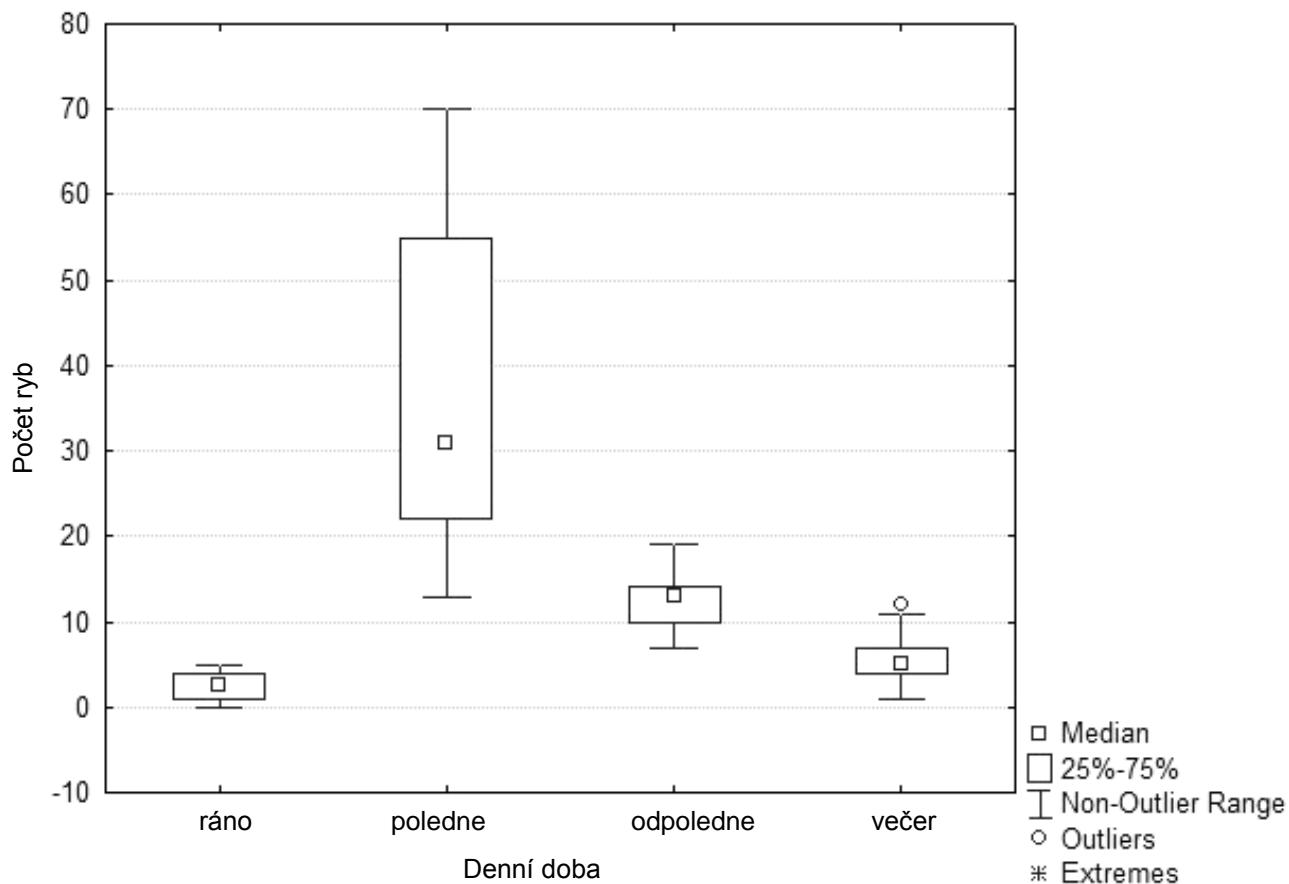
navštívilo stanici během pozorování v poledne až 36 ryb (\pm SD = 17). Distribuce rybích klientů v různých habitatech byla vyrovnaná (Kruskal Wallisův test Chi-square = 1,000; $p = 0,801$; $df = 3$) (Obr. 6). Průměrný počet ryb za celý den na stanicích na korálovém útesu byl 20 jedinců, na stanicích na trávě 13 ryb, na bublinkovém korálu 9 jedinců a ve stanicích bez hostitele 10 jedinců ryb-zákazníků. V průběhu dne se mění počet ryb navštěvujících čisticí stanice (Kruskal Wallisův test Chi-square = 92,266; $p < 10^{-6}$; $df = 3$) (Obr. 7).

Nejčastějšími zákazníky krevet jsou ryby čeledí Serranidae, Haemulidae, Lutjanidae, Mullidae, Pomacanthidae, Chaetodontidae, Labridae, Scaridae, Pomacentridae, Acanthuridae, Tetraodontidae. Nejčastějšími zaznamenávanými druhy byly v oblasti korálového útesu kanicové *Plectropomus pessuliferus marisrubri*, *Aethaloperca roga*, *Cephalopholis miniatus*, *Epinephelus fasciatus*, *Variola louti*, bradáči rodu *Pseudanthias*, ploskozubec *Scarus ghobban*, chňapal *Caesio suevica*, komorník *Abudefduf vaigensis*. Naopak na travnatém a písčitém dně dominovaly druhy jako lulanka *Fistularia commersonii*, parmice *Parupeneus forsskali*, *P. macronema*, klipka *Heniochus intermedius*, pyskoun *Cheilinus lunulatus*, osteneč *Pseudobalistes fuscus* (Obr. v příloze IV. a V. na CD).

Mezi krevetami jsem pozorovala případy rozmístění krevet na sasance a v jejím okolí podle velikosti jednotlivých jedinců. Velké krevety se zdržovaly v oblasti orálního disku a chapadel sasanky, naopak menší jedinci byli ze sasanky vytěsňováni a pohybovali se na substrátu pod sasankou, či vedle sasanky. Také při samotném čištění se více uplatňovali větší jedinci, ale naopak menší krevety měly lepší přístup do tlamy některých druhů ryb, kam se již větší krevety hůře dostávaly. Ve skupině krevet tohoto druhu krevet je zřejmě jakási vnitřní hierarchie, kdy větší a nejspíše i dominantnější jedinci mají lepší výchozí postavení na sasance.

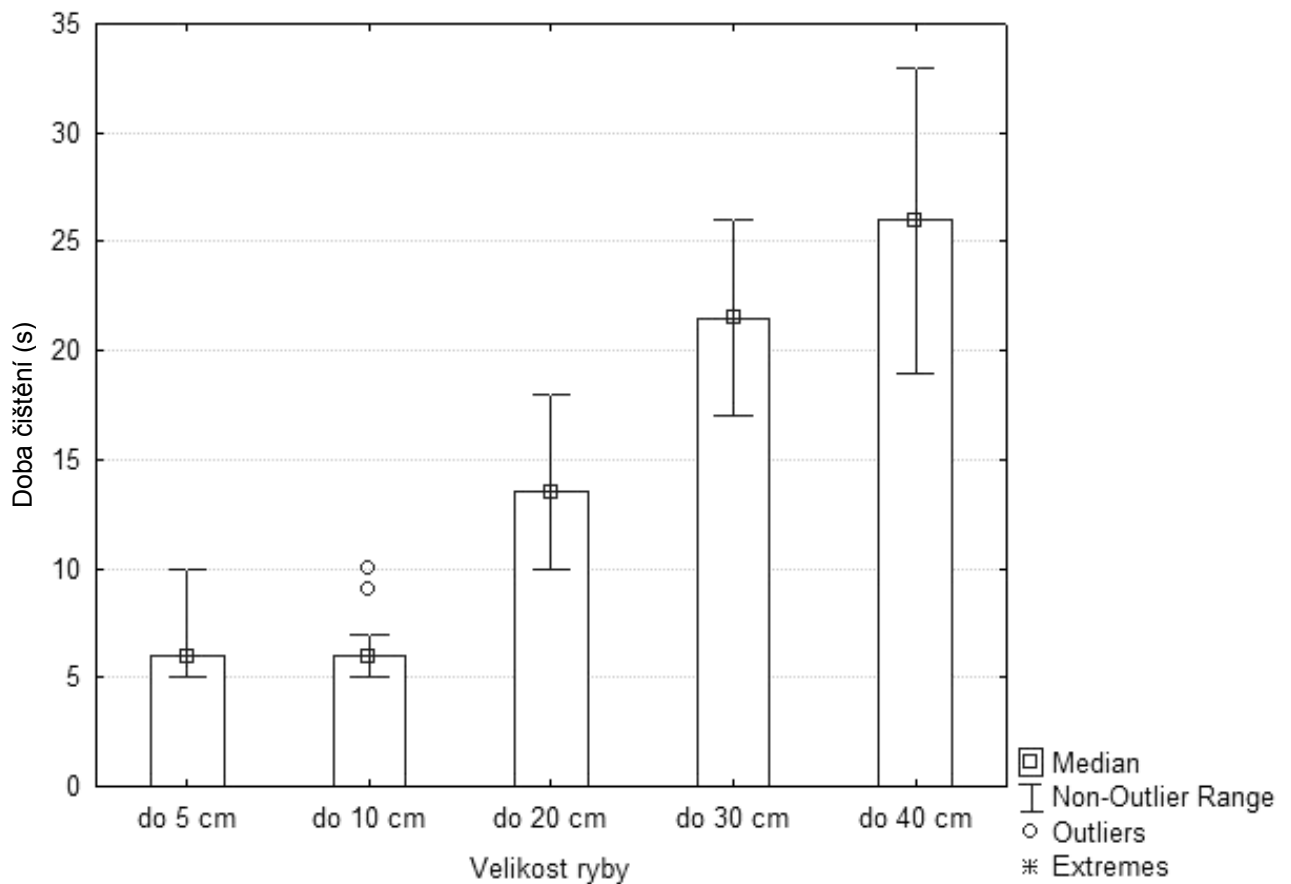


Obr. 6 Počet ryb, které navštívily za den jednu stanici a jejich distribuce na různých čistících stanicích (korál N = 10, tráva N = 10, bubble korál N = 5, bez hostitele N = 5). Vysvětlivky: viz. Obr. 5



Obr. 7 Distribuce ryb na čistících stanicích v různou denní dobu, počet ryb za den na jedné stanici. Jednotlivé kombinace dvojic denních dob se od sebe liší, kromě rána a večer $p = 0,098$ (Mann Whitney U test).

Velikostně se složení ryb navštěvující stanici pohybuje od drobných maximálně 5cm dlouhých jedinců po přibližně 60–70 cm velké zástupce ploskozubců. Nejběžnější velikostní kategorií vyskytující se v okolí všech stanic jsou ryby velikostí 20–30 cm. Pozorované ryby jsem rozdělila do 5 velikostních kategorií: do 5 cm, do 10 cm, do 20 cm, do 30 cm a do 40 cm. Z každé skupiny jsem zaznamenala údaje o době čištění 10 různých jedinců (tedy celkově 50 ryb). Doba čištění krevetou se signifikantně prodlužuje s velikostí ryby (ANOVA $F = 99,033$; $p < 0,01$; $df = 4$) (Obr. 8). Doba čištění u různých velikostních kategorií ryb se liší, pouze mezi 5 a 10cm jedinci není signifikantní rozdíl (Tukey HSD test $p = 0,999$; $df = 45$). Průměrné hodnoty doby čištění v sekundách pro jednotlivé kategorie jsou: do 5 cm $6,6 \text{ s} \pm \text{SD } 1,8 \text{ s}$; do 10 cm $6,7 \text{ s} \pm \text{SD } 1,6 \text{ s}$; do 20 cm $14,1 \text{ s} \pm \text{SD } 2,6 \text{ s}$; do 30 cm $20,6 \text{ s} \pm \text{SD } 3,0 \text{ s}$ a do 40 cm $26,3 \text{ s} \pm \text{SD } 4,0 \text{ s}$. Narozdíl od ryb do 5 a 10 cm délky se doba čištění u ryb do 20 cm 2 x prodloužila, u ryb do 30 cm krevety čistí 1,46 x déle než u ryb do 20 cm a dokonce i ryby do 40 cm jsou čištěny ještě 1,3 x delší dobu oproti rybám do 30 cm.



Obr. 8 Závislost délky čištění krevetou na velikosti ryby. Čím je ryba větší tím déle ji kreveta čistí.

5.4 Sezónní změny výskytu krevet a rozmnožování

Abundance krevet se v průběhu roku mírně mění. Po velkých disturbancích v podobě bouří, kdy byly pod vodou přesunuty i velké bloky hornin a korálů (pozorováno v letech 2005, 2008, 2010), vždy nápadně ubylo krevet (až o 70 % oproti stavům zjištěných před bouří). Populační hustota blízka době před disturbancemi byla zjištěna na lokalitě přibližně po 5 měsících.

Zajímavý je také celkový pozorovaný trend od roku 2005, kdy krevet ubývalo (podobně jako mořských koníčků), do roku 2008, kdy opět dochází k jejich nárůstu. Tento jev může mít souvislost se změnami teploty vody, kdy v letech 2005–2008 stoupala průměrná teplota v létě až o 2 °C oproti dřívějším letům v dané lokalitě. Od roku 2008 se již teplota nezvyšuje, naopak spíše klesá. V této době byl také posunut výskyt krevet o cca 5 m níže, než byly zaznamenány dříve.

Ze získaných údajů a z dalšího pozorování je patrné, že největších populačních hustot dosahují krevety *Ancylomenes longicarpus* v letních měsících (červen – srpen). V této době lze také spatřit nejvíce samic s vajíčky (asi 3x častěji oproti jiným měsícům v roce). Samotné rozmnožování krevet jsem nikdy nezaznamenala.

6 Diskuze

6.1 Diurnální aktivita

Aktivita krevety *Ancylomenes longicarpus* se mění v průběhu dne. Kreveta se během dne zdržuje v blízkosti sasanky zřejmě proto, aby si zajistila zvýšenou ochranu před predátory. S nástupem večera a noci se kreveta odvažuje odcházet více do okolí sasanky a nejspíše si zde hledá potravu. K ránu se opět vrací na svou sasanku nebo do blízkosti nějakého jiného jedince. Tento druh krevety byl nalezen i v blízkosti jiných hostitelů, jako jsou koráli, včetně korálu *Plerogyra sinuosa*, či byl pozorován i úplně bez hostitele, což potvrzuje předchozí údaje (Chadwick et al. 2008, Debelius 2001; 2002; Lieske & Myers 2004). Kreveta vykazuje velkou šíři ve výběru hostitelů. Z těchto důvodů je nutné vztah krevety *A. longicarpus* k hostitelským sasankám klasifikovat jako pravidelný fakultativní komenzalismus.

Doba trvání jednotlivých aktivit krevet se v podstatě nelišila v různých habitatech (korálový útes, travnaté/písečné dno). Krevety žijící na trávě se mnohem více kývají v ranních hodinách, naopak v poledne jsou méně aktivní než krevety žijící v sasankách na korálovém útesu. To může být způsobeno menším počtem klientů a tedy sníženou možností interagovat a věnovat se čištění. Večer krevety žijící na travnatém dně kompenzují nedostatek potravy z čištění tím, že více sbírají jinou potravu v okolí a mimo sasanku. Krevety na korálovém útesu vykazují ve večerních hodinách zvýšenou tendenci k uskakování – tento jev by se mohl vysvětlit tím, že krevety jsou během dne dostatečně nasycené a tudíž se kontaktu s jinými rybami a dalšími objekty vyhýbají, nebo také tím, že na útesu je větší „provoz“ než na písčném dně. Ráno pak tyto krevety na korálovém útesu více sbírají sliz a částičky potravy ze sasanky, čímž si nejspíše kompenzují menší příjem jiné potravy ve večerních a nočních hodinách.

Z celkového času pozorování trávila kreveta většinu své aktivity na sasance (51 %) a pouze 22 % svého času tráví mimo sasanku i rybu. Z tohoto vyplývá, že celkově kreveta tráví svůj čas zejména v bezpečí chapadel sasanky. Nicméně v nočních hodinách výrazně převažuje pohyb krevety mimo sasanku. V noci se kreveta nevěnuje čištění ryb, a tak si nejspíše hledá jiný zdroj potravy. Přesto je kreveta velmi aktivním čističem a většinu své potravy získává očišťováním své hostitelské sasanky, sasankových ryb a dalších ryb-klientů. Tato zjištění souhlasí i s dříve publikovanými

pracemi o tomto druhu (Bshary et al. 2007; Chadwick et al. 2008; Chapuis & Bshary 2009; 2010). Získávání potravy jiným způsobem je nejspíše nutné zejména pro krevety, které mají méně příležitostí opatřit si dostatek potravy čištěním ryb. V poledne se krevety na sasankách v oblasti travnatého dna zdržují více na okraji sasanky než jedinci žijící na korálovém útesu. Je možné, že tyto krevety „vyhlíží“ potenciální zákazníky a jsou připraveny v této pozici pro rychlé naskočení na klienta.

6.2 Signalizace a prahová vzdálenost

Jelikož se kreveta *A. longicarpus* věnuje aktivně čištění jiných ryb, používá k upozornění svých služeb několik způsobů signalizace. Podobně jako ostatní krevety z rodu *Ancylomenes* se kreveta často vznáší nad sasankou a plave potenciálnímu klientovi vstříc (Suzuki & Hayashi 1977; Chadwick et al. 2008). Tuto signalizaci používá kreveta již na značnou vzdálenost, průměrně od 49 cm. Je možné, že kreveta se připlaváním blíž ujistí o identitě klienta a vyhodnotí jeho úmysly.

Dále kreveta používá kývání těla ze strany na stranu, které bylo zdokumentováno nejen u tohoto druhu (Chadwick et al. 2008), ale i u jiných druhů krevet zejména ze stejného rodu *Ancylomenes* (Holthuis & Eibesfeldt 1964; Bruce 1976b; Suzuki & Hayashi 1977; Bruce & Svoboda 1983; Nizinski 1989; Okuno & Nomura 2002; Chadwick et al. 2008). Pozorování prokazují, že intenzita kývání se v průběhu dne mění, a také se liší podle místa, kde se kreveta nachází. Kreveta nejvíce kývá svým tělem kolem poledne, kdy je zároveň největší čistící aktivita a čistící stanice krevet jsou nejvíce navštěvovány klienty. Kreveta tedy zřejmě signalizuje potenciálním klientům, aby se od ní nechali očistit. Podle Chadwicka et al. (2008) kreveta provádí kývání těla v cyklech po 1,45–2,66 s, v naší studii mírně rychleji: 1,2–2,3 s. Zatímco v jejich práci byl v ranních hodinách cyklus kratší než odpoledne, v naší se tato období nelišila, ale cyklus byl kratší v poledne.

Dále je patrné, že krevety žijící mimo jakéhokoliv hostitele se kývají rychleji než krevety žijící na sasance či v přítomnosti korálu *Plerogyra sinuosa*. Je možné, že krevety žijící volně se živí zejména čištěním ryb-klientů. Naopak krevety žijící v symbióze mohou využívat nepřetržitě jako zdroj své potravy povrch hostitele a různé částičky mezi chapadly sasanky. Ve studiích Becker et al. (2005) na krevetě rodu

Urocaridella a Chapuis & Bshary (2010) prováděné na *A. longicarpus* vyšlo najevo, že existuje úzká souvislost mezi hladovostí krevety a intenzitou signalizace. Lze se domnívat, že krevety žijící bez symbiotického organismu, které se musí spoléhat pouze na čištění a další zdroje potravy, vykazují během celého dne větší hladovost. Zároveň intenzivnější signalizace přivábí více potenciálních klientů. Je dokázáno, že pokud si ryby mohou vybrat mezi dvěma čistícími krevetami, vyberou si vždy tu, která intenzivněji signalizuje a asi je hladovější (Becker et al. 2005).

Nicméně kývání, zejména v případě kdy kreveta „sedí“ na chapadlech sasanky, může být také dokonalou mimikrou jak splynout s vlajícími chapadly sasanky (Holthuis & Eibl-Eibesfeldt 1964; Nizinski 1989). Kreveta přesně napodobuje svým tělem pohyb ramen sasanky v proudu. Tímto chováním se tedy při přiblížení ryby může skrýt jejímu zraku a použít kývání jako kamufláž. Kývání bylo totiž zaznamenáno i u krevet, které se prokazatelně čistícímu chování nevěnují (např. *P. brevicarpalis*; Bruce 1976b). V tomto případě pak nemůžeme toto chování nazvat signálním, ale naopak obranným. Tento fenomén by bylo dobré v budoucnosti ještě ověřit a více prozkoumat vzhledem k tomuto možnému druhému vysvětlení.

Ancylomenes longicarpus velmi často signalizuje máváním pereiopodů (Bruce & Svoboda 1983; Chadwick et al. 2008; Chapuis & Bshary 2010). Tento typ signalizace byl zaznamenán i u jiných druhů krevet jako je *A. venustus* (Balzarová, vlastní pozorování, Ďuriš, osobní sdělení) a *A. kobayashi* (Okuno & Nomura 2002). Mávání provádí kreveta v těsné blízkosti potenciálního klienta (přibližně 2–10 cm). Je možné, že kreveta upozorňuje blížící se objekt na svou přítomnost a kromě lákání klienta by tento signál mohl sloužit i pro komunikaci s predátory. Proto byla práce zaměřena i na tuto možnost, a bylo dokázáno, že krevety opravdu v přítomnosti predátorů více mávají pereiopody. Také v práci Chapuis & Bshary (2010), která zkoumala vztah mezi máváním a přítomností predátora, bylo zjištěno, že kreveta mává více v přítomnosti predátora. V naší studii krevety opravdu signalizují více v přítomnosti predátorů a také v přítomnosti větších ryb, u kterých kreveta může předpokládat větší hrozbu, ale zároveň jsou i potenciálním větším zdrojem potravy. Kreveta intenzivnějším máváním může přesvědčovat predátora o své identitě čističe a zároveň ho tím zklidňovat a udržovat v blízkosti stanice, aby se nechal vyčistit. Ve většině případů je potenciální predátor většího vzrůstu. Kreveta se udržuje při čištění predátora v těsnějším

kontaktem, často se ho dotýká tykadly a klepety a pohybuje se po něm (angl. „tactile stimulation“) (Sargent & Wagenbach 1975; Becker et al. 2005). Toto chování opět může sloužit k uklidnění predátora (klienta) a dává krevetě více bezpečí. K těmto závěrům došli i v práci Chapuis & Bshary (2009).

Výsledky naznačují, že kreveta dokáže tímto způsobem stimulace mírně manipulovat s klientem a přinutit ho zůstat delší dobu v čisticí stanici a přímo i v čisticí póze. Délka čištění u větších ryb byla delší než u menších ryb, to je samozřejmě nejspíše důsledek času potřebného k ošetření většího povrchu těla rozměrnějšího klienta. Krevetě trvá déle, než celého klienta očistí, ovšem může to být způsobeno i tím, že kreveta čistí větší ryby déle z toho důvodu, že na větším klientovi může nalézt více potravy a proto se i více snaží a čistí pečlivěji než u menších ryb. Přirozeným chováním krevety je sbírání nejen parazitů z těla ryby, ale i kousků kůže, částec potravy a i slizu z jejího těla. Sbíráni samotného slizu nazývají někteří autoři jako „šizení“ zákazníků. Celkově je ale toto procento „šizení“ krevetou *Ancylomenes longicarpus* velmi malé (Chapuis & Bshary 2009). Kreveta si vzhledem ke svému drobnému a křehkému tělu nemůže dovolit podvádět, a to zejména velké jedince nebo predátory, kde hrozí v případě nespokojenosti nebo špatného očištění zabití krevety. Nicméně i samotný sběr slizu z těla ryby je doprovázený dotykovou stimulací krevety, která způsobuje uklidnění klientů a jakousi jejich relaxaci. Arnal et al. (2001) zkoumali složení rybího slizu a vyšlo najevo, že poskytuje podobné kalorické hodnoty jako samotní ektoparazité.

6.3 Čištění

Pozorovaný průběh čištění souhlasí s dříve publikovanými pracemi (Fricke 1987; Jonasson 1987; Sargent & Wagenbach 1975; Wicksten 1995; Arnal et al. 2001; Becker & Grutter 2004). Největší aktivita čištění je v době mezi 10 a 14 h, v této době stanici navštěvuje největší počet ryb. Zároveň je toto období spojeno s velkou signalizační aktivitou, druhý nárůst signalizační aktivity je pak v podvečer, kdy se krevety nejspíše snaží nalákat poslední zákazníky k očištění před nastupující nocí.

Velmi zajímavé bylo zjištění poměru čištění dorzální a ventrální strany ryby, kdy *A. longicarpus* výrazně preferuje čištění dorzální strany ryby. Toto zjištění je v rozporu s údaji o čisticích krevetách od Jonassona (1987), kde všechny zkoumané

čisticí krevety spíše preferovaly ventrální čištění. Nejspíše z toho důvodu, že nemusely „nasedat“ na klienta, ale mohly ho čistit z podkladu. U *A. longicarpus* jsou sasanky velmi často umístěné na vyvýšenině, ryba většinou „zaparkuje“ na substrátu pod sasankou nebo přímo vedle sasanky – kreveta tedy jen seskočí směrem dolů na hřbet ryby. Z výsledků výzkumu diurnální aktivity je vidět, že kreveta velmi málo času tráví na substrátu pod sasankou, ze kterého by musela čistit břišní část ryby. Možná je to dáno i tím, že na substrátu pod sasankou velmi často žije kreveta *Cuapetes tenuipes* (viz např. Bruce & Svoboda 1983; Debelius 2001; 2002; Chadwick et al. 2008).

Při bližším rozboru jednotlivých prvků čisticího chování ryby a krevety byl nalezen průkazný rozdíl v délce trvání interakce. Liší se jak zahájení tak i ukončení čisticího chování u krevety i ryby. Tyto rozdíly jsou způsobeny zejména tím, že ryba-klient musí při vplutí do stanice zaprvé čekat, než na něj dojde řada a přitom se již přibližuje nebo je připravený v čisticí póze a zadruhé kreveta je před zahájením čištění obezřetná a než zahájí interakci s klientem, nejdříve se ujistí, že je okolí stanice i samotný klient bezpečný. Při ukončování čisticí interakce, kdy kreveta již skončila s očišťováním, klient velmi často ještě chvíli zůstane v póze nebo v horizontální poloze a ujišťuje se, že kreveta opravdu skončila, anebo se jí snaží ještě chvíli k čištění nalákat, a pak teprve stanici opouští. V některých případech toto chování ryby opravdu vyvolá krátký návrat krevety ke klientovi.

7 Závěr

Kreveta *Ancylomenes longicarpus* vykazuje širokou škálu typů chování, které se mírně mění v závislosti na habitatu a denní době. Krevety na travnatých porostech vykazovaly větší tendence k signalizační aktivitě, z čehož se dá usuzovat, že se nejen musí více snažit nalákat klienty k očištění na méně frekventovaných místech, ale vypovídá to i o celkovém stavu těchto krevet. Kvůli nedostatku potravy z čištění ryb jsou hladovější a musí si obstarávat potravu jinak, např. tím, že ve večerních a nočních hodinách více opouštějí svou hostitelskou sasanku a sbírají v okolí potravu. Při porovnání krevet žijících v symbióze s nějakým hostitelem a bez hostitele jsou opět volně žijící krevety aktivnější v signalizaci. Podle všech těchto výsledků lze soudit, že kreveta se opravdu primárně živí jako čistič a pouze krevety žijící v symbióze využívají navíc možnosti získávat částky potravy očišťováním hostitele a dalších zde společně žijících organismů. Pozice krevet na hostitelích je úzce svázaná s konkrétní aktivitou krevet, např. při odpočinku se zdržují často v bezpečí sasanky přímo na orálním disku, pokud se chystají provádět čisticí služby, čekají naopak většinou na okrajích sasanky na příchod zákazníka.

Pro upoutání pozornosti klienta používá kreveta tři typy signalizace, které různě kombinuje. Častá je kombinace vyplavání zákazníkovi vstříc spojené s kýváním těla ze strany na stranu, návrat na sasanku a signalizování máváním prodloužených druhých pereopod. V některých případech kreveta mávání vůbec nevyužívá, ale vyplavání směrem k objektu, nebo kývání těla je přítomno v téměř 100 % případů. Jelikož je kývání těla tak často přítomno, je možné se domnívat, že se místo signalizačního chování jedná o chování obranné. Kreveta totiž díky kývání těla splyne se svým okolím. Mávání klepítky je také možno považovat nejen za signální chování, ale opět i za obranné, kdy kreveta zvýšenou intenzitou dává najevo větší rybě nebo predátorovi svou identitu čisticí krevety. Lze se tak domnívat i proto, že mávání kreveta opravdu používá jen v krajních případech, je-li klient blízko nebo je velký. Tato možná vysvětlení chování krevety je nutné ještě blížeji prozkoumat i u jiných druhů krevet.

Čištění krevetou *A. longicarpus* probíhá naprosto stejným způsobem jako u jiných druhů krevet, nicméně je zarážející, že komunikace mezi krevetou a zákazníkem nedosahuje větší efektivity, když se zdá, že toto je opravdu primární způsob získávání potravy krevetou. Z tohoto důvodu by bylo dobré čištění a čisticí chování ještě více

zdokumentovat, přidat více pozorování a zároveň porovnat s dalšími čisticími krevetami v Rudém moři (*Stenopus hispidus* a *Urocaridella pulchella*), nebo také s pyskounem *Labroides dimidiatus*. Je možné, že kreveta *A. longicarpus* zabírá pouze malou omezenou část z celkových možných čisticích interakcí, protože ty jsou již obsazené jinými druhy čističů.

Do budoucna by bylo jistě velmi prospěšné se více zaměřit na sezónní změny populací krevet a na vliv různých disturbancí. Rozmnožovací chování krevet nebo hierarchie ve skupině je v současné době zatím nezdokumentovaná. Neznámé je i celkové rozšíření krevet v rámci Rudého moře, veškeré údaje byly zatím získány ze severních oblastí kolem Sinajského poloostrova, kde krevety zřejmě dosahují největších populačních hustot. Informace o rozšíření sasanek a sasankových krevet z jižního Egypta (např. pod Hurghadou, u Marsa Alam či u hranic se Súdánem) chybí. Na jihu jsou také celkové roční teploty vody vyšší než v severní části Rudého moře a teplota je zde celoročně velmi vysoká, což má za následek i blednutí korálu v nejjihnějších částech. Jistě by bylo vhodné prověřit vliv teploty vody na výskyt a populační hustoty jednotlivých druhů, v mých dosavadních pozorováních v Rudém moři měla zvýšená teplota vody vždy negativní důsledky pro výskyt krevet, lze tedy očekávat, že v jižním Egyptě bude celkově méně jedinců.

8 Seznam literatury

- Arnal C., Cote I. M., Morand S. (2001). Why clean and be cleaned? The importance of client ectoparasites and mucus in a marine cleaning symbiosis. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 51: 1–7
- Artúz M. L. (2007). A new lessepsian decapod in northern Aegean sea *Ixa mondoni* (Holthuis and Gottlieb, 1956). *IJDR, Z-N Applied Biological Sciences* 73: 12–14
- Arvedlund M., Takemura A. (2005). Long term observation in situ of the anemonefish *Amphiprion clarkii* (Bennett) in association with a soft coral. *Coral Reefs* 24: 698
- Balzarová M. (2009). Symbiotické vztahy mezi krevetami a obřími sasankami v Rudém moři. Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích, p. 55 + XII
- Balzarová M., Nedvěd O. (submitted) Do anemone shrimps have special habitat preferences for their symbiotic anemones? *African Journal of Marine Science*.
- Bauer R. T. (2004). Remarkable shrimps, adaptations and natural history of the carideans. University of Oklahoma Press, Norman, USA, pp. 282
- Becker J. H. A., Grutter A. S. (2004). Cleaner shrimp do clean. *Coral Reefs* 23: 515–520
- Becker J. H. A., Grutter A. S. (2005). Client fish ectoparasite loads and cleaner shrimp *Urocaridella* sp. hunger levels affect cleaning behaviour. *Animal Behaviour* 70: 991–996
- Becker J. H. A., Curtis L. M., Grutter A. S. (2005). Cleaner shrimp use rocking dance to advertise cleaning service to clients. *Current Biology* 15: 1–5
- Bruce A. J. (1976a). Coral reef Caridea and „Commensalism“. *Micronesica* 12(1): 83–88

- Bruce A. J. (1976b). Shrimps and prawns of coral reefs, with special reference to commensalism. *Biology and Geology of Coral Reefs III*: 37–94
- Bruce A. J. (1977). The hosts of the coral-associated Indo-West-Pacific pontoniine shrimps. *Atoll Research Bulletin* 205: 1–19
- Bruce A. J. (1985). The shrimps of tropical seas. *Northern Territory Naturalist* 8: 18–27
- Bruce A. J. (2010). *Periclimenes nevillei* sp. nov. (Crustacea: Decapoda: Pontoniinae) from Vanuatu. *Zootaxa* 2510: 45–54
- Bruce A. J., Svoboda, A. (1983). Observations upon some pontoniine shrimps from Aqaba, Jordan. *Zoologische Verhandlungen* 205: 1–44
- Bshary R., Oliveira R.F., Oliveira T. S.F., Canário A. V. M. (2007). Do cleaning organisms reduce the stress response of client reef fish? *Frontiers in Zoology* 4:21 doi:10.1186/1742-9994-4-21
- Criales M. M. (1979). Etología y ecología de los camarones limpiadores de peces *Periclimenes pedersoni* Chace y *Lyasmata grabhami* (Gordon) en la bahía de Santa María (Colombia). *Acta Científica Venezolana* 30: 570–576
- Criales M. M. (1984). Shrimps associated with coelenterates, echinoderms and molluscs in the Santa Marta Region, Colombia. *Journal of Crustacean Biology* 4: 307–317
- Coutière H. (1899). Les Alpheidae morphologie externe et interne, formes larvaires, bionomie. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie* 8(9):1–559
- Debelius H. (2001). *Crustacea - Guide of the world*. IKAN, Frankfurt, pp. 321
- Debelius H. (2002). *Red Sea guide*. IKAN, Frankfurt, pp. 323
- Elliot J. K., Mariscal R. N. (2001). Coexistence of nine anemonefish species: differential host and habitat utilization, size and recruitment. *Marine Biology* 138(1): 23–36
- Fautin D. G. (1986). Why do anemonefishes inhabit only some host actinians? *Environmental Biology of Fishes* 15(3): 171–180

- Fautin D.G. (1991). The anemonefish symbiosis: What is known and what is not. *Symbiosis* 10: 23–46
- Fautin D. G., Allen G. R. (1992). Anemone fishes and their host sea anemones: a guide for aquarists and divers. Western Australian Museum, Perth, Australia, pp. 160
- Fautin D. G., Guo Ch: Ch., Hwang J. S. (1995). Costs and benefits of the symbiosis between the anemoneshrimp *Periclimenes brevicarpalis* and its host *Entacmaea quadricolor*. *Marine Ecology Progress Series* 129: 77–84
- Foster S. A. (1985). Wound healing: A possible role of cleaning stations. *Copeia* 4: 875–880
- Fricke H. W. (1973). Ökologie und Sozialverhalten des Korallenbarsches *Dascyllus trimaculatus* (Pisces, Pomacentridae). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 32: 225–256
- Fricke H.W. (1974). Öko-Ethologie des monogamen Anemonenfisches *Amphiprion bicinctus* (Freiwasseruntersuchung aus dem Roten Meer). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 36: 429–512
- Fricke H. W. (1983). Social control of sex: field experiments with the anemonefish *Amphiprion bicinctus*. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 61: 71–77
- Fricke H. W. (1987). Svědectví korálových útesů. Panorama, Praha, pp. 226
- Galil B. S. (1993). Lessepsian migration: New findings on the foremost anthropogenic change in the Levant Basin fauna. In: N.F.R. DellaCroce, ed. *Mediterranean Seas 2000*. Instituto Scienze Ambientali Marine-Santa Margherita Ligure: 307–323
- Galil B. S. (2008). Alien species in the Mediterranean Sea-which, when, where, why? *Journal Hydrobiologia* 606(1): 105–116
- Guo Ch-Ch., Hwang J. S., Fautin D.G. (1996). Host selection by shrimps symbiotic with sea anemones: a field survey and experimental laboratory analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 202: 165–176

- Herrnkind W., Stanton G., Conklin E. (1976). Initial characterization of the commensal complex associated with the anemone, *Lebrunia danae*, at Grand Bahama. *Bulletin of Marine Science* 26(1): 65–71
- Holbrook S. J., Schmitt R. J. (2005). Growth, reproduction and survival of tropical sea anemone (Actinaria), benefits of hosting anemonefish. *Coral Reefs* 24: 67–73
- Holthuis L. B., Eibesfeldt I. (1964). A new species of the genus *Periclimenes* from Bermuda (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Senck Biologie* 45 (2): 185–192
- Chadwick N. E., Arvedlund M. (2005). Abundance of giant sea anemones and patterns of association with anemonefish in the northern Red Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 85: 1287–1292
- Chadwick N. E., Ďuriš Z. (2006). Přednáška *Biodiversity and ecological impacts of ecosymbionts on Red Sea anemones*. Eilat. Workshop on The high diversity of the Gulf of Aqaba: origins, dimensions and protection, 16. –17.10. 2006
- Chadwick N. E., Ďuriš Z., Horká I. (2008). Biodiversity and behavior of shrimps and fishes symbiotic with sea anemones in the Gulf of Aqaba, northern Red Sea. F. D. Por ed. Aqaba: Eilat, the Improbable Gulf. Environment, Biodiversity and Preservation, Magnes Press Jerusalem 2008: 209–239
- Chapuis L., Bshary R. (2009). Strategic adjustment of service quality to client identity in the cleaner shrimp, *Periclimenes longicarpus*. *Animal behaviour* 78: 455–459
- Chapuis L., Bshary R. (2010). Signalling by the shrimp *Periclimenes longicarpus*. *Animal behaviour* 79: 645–647
- Johnson W. S., Ruben P. (1988). Cleanin behavior of *Bodianus rufus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Gobiosoma evelynae* and *Periclimenes pedersoni* along a depth gradient at Salt river Submarine canyon. St. Croix, Environmental Biology of Fishes 23(3): 225–232

- Jonasson M. (1987). Fish cleaning behaviour of shrimp. *Journal of Zoology* 213: 117–131
- Jonsson L. G., Lundalv T., Johannesson K. (2001). Symbiotic associations between anthozoans and crustaceans in a temperate coastal area. *Marine Ecology Progress* 209: 189–195
- Khan R. N., Becker J. H. A., Crowther A. L., Lawn I. D. (2003). Sea anemone host selection by the symbiotic saddled cleaner shrimp *Periclimenes holthuisi*. *Marine and Freshwater Research* 54: 653–656
- Khan R. N., Becker J. H. A., Crowther A. L., Lawn I. D. (2004). Spatial distribution of symbiotic shrimps (*Periclimenes holthuisi*, *P. brevicarpalis*, *Thor amboinensis*) on the sea anemone *Stichodactyla haddoni*. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 84: 201–203
- Knowlton N., Keller B. D. (1983). A new, sibling species of snapping shrimp associated with the Caribbean sea anemone *Bartholomea annulata*. *Bulletin of Marine Science* 33: 353–362
- Knowlton N., Keller B. D. (1985). Two more sibling species of alpheid shrimps associated with Caribbean sea anemones *Bartholomea annulata* and *Heteractis lucida*. *Bulletin of Marine Science* 37(3): 893–904
- Lieske E., Myers R. F. (2004). Coral reef guide Red Sea. HarperCollinsPublishers, Osiris office, Egypt, pp. 381
- Lieske E., Myers R. F. (2005). Ryby korálových útesů, Indopacifik a Karibik. Nakladatelství Svojtka, Praha, pp. 400
- Limbaugh C., Pederson H., Chace F. A. (1961). Shrimps that clean fishes. *Bulletin of Marine Science of the Gulf of Caribbean* 11(2): 237–257
- Mahnken C. (1972). Observations on cleaner shrimps of the genus *Periclimenes*. *Bulletin of the Los Angeles County Museum of Natural History, Science* 14: 71–83

- Mariscal R. N. (1970a). The nature of the symbiosis between Indo-Pacific anemone fishes and sea anemones. *Marine biology* 6(1): 58–65
- Mariscal R. N. (1970b). An experimental analysis of the protection of *Amphiprion xanthurus* Cuvier & Valenciennes and some other anemone fishes from sea anemones. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 4(2): 134–149
- Mercado L. M., Capriles V. A. (1982). Description of two commensal complexes associated with the anemones, *Stoichactis helianthus* and *Homostichanthus duerdeni* in Puerto rico. *Caribbean Journal of Science* 17: 69–72
- Mihalik M. B., Brooks W. R. (1997). Protection of the symbiotic shrimps *Periclimenes pedersoni*, *P. yucatanicus* and *Thor* spec. From fish predators by their host sea anemone. *Proceedings of the 6th Conference on Coelenterate Biology 1995*
- Miyagawa K., Hidaka T. (1980). *Amphiprion clarkii* Juvenile: Innate Protection against and Chemical Attraction by Symbiotic Sea Anemones. *Proceedings of the Japan Academy. Ser. B: Physical and Biological Sciences* 56(6): 356–361
- Murata M., Miyagawa-Kohshima K., Nakanishi K., Naya Y. (1986). Characterization of Compounds That Induce Symbiosis Between Sea Anemone and Anemone Fish. *Science* 234 (4776): 585 – 587
- Nizinski M. S. (1989). Ecological distribution, demography and behavioral observations on *Periclimenes anthophilus*, an atypical symbiotic cleaner shrimp. *Bulletin of Marine Science* 45(1): 174–188
- Okuno J. (2009). *Cuapetes* Clark, 1919, a senior synonym of *Kemponia* Bruce, 2004 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Zootaxa* 2028: 67–68
- Okuno J., Bruce A. J. (2010). Designation of *Ancylomenes* gen. nov., for the *Periclimenes aesopius* species group' (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), with the description of a new species and a checklist of congeneric species. *Zootaxa* 85–105

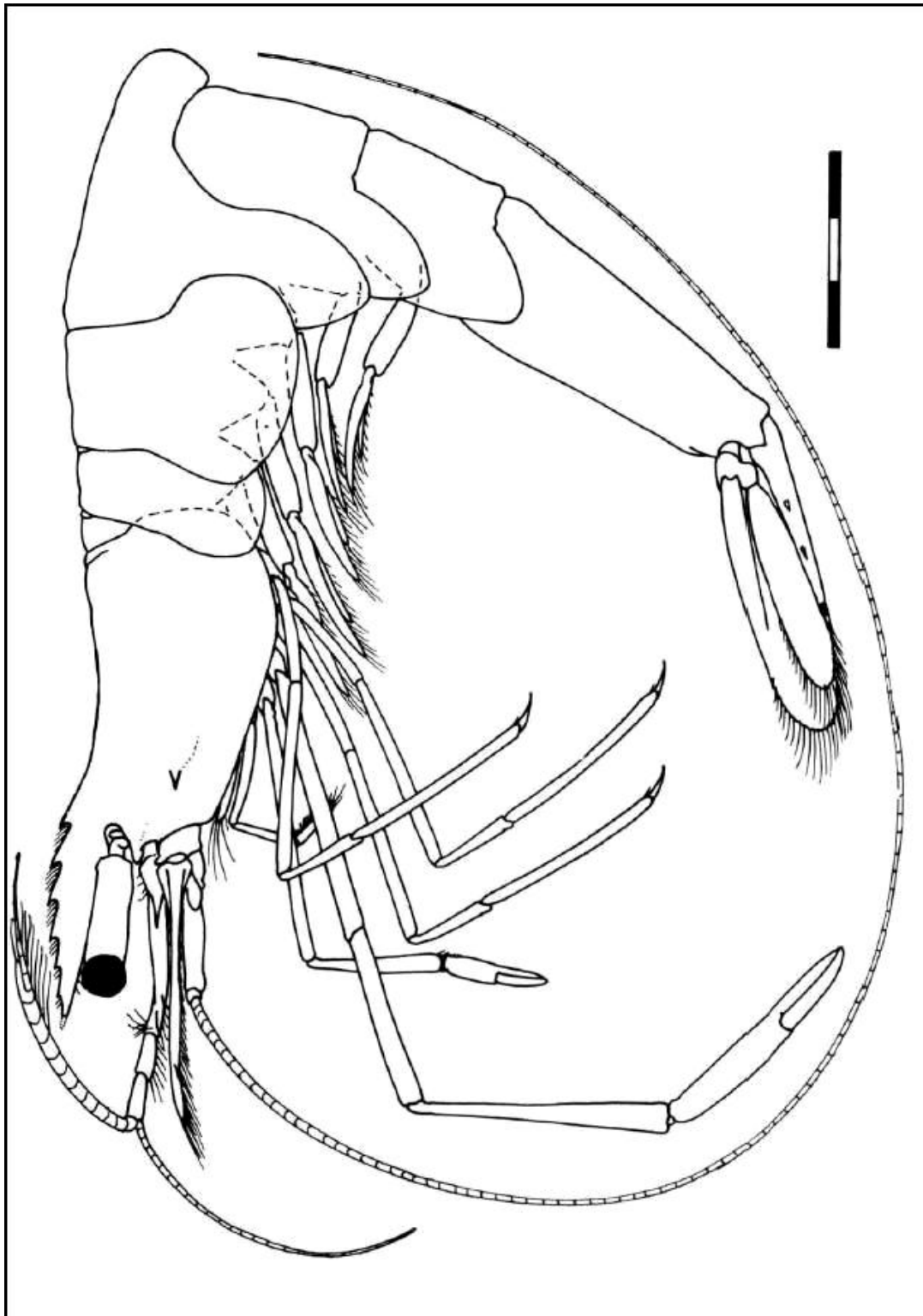
- Okuno J., Nomura K. (2002). A new species of the *Periclimenes* *aesopus* species group (Decapoda: Palaemonidae: Pontoniinae) associated with sea anemone from Pacific coast of Honshu, Japan. *Natural History Research* 7 (1): 83–94
- Ostlund-Nilsson S., Becker J. H. A., Nilsson G. E. (2005). Shrimps remove ectoparasites from fishes in temperate waters. *Biology Letters* 1: 454–456
- Porat D., Chadwick-Furman N. E. (2004). Effects of anemonefish on giant sea anemones: expansion behavior, growth and survival. *Hydrobiologia* 530-531(1-3): 513–520
- Porat D., Chadwick-Furman N. E. (2005). Effects of anemonefish on giant anemones: Ammonium uptake, zooxathella content and tissue regeneration. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 38: 43–51
- Randall J. E., Fautin D. G. (2002). Fishes other than anemonefishes that associate with sea anemones. *Coral Reefs* 21: 188–190
- Ritson-Williams R., Paul J.V. (2007). *Periclimenes yucatanicus* and *Periclimenes rathbunae* on unusual corallimorph host. *Coral Reefs* 26: 147
- Roopin M., Henry R. P., Chadwick N. E. (2008). Nutrien transfer in a marine mutualism : patterns of ammonia excretion by anemonefish and uptake by giant sea anemones. *Marine Biology* 154: 547–556
- Sargent R. C., Wagenbach G. E. (1975). Cleaning behavior of the shrimp, *Periclimenes anthophilus* Holthuis and Eibl: Eibesfeldt (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Bulletin of Marine Science*, 25(4): 466–472
- Spotte S. (1995). "Cleaner" shrimps? *Helgoland Marine Research* 52(1): 59–64
- Stanton G. (1977). Habitat partitioning among associated decapods with *Lebrunia danae* at Grand Bahama. *Proceedings Third International Coral Reef Symposium, Rosentstiel School of Marine and Atmospheric science, University of Miami, Florida*: 169–175

- Suziki K., Hayashi K-I. (1977). Five caridean shrimps associates with sea anemones in central Japan. *Publications of Seto Marine Biological Laboratory* 24(1/3): 193–208
- Thurman H. V., Trujillo A. P. (2002). *Oceanography* 7th Edition, ISBN 0130652350, Chapter 2: 49 – 51, Obr. 2–21
- Wicksten M. J. (1995). Associations of fishes and their cleaners on coral reefs of Bonaire, Netherlands Antilles. *Copeia* 2: 477–481
- Williams E. H., Bunkley-Williams L. (2000). Experimental refutation of the ease of associate change by the spotted cleaner shrimp, *Periclimenes yucatanicus* (Decapoda, Palaemonidae), new false: coral associates for the pederson cleaner shrimp: *Periclimenes pedersoni*, and general abundance of associations for both shrimps. *Crustaceana* 73(4):503–511
- Williams E. H., Williams L. B. (1982). First report of *Periclimenes yucatanicus* (Ives) (Decapoda, Palaemonidae) in association with a coralliomorpharian anemone. *Crustaceana* 42(3): 318–319
- Whiteman E. A., Cote I. M., Reynolds J. D. (2002). Do cleaning stations affect the distribution of territorial reef fishes? *Coral Reefs* 21: 245–251
- Yokes B., Galil B. S. (2006). New records of alien decapods (Crustacea) from the Mediterranean coast of Turkey, with a description of a new palaemonid species. *Zoosystema* 28(3): 747–755

9 Příloha

- I. Ilustrační obrázky a fotografie *Ancylomenes longicarpus***
- II. Ilustrační fotografie hostitelů s krevetami *A. longicarpus in situ***
- III. Ilustrační fotografie čištění nabídnuté ruky a makety ryby**
- IV. Typičtí zákazníci čisticích stanic v různých habitatech**
- V. CD s videozáznamem, fotografiemi a diplomovou prací v pdf**

I. Ilustrační obrázky a fotografie *A. longicarpus* (foto autorka):



Obr. 1 *Ancylomenes longicarpus* nov. spec. Holotyp, Aqaba, Jordánsko. (Bruce, Svoboda 1983)



Obr. 2 Typickým znakem *A. longicarpus* jsou prodloužené druhé pereopody, kreveta bez hostitele, velikost 2 cm, Egypt, Dahab, hloubka 12 m, korálový útes.



Obr. 3 Kreveta *A. longicarpus* na sasance *Entacmaea quadricolor*, Egypt, Dahab, hloubka 15 m, korálový útes.



Obr. 4 Kreveta *A. longicarpus* (2 cm) na sasance *Stichodactyla hadonni* (30 cm), Egypt, Dahab, hloubka 10 m, travnaté dno.



Obr. 5 Kreveta *A. longicarpus* (2 cm) a juvenilní jedinec *Amphiprion bicinctus* na sasance *Entacmaea quadricolor* (30 cm), Egypt, Dahab, hloubka 10 m, travnaté dno.

Foto: Ladislav Nogacek

II. Ilustrační fotografie hostitelů s krevetami *A. longicarpus in situ*. (foto autorka)



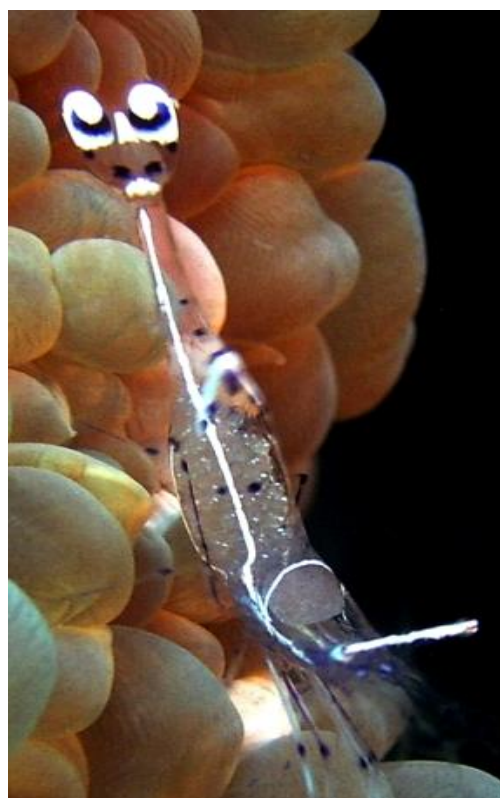
Obr. 1 Krevety žijí často ve větších skupinách, zde na sasance *Entacmaea quadricolor*, Egypt, Dahab, hloubka 14 m, korálový útes.



Obr. 2 *Ancylomenes longicarpus* (3 cm) žije často v asociaci s korálem *Plerogyra sinuosa* (45 cm), na nímku samice s vajíčky, Egypt, Dahab, hloubka 5 m, korálový útes.



A



B

Obr. 3 Samice s vajíčky (2,5 cm) na bublinkovém korálu, na snímku **A** právě mává prodlouženými druhými pereiopody, snímek **B** detailní záběr tělní dutiny s vajíčky. Egypt, Dahab, hloubka 12 m, korálový útes.



Obr. 4 Nalezené sasanky byly označeny štítkem s číslem pro snazší identifikaci, na snímku druh *Heteractis aurora* (45 cm) s klaunou *A. bicinctus* (8 cm), Egypt, Dahab, hloubka 6 m, korálový útes

III. Ilustrační fotografie čištění nabídnuté ruky a makety ryby:



Obr. 1 Kreveta čistí nabídnutou ruku, Egypt, Dahab, hloubka 20 m, korálový útes, foto autorka



Obr. 2 Jedinec se přibližuje k nabídnuté maketě, zahajuje čisticí interakci dotykem antény, Egypt, Dahab, hloubka 15 m, korálový útes. Foto: Aurore Mulkens Srp

**IV. Typičtí zákazníci čisticích stanic v různých habitatech
(foto autorka):**



Obr. 1 Bradáči *Pseudanthias squamipinnis*, ♀ oranžově zbarvená, ♂ fialovo červení, velikost 5 cm, Egypt, Dahab, hloubka 6 m, korálový útes.



Obr. 2 Komorník *Dascyllus aruanus*, velikost 6 cm, Dahab, Egypt, hloubka 12 m, korálový útes.



Obr. 3 Parmice *Parupeneus cyclostomus*, velikost 35 cm, Dahab, Egypt, hloubka 10 m, korálový útes.



Obr. 4 Samice ploskozubce *Scarus frenatus*, velikost 30 cm, Dahab, Egypt, hloubka 15 m, korálový útes.



Obr. 5 Kanic *Variola louti*, velikost 60 cm, Egypt, Dahab, hloubka 22 m, travnaté dno.



Obr. 6 Pyskoun *Cheilinus lunulatus*, velikost 55 cm, Dahab, Egypt, hloubka 15 m, travnaté dno.



Obr. 7 Parmice *Parupeneus forsskali*, velikost 20 cm, Dahab, Egypt, hloubka 10 m, písčné dno.



Obr. 8 Klipky *Chaetodon auriga*, velikost 10 cm, Dahab, Egypt, hloubka 10 m, travnaté dno.