

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vztah velikosti na pozici v chóru u samců rosničky zelené
(*Hyla arborea*)

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Michal Berec, Ph.D.

Autor: Bc. Veronika Stupková

České Budějovice, duben 2012

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 Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 26.4. 2012

.....

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala Michalu Berecovi za vedení práce. Rodině za podporu. Vojtovi za domácí pohodu a pomoc se statistikou a všem ostatním, díky kterým je radost tady být.

Abstrakt

Rosnička zelená (*Hyla arborea*) patří mezi druhy, které vytváří během reprodukčního období tzv. lekové systémy. Samci se shlukují do chórů za účelem přilákání samic. Dle velikosti těla, která předurčuje vokalizační schopnosti, si samci vybírají takovou pozici v chóru, která je zvýhodňuje před ostatními. Terénní práce probíhaly v roce 2011 na lokalitě v Českých Budějovicích formou zpětných odchytů. Cílem práce bylo zjištění závislosti mezi velikostí těla samců, jejich reprodukčními charakteristikami a pozicí samců v chóru. Samci byli značeni metodou zastřihávání prstů. Výsledky studie neukazují signifikantní závislost mezi velikostí těla samců a počtem jejich odchycení, počtem dní strávených na lokalitě, migrační vzdáleností na lokalitě a vzdáleností od nejbližšího souseda. Migrační aktivita samců byla patrná po celé ploše nádrže, neprokázalo se, že by se samci striktně zdržovali pouze v jedné části lokality. Pro rozmístění samců v chóru byla určujícím faktorem vegetace přítomná po celé ploše nádrže. Rozmístění samců odpovídalo modelu lekového uspořádání „*king of the hill*“, kdy se největší samci vyskytují uprostřed chóru, statisticky se však tento jev nepodařilo prokázat.

Klíčová slova: *Hyla arborea*, rosnička zelená, struktura chóru, lekové systémy, vokalizace, úspěšnost páření

Abstract

An European tree frog (*Hyla arborea*) is a species with a lek mating system during a breeding season. Males are clustered in the chorus in order to attract females. A body size of males determines the calling pattern. There is a vocal competition between males for more advantageous position in the chorus. The study site was located in České Budějovice. A field work was done in 2011. Males were recaptured on the breeding site. Goals of this thesis was investigated a correlation between the males' body size and mating behaviour and their position in the chorus. Males were individually marked by toe clipping. There was no significant correlation between the males' body size and chorus tenure, number of days spent at the breeding site, the distances between their calling sites and the distance from their nearest neighbour. Males shifted throughout the whole pond without a strict preference to a specific part of the locality. A male's displacement was determined by a vegetation. The statistically no significant thesis' results coincides with “king of the hill” pattern, where the highest quality males are found in the pond's center.

Key words: *Hyla arborea*, European tree frog, chorus structure, leks, calling, mating success

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární přehled.....	10
2.1. Rozšíření a biotop.....	10
2.2. Ohrožení druhu.....	10
2.3. Lek mating system.....	12
2.4. Hlasové projevy.....	13
2.5. Vokalizace a úspěšnost páření.....	14
2.6. Hlasové projevy a struktura chóru.....	15
2.7. Další lekové systémy.....	17
3. Metodika.....	18
3.1. Studovaný druh.....	18
3.2. Lokalita.....	18
3.3. Odchyt a měření.....	18
4. Výsledky.....	22
4.1. Četnost samců na lokalitě.....	22
4.2. Velikostní struktura.....	23
4.3. Vztah velikosti a počtu odchytů.....	24
4.4. Vztah velikosti a délky pobytu na lokalitě.....	25
4.5. Vztah velikosti a migrační vzdálenosti na lokalitě.....	26
4.6. Vztah velikosti a vzdálenosti k nejbližšímu samci.....	27
4.7. Rozdělení oblasti do třech zón.....	28
5. Diskuze.....	31
5.1. Rozmnožovací charakteristiky.....	31
5.1.1. Rozmnožovací období.....	31
5.1.2. Velikostní struktura.....	32
5.1.3. Četnost odchytů a délka pobytu na lokalitě.....	32
5.2. Struktura chóru	33
5.2.1. Vzdálenost mezi nejbližšími samci.....	33
5.2.2. Migrační pohyby na lokalitě.....	34
5.2.3. Úloha vegetace na lokalitě.....	35
6. Závěr.....	37
7. Použitá literatura.....	38
8. Přílohy.....	42

1. Úvod

Obojživelníci, zvláště pak žáby, vzhledem k jejich široké škále sociálního uspořádání a systémů při páření představují skupinu, která nabízí obrovský potenciál pro studium a porozumění sociálního chování zvířat (Emlen 1976, Duellman et Trueb 1994, Wells 2007). Rozmnožování je zásadní podmínkou pro přežití druhu a některé druhy žab jsou v reprodukčních strategiích vysoce adaptované. U žab je dnes známo nejméně 39 způsobů rozmnožování v závislosti na ovipozici, vývoji larev a parentální péči (Wells 2007), a další způsoby se stále objevují. V mírném pásmu je variabilita rozmnožovacích módů nižší než v tropickém pásmu. Reprodukční aktivita je v mírném pásmu sezónní, řízena klimatickými podmínkami, především teplotou a srážkami (Wells 2007).

Rozmnožování našich rosniček je vázáno na stojatou vodu, stejně jako kladení vajíček, které ale probíhá mimo místa páření (Duellman et Trueb 1994, Wells 2007). Rosnička zelená (*Hyla arborea*) je druh s prodlouženou dobou páření, kdy samci vytváří „leková“ seskupení (Friedl et Klump 2002). Na lokalitě samci vytváří chóry, ve kterých sborově vokalizují, čímž se snaží přilákat a zaujmout samice, které přicházejí na lokalitu později (Schwartz et al. 2002, Friedl et Klump 2002). Samci mezi sebou udržují minimální rozestupy a svá teritoria si brání agresivním voláním a fyzickými zápasy (Wells 2007). Úspěšnost samců při páření je přímo úměrná počtu dní strávených na lokalitě (Friedl et Klump 2005, Bertram et al. 1996) a velikosti samce (De Orense et Tejedo-Madueno 1990). Někteří samci proto využívají alternativní rozmnožovací strategie pro zvýšení svých šancí ke spáření (Leary et al. 2005). U rosniček můžeme hovořit o satelitní strategii, kdy samci nevokalizují, čímž šetří energii a profitují z okolních vokalizujících jedinců (Perrill et al. 1978, Duellman et Trueb 1994) a vyhledávací strategii, kdy se samci během vokalizace spontánně přemísťují po lokalitě. Satelitní samci bývají menší (Moravec 1995, Leary et al. 2005, Berec et Bajgar 2011), vyhledávači mají průměrnou velikost těla (Bajgar 2006).

Pokles populace obojživelníků téměř po celém světě je alarmující. Mezi příčiny snižování počtu obojživelníků patří klimatické změny, znečišťování životního prostředí, změny ve využívání půdy, introdukce nepůvodních druhů, ilegální obchod

a infekční nemoci (Collins 2010). Právě na tyto faktory záby reagují velmi citlivě. Přehled o celkovém stavu a snižujícím se počtu obojživelníků uvádí Stuart et al. (2004).

Ze studií vyplývá, že při páření jsou úspěšnější samci, kteří mají delší a silnější vokalizační aktivitu (Schwartz et al. 2001) a nižší frekvenci hlasu (Wilbur et al. 1978). Tyto vokalizační vlastnosti jsou dle Friedla et Klumpa (2002) přímo úměrné velikosti těla.

Jako ohrožený druh je rosnička zelená často studovaným objektem, i tato práce by tak měla přispět k dalšímu prohloubení znalostí o rozmnožovacích charakteristikách samců rosničky zelené. Cílem práce je vytvořit literární přehled o vlivu velikosti těla samců na jejich pozici v chóru a s tím související reprodukční charakteristiky. Dále provést terénní výzkum reprodukčního chování samců rosničky zelené na lokalitě v Českých Budějovicích a statisticky vyhodnotit vliv velikosti těla samců na reprodukční charakteristiky a pozici v chóru. V rámci statistického vyhodnocení jsem otestovala následující nulové hypotézy:

1. Velikost těla samců nemá vliv na počet odchytů
2. Velikost těla samců neovlivňuje délku pobytu na lokalitě
3. Velikost těla samců nemá vliv na migrační vzdálenost na lokalitě
4. Velikost těla samců nemá vliv na vzdálenost od nejbližšího souseda

Pozici v chóru jsem testovala pomocí rozdělení lokality na zóny a sledovala jsem, zda existuje závislost mezi pozicí v chóru a velikostí jedince.

2. Literární přehled

2.1. Rozšíření a biotop

Rosnička zelená (*Hyla arborea*) je drobná, jasně zelená žába s typickými přísavnými terčíky na prstech, schopná barvoměny. Délka těla samic se pohybuje v rozmezí 32 - 48 mm, samci jsou o něco menší, 27 – 42 mm. Pro samce je typický vokální vak, který slouží jako rezonátor hlasu. Pohlavní zralosti dosahují v prvním nebo druhém roce života, dožívají se až 15 let (Baruš, Oliva et al. 1992).

Rosnička zelená se sice vyskytuje po celém území ČR, ale charakter výskytu je spíše mozaikovitý. Upřednostňuje nižší až střední polohy do 550 m n. m. (93% všech lokalit), horní hranicí rozšíření je 750 m n. m. Hlavním klimatickým činitelem jejího rozšíření je teplota. Lokality s výskytem druhu dosahují průměrných ročních teplot od 7 °C výše, a průměrnými teplotami v červenci kolem 16 °C (Moravec 1992).

Jako heliofilní druh preferuje osluněná stanoviště v blízkosti menších vodních nádrží s dostatkem příbřežní a pobřežní vegetace. Stejně jako u většiny ostatních temperátních druhů je reprodukční aktivita vymezena sezonně a je ovlivňována teplotou a dostatkem srážek (Duellman et Trueb 1994, Wells 2007). K rozmnožování vyhledává mělké litorální pásmo vodních nádrží, tůní a rybníků s hloubkou vody 10 - 30 cm (Moravec 1992, Mikátová et Vlašín 1998). Samci začínají vokalizovat začátkem dubna, páření probíhá ve vodě a vajíčka jsou kladena na litorální vegetaci. Celý rozmnožovací proces je podmíněn dobrou kvalitou vody, protože dospělci i vajíčka jsou velmi citliví na organické znečištění vody (Mikátová et Vlašín 1998).

2.2. Ohrožení druhu

Podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. Ministerstva životního prostředí České republiky ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, je druh *Hyla arborea* považován za druh silně ohrožený.

V Červeném seznamu ČR, který slouží jako podklad pro ochranu druhů a

stanovišť, je zařazen v kategorii téměř ohrožený. V Červeném seznamu IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species, dostupné na www.iucnredlist.org) je druh klasifikován jako málo dotčený.

Ve Směrnici Rady č. 92/43/EHS z 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, na jejímž základě se vyhláší Evropsky významné lokality, které jsou součástí soustavy Natura 2000, je druh zařazen v příloze č. IV. Příloha č. IV zahrnuje druhy živočichů a rostlin vyžadující přísnou ochranu.

V Bernské úmluvě o ochraně evropské fauny, flóry a přírodních stanovišť je zařazen v příloze č. II, jako přísně chráněný druh.

Obojživelníci díky svým specifickým nárokům na prostředí mohou v krajině sloužit jako ukazatele kvality terestrického i vodního prostředí. Díky jejich propustné kůži jsou velice náchylní na znečištění vody i vzduchu, na UV záření, kyselé deště a toxické složky prostředí (Friedl et Klump 1997).

Coborn (1992) a Semlitsch (2003) považují za hlavní příčiny snižování stavu obojživelníků v krajině následující faktory. (1) Ztráta vhodného habitatu, který se lidskou činností mění na lesní či zemědělskou půdu, nebo průmyslovou či urbanizovanou krajinu. (2) Změna klimatu, která způsobuje zvyšování teploty a pronikání silnějšího UV záření. (3) Znečištění prostředí chemickými polutanty, které vznikají především z antropogenní činnosti. Dalšími ohrožujícími faktory mohou být infekční nemoci, patogeny, ilegální obchod či invazní organismy, které představují riziko kompetičního vyloučení či predace.

Za postupným ubýváním obojživelníků v ČR vidí Moravec (1992) především ztrátu vhodných lokalit. Tento trend byl v krajině pozorován od 50. let, kdy docházelo k intenzifikaci zemědělství a ke znečišťování prostředí. Úbytek populací rosničky zelené byl markantní v okolí Prahy a SZ Čech. Naopak nejpočetnější a nejstabilnější populace zůstávají v oblasti Českobudějovické pánve a Třeboňska v jižních Čechách a v některých oblastech jižní Moravy. Jejich velkou výhodou je schopnost osidlovat nově vzniklé vodní nádrže mezi prvními. Často je preferují před zarostlými vodními plochami (Moravec 1994).

2.3. Lek mating system

Úspěšná reprodukce je nutnou podmínkou přežití a zachování jakéhokoli druhu. Rosnička zelená patří mezi typické zástupce žab s prodlouženou dobou páření (Wells 1977), která v našich podmínkách může trvat až do července. Chování těchto samců během páření se liší od druhů s explozivním způsobem rozmnožování (např. *Bufo*), kde samci aktivně vyhledávají samice a páření s nimi si zajišťují pomocí fyzických zápasů s ostatními samci (Wells 1977). Naproti tomu samci rosníček zaujmou určitou pozici v chóru a samice lákají pomocí svých hlasových projevů (Wells 1977). Samice se přibližují k chóru a směřují ke konkrétnímu samci, poté buďto samy iniciují fyzický kontakt, nebo zůstanou v těsné blízkosti konkrétního samce (Wilbur et al. 1978). Samotné páření a kladení vajec probíhá mimo místa lákání samic (Wells 2007). Samci jsou během období rozmnožování aktivní hlavně večer a v noci a chóry samců vytváří až sborové koncerty (Baruš, Oliva et al. 1992). Určujícím faktorem pro aktivitu samců v období rozmnožování je teplota vzduchu (Wells 2007). Pro vytvoření pářícího chóru je důležitým faktorem teplota vody (Blankenhorn 1972, Friedl et Klump 2002). Během celého reprodukčního období samci většinou zůstávají na jedné lokalitě (Wells 2007).

Rosnička zelená vytváří „lekové“ systémy. „*Lek mating system*“ je shromáždění samců určitého druhu na určitém místě, kdy se samci snaží zaujmout takovou pozici, která jim zajistí konkurenční výhodu nad ostatními samce ve snaze přilákat samici (Höglund et Alatalo 1995). Lekové systémy tvoří hlavně samci hmyzu, žab (Ryan et al. 1981), ptáků, ryb nebo například daňků (Höglund et Alatalo 1995). Mezi samci mohou probíhat fyzické souboje, samci na sebe upozorňují výstředním zjevem, chováním, či zvukovými signály.

„Lekové“ systémy splňují určitá kritéria, kterými se liší od ostatních pářících systémů: Samci (1) neposkytují žádnou rodičovskou péči dalším generacím, (2) shromažďují se na určitém místě, kam se posléze stahují samice za účelem páření, (3) místa pro páření neposkytují žádné výhody pro samice, krom samců samých, (4) samice si mohou svévolně vybírat mezi přítomnými samci (Emlen 1976, Höglund et Alatalo 1995, Bradbury 1981 in Friedl et Klump 2005).

2.4. Hlasové projevy

Hlasové projevy mají v chování žab mimořádnou úlohu. Hlasový orgán je tvořen hlasivkovými blanami v hrtanové štěrbině. Samotný hlas vydávají opakovaným proháněním vzduchu mezi plícemi a ústní dutinou při zavřených nozdrách (Baruš, Oliva et al. 1992). Vokální vak na hrdle pak slouží k přenosu a zesílení vydávaného zvuku.

Vokalizace je nápadným znakem samců a využívají jej hlavně během rozmnožování pro přilákání samic. Samice se podle hlasových projevů orientují mezi samci (Gerhardt et al. 2000) a reagují na ně pozitivní fonotaxí (Baruš, Oliva et al. 1992). Dalším hlasovým projevem samců rosničky zelené je teritoriální hlas, který slouží k uhájení teritoria před ostatními samci (Wilbur et al. 1978, Baruš, Oliva et al. 1992, Friedl et Klump 2002). Tato teritoriální vokalizace určuje i postavení samců v chóru. Samci si vymezují svá teritoria a přibližující se samce se snaží zastrašit vydáváním agresivnějšího hlasu (Grafe 2005).

Podle kvality či délky hlasového projevu samice dokáží rozpoznat velikost a zralost samce a stahují se k těm největším a nejzkušenějším (Grafe 2005). Někteří menší samci se proto v tichosti shlukují poblíž těch zkušenějších a přilákané samice se snaží ukořistit. Samce, kteří získávají partnerky k páření tímto parazitickým způsobem, označujeme jako satelitní (Veselovský 2008). Satelitní samci jsou menší (Bajgar 2006), ale ne mladší než vokalizující samci (Leary et al. 2005). Větší samci jsou pro samice atraktivnější, protože jsou buď starší a tím zkušenější, nebo rostou rychleji, obojí je důkazem kvalitní genetické výbavy (Wilbur et al. 1978, Friedl et Klump 2005).

Nynější studie ukazují, že hlasový projev není pro samice jediným kritériem, podle kterého si vybírají partnera k páření. Důležitou roli při výběru hraje i zabarvení rezonančního vaku, které vypovídá o kvalitách samce a postranní proužek na boku těla. Při vizuálním kontaktu samice preferují samce s tmavším vakem a výraznějším proužkem po stranách těla (Gomez et al. 2009).

2.5. Vokalizace a úspěšnost páření

Samice mnoha druhů žab si vybírají své partnery na základě jejich hlasových proporcí, tedy dle délky, síly a frekvence hlasu. Všechny tyto charakteristiky souvisí s vlastnostmi a proporcemi samců, především s jejich velikostí, což ovlivňuje úspěšnost samců při páření (Tárano et Herrera 2003). Vokalizace je energeticky velice náročný proces, u rosníček stoupá okamžitá spotřeba kyslíku během vokalizace až 41krát oproti klidovému stádiu (Grafe 2005).

U rosníček je úspěšnost páření ovlivněna délkou vokalizace, což dokazuje řada autorů. Delší a silnější vokalizační projevy zvyšují atraktivitu samce (Gerhardt et al. 2000), kdy jsou samice schopné rozlišit i velmi jemné rozdíly v délce hlasového projevu (Schwartz et al. 2001). Samice upřednostňují samce s delšími vokalizačními projevy, protože od nich očekávají lepší genetickou výbavu pro své potomstvo (Friedl et Klump 2002). To dokazuje i skutečnost, že potomci samců s delším vokalizačním projevem vykazují lepší fitness (Gerhardt et al. 2000).

Hmotnost pozitivně koreluje s velikostí samce. Samci s větší hmotností se ozývají hlasem o nižší frekvenci, který je lépe slyšitelný (Wilbur et al. 1978) a ozývají se častěji než lehčí samci (Friedl et Klump 2002), což opět zvyšuje jejich atraktivitu.

Věk samců vypovídá o jejich velikosti a mezi věkem a velikostí existuje pozitivní korelace (Friedl et Klump 1997). Dalo by se usuzovat, že starší, zkušenější samci budou větší a tak atraktivnější pro samice. Ovšem musíme brát v úvahu, že tempo růstu jedinců se s věkem snižuje (Leary et al 2005). Dvouroční samci jsou sice výrazně menší než tříletí až šestiletí a tříletí samci jsou menší než ostatní starší jedinci, ale u čtyřletých, pětiletých a šestiletých jedinců se již velikost těla příliš nemění (Friedl et Klump 1997).

Úspěšnost páření se tedy odvíjí od samotné velikosti samce, která předurčuje kvalitu samčího hlasového projevu. Ze studie De Orensa et Tejedo-Madueno (1990) se potvrzuje předpoklad o těsné souvislosti mezi velikostí samce a počtem páření. Větší samci v chóru se samicemi častěji vytvářeli amplexus. Při výběru samce se uplatňuje i tzv. *positive assortative mating*, kdy si samice vybírají podobně velké jedince (De Orense et Tejedo-Madueno 1990).

Předpoklad velikosti jako vhodného měřítka kvality samců u obojživelníků zpochybňuje Friedl et Klump (2005). Uvádí, že s velikostí těla a věkem pozitivně koreluje návštěvnost chóru. V jeho studii nebyly prokázány žádné signifikantní korelace mezi velikostí samců a úspěšností páření. Úspěšnost páření se tedy odráží v počtu aktivně strávených nocí na lokalitě (Friedl et Klump 2005).

2.6. Hlasové projevy a struktura chóru

Teritoriálními projevy si samci vymezují svá území a určují tak postavení samců v chóru (Emlen 1976). Počet samců přítomných v chóru ovlivňuje jejich hlasové projevy. Samci vnímají odchod nebo příchod dalších samců do chóru, reagují i na změnu pouze jednoho jedince, a to změnou délky a frekvence hlasového projevu (Schwartz et al. 2002). Při větší konkurenci v chóru, mají samci tendenci ozývat se častěji (Gerhardt et Doherty 1988) a déle (Friedl et Klump 2002, Schwartz et al. 2001, 2002). Pokud se změní denzita chóru a počet přítomných samců se sníží, zůstanuvší samci mají tendenci udržet si i nadále delší vokalizační projev (Schwartz et al. 2001).

Samci s delšími vokalizačními projevy jsou pro samice atraktivnější, ovšem v hustém chóru, kde se hlasové projevy překrývají, je schopnost samic rozpoznávat samce s delším vokalizačním projevem snížena. Stejný negativní vliv způsobuje i hluk v pozadí (Parris 2002), na tento rušivý faktor samci reagují zvýšením frekvence hlasového projevu (Schwartz et al. 2001).

Efektivnost vokalizace, tedy vzdálenost, na kterou je zvuk dobře slyšitelný a rozpoznatelný, závisí na pozici odesílatele (samci) a příjemce (samice), okolních podmínkách, a habitatu, skrz který zvuk prochází (Parris 2002). Efektivnost vokalizace je ovlivněna vertikální pozicí samců v terénu. Hlas je pro samice až čtyřicetkrát lépe rozpoznatelný, pokud je samec vyvýšen 50 cm nad povrchem země, a čtyřikrát lépe rozpoznatelný, pokud je samec v těsné blízkosti vody. Maximální efektivita vokalizace tedy poskytuje optimální kombinace vyvýšení a blízkosti vody (Parris 2002).

V chóru existuje mezi samci přesná hierarchie, udržují si mezi sebou určité vzdálenosti a ostatní blížící se samce odhánějí, čímž se v chóru vytváří prostorové uspořádání (Emlen 1976, Maštera 2002, Wells 2007). Základním kritériem uspořádání samců v chóru je vokalizační výkonnost (Schwartz et al. 2002). Vzdálenost mezi samci se mění v závislosti na hustotě chóru. S rostoucím počtem samců v chóru se rozestupy mezi sousedy zmenšují (Wells 2007) a struktura chóru se rozpadá. S rostoucí hustotou chóru se také snižuje riziko ukořistění predátorem a roste počet přítomných samic, čímž se zvyšuje pravděpodobnost páření (Ryan et al. 1981).

Zajímavou strategií v odezvě na hustotu chóru zvolili samci ropuchy zahradní (*Incilus valliceps*, *Bufo*), kteří lákají samice taktéž zvukovými signály. Při nízké hustotě samci zaujímají pevnou pozici a zřídka se během noci přemísťují. Naopak při vysoké hustotě v chóru obvykle menší samci změni způsob lákání samic a začínají je aktivně vyhledávat (Wagner et Sullivan 1992).

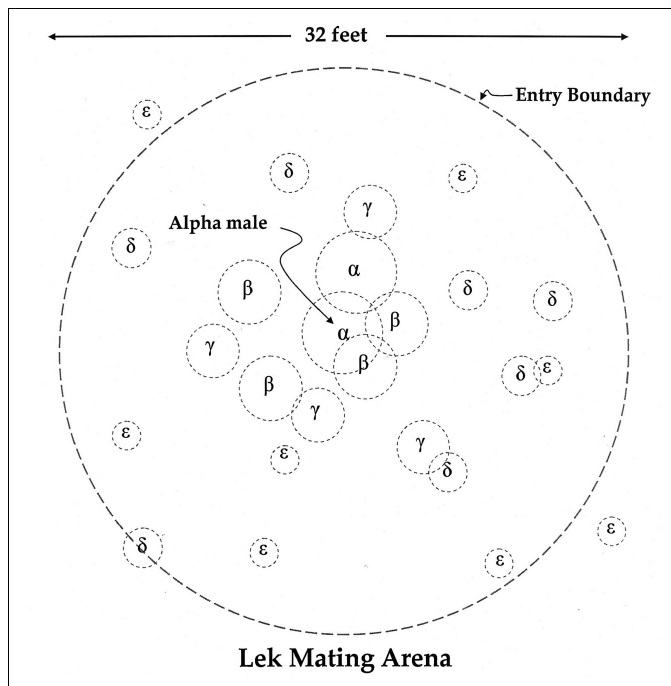
V chóru patrně existuje vedoucí samec, případně seskupení vedoucích samců, kteří iniciují chórovou vokalizaci (Wells 2007). Pro vedoucí postavení v chóru jsou stejně tak důležité tělesné proporce jako vokalizační předpoklady. Struktura chóru přiřazuje reprodukční výhody pro vedoucího samce před ostatními na nižší úrovni (Hardy 1959). Dle Hardyho (1959) je chór tvořen z několika podskupin, které jsou tvořeny třemi, případně čtyřmi samci. Samci na nižší hierarchické úrovni se často přibližují až do vzdálenosti několika desítek centimetrů k samcům ve vedoucím postavení, vedoucí samec se po takovémto přiblížení začíná ozývat pronikavým hlasem, snaží se ubránit si své teritorium a může dojít i k souboji (Hardy 1959).

Mimo vedoucích samců a ostatních členů se v chóru vyskytují satelitní samci, kteří sami nevokalizují, pouze číhají v blízkosti vokalizujících a snaží se ukořistit přibližující se samice (Bajgar 2006, Veselovský 2008).

Jak vypadá uspořádání chóru u *Rana catesbiana* (*Ranidae*) popisuje Emlen (1976). Pozice samců v chóru je jasně stanovená. Uprostřed chóru jsou soustředěni starší a větší samci, zatímco mladší zůstávají na okrajích.

2.7. Další lekové systémy

Pro srovnání uvádím prostorovou strukturu lekových systémů i u jiných druhů živočichů v návaznosti na velikost těla. Mezi druhy s ukázkovými lekovými systémy řadíme tetřevy (Galliformes), (Höglund et Alatalo 1995). Uspořádání v takovém systému ukazuje obrázek č. 1.



Obrázek č. 1: Lekový systém tetřevů, převzato z <http://en.wikipedia.org>, kruhy kolem jedinců znázorňují velikost jejich teritoria

Z prostorové struktury je patrné, že α samci zauímají nejvýhodnější pozice, a to uprostřed lokality s největším teritoriem. Počet α samců je omezený, je jich méně než ostatních.

U motýlů čeledi *Satyridae* nebylo zjištěno, že by velikost samců korelovala s pozicí jejich teritoria. Teritoria samců nejsou v chóru rovnoměrně rozmístěná, ale samci obývají více či méně stejná území během po sobě jdoucích dní (Knapton 1985).

U pěvců pipulkovití (*Pipridae*) bývá struktura chóru jasně vymezená věkovými hranicemi (Duares 2009). Samci jsou rozmístěni osamoceně, starší jedinci si udržují stabilní teritorium, oproti mladším, kteří se často shlukují v blízkosti starších jedinců (Duares 2009).

3. Metodika

3.1. Studovaný druh

Rosnička zelená (*Hyla arborea*; Linné 1758) patří do třídy obojživelníci (Amphibia), řádu žáby (Anura) a čeledi rosničkovití (*Hylidae*). Pro Českou republiku můžeme hovořit o poddruhu rosnička zelená střeoevropská (*Hyla arborea arborea*) (Baruš, Oliva et al. 1992). V Evropě zaujímá poměrně široký areál, vyskytuje se hlavně v západní a střední Evropě. Na východ sahá její areál do Litvy, Běloruska až západního Ruska. Naopak chybí v severní Evropě, na Pyrenejském poloostrově, ve Velké Británii, jižní Francii a v Itálii (Maštera 2002).

3.2. Lokalita

Studie probíhala na západním okraji Českých Budějovic, v sousedství městského parku Stromovka. Vybraným rybníkem o rozměrech 40 x 50 m je přečerpávací vodní nádrž napojená na stoku vedoucí kolem celého parku Stromovka (viz příloha č. 1), přesná rozloha nádrže činí 1817 m². Nádrž je zasazena pod úroveň terénu, při vydatnějších deštích se zde zvyšuje hladina a tím se reguluje množství vody v prostředí. Výška vodního sloupce v nádrži se pohybovala v rozmezí 50 - 150 cm. Kolem vodní nádrže byly před samotným odchytem nainstalovány pomocné kolíky ve vzdálenosti tři metry od sebe pro přesnější orientaci v terénu.

Nádrž je osázena mladými vrby (*Salix* sp.), na několika místech se vyskytuje porost rákosu obecného (*Phragmites australis*). Ve vodě se poměrně hojně vyskytoval okřehek (*Lemna* sp.) a v jedné části také rdest (*Potamogeton* sp.).

Z batrachofauny se na lokalitě vyskytovali také ropucha zelená (*Pseudepidalea viridis*), ropucha obecná (*Bufo bufo*) a skokan zelený (*Pelophylax esculentus*). V nádrži bylo přítomno velké množství vodních bezobratlých. Z ptáků pouze jeden pár kachny divoké (*Anas platyrhynchos*).

3.3. Odchyt a měření

Terénní práce probíhaly během rozmnožovacího období rosničky zelené v roce 2011, první odchyt proběhl 30. dubna, poslední 29. května. Před 30. dubnem byla

lokalita navštěvována po dobu jednoho týdne, samci se zde nevyskytovali pravděpodobně kvůli výraznému kolísání teplot. Po 29. květnu byla lokalita navštěvována ještě po dobu 14 dní, samci se na lokalitě již nevyskytovali, důvodem bylo pravděpodobně náhlé zvýšení hladiny po vydatnějších deštích. Lokalita byla tedy navštívena dvanáctkrát úspěšně, ve dnech 30.4., 1.5., 2.5., 8.5., 9.5., 10.5., 11.5., 14.5., 17.5., 18.5., 23.5., 29.5. Na lokalitu jsem přicházela před začátkem vokalizace samců, která začínala kolem 21. hodiny. Odchyt probíhal do vychytání všech přítomných samců. Chórový zpěv většinou inicioval jeden samec a ostatní se připojili vzápětí.

Samci byli vyhledáváni především sluchem, dohledávání pomocí baterky a samotný odchyt byl prováděn rukou. U každého odchyceného jedince byla zaznamenána poloha jeho chycení a posuvným měřítkem byla změřena velikost SUL (*snout-urostyl length*), od čumáku ke konci urostylu (Baruš, Oliva et al. 1992) s přesností na desetiny milimetru. Při opakovaném odchytu byla velikost samce přeměřena a hodnoty zprůměrovány. Samci se vyskytovali na porostu rákosu, podél břehu, na břehu, i uprostřed nádrže plovoucí na okřehku.

Pro značení obojživelníků lze využít několik metod. Většina metod je založena na dlouhodobém označení každého chyceného jedince zkoumaného druhu. Přehled metod značení obojživelníků, jejich výhody a úskalí uvádí Donnelly et al. (1994), Halliday (2006).

Při terénní práci bylo značení jedinců prováděno metodou zastříhávání prstů (*toe clipping*). Jedná se o běžně a hojně využívanou metodu značení obojživelníků (Wells 2007), kdy je třeba rozlišit jedince mezi sebou. Jedincům jsou odstraňovány články na jednom nebo více prstech podle daného klíče tak, aby každý jedinec získal svůj unikátní kód (Halliday 2006). Tato metoda je široce využívána při studiu ekologie a chování obojživelníků (Moravec 1995, Friedl et Klump 1997, 2002, 2005) a je nejlevnější a nejvhodnější metodou pro práci v terénu (Wells 2007). Tato metoda má stále své odpůrce (Parris et McCarthy 2001, McCarthy et Parris 2004). Její negativní dopady (infekce prstů, zvýšení mortality) zůstávají kontroverzním tématem a to i přesto, že můžeme vyvrátit tvrzení, že ustřížení prstů má negativní vliv na přežití druhu (Grafe et al. 2011).

Samotná amputace byla prováděna chirurgickými nůžkami. Poranění samce nijak neohrozilo, na samcích nebyly patrné žádné negativní známky při jejich dalším působení, stejně jako v pracích Friedla et Klumpa (1997, 2002, 2005), Bajgara (2006) či Bodnára (2011).

Rosnička zelená je jakožto silně ohrožený druh na území ČR chráněna zákonem. Uskutečnění této studie bylo tedy umožněno na základě povolení výjimky z ochranných podmínek zvláště chráněného druhu, které bylo uděleno příslušným správním orgánem podléhajícím Ministerstvu životního prostředí ČR (č.j. KUJCK 8582/2011 OZZL/3/Ou).

Jednotlivé odchyty byly zakresleny do mapy nádrže pomocí programu AutoCAD2007 (Autodesk, Inc. 2006). Další měření vzdáleností mezi jedinci bylo počítáno pomocí zmíněného programu. Pro statistické vyhodnocení a stanovení míry závislosti jednotlivých proměnných byl použit program Statistica 9 (StatSoft, Inc. 2010).

Všechny prováděné statistické analýzy dat byl testovány na 5 % hladině významnosti. Při výpočtu histogramů byl počet intervalů volen podle Sturgesova pravidla ($k = 1 + 3.3 * \log n$). Normalita dat byla testována pomocí Shapiro-Wilkova W testu.

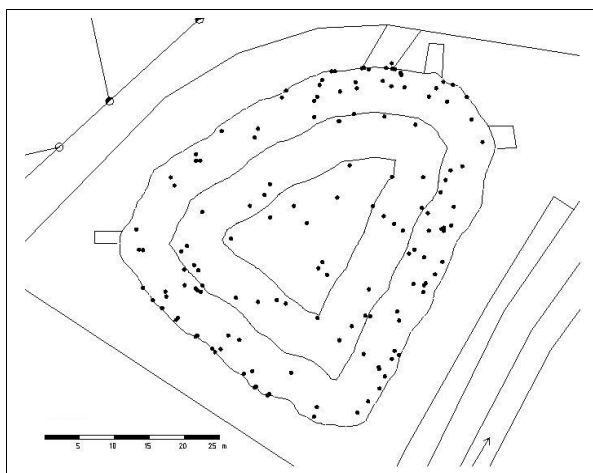
Za předpokladu, že velikost samců koreluje s jejich vokalizačními schopnostmi, které pozitivně ovlivňují jejich reprodukční úspěšnost (Wells 2007), lze předpokládat, že nejúspěšnější a tedy největší samci si budou hájit nejvýhodnější pozice v chóru. Lze také předpokládat, že malí samci se budou zdržovat v blízkosti velkých a profitovat tak z jejich pozice.

Ve statistickém zpracování byla hodnocena míra závislosti mezi velikostí samců a počtem odchytů, délkou pobytu na lokalitě, průměrnou migrační vzdáleností a vzdáleností od nejbližšího souseda. Popis jednotlivých měřených proměnných je uveden níže:

- Počet odchytů - kolikrát byli jedinci odchyceni (jednou - šestkrát)
- Délka pobytu na lokalitě - počet dní od prvního do posledního odchytu

- Průměrná migrační vzdálenost - průměrná vzdálenost uražená mezi jednotlivými odchyty
- Vzdálenost od nejbližšího souseda - vzdálenost mezi dvěma nejbližšími jedinci

Pro zjištění pozice v chóru byla nádrž rozdělena na zóny, které kopírovaly hranice nádrže ve vzdálenosti 6,5 m a 13 m od břehu, vznikly tak tři zóny - vnitřní, střední a vnější (viz obr. č. 2). Bylo sledováno, zda existuje závislost mezi velikostí samce a zónou, ve které se vyskytuje, a jak se liší velikostní struktura samců v jednotlivých zónách.

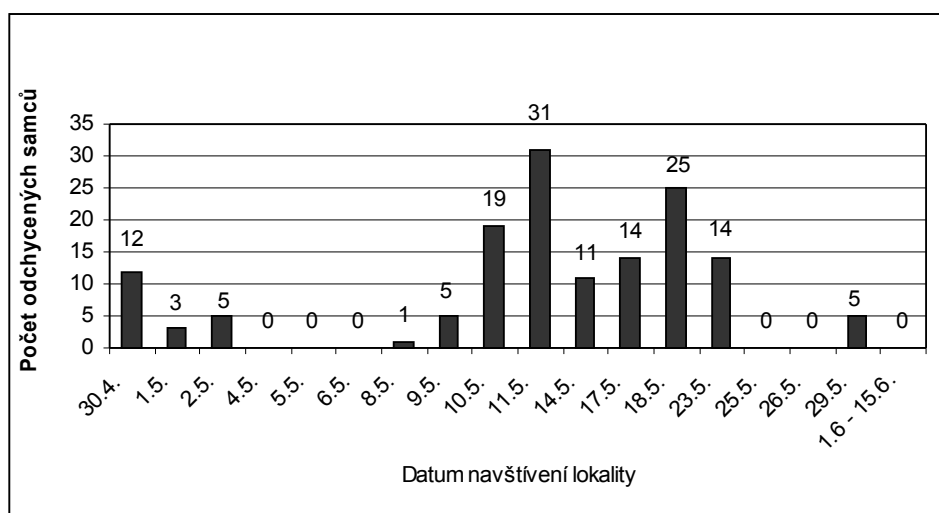


Obrázek č. 2: Rozdělení nádrže na tři zóny, znázorněny odchyty samců

4. Výsledky

4.1. Četnost samců na lokalitě

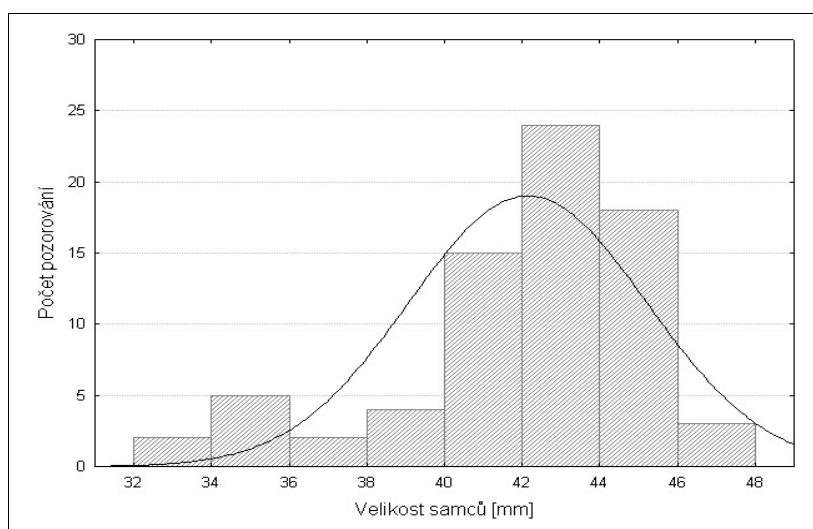
Počty samců odchycených při jednotlivých návštěvách lokality znázorňuje graf č. 1. Ve dnech 4.5. - 8.5. je patrný útlum aktivity samců na lokalitě, který byl způsoben výrazným poklesem teplot.



Graf č. 1: Četnost samců *Hyla arborea* při jednotlivých odchycích

4.2. Velikostní struktura

Velikostní strukturu samců na lokalitě znázorňuje graf č. 2 a tabulka č. 1. Rozmezí naměřených hodnot SUL se pohybovalo mezi 33,9 mm a 46,9 mm, průměrná velikost těla byla $42,2 \pm 3,06$ mm, nejčastěji se vyskytovali samci o velikosti 43 mm.



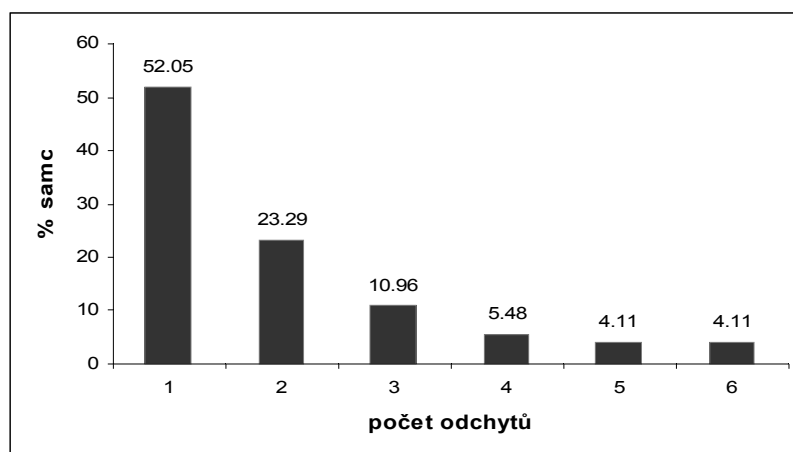
Graf č. 2: Velikostní struktura samců *Hyla arborea* na lokalitě

Tabulka č. 1: Velikostní struktura samců *Hyla arborea* na lokalitě

počet jedinců	počet zpětných odchyť	průměr [mm]	SD	medián [mm]	minimum [mm]	maximum [mm]
73	145	42,15	3,06	43,3	33,9	46,9

4.3. Vztah velikosti a počtu odchyť

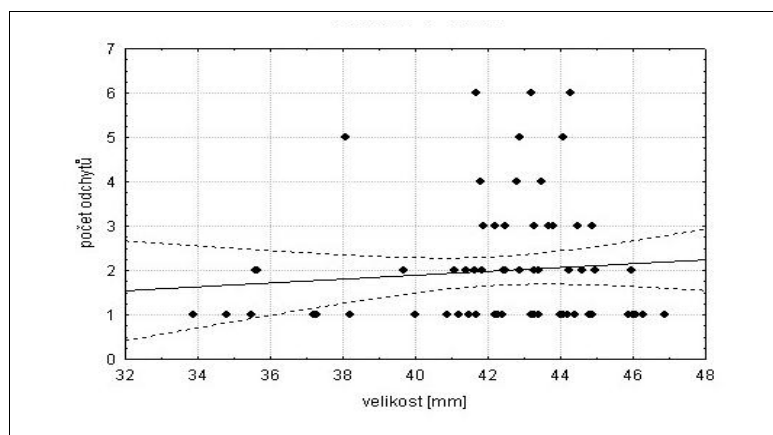
Celkem bylo na lokalitě provedeno 145 odchyť, z toho 73 různých jedinců. Šestkrát byli odchyceni tři samci, pětkrát také tři samci, čtyřikrát čtyři samci, třikrát osm samců, dvakrát sedmnáct samců. Zbýlých třicet osm samců bylo odchyceno jednou (viz graf č. 3).



počet odchyť	1	2	3	4	5	6
průměrná velikost samců [mm]	40.8	42	43.4	42.5	41.7	43.1

Graf č. 3: Četnost odchyť a průměrná velikost samců

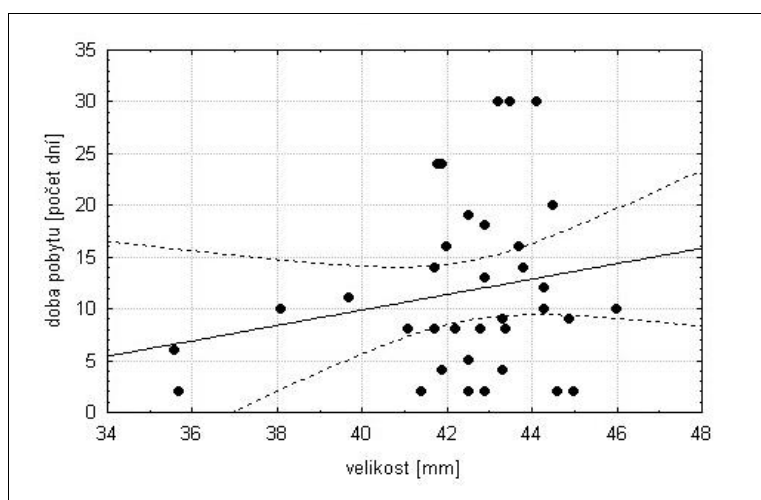
Průměrně byli samci chyceni $1,98 \pm 1,37$ krát. Nejvíce samců bylo na lokalitě chyceno jedenkrát (52%). Největší průměrná velikost těla byla u samců odchycených třikrát, nejmenší u samců chycených jedenkrát. Mezi velikostí těla samců a počtem odchyť nebyla nalezena pozitivní korelace, korelační koeficient ($r = 0,098$) je nízký, test signifikance neprůkazný ($p = 0,415$, $r^2 = 0,009$), (viz graf č. 4).



Graf č. 4: Závislost velikosti samců na počtu odchyť

4.4. Vztah velikosti a délky pobytu na lokalitě

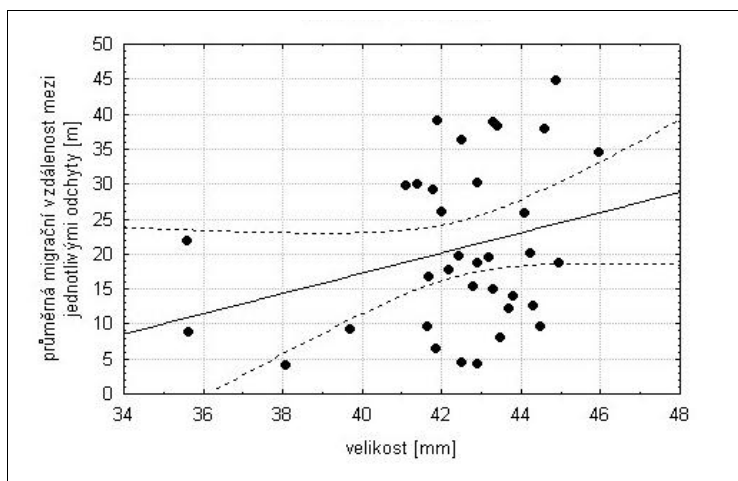
Rozmezí mezi první a poslední návštěvou lokality bylo 30 dní. Samci trávili na lokalitě v průměru $11,7 \pm 8,35$ dne. Mezi velikostí těla samce a délkou pobytu na lokalitě je patrná pozitivní korelace, korelační koeficient ($r = 0,203$) je však nízký, test signifikance neprůkazný ($p = 0,242$, $r^2 = 0,041$), (viz graf č. 5).



Graf č. 5: Závislost velikosti na délce pobytu na lokalitě

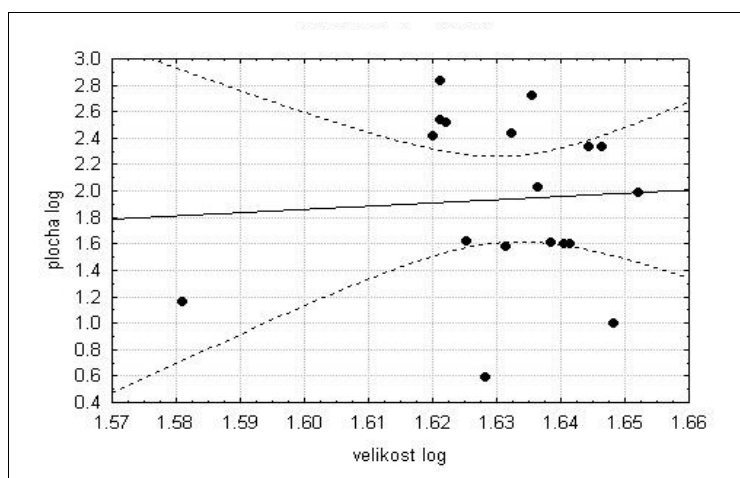
4.5. Vztah velikosti a migrační vzdálenosti na lokalitě

Samci mezi jednotlivými odchyty migrovali v průměru $20,7 \pm 11,67$ m. Mezi velikostí samce a migrační vzdáleností na lokalitě je patrná pozitivní korelace, korelační koeficient ($r = 0,282$) je nízký, test signifikance neprůkazný ($p = 0,101$, $r^2 = 0,079$), (viz graf č. 6).



Graf č. 6: Závislost velikosti na migrační vzdálenosti

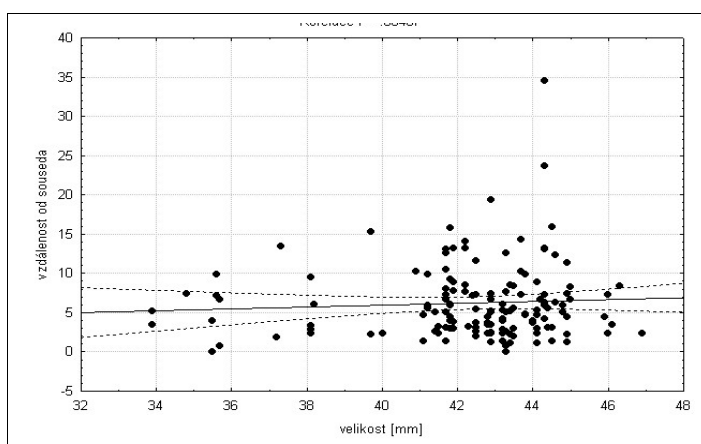
Korelace mezi velikostí těla a celkovou migrační plochou není patrná (viz graf č. 7). Před samotnou analýzou byla data zlogaritmována. Korelační koeficient je nízký ($r = 0,063$), test signifikance neprůkazný ($p = 0,805$, $r^2 = 0,004$).



Graf č. 7: Závislost velikosti na celkové migrační ploše

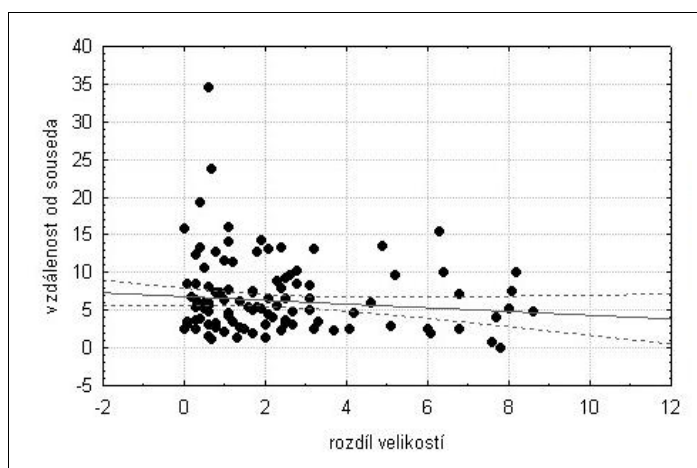
4.6. Vztah velikosti a vzdálenosti k nejbližšímu samci

Průměrná vzdálenost mezi nejbližšími jedinci byla $6,2 \pm 4,8$ m. Při nízkém počtu samců přítomných na lokalitě byly vzdálenosti větší s maximem 34,5 m. Velikost samců nemá žádný vliv na vzdálenost nejbližšího souseda, korelační koeficient je nízký ($r = 0,065$), test signifikance neprůkazný ($p = 0,436$, $r^2 = 0,004$), (viz graf č. 8).



Graf č. 8: Závislost velikosti a vzdálenosti od nejbližšího souseda

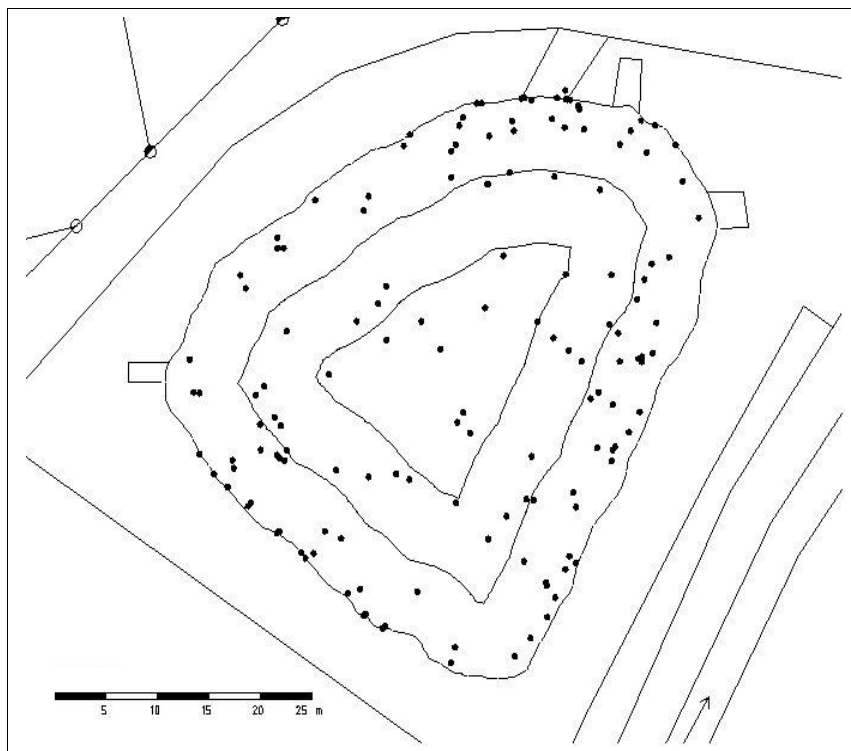
Pokud vyhodnotíme vzdálenost od souseda a velikostní rozdíl dvou nejbližších jedinců, dostáváme záporný korelační koeficient ($r = -0,1191$), test signifikance vyšel neprůkazně ($p = 0,151$). Průměrný rozdíl velikostí samců je $2,4 \pm 2,3$ mm (viz graf č. 9).



Graf č. 9: Závislost rozdílu velikostí dvou jedinců a vzdálenosti od souseda (v mm)

4.7. Rozdělení oblasti do třech zón

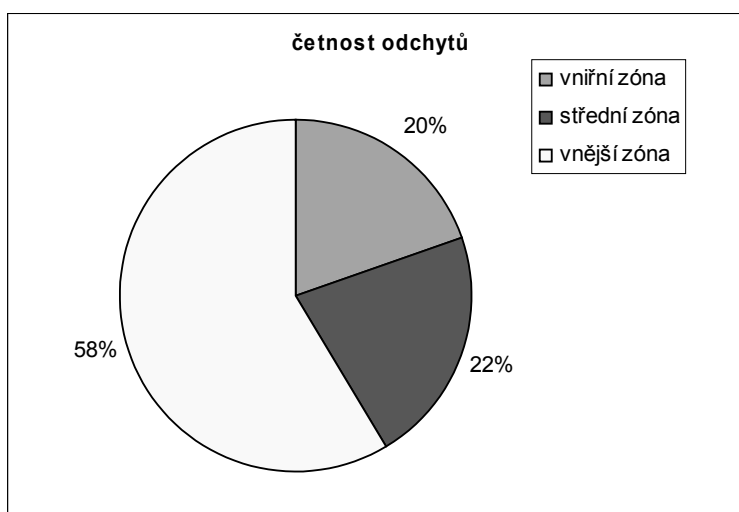
Oblast byla rozdělena podle vzdálenosti od břehu, čímž vznikly tři zóny (viz obr. č. 2).



Obrázek č. 2: Rozdělení oblasti na tři zóny, znázorněny odchty v jednotlivých zónách

Četnost odchytů je různá v jednotlivých zónách, ve vnitřní zóně bylo odchyceno 11 samců, ve střední zóně 27 a v okrajové zóně 107. Ve vnější (okrajové) zóně byly odchty nejčastější. Plocha této zóny, která kopíruje okraj nádrže ve vzdálenosti 6,5 metru od břehu, je také logicky největší.

Při výpočtu rozložení četnosti odchyťů v jednotlivých zónách byla zohledněna plošná výměra. Počet odchycených jedinců při přepočtu na m² ukazuje tabulka č. 2. Rozdíl mezi vnější zónou a zbylými dvěma zónami je markantní. Více než polovina všech odchyťů (58%) byla provedena ve vnější okrajové zóně ve vzdálenosti nejdále 6,5 metru od břehu. Zbýlých 42% odchyťů bylo rovnoměrně rozděleno mezi střední zónu (6,5 - 13 metrů od břehu) a vnitřní zónu (viz graf č. 11).

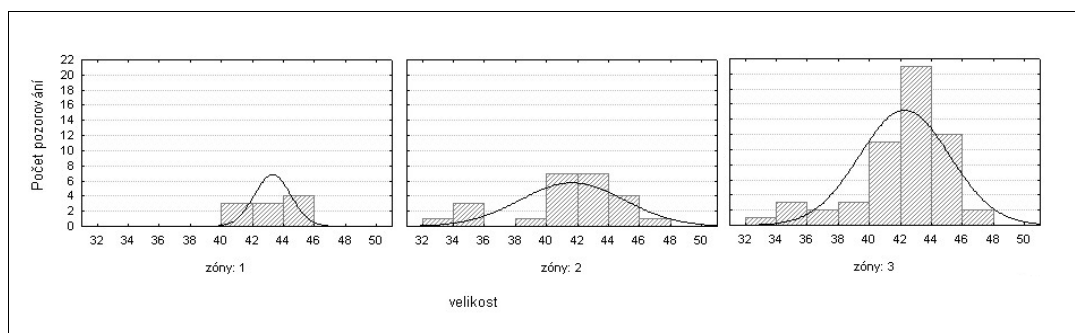


Graf č. 11 : Procentuální znázornění odchyťů v jednotlivých zónách

Vztah velikosti těla jedinců a jejich rozmístění v jednotlivých zónách byl vyhodnocen pomocí Kruskal-Wallisova testu, test signifikance byl neprůkazný ($p = 0,32$). Průměrné velikosti a četnosti odchycených samců se v jednotlivých zónách liší (viz tab. č. 2, graf č. 12).

Tabulka č. 2: Velikostní rozložení a počet jedinců v jednotlivých zónách v přepočtu na m²

zóna	průměrná velikost	SD	počet / m ²
vnitřní	43,24	1,17	0,007-0,021
střední	41,60	3,33	0,002-0,013
vnější	42,22	2,89	0,003-0,02



Graf č. 12: Histogramy velikostí v jednotlivých zónách
1 - vnitřní zóna, 2 - střední zóna, 3 - vnější zóna

Ve vnitřní zóně se vyskytovali větší samci s rozsahem velikostí (SUL) 41,7 - 44,6 mm. Střední a vnější zóna se v rozsahu velikostí těl samců téměř nelišila. Ve střední zóně se vyskytovali samci o velikostech (SUL) 33,9 - 46,1 mm, ve vnější zóně 33,9 - 46,9 mm.

5. Diskuze

5.1. Rozmnožovací charakteristiky

5.1.1. Rozmnožovací období

Samci byli na lokalitě v Českých Budějovicích odchyťováni v roce 2011 od 30.4. do 29.5. Reprodukční období druhu *Hyla arborea* se různí v závislosti na teplotě a srážkách. V oblasti Českobudějovické pánve byl výzkum na rosničkách prováděn i na jiných lokalitách. Na Velkém Vávrovském rybníce trvalo rozmnožovací období populace rosniček v roce 2005 od 13.4. do 17.6. (Bajgar 2006, Drtinová 2008, Berec et Bajgar 2011). Na stejné lokalitě popisuje Fráňová (1999) rozmnožovací období od 23.4. do 21.6. Populace rosniček v jižních Čechách rozsáhle studoval i Moravec (1995), v jeho studii v letech 1986, 1987 a 1988 trvalo rozmnožovací období rosniček přibližně tři měsíce, od půlky dubna do půlky května.

Ve studiích Friedla et Klumpa (1997, 2002, 2005) je rozmnožovací období na lokalitě v jižním Německu datováno od 4.5. do 9.7. v roce 1990 a od 30.4. do 6.7. v roce 1991. De Orense et Tejedó-Madueno (1990) uvádí rozmnožovací období populace rosniček ve Španělsku od 19.4 do 10.5. Na lokalitě ve Švýcarsku trvalo rozmnožovací období rosniček od 14.4 do 15.6. (Broquet et al. 2009). Grafe et Meuche (2005) popisují rozmnožovací období od 2.5. do 24.6. Na lokalitě v SZ Rumunsku definuje Kovács et al. (2007) rozmnožovací období od konce března do konce května. Gomez et al. (2011) datuje rozmnožovací období rosniček na čtyřech lokalitách ve Francii od půlky dubna do půlky května. Rozmnožovací období rosničky zelené tedy začíná koncem dubna a trvá do července.

Období rozmnožování rosniček mělo v roce 2011 kratší interval, oproti jiným studiím na obdobných lokalitách. Důvodem je pravděpodobně kolísání teplot a nadměrné srážky, které způsobily zvýšení hladiny v nádrži. Dalším důvodem může být poměrně malá rozloha nádrže, případně negativní vliv zástavby v těsné blízkosti nádrže.

Po začátku rozmnožovacího období výrazně kolísala teplota vzduchu. Hodnoty se často pohybovaly pod hranicí 10 °C a samci lokalitu několik dní nenavštěvovali (viz

graf č. 1). Blankenhorn (1972) uvádí, že aktivita samců je inhibována při teplotě vzduchu pod 10 °C a je ovlivňována povětrnostními podmínkami. Negativní efekt větrného počasí na aktivitu samců popisuje Moravec (1995). Pokles aktivity samců při nízkých teplotách zmiňuje i Friedl et Klump (2002), Grafe et Meuche (2005) a Drtinová (2008).

5.1.2. Velikostní struktura

Velikost těla je často studovanou charakteristikou, která představuje znak důležitý v mnoha ohledech. Podle velikosti můžeme hodnotit celkovou zdatnost jedince. Velikost (SUL) samců odchytených na lokalitě se pohybovala od 33,9 mm do 46,9 mm, průměrná velikost byla $42,2 \pm 3,06$ mm. Ve stejné oblasti zkoumali populace rosniček i další. Fráňová (1999) uvádí průměrnou velikost těla (SUL) $40,8 \pm 1,8$ mm, Bajgar (2006) $42 \pm 2,83$ mm a Bodnár (2011) 39 ± 3 mm. Friedl et Klump (1997, 2002, 2005) naměřili průměrnou velikost těla (SUL) $44,5 \pm 2,4$ mm v roce 1990 a $42 \pm 2,9$ mm v roce 1991. De Orense et Tejedó (1990) udává průměrnou velikost samců (SUL) $40,04 \pm 2,55$ mm. Velikostní struktura samců na lokalitě odpovídá běžným hodnotám, odpovídá ostatním údajům o velikosti těla samců rosničky zelené.

5.1.3 Četnost odchyťů a délka pobytu na lokalitě

S účastí ve vokalizačním chóru a s délkou pobytu na lokalitě se zvyšují šance na úspěšné páření (Murphy 1994, Bertram et al. 1996). Vokalizace je ovšem pro samce energeticky velice náročný proces (Grafe 2005). U druhů s prodlouženou dobou páření je medián dní strávených ve vokalizačním chóru obvykle dva až tři dny a 75% samců bývá přítomno ve vokalizačním chóru méně než týden. Tato doba je zkrácena právě kvůli energetickým limitům (Wells 2007). Rozdíly v počtu dní, kdy jsou samci přítomni ve vokalizačním chóru, se samozřejmě odvíjí od celkové délky rozmnožovacího období a počtu kontrolních dní. Murphy (1994) uvádí medián nocí strávených v chóru během čtyř sezón na dvě až tři noci pro druh *Hyla gratiosa*.

Na lokalitě nebyla prokázána pozitivní korelace mezi počtem odchyťů a velikostí samce. Stejný výsledek uvádí i Murphy (1994). K opačnému výsledku, tedy k pozitivní vztahu mezi počtem odchyťů a velikostí samce došla Drtinová (2008).

Medián nocí strávených v chóru byl stanoven na 6 nocí, v mediánu se na lokalitě

vyskytovalo pouze 4,1% samců (N = 73). Moravec (1995) stanovil medián nocí strávených v chóru na 13,5 dne v roce 1986 a 8 dní v sezóně 1987.

Samci trávili na lokalitě v roce v průměru $11,7 \pm 8,35$ dne (z celkových 30 dní). Tento údaj se nejvíce shoduje se studií Moravce (1995), kdy v roce 1987 samci trávili na lokalitě v průměru 10,1 dne (z celkových 27 dní). V předchozím roce bylo rozmnožovací období delší, samci trávili na lokalitě v průměru 15,4 dne (z celkových 47 dní), (Moravec 1995). Grafe et Meuche (2005) uvádí průměrnou dobu pobytu na lokalitě 7,5 dne (z celkových 38 nocí). S těmito výsledky se téměř shoduje Drtinová (2008), při jejím pozorování samci trávili na lokalitě v průměru 7,8 dne (z celkových 66 dní). Průměrná doba strávená na lokalitě ve studii Friedla et Klumpa (2005) byla $12,53 \pm 6,61$ dne (z celkových 67 dní) v roce 1990 a $12 \pm 7,11$ dne (z celkových 69 dní) v roce 1991.

Nebylo prokázáno, že by větší samci trávili na lokalitě více dní. Ke stejným závěrům došli i Grafe et Meuche (2005). Friedl et Klump (2005) v první rozmnožovací sezóně nepozoroval žádný vztah, v druhé rozmnožovací sezóně prezentuje ve své studii pozitivní korelaci mezi délkou pobytu na lokalitě a velikostí těla samce, stejně jako Drtinová (2008).

5.2. Struktura chóru

5.2.1. Vzdálenost mezi nejbližšími samci

Průměrná vzdálenost mezi dvěma nejbližšími jedinci na lokalitě byla $6,2 \pm 4,8$ m, vzdálenost mezi nejbližšími samci se prodlužovala s nižším počtem samců přítomných v chóru. Korelace neprokázala žádný vztah mezi velikostí těla samce a vzdáleností od nejbližšího souseda. Bajgar (2006) vysledoval průměrnou vzdálenost mezi jedinci na lokalitě $3,5 \pm 1,66$ m. Maštera (2002) uvádí průměrnou vzdálenost mezi samci v chóru 3 metry. De Orense et Tejedo-Madueno (1990) vyhodnotil hustotu chóru podél břehu na 1-20 samců / m. Rozmístění samců mezi sebou se mění v závislosti na hustotě chóru, s rostoucím počtem samců na lokalitě se vzdálenost mezi jedinci zmenšuje, což dokazují i studie Wagnera et Sullivana (1992) a Tárana et Herrera (2003).

Průměrná vzdálenost mezi samci ve studii Wagnera et Sullivan (1992) pro druh *Buffo valliceps* byla $5,5 \pm 5,1$ m, vzácně se vyskytovali méně než 1 metr od sebe. Hustota chóru se pohybovala v rozmezí 0,01-0,52 samců / m pobřeží.

U druhu *Physalaemus eneseftae* samci zaujímají v chóru pevnou pozici, kterou si drží až čtyři po sobě následující dny. Průměrná vzdálenost mezi jedinci se pohybovala od $3,06 \pm 1,23$ m při větší hustotě chóru ($N = 67$) do $21,32 \pm 11,77$ m při nižší hustotě chóru ($N = 14$), (Tárano et Herrera 2003).

5.2.2. Migrační pohyby na lokalitě

Přehled migračních vzdáleností jednotlivých druhů můžeme najít v publikaci Wellse (2007), dodává že migrační vzdálenost se pro terestrické druhy žab během reprodukčního období pohybuje do 15 metrů. Pro čeleď *Hylidae* můžeme z přehledu vyčíst průměrnou migrační vzdálenost mezi jednotlivými odchvy 25 m. Friedl et Klump (2002) pozorovali u některých samců každodenní migraci, jiní setrvali na stejném místě po dobu několika dní. Většina samců vokalizovala každou noc na jiném místě, v průběhu noci se však samci nepřesouvali. Samci, kteří se na lokalitě vyskytovali v roce 1990 i 1991, vokalizovali ze stejné oblasti.

Z mých výsledků vyplývá, že mezi jednotlivými odchvy samci na lokalitě urazili v průměru $20,7 \pm 11,67$ m. Nebyla prokázána žádná závislost mezi migrační vzdáleností na lokalitě a velikostí těla samce. Migrační vzdálenosti popisuje i Moravec (1995). Ve své studii rozdělil samce do třech skupin podle vazby na určitý prostor. Samci s nejstabilnější pozicí migrovali v průměru 4,2 m (rozmezí 0-23 m, $N = 30$). V druhé kategorii samci migrovali na větší vzdálenosti, průměrná migrační vzdálenost byla 10,4 m, (rozmezí 0-97 m, $N = 29$). Ve třetí skupině samci migrovali na nejdelší vzdálenosti, v průměru 37,1 m (rozmezí 0,5-99 m, $N = 12$).

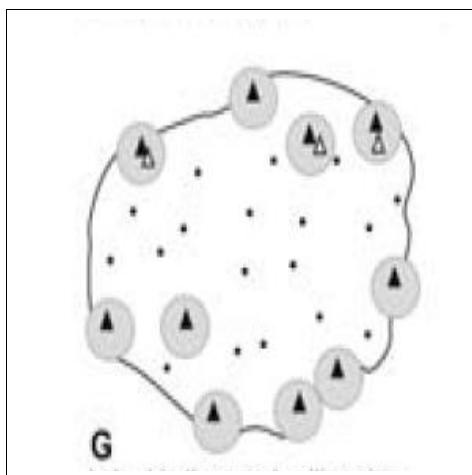
Z obrázku migračních polygonů jedinců na lokalitě (viz příloha č. 2) je patrné, že samci se pohybovali po celé ploše nádrže. U jednotlivých samců nebyl patrný žádný trend, který by naznačoval, že samci preferují určitou oblast. Jejich pohyb přesto nebyl zcela náhodný. Zdá se, že pro vytvoření určitého migračního vzorce, je zapotřebí větší rozloha lokality a detailnější rozbor pohybu jednotlivců.

5.2.3. Úloha vegetace na lokalitě

Vokalizující samci nejčastěji sedí na vegetaci zakořeněné ve dně, rostoucí převážně podél břehu rybníka (De Orense et Tejedo-Madueno 1990, Wells 2007), nebo ve vodě mělké natolik, aby neměli ponořené rezonanční vaky (Martof et Thompson 1958). Samci nikdy nevokalizují z otevřené hladiny a v hluboké vodě vokalizují pouze tehdy, pokud se mohou přidržit vegetace (Martof et Thompson 1958). Ve studii De Orense et Tejedo-Madueno (1990) samci nikdy nevokalizovali dále než 2 m od břehu, s výjimkou mělké vody či vegetací pokryté hladiny. Samci vyhledávají vegetaci i z důvodu lepší slyšitelnosti hlasu při vokalizaci (Parris 2002).

Na lokalitě dostatečně hustě porostlé vegetací se samci zdržují víceméně na stejné pozici a málo se přesouvají, čímž i snižují množství fyzických zápasů mezi sebou. S hustotou vegetace se tedy struktura chóru utužuje (Martof et Thompson 1958).

Na základě tohoto tvrzení byl tedy předpokládaným jevem odchyt jedinců z vegetace zakořeněné ve dně rybníka, rostoucí podél břehu, odkud mohou samci zaujmout stabilní pozici pro lákání samic. Nádrž nebyla hustě zarostlá vzrostlou zakořeněnou vegetací, což by mělo naznačovat rozpad struktury chóru. Zakořeněná vegetace nekorelovala s pozicí vokalizujících samců. Ze vzrostlé vegetaci byli samci odchyťováni výjimečně. Samci byli odchyťováni převážně na okřehku (*Lemna* sp.) volně plovoucím po celé hladině nádrže. Nejvíce samců bylo odchyceno v okrajové zóně (58% všech odchytů), tedy ve vzdálenosti do 6,5 m od břehu. Vliv vegetace na rozmístění samců na lokalitě u druhu *Hyla versicolor* je patrný i z obrázku č. 3.



Obrázek č. 3: Struktura chóru u druhu *Hyla versicolor*, upraveno dle Wells 2007. Plné trojúhelníky představují vokalizující samce, prázdné satelitní samce. Tečky znázorňují místa kladení vajec. Šedá kola představují teritoria samců.

Prostorové uspořádání chóru žab může vypadat různě, nejlépe popsáním druhem z čeledi *Hylidae* je druh *Hyla versicolor* (viz obr. č. 3).

Lek mating system druhu *Hyla versicolor* je podobný mnoha dalším druhům rosniček. Samci se ozývají z vyvýšených míst podél okraje rybníka nebo z hladiny a někdy bývají doprovázeni satelitními samci (Wells 2007).

Typické uspořádání lekových systémů představuje model „*king of the hill*“, kdy se uprostřed shlukují nejkvalitnější samci (Höglund et Alatalo 1995). U rosniček tento model nepředpokládáme, neboť samci jsou limitováni dostupnou vegetací na lokalitě, na které se přidržují a která bývá přítomna pouze v litorálním pásmu podél okraje rybníka. Během mé terénní práce se však samci vyskytovali po celé ploše nádrže. Ve vnitřní zóně (s hloubkou cca 1 m) bylo odchyceno 11 jedinců s průměrnou velikostí těla (SUL) $43,24 \pm 1,17$ mm. V porovnání s ostatními dvěma zónami byli samci viditelně větší. Nízký počet odchycených jedinců ve vnitřní zóně nedovolil statistické zpracování těchto dat. Přesto se zdá, že model „*king of the hill*“ je aplikovatelný i v této studii.

6. Závěr

V roce 2011 proběhlo sledování rosničky zelené (*Hyla arborea*) během jejího rozmnožovacího období na lokalitě v Českých Budějovicích. Cílem práce bylo zjistit některé reprodukční charakteristiky a strukturu chóru ve vztahu k velikosti těla samců.

Samci byli aktivní v období od 30.4. do 29.5. Během terénních prací bylo celkem provedeno 145 zpětných odchyťů, při kterých bylo odchyceno 73 různých jedinců. Průměrná velikost těla samců (SUL) činila $42,15 \pm 3,06$ mm. Nejmenší samec měřil 33,9 mm, největší 46,9 mm. Samci trávili na lokalitě v průměru $11,7 \pm 8,35$ dne. Mezi jednotlivými odchyty samci migrovali průměrně $20,7 \pm 11,67$ m. Samci se pohybovali po celé ploše nádrže, nevykazovali výrazné preference k jedné pozici na lokalitě. Samci mezi sebou udržovali průměrnou vzdálenost $6,2 \pm 4,8$ m a při nízké hustotě chóru se vzdálenost mezi samci zvětšovala.

Výsledky studie neukazují signifikantní závislost mezi velikostí těla samců a počtem odchyťů, délkou pobytu na lokalitě, migrační vzdáleností mezi jednotlivými odchyty, celkovou migrační plochou a vzdáleností od nejbližšího souseda.

Rozmístění samců na lokalitě bylo ovlivněno vegetací. Díky plovoucímu okřehku (*Lemna* sp.), který se vyskytoval všude na hladině, měli samci možnost vokalizovat i z otevřené hladiny. Ačkoli bylo nejvíce jedinců odchyceno v okrajové zóně (58 %), v průměru největší samci ($43,24 \pm 1,17$ mm) se zdržovali uprostřed nádrže. Rozmístění samců tak odpovídalo modelu lekového uspořádání „*king of the hill*“, kdy se nejzdatnější samci shlukují uprostřed. Kvůli nízkému počtu odchyťů ve vnitřní zóně se však tento jev nepodařilo statisticky prokázat.

7. Použitá literatura

Autodesk, Inc. 2006: AutoCAD 2007 (computer-aided design) www.autodesk.com/autocad.

Bajgar A. (2006). Rozmnožování a reprodukční strategie samců rosničky zelené (*Hyla arborea*) ve vztahu k velikosti jedince. [Bakalářská práce]. České Budějovice, 36 s. Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, katedra zoologie.

Baruš V., Oliva O., et al. (1992): *Fauna ČSFR - Obojživelníci (Amphibia)*. Academia, Praha, s. 178-185.

Berec M., Bajgar A. (2011). Choosy outsiders? Satellite males associate with sexy hosts in the European Tree frog *Hyla arborea*. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 57:3: 247-254.

Bertram S., Berrill M., Nol E. (1996). Male mating success and variation in chorus attendance within and among breeding seasons in the gray treefrog (*Hyla versicolor*). *Copeia*, 1996:3: 729-734.

Blankenhorn H.J. (1972). Meteorological variables affecting onset et duration of calling in *Hyla arborea* L. and *Bufo calamita calamita* Laur. *Oecologia*, 9:3: 223-234.

Bodnár T. (2011). Vokalizační chování rosničky zelené (*Hyla arborea*): Ovlivňuje sociální kontext hlasový projev samců? [Diplomová práce]. České Budějovice, 29 s. Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, katedra zoologie.

Broquet T., Jaquiéry J., Perrin N. (2009). Opportunity for sexual selection and effective population size in the lek-breeding European treefrog (*Hyla arborea*). *Evolution*, 63:3: 674-683.

Coborn J. (1992). *The Proper Care of Amphibians*. T.F.H. Publications, Neptune City, s.17-21.

Collins J.P. (2010). Amphibian decline and extinction: what we know and what we need to learn. *Diseases of aquatic organisms*, 92:2-3: 93-99.

Maštera J. (2002). *Obojživelníci v okrese Jihlava*, Příručka k mapování. ČSOP, Jihlava, s. 21-23.

Donnelly M.A., Guyer C., Juterbock J.E., Alford R.A. (1994). Techniques for marking amphibians. In: Heyer R.W., Donnelly M.A., McDiarmid R.A., Hayek L.C., Foster M.S. (eds): *Measuring and monitoring biological diversity: standard method for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, s. 277-284.

Drtinová M. (2008). Reprodukční strategie samců rosničky zelené (*Hyla arborea*) ve vztahu k velikosti jedince. [Bakalářská práce]. České Budějovice, 28 s. Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, katedra zoologie.

- Duares R. (2009). Lek structure and male display repertoire of blue-crowned manakins in eastern Ecuador. *The Condor*, 111:3: 453-461.
- Duellman W.E., Trueb L. (1994). *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, London.
- Emlen S.T. (1976). Lek organization and mating strategies in the bullfrog. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1:3: 283-313.
- Foster W.A. (1967). Chorus structure and vocal response in the pacific tree frog, *Hyla regilla*. *Herpetologica*, 23:2: 100-104.
- Fraňová I. (1999). Rosnička zelená (*Hyla arborea*): průběh rozmnožování, věková struktura a růst. [Diplomová práce]. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, katedra zoologie.
- Friedl T.W.P., Klump G.M. (1997). Some aspects of population biology in the European treefrog, *Hyla arborea*. *Herpetologica*, 53:3: 321-330.
- Friedl T.W.P., Klump G.M. (2002). The vocal behaviour of male European treefrogs (*Hyla arborea*): implications for inter and intrasexual selection. *Behavior*, 139:1: 113-136.
- Friedl T.W.P., Klump G.M. (2005). Sexual selection in the lek-breeding European Treefrog: body size, chorus attendance, random mating and good genes. *Animal Behavior*, 70:5: 1141-1154.
- Gerhardt H.C., Doherty J.A. (1988). Acoustic communication in the gray treefrog, *Hyla versicolor*: Evolutionary end neurobiological implications. *Journal of comparative physiology*, 162:2: 261-278.
- Gerhardt H.C., Tanner S.D., Corrigan C.M., Walton H.C. (2000). Female preference functions based on call duration in the gray tree frog (*Hyla versicolor*). *Behavioral Ecology*, 11:6: 663-669.
- Gomez D., Richardson Ch., Lengagne T., Plenet S., Joly P., Léna J.P., Théry M. (2009). The role of nocturnal vision in mate choice: females prefer conspicuous males in the Europeans tree frog (*Hyla arborea*). *Proceedings of The Royal Society B Biological sciences*, 276: 2351-2358.
- Gomez D., Richardson Ch., Théry M., Lengagne T., Léna J.P., Plenet S., Joly P. (2011). Multimodal signals in male European treefrog (*Hyla arborea*) and the influence of population isolation on signal expression. *Biological journal of the Linnean Society*, 103:3: 633-647.
- Grafe T.U. (2005). Anuran choruses as communication networks. In: McGregor P.K. (ed.): *Animal communication networks*. Cambridge University Press, Cambridge, s. 277-296.

- Grafe T.U., Meuche I. (2005). Chorus tenure and estimates of population size of male European tree frogs *Hyla arborea*: implications for conservation. *Amphibia-Reptilia*, 26:4: 437-444.
- Grafe T.U., Stewart M.M., Lampert K.P., Rodel M.O. (2011). Putting toe clipping into perspective: a viable method for marking anurans. *Journal of Herpetology*, 45:1: 28-35.
- Halliday T. (2006). Amphibians. In: Sutherland W.J.: *Ecological Census Techniques: A Handbook*, 2nd edition. Cambridge University Press, New York. s.278-296.
- Hardy D.F. (1959). Chorus structure in the striped chorus frog, *Pseudacris nigrita*. *Herpetologica*, 15:1: 14-16.
- Höglund J., Alatalo R.V. (1995). *Leks*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Knapton R.W. (1985). Lek structure and territoriality in the chryxus arctic butterfly, *Oenesis chryxus* (Satyridae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 17:4: 389-395.
- Kovács E. H., Sas I., Covaciu-Marcov S.D., Hartel T., Cupsa D., Groza M. (2007). Seasonal variation in the diet of population of *Hyla arborea* from Romania. *Amphibia-Reptilia*, 28:4: 485-491.
- Leary C.J., Fox D.J., Shepard D.B., Garcia A.M. (2005). Body size, age, growth and alternative mating tactics in toads: satellite males are smaller but not younger than calling males. *Animal Behaviour*, 70:3: 663-671.
- Martof B.S., Thompson E.F. (1958). Reproductive behavior of the chorus frog, *Pseudacris nigrita*. *Behaviour*, 13:3-4: 243-258.
- De Orense R.M-M., Tejedo-Madueno M. (1990). Size-based mating pattern in the tree Frog *Hyla arborea*. *Herpetologica*, 46:2: 176-182.
- McCarthy M.A., Parris K.M. (2004). Clarifying the effect of toe-clipping on frogs with Bayesian statistics. *Journal of Applied Ecology*, 41:4: 780-786.
- Mikátová B., Vlašín M. (1998). *Ochrana obojživelníků*, Ekocentrum Brno, Brno.
- Moravec J. (1992). Rozšíření rosničky zelené (*Hyla arborea*) v Československu. *Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná*, 159: 65-90.
- Moravec J. (1995). Mating behaviour in *Hyla arborea*, I. Density movement and residency in breeding site. In: Llorente et al. (eds). *Scientia herpetologica*, 197-202.
- Murphy Ch.G. (1994). Chorus tenure of male barking treefrogs, *Hyla gratiosa*. *Animal Behaviour*, 48:4: 763-777.

Parris K.M. (2002). More bang for your buck: the effect of caller position, habitat and chorus noise on the efficiency of calling in the spring peeper. *Ecological Modeling*, 156:2-3: 213-224.

Parris K.M., McCarthy M.A. (2001). Identifying effect of toe clipping on anuran return rates: the importance of statistical power. *Amphibia-Reptilia*, 22:3: 275-289.

Perrill S.A., Gerhardt H.C., Daniel R. (1978). Sexual parasitism in the green tree frog (*Hyla cinerea*). *Science*, 200:4346: 1179-1180.

Ryan M.J., Tuttle M.D., Taft L.K. (1981). The costs and benefits of frog chorusing behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 8:4: 273-278.

Semlitsch R.D. (2003). *Amphibian Conservation*. The Smithsonian Institution, Washington, s. 5-7.

Schwartz J.J., Buchanan B.W., Gerhardt H.C. (2001). Female mate choice in the gray treefrog (*Hyla versicolor*) in three experimental environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49:4: 443-455.

Schwartz J.J., Buchanan B.W., Gerhardt H.C. (2002). Acoustic interactions among male gray tree frog, *Hyla versicolor*, in a chorus setting. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 53:1: 9-19.

Stuart S.N., Chanson J.S., Cox N.A., Young B.E., Rodrigues A.S.L., Fischman D.L., Waller R.W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306:5702: 1783-1786.

StatSoft Inc. (2010). STATISTICA (data analysis software system), version 9.1. www.statsoft.com.

Tárano Z., Herrera E.A. (2003). Female preference for call traits and male mating success in the Neotropical frog *Physalaemus enesefae*. *Ethology*, 109:2: 121-134.

Veselovský Z. (2008). *Etologie: biologie chování zvířat*. Academia, Praha.

Wagner W.E., Sullivan B.K. (1992). Chorus organization in the gulf coast toad (*Bufo valliceps*): male and female behavior and the opportunity for sexual selection. *Copeia*, 1992:3: 647-658.

Wells K.D. (1977). The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25:3: 666-693.

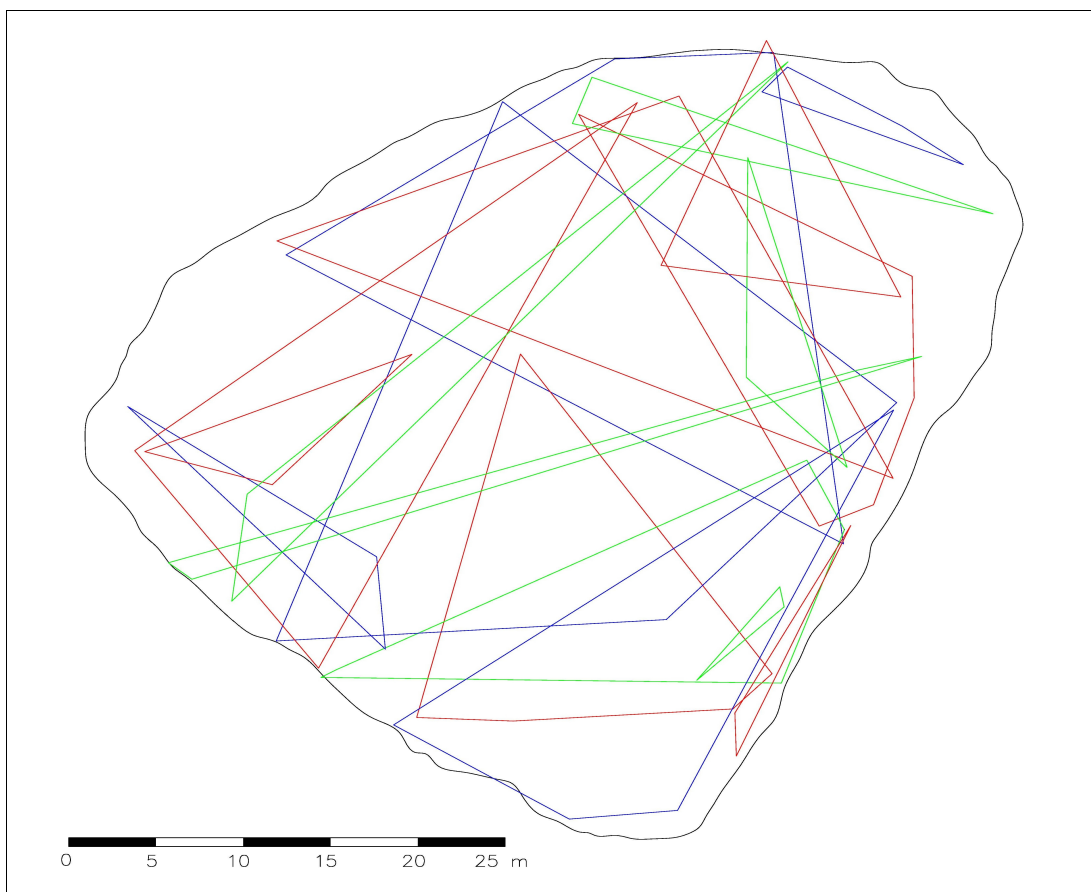
Wells K.D. (2007). *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.

Wilbur H.M., Rubenstein D.I., Fairchild L. (1978). Sexual selection in toads: the roles of female choice and male body size. *Evolution*, 32:2: 264-270.

8. Přílohy



Příloha č. 1: Nádrž, kde probíhalo mapování, upraveno z maps.google.com



Příloha č. 2: Migrační polygony samců na lokalitě