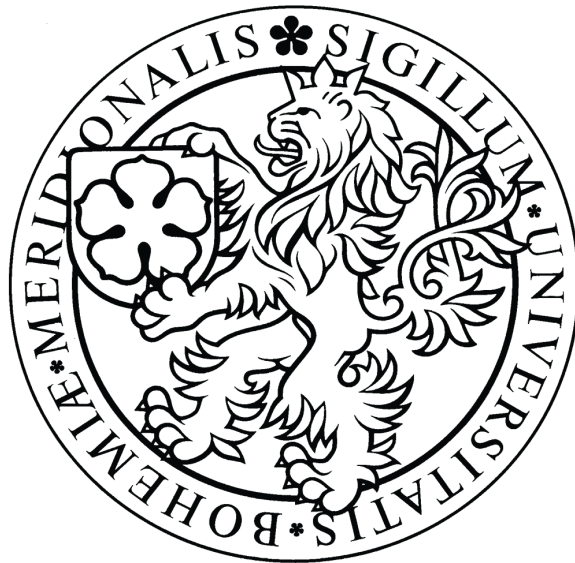


**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**Přírodovědecká fakulta**



*Bakalářská diplomová práce*

**Reprodukční strategie samců rosničky  
zelené (*Hyla arborea*) ve vztahu  
k velikosti jedince**

*Martina Drtinová*

**2008**

**Drtinová M., 2008:** Reprodukční strategie samců rosničky zelené (*Hyla arborea*) ve vztahu k velikosti jedince. [Male's reproductive strategies of the European tree frog (*Hyla arborea*) in relation to body size. Bc. Thesis, in Czech.] – p. 28, Faculty of Natural Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

This biological study is focused on the reproductive behaviour of the European tree frog *Hyla arborea*. I examined the relationships between the body size of individual males and other characteristics of reproduction, e.g. time of arrival, departure, chorus tenure, length of presence in the breeding locality, or number of recaptures. Males were caught, measured and recaptured and measured again all the reproduction period.

Vypracovala: Martina Drtinová

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

Prohlašuji, že v souladu s §47b zákona č. 111/1998 Sb. platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské 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 jejích internetových stránkách.

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, dne .....

## **Poděkování:**

*Chtěla bych poděkovat svému školiteli Michalu Berecovi za vedení práce, Simoně Polákové za kontrolu statistického zpracování výsledků a hlavně Adamu Bajgarovi za poskytnutí dat.*

# Obsah

1. Úvod.....	5
2. Metodika.....	9
2.1. Studovaný druh.....	9
2.2. Lokalita.....	9
2.3. Terénní práce.....	10
2.4. Definice rozmnožovacích charakteristik.....	11
2.5. Statistické vyhodnocení dat.....	11
3. Výsledky.....	12
3.1. Deskriptivní část.....	12
3.2. Reprodukční strategie spojené s velikostí jedince.....	13
3.2.1. Vztah počtu odchytů a velikosti jedince.....	13
3.2.2. Vztah délky pobytu a velikosti jedince.....	14
3.2.3. Závislost data příchodu a odchodu na velikosti jedince.....	16
3.3. Vliv teploty vzduchu na začátek vokalizace a přítomnost samců.....	17
4. Diskuze.....	18
4.1. Deskriptivní část.....	18
4.2. Reprodukční strategie spojené s velikostí jedince.....	19
4.2.1. Vztah počtu odchytů a velikosti jedince.....	19
4.2.2. Vztah délky pobytu a velikosti jedince.....	20
4.2.3. Závislost data příchodu a odchodu na velikosti jedince.....	21
4.3. Vliv teploty vzduchu na začátek vokalizace a přítomnost samců.....	21
5. Souhrn.....	22
6. Seznam citované literatury.....	23
7. Přílohy.....	28

# 1. Úvod

Rosnička zelená patří určitě mezi naše nejkrásnější žáby. Je to snadno rozpoznatelná, jasně zelená žabka s tmavým proužkem, který se táhne od nosního otvoru přes oko a dále přes celou délku těla až na konec trupu. Současný výskyt má převážně mozaikovitý charakter, celkem je obsazeno 52 % kvadrátů síťové mapy ČR (Moravec, 1992). Z práce Moravce (1992) vyplývá, že na území České republiky upřednostňuje nižší až střední polohy přibližně do 550 m n. m. a výskyt rozmnožujících se populací jen výjimečně přesahuje výšku 650 m n. m. Horní hranice rozšíření v ČR je 750 m n. m., na její výskyt má určující vliv především teplotní režim na lokalitách. Řadí se mezi silně ohrožené druhy, jejichž početnost v poslední době zřetelně klesá. V textu Bernské konvence je rosnička zelená zařazena v seznamu přísně chráněných druhů. Snižováním své početnosti upozorňuje tento dříve hojný druh na negativní změny životního prostředí zřetelněji než většina ostatních obojživelníků (Moravec, 1992). Moravec (1992) také dále uvádí, že k nejzřetelnějšímu úbytku výskytu došlo v okolí Prahy a v oblasti severozápadních Čech. Naopak nejpočetnější a nejstabilnější populace rosniček se zachovaly v oblastech Českobudějovické pánve a Třeboňska. Bohužel naše rosnička zelená není jediným obojživelníkem, jehož populace rapidně klesá. Možným řešením k záchraně a opětovnému zvýšení populace této jedinečné žáby je bezpochyby dozvědět se co nejvíc o ekologických a fyziologických nárocích a především o rozmnožování.

Rozmnožování žab a tím i kompetice mezi samci může probíhat dvěma způsoby (Wells, 1977a). U žab s krátkou a intenzivní reprodukční periodou (explosive breeding) samci aktivně vyhledávají samice a větší samci většinou dominují na území, kde výběr probíhá. Menší samci jsou pak vytlačováni do okrajových lokalit, kde je nalezení reprodukčně aktivní samice méně pravděpodobné. U druhé skupiny, žáby s prodlouženou reprodukční sezónou (prolonged breeding), se samečci shlukují na lokalitách několik dní před příchodem samic, snaží se je zaujmout a zlákat k páření. Typickým zástupcem této strategie je i naše rosnička zelená. Samice je z dálky přilákána voláním celého chóru samců a přímo na místě si pak vybírá konkrétního samce ze vzdálenosti několika málo metrů. Četné studie (Ryan et al., 1981; Tejedo, 1993; Wagner et Sullivan, 1992) uvádějí, že s velikostí chóru roste počet přilákaných samic. To u samců vyvolává jisté dilema (trade off), protože samec chce být jednak členem pokud možno co největšího chóru a zároveň si chrání svůj vlastní rozmnožovací prostor - teritorium. Tento prostor je primárně

vymezován oznamovacím hlasem, agresivní hlas je používán mezi vokalizujícími samci až poté, co se k sobě přiblíží na příliš malou vzdálenost. Výhoda tohoto eskalovaného chování jako nástroje evoluce k předejití zraněním a vysilujícím soubojům se u rosniček potvrzuje.

Nejčastěji měřenou charakteristikou u žab je velikost těla (snout – urostyle length), která je korelována s reprodukční úspěšností (Boll & Linsenmair, 1998; Katsikaros & Shine, 1997). Větší samci mají nejvyšší pravděpodobnost spáření (89%), středně velcí méně (68%) a samci nejmenší pouze 5% (Korzar, 1984). Tento znak je důležitým v mnoha aspektech, mimo jiné pro samice při výběru vhodného reprodukčního partnera, protože větší velikost a tím i vyšší věk indikuje vyšší růstovou rychlost nebo dlouhověkost, což jsou dva dobré znaky fitness jedince (Duellman & Trueb, 1994).

Faktory, které mohou ovlivňovat vztah mezi velikostí těla a reprodukční úspěšností, jsou početné a některé mohou být náhodné. Například preference samice pro některé atributy vokalizace samečka, které jsou ovlivněny velikostí. Větší samci vokalizují většinou na nižší frekvenci. V některých případech mohou také samice preferovat samce se složitějším hlasem (Rand & Ryan, 1981). Dalším faktorem je poměr pohlavně aktivních samců a samic přítomných na lokalitě (operational sex ratio, OSR), který je u rosniček téměř vždy vychýlen ve prospěch samců. Pozorované poměry u rosničky zelené jsou v rozmezí 3,3 – 10:1 (Moravec, 1995b; De Orense & Tejedo-Madueño, 1990; Baruš a Oliva, 1992). Rozdíly v reprodukční úspěšnosti vedou ke vzniku dalšího faktoru – alternativních reprodukčních strategií. Mezi alternativní reprodukční taktiky patří aktivní vyhledávání samic (searching males) nebo satelitní chování samců (satellits) (Arak, 1983). Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující reprodukční úspěšnost je přítomnost samců na lokalitě a účast ve vokalizačních agregacích. Pozitivní vztahy mezi reprodukční úspěšností a účastí na lokalitě byly nalezeny u žab (Murphy, 1992; Halliday & Tejedo, 1995), savců (Apollonio et al., 1989), ptáků (Gibson & Bradbury, 1985; Höglund & Robertson, 1990) i hmyzu (Banks & Thompson, 1985; Snedden, 1996). Podle Hallidaye a Tejeda (1995) je tato charakteristika dokonce nejlepším determinantem úspěchu v páření a vysvětluje více variability než ostatní měřené vlivy. Zjistit, které vlastnosti ovlivňují přítomnost samců na lokalitě, je cílem výzkumu reprodukce. Obecně mají samci nízkou šanci se spářit po každou noc, kdy jsou samice přítomny a OSR je nakloněno v jejich prospěch (Emlen & Oring, 1977). Avšak mohou svou šanci zvýšit jednoduše častější účastí ve vokalizačním chóru (Gerhardt et al., 1987; Halliday & Tejedo, 1995).

S pobytem na rozmnožovací lokalitě je úzce spjatá i další aktivita samečků. Tzv. chorus tenure je definovaný jako počet nocí, který samci stráví účastí ve vokalizačním chóru (Murphy, 1994a). Navzdory velkému vlivu této činnosti na reprodukční úspěšnost, vokalizací samci tráví pouze malou část nocí celé rozmnožovací sezóny (Halliday & Tejedo, 1995; Bertram et al., 1996; Bevier, 1997). Vokalizace je jednou z energeticky nejnáročnějších činností ektotermních živočichů. U druhů Hylidae je metabolismus vokalizujících samců 10 – 20x vyšší oproti klidovému stavu (Taigen & Wells, 1985; Wells, 2001). Anatomické, histologické a biochemické studie ukázaly, že svaly používané pro vokalizaci (svaly trupu a hrtanu) jsou velice dobře adaptovány k vysokým energetickým nárokům. Jsou poháněny karbohydráty a lipidy uskladněných převážně uvnitř svalů (Pough et al., 1992, Bevier, 1997). Oxidace glykogenu dodává energii pro práci svalů daleko rychleji než oxidace lipidů, jeho zásoby jsou však více limitovány. Vyčerpání zásob glykogenu způsobuje pokles výkonu svalů dokonce, i když jsou lipidy stále k dispozici. U některých druhů s prodlouženou rozmnožovací sezónou je vokalizace spojena dokonce s úbytkem hmotnosti (Arak, 1983). Nepřímým nákladem vokalizace může být i zvýšené riziko predace (Jennions & Backwell, 1992).

Dalším faktorem ovlivňujícím akustické možnosti žab, ale také celé rozmnožování je bezpochyby teplota. Rosnička zelená jako zástupce žab mírného pásma se rozmnožuje na jaře tedy v období s velmi variabilní teplotou. Zvýšení teploty o 10 °C způsobuje zkrácení délky hlasu na jednu polovinu (Schneider, 1977). Teplota také ovlivňuje mechanismus vydávající hlas. Byla zjištěna pozitivní korelace mezi teplotou a frekvencí kontrakce svalů laryngálního aparátu rosničky *Hyla arborea*. Co se týče vlivu na rozmnožování, Moravec (1995a) ve své práci píše, že teplotní režim na lokalitě je hlavním faktorem určujícím začátek vokalizace a tím i celé rozmnožovací sezóny. Jeho data dokumentují schopnost samců regulovat svou tělesnou teplotu a vokalizovat dokonce i při teplotě vzduchu 1°C. Podle různých autorů (Schneider, 1967, 1977; Borgula, 1990) je nejnižší rozpětí teploty vzduchu nutné pro vokalizaci 5 – 8 °C. Tester (1990) píše o výjimečných případech rozmnožování při nižší teplotě než 5- 8 °C, ale tyto hodnoty neměřil přímo na lokalitě.

Za předpokladu, že reprodukční aktivita jedince může být limitována příjmy a výdaji energie, pokusila jsem se otestovat následující hypotézy:

1. Větší jedinci se nerozmnožují déle než jedinci menší.
2. Větší jedinci netráví více nocí účastí ve vokalizačním chóru než jedinci menší.

3. Větší samci se nezačínají rozmnožovat dříve než menší samci.
4. Větší jedinci se nepřestávají rozmnožovat dříve než menší samci.
5. Teplota nemá vliv na počet samců přítomných na lokalitě.



## 2. Metodika

### 2.1. Studovaný druh

Rosnička zelená (*Hyla arborea*; Linné, 1758) patří do řádu žáby (Anura), podřádu Neobatrachia a čeledi rosničkovití (Hylidae). Je to jediný zástupce čeledi rosničkovitých (Hylidae) obývající Českou republiku. Mimo Česka obývá téměř celé území Evropy.

### 2.2. Lokalita

Terénní výzkum byl prováděn v jižních Čechách, na severozápadním okraji Českých Budějovic. Lokalita těsně sousedí s přírodní rezervací Vrbenské rybníky, která leží v nadmořské výšce cca 390 m. Toto území o ploše přibližně 0,5 km<sup>2</sup> zahrnuje dva větší rybníky a přilehlé bývalé tankové cvičiště.

Vlastní výzkum probíhal na těsně sousedícím Velkém Vávrovském rybníku. Velký Vávrovský rybník je nádrž o ploše přibližně 1,5 ha. Je obklopen z větší části pásem listnatého lesíka a nedosahuje hloubky více než 0,5 m. Dno bylo hustě zarostlé litorální vegetací. Rybník slouží jako chovná nádrž pro kapry.

Rybník je vhodnou lokalitou pro rosničku zelenou nejenom díky dostatku potravy, ale i množstvím vegetace v okolí sloužících jako úkryt, která je pro rosničku mimořádně důležitá. Na březích Velkého Vávrovského rybníku jsou rozsáhlé porosty vrby - vrba jíva (*Salix caprea*) a vrba křehká (*Salix fragilis*), dále pak topol osika (*Populus tremula*) a dub zimní (*Quercus petraea*). V mělkých částech rybníku dominovaly litorální porosty rákosu obecného (*Phragmites australis*), skřípiny lesní (*Scirpus silvaticus*), sítiny rozkladité (*Juncus efusus*) a orobince širolistého (*Typha latifolia*).

Pobřežní a mokřadní vegetace je významná především pro její využívání jako hnízdiště ptactva i jako odpočinková lokalita na tahu a v zimním období. Z hnízdicích ptáků můžeme zaregistrovat např. kachnu divokou (*Anas platyrhynchos*), potápku roháče (*Podiceps cristatus*), racka chechtavého (*Larus ridibundus*) nebo labuť velkou (*Cygnus olor*).

Spolu s rosničkou zde byly také pozorovány kuňky obecné (*Bombina bombina*), v menší míře ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a skokani štíhlí (*Rana dalmatina*) a v pozdějším období se zde vyskytovali také velmi hojní skokani zelení (*Rana kl. esculenta* a *Rana*

*lessonae*). Populace rosniček na této lokalitě je poměrně početná a stabilní, což potvrzuje pozorování Fráňové (1998), Bajgara (2005) i jiných kolegů (Berec in verb.).

### 2.3. Terénní práce

Terénní práce (viz Bajgar, 2006) probíhaly v roce 2005 během celého rozmnožovacího období rosničky zelené, od půlky dubna do půlky června. Lokalita byla několikrát navštívena ještě před začátkem rozmnožování a byly vytyčeny orientační body. Vytyčením orientačních bodů na břehu bylo zajištěno včasné zachycení začátku rozmnožovacího období a také prvních příchozích samců na lokalitu. Při prvním výskytu samců rosničky byla lokalita navštívena dva dny za sebou, následně pak byla lokalita navštěvována v pravidelných dvoudenních intervalech. Příchod na lokalitu byl zpravidla ještě před začátkem aktivity rosniček (kolem 19:30) a odchyt končil vychytáním všech vokalizujících samců (většinou kolem 00:30, později 1:30). Poslední návštěva lokality, kdy byli na lokalitě odchyceni vokalizující samci, byla 17. 6. 2005.

V rybníku byly rosničky hledány pomocí baterky, v hustě zarostlých částech byla pozice samců zjišťována především akusticky podle oznamovacího hlasu. Vlastní odchyt byl prováděn rukou. Odchycení samci byli měřeni a individuálně značeni identifikačním kódem. Měření samců bylo prováděno pomocí posuvného měřítka s přesností na 1 mm. Velikost jedince byla měřena jako SUL (snout - urostyle length) – vzdálenost od špičky čumáku ke konci urostylu (Baruš et al., 1992). Opětovně odchycení samci byli měřeni znovu a získané hodnoty byly následně kontrolovány a nevykazovaly vážnější nepřesnosti (žádná hodnota se neodchylovala více než o 1mm a takové případy byly spíše vzácností, než pravidlem). Individuální specifické značení jedinců bylo prováděno metodou zastříhování prstů (toe clipping), o jejímž používání podrobně pojednává zejména Foster (1994), a jedinci byli rozlišováni podle vytvořeného kombinačního kódu. O nevýhodách používání této metody píše Parris a McCarthy (2001, 2004), kteří tvrdí, že s počtem odstřižených prstů klesá šance zpětného odchytu a navrhují počítání jistých korekcí vzhledem ke zpětnému odchytu. Dále však uvádějí, že tyto korekce jsou potřebné pouze pro populační biologii a analýzy přežívání. Odlišného názoru je Funk et al. (2005). V průběhu značení na jedincích nebyly zaznamenány příznaky vážného rozrušení nebo stresu, stejně jako v pracích Sheparda (2002) nebo Learyho a kol. (2005). U opětovně odchycených jedinců nebyly pozorovány žádné patologické příznaky. Amputace prstů byla prováděna chirurgickými nůžkami a prsty byly uchovány odděleně v označených ependorfkách v 96% etanolu a jsou k dispozici k dalším případným analýzám.

Teplota vzduchu byla měřena ve 21:00. Informace o klimatických podmínkách byly získány ze stanice Českého hydrometeorologického ústavu. Měřící zařízení je umístěno přibližně 8 km od zkoumané oblasti.

## *2.4. Definice rozmnožovacích charakteristik*

### Délka pobytu

Počet dní od prvního do posledního odchyty jedince.

### Počet odchyť

Počet nocí, kdy byl samec odchycen na rozmnožovací lokalitě ve vokalizačním chóru (tato veličina bude dále v textu uváděna v přesnějším anglickém ekvivalentu jako chorus tenure). Protože nebyla pokryta celá sezóna (31 nocí nebyla prováděna kontrola), počet odchyť mohl být vyšší. Do statistických analýz byly zahrnuty pouze dny kontrolní.

### Datum příchodu

Den prvního odchyty samečka.

### Datum odchodu

Den posledního pozorování na lokalitě.

## *2.5 Statistické vyhodnocení dat*

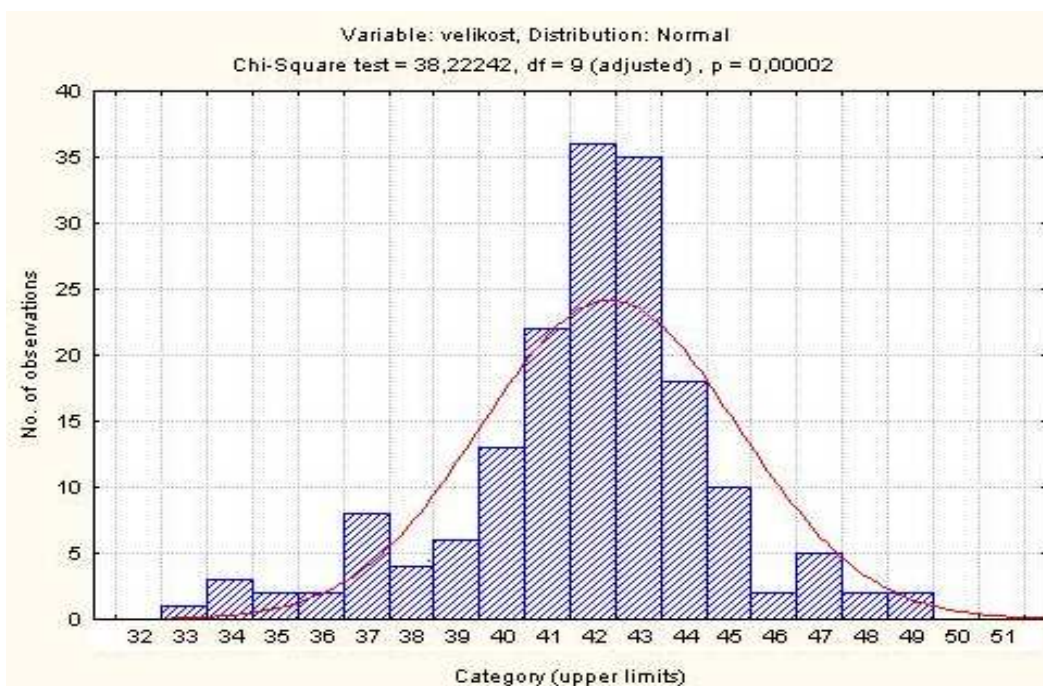
Ke statistickému zpracování dat byl použit program Statistica 7 (StatSoft, Inc., 2001) a Microsoft Excel. Pro ověření normálního rozdělení dat byla použita funkce „distribution fitting“, která testuje rozdělení skutečných dat oproti teoretickému normálnímu rozdělení pomocí Chí-kvadrát testu. Pro zjištění možných korelací mezi velikostí samců a charakteristikami rozmnožování (délka pobytu, datum příchodu a odchodu, počet odchyť), byla data nejdříve transformována (zlogaritmována) a poté jsem použila funkce „multiple linear regression“. Pokud transformace selhala, byla použita neparametrická metoda („Spearman rank correlation“). Všechny testované hypotézy byly testovány na hladině signifikance 5% ( $p < 0,05$ ). V textu jsou hodnoty uváděny pro lepší orientaci čtenáře. Jsou ve formě (PRŮMĚR  $\pm$  SMĚRODATNÁ ODCHYLKA).

## 3. Výsledky

### 3.1 Deskriptivní část

Rozmnožování rosničky zelené na lokalitě Velký Vávrovský rybník začalo 13. dubna 2005 a trvalo do 17. června 2005, celkem tedy 66 dní (35 dní bylo kontrolních). Samci začínali vokalizovat přibližně mezi 20:00 a 21:00 hod a většina jich končila kolem 1:30 hod.

Velikostí složení populace samců zobrazuje graf č. 1. Distribucí grafu je proložena křivka normálního rozložení a Chi-Square test dokazuje, že data mu odpovídají ( $\chi^2 = 38,22242$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0,001$ ). Rozmezí naměřených hodnot se pohybovalo od 33 do 49 mm. Nejhojněji se vyskytovaly žáby s velikostí 42 a 43 mm, průměrná velikost (SUL) byla  $41,9 \pm 2,8$  mm. Podrobnější informace podává tabulka č. 1.

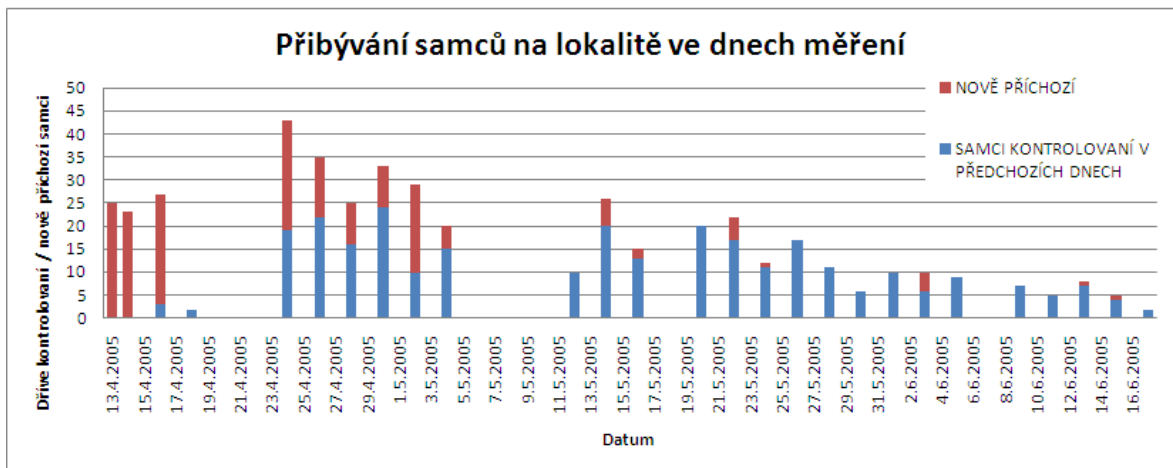


Graf č. 1. – Histogram četností velikosti těla populace samců rosničky zelené na Velkém Vávrovském rybníce v roce 2005.

Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Standard Error
velikost	171	41,9	42	33	49	7,98	2,8	0,216

Tabulka č. 1 – Velikostní charakteristiky samců na Velkém Vávrovském rybníku.

Noví jedinci přicházeli na lokalitu prakticky v průběhu celé sezóny. Nejvíce jich dorazilo ve dvou velkých vlnách. První byla od 13. 4 do 16. 4. 2005, druhá od 23. 4 do 4. 5. 2005. Poté již moc nových jedinců odchyceno nebylo (N = 20). Příchody mají sestupnou tendenci stejně jako přítomnost samců jako taková. Přibývání samců na lokalitě ukazuje graf č. 2. Nejvíce sameček bylo zaznamenáno 24. 4. 2005, 11 dní od začátku rozmnožovací sezóny. V této době 24 samců (14 %) ještě nedorazilo na lokalitu.



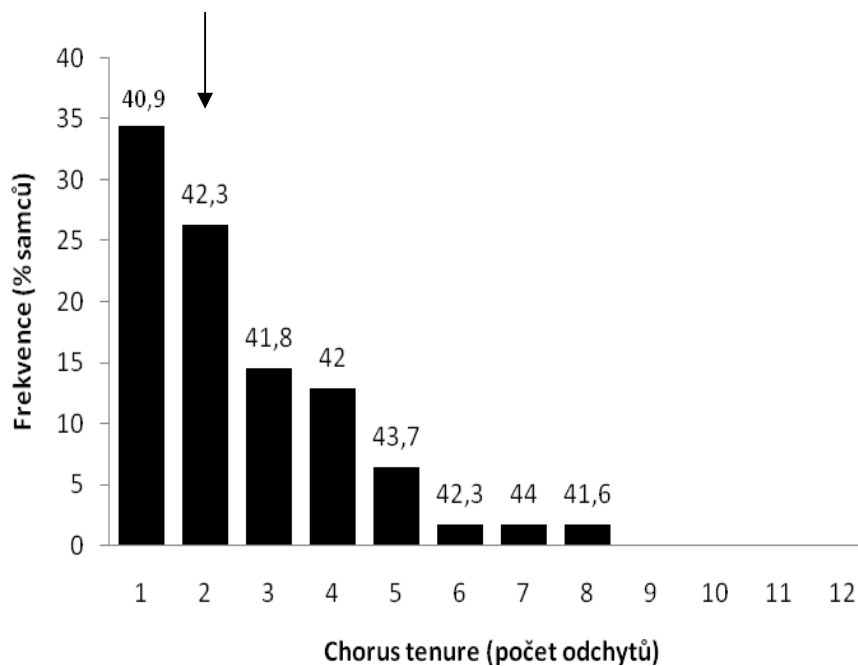
Graf č. 2. – Přibývání samců na lokalitě Velký Vávrovský rybník v roce 2005.

### 3.2. Reprodukční strategie spojené s velikostí jedince

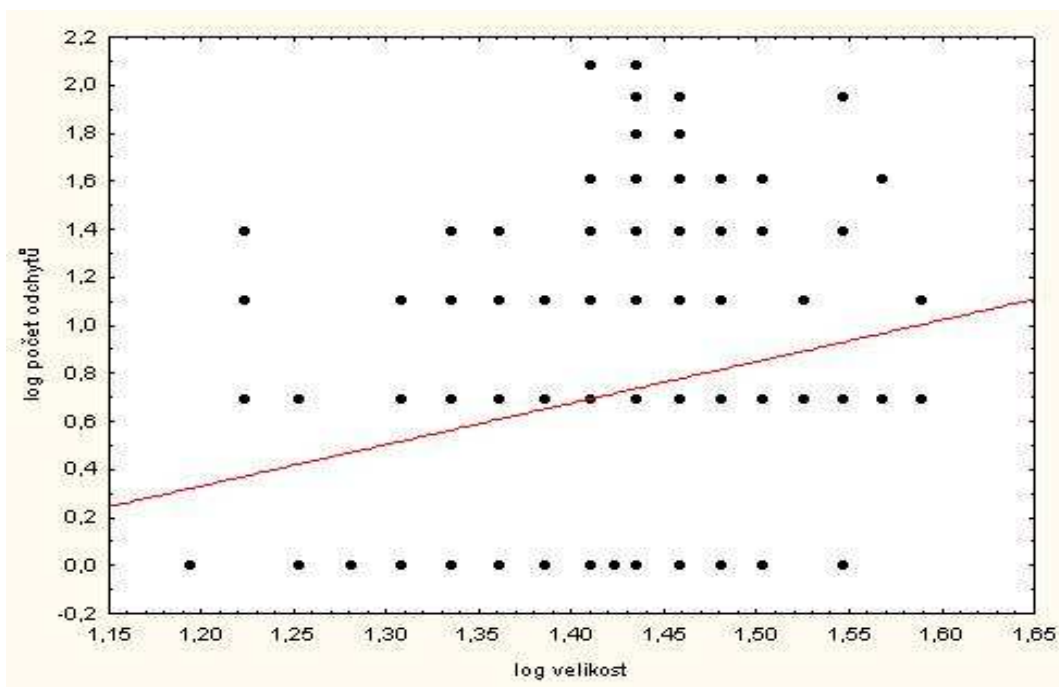
#### 3.2.1 Vztah počtu odchytů a velikosti jedince

Chorus tenure žab druhu *Hyla arborea* byl zkrácený (graf č. 3). Z celkových 35 nocí, kdy byla prováděna kontrola, samci byli přítomni v mediánu pouze dvě noci, což reprezentuje průměrnou účast 5,71 % celé rozmnožovací sezóny. Nejvíce jedinců bylo odchyceno na lokalitě jen jedenkrát (N= 65; 38%). Z celkového počtu zpětně odchycených samců jich bylo 19 (11,1%) odchyceno více než čtyřikrát. Největší průměrná velikost byla u samců odchycených sedmkrát, nejmenší u jedinců, kteří se na lokalitě ukázali jen jednou.

Také byla zjištěna korelace mezi velikostí jedince a chorus tenure. Chorus tenure rostl lineárně s velikostí samce (viz graf č. 4). Vazba je pozitivní, ne příliš silná ( $r = 0,1917$ ). Chorus tenure navíc vysvětluje pouze 3,7% ( $r^2 = 0,0367$ ,  $p < 0,05$ ) variability dat.



Graf č. 3. – Chorus tenure žab druhu *Hyla arborea* a velikostní složení jednotlivých kategorií na rozmnožovací lokalitě. Šipkou je označena hodnota mediánu.



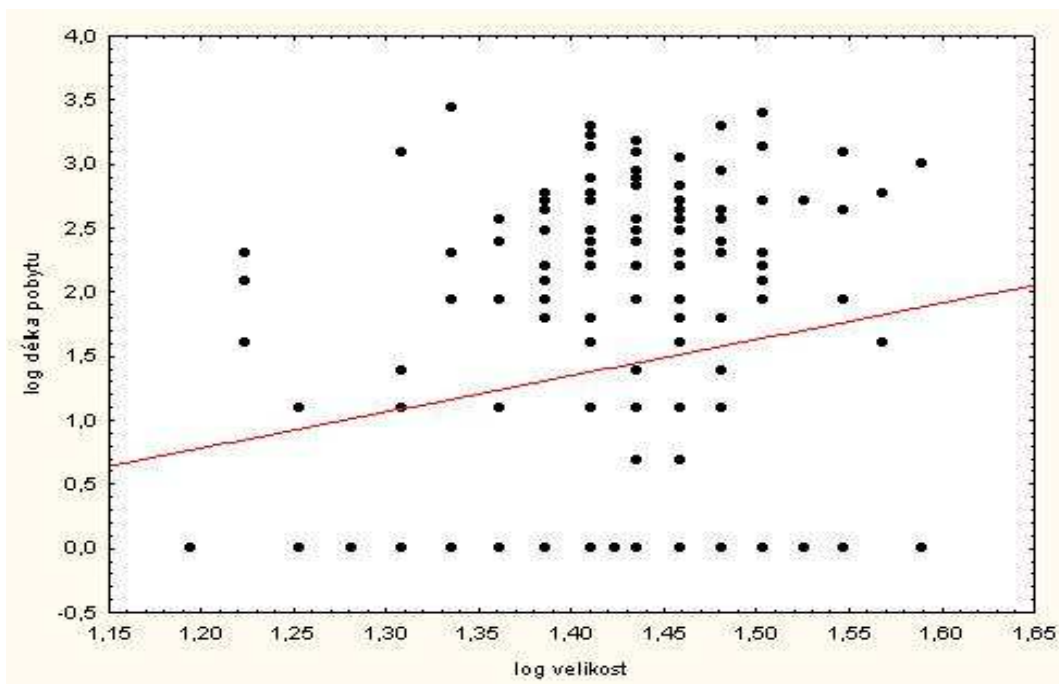
Graf č. 4 – Závislost chorus tenure na velikosti jedince rosničky zelené.

### 3.2.2 Vztah délky pobytu a velikosti samce

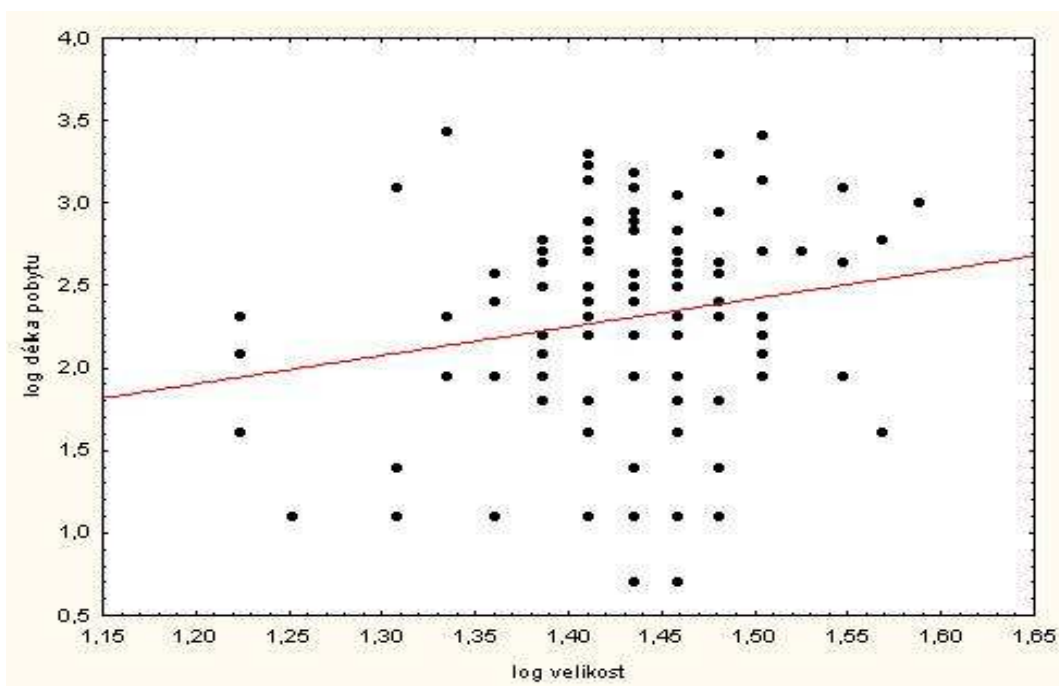
Samci strávili na lokalitě v průměru 7,8 dní. Délka pobytu rostla lineárně s velikostí samce (viz graf č. 5). Vazba je pozitivní, ne příliš silná ( $r = 0,1597$ ). Velikost vysvětluje 2,5%

( $r^2 = 0,025$ ,  $p < 0,05$ ) variability dat. Po logaritmicke transformaci dat dostavame regresni rovnici  $y = -2,6089 + 2,8259x$ .

Po odstraneni samcu, kteří byli na lokalite pouze jeden den, a zlogaritmovani dat je vztah mezi velikosti samce a delkou pobytu na marginalni hranici významnosti ( $r = 0,1876$ ;  $r^2 = 0,0352$ ;  $p = 0,0542$ ) viz graf č. 6.



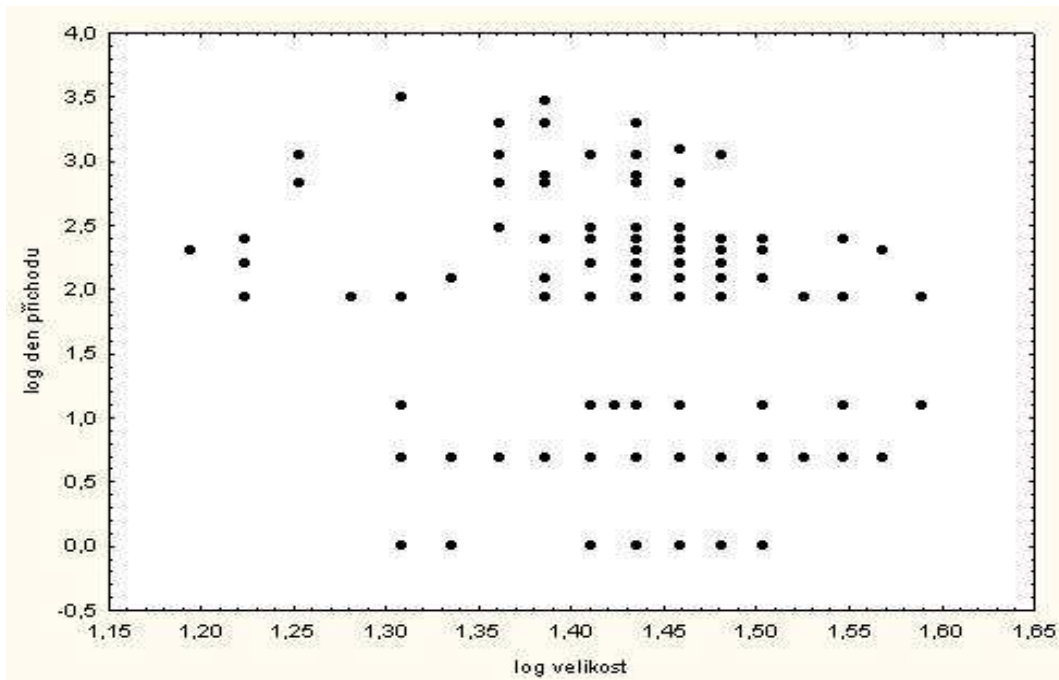
Graf č. 5. – Vztah velikosti samce a délky pobytu na lokalite.



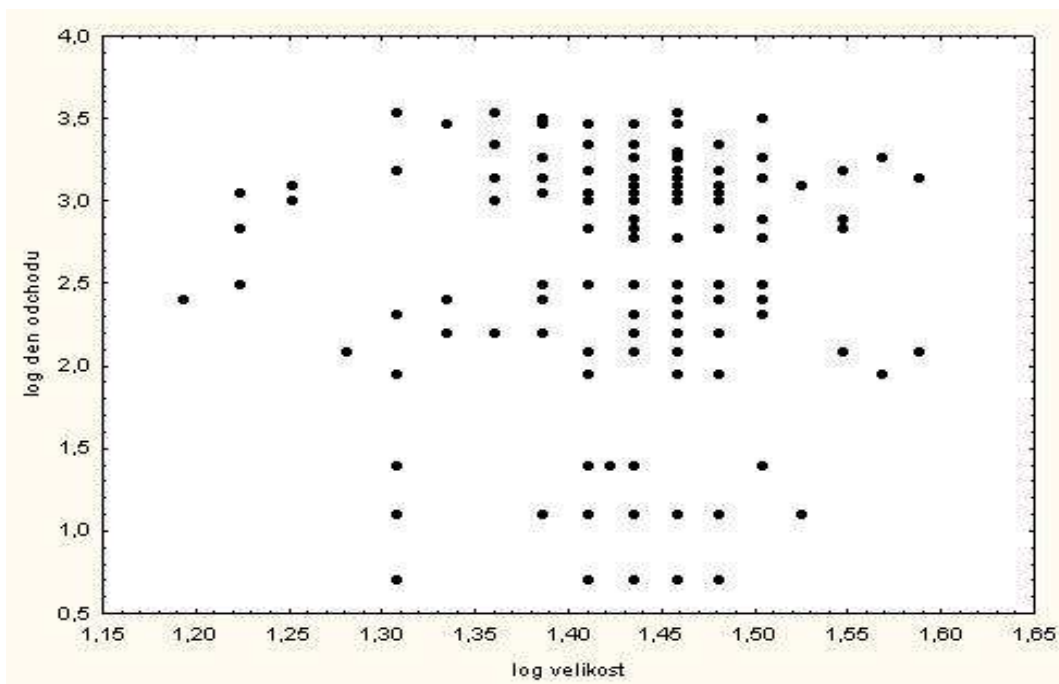
Graf č. 6. – Vztah mezi velikosti jedince a delkou pobytu (bez jedincu přítomných pouze jeden den).

### 3.2.3 Závislost data příchodu a odchodu na velikosti jedince

Žádný vztah se neprokázal mezi velikostí samce a datem příchodu na lokalitu ani odchodu z lokality (grafy č. 7 a 8).



Graf č. 7. – Velikost samců *Hyla arborea* vztahena k datu příchodu ( $p = 0,2067$ ).

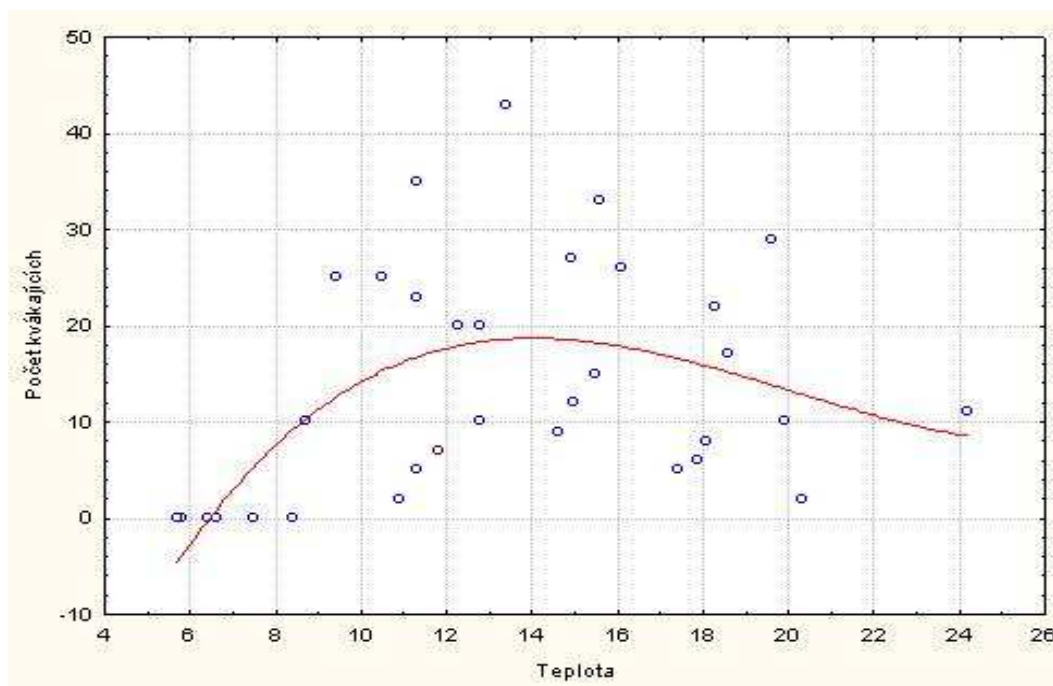


Graf 8. – Datum odchodu jednotlivých samců ve vztahu k velikosti jedince ( $p = 0,6137$ ).



### 3.3 Vliv teploty vzduchu na začátek vokalizace a přítomnost samců na lokalitě

Počet samců na lokalitě byl pozitivně korelován s teplotou vzduchu (graf č. 9; Spearmanova korelace,  $r = 0,49$ ,  $p < 0,05$ ). Nejnižší teplota vzduchu při začátku vokalizace byla  $8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nejvyšší  $24,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Největší chóry vznikaly v rozmezí teplot  $11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $15,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nejvíce jedinců vokalizovalo při teplotě  $13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $N = 43$ ).



Graf č. 9. – Závislost počtu vokalizujících samců na teplotě vzduchu.

## **4. Diskuze**

### *4.1 Deskriptivní část*

Rosnička zelená je typický druh s prodlouženou dobou rozmnožování (Wells, 1977b). Reprodukční perioda trvá dva až tři měsíce (Stumpel et Hanekamp, 1986). Rosničky zelené se na Velkém Vávrovském rybníku v roce 2005 rozmnožovaly od 13. 4. do 17. 6., tedy celkem 66 dní, což potvrzuje zjištění, že počátek pohlavní aktivity samců spadá do první až čtvrté dekády dubna (Kowalewski, 1974; Stumpel et Hanekamp, 1986; Pastors, 1995). Konec rozmnožovací sezóny nastává převážně koncem června. Doba trvání reprodukčního období je velmi rozmanitá u různých populací rosničky zelené. Kyriakopoulou – Sklavounou (2000) udává délku reprodukční periody u populace rosniček v Řecku od 26. 2. do 5. 7. Grafe a Meuche (2005) popisují rozmnožování rosničky zelené v severním Bavorsku. Na lokalitě pozorovali samce od 2. 5. do 24. 6. Populaci rosniček zelených v jižních Čechách studoval Moravec (1987, 1995a). V těchto pracích udává délku rozmnožovací sezóny od 29. 4. do 23. 6. (1987) a od 9. 4. do 15. 7. (1995a). Na mnou studované lokalitě monitorovala rozmnožování také Fráňová (1999). Délku rozmnožování u rosniček udává od 23. 4. do 21. 6. Mé výsledky se asi nejvíce blíží Moravcovým z roku 1987. Přesto jsou všechny údaje z jižních Čech překvapivě podobné. Jak lze z těchto pozorování vyvodit, v začátku rozmnožovacího období existuje obrovská variabilita. Tato variabilita je nejspíš způsobena klimatickými rozdíly jak mezi jednotlivými lokalitami, tak mezi jednotlivými roky. Tuto tezi podporuje práce Pastorse (1995), zabývající se vlivem klimatických faktorů na rozmnožování rosničky zelené. Zajímavá fakta udává také Blankenhorn (1972), který odhalil klimatické změny jako hlavní faktory omezující rosničky v rozmnožování. Jako hlavní popisované změny udává teplotu vody v 19:00, teplotu vzduchu a vliv silného větru.

Nejčastěji měřenou charakteristikou u žab je velikost těla (snout – urostyle length). Tento znak je důležitým v mnoha aspektech, mimo jiné pro samice při výběru vhodného reprodukčního partnera. Velikostním složením samců rosničky zelené se zabývá mnoho prací. Průměrnou délku těla samců rosničky uvádí např. Moravec (1990) 41 mm, Fráňová (1999)  $40,8 \pm 1,8$  mm, Friedl a Klump (1997) 42 mm, De Orense a Tejedó-Madueño (1990)  $40,03 \pm 2,6$  mm. Mé hodnoty  $41,9 \pm 2,8$  mm spadají do rozpětí hodnot uváděných ve výše zmíněných pracích.

Noví jedinci přicházeli na lokalitu se sestupnou tendencí v průběhu celé sezóny. Stejně tak počet přítomných samců má sestupný trend. Podobné výsledky naměřil i Moravec (1995a) a Fráňová (1999).

## 4.2. Reprodukční strategie spojené s velikostí jedince

### 4.2.1 Vztah počtu odchytů a velikosti jedince

U všech studovaných druhů žab je reprodukční úspěšnost samců pozitivně korelována s přítomností jedince na lokalitě a počtem nocí (chorus tenure), kdy se samec zúčastní vokalizačního chóru (přehled viz Halliday & Tejedo, 1995). Navzdory zřejmému silnému selekčnímu tlaku ke zvýšení chorus tenure, jedinci mnoha druhů tráví ve skutečnosti pouze malou část rozmnožovací sezóny ve vokalizujících agregacích (Halliday & Tejedo, 1995). Chorus tenure je snížený u všech dosud studovaných obojživelníků s prodlouženou dobou rozmnožování (Halliday & Tejedo 1995; Bevier 1997). Given (2002) udává hodnotu mediánu pro druh *Bufo fowleri* tři noci, Judge a Brooks (2001) u druhu *Rana catesbeiana* sedm nocí nebo Murphy (1994a) pro *Hyla gratiosa* dvě až tři noci. Mnou zjištěná hodnota mediánu, dvě, se nijak neliší od publikovaných ostatními autory (Murphy, 1994a; Morris, 1989), přičemž leží na spodní hranici rozmezí uváděného pro rod *Hyla*. Jedním z důvodů by mohl být nižší počet kontrolních nocí. Srovnání reprodukční charakteristiky chorus tenure je relativně komplikované. Příčinou jsou dva faktory. Prvním je nejednotné používání termínu a jeho nejasné definování, tudíž není jasné, jestli naměřené hodnoty odpovídají stejnému parametru. Druhým je fakt, že hodnota parametru je silně závislá na počtu kontrolních nocí. Ty však zpravidla nepokrývají celou sezónu a ani sezóny nejsou stejně dlouhé.

Pro vysvětlení sníženého chorus tenure u žab bylo stanoveno několik hypotéz (Murphy, 1994b). Zaprvé to může být následek metody odchytávání a značení jedinců (zastříhování prstů). Především hledání samců na rozmnožovací lokalitě, i když je vedeno systematicky, může podhodnotit počet nocí, kdy byli samci přítomni, protože ne vždy byli všichni samci chyceni. Za druhé, samci se mohou vyhnout lokalitě, když je s nimi manipulováno, čímž také dochází ke snižování naměřených hodnot. Za třetí, mortalita jedinců může značně zredukovat počet samců během sezóny. Za čtvrté, zvýšená hladina stresového hormonu kortikosteronu by mohla potlačit produkci androgenu nezbytného pro vokalizaci. A za páté, samci by mohli být energeticky limitováni. Kdyby vokalizace byla

energeticky velmi náročná (Wells, 2001), jedinci by nebyli schopni vydržet tolik dní strávených vokalizací.

Grafe a Meuche (2005), Grafe a Thein (2001) i Murphy (1994b) považují za nejpravděpodobnější hypotézu vysokých energetických nároků. Studie energetiky u obojživelníků ukazují, že vokalizace je energeticky náročnější než kterákoliv jiná aktivita (Wells, 2001). Samci rosničky zelené při vokalizaci vykazují vysoké hodnoty výdeje energie (Grafe & Thein, 2001). Limitované zásoby glykogenu a lipidů ve svalech používaných při vokalizaci mohou způsobovat samcům značná omezení. Vyčerpání glykogenu je označeno jako faktor způsobující snížený počet odchytů a přítomnost na lokalitě. Dokrmování jedinců během reprodukční sezóny přineslo dost rozporuplné výsledky. Marler a Ryan (1996) zaznamenali zvýšení chorus tenure, Murphy (1999) nikoliv. Maximální spotřeba kyslíku vokalizujících byla v průměru 24x vyšší než u metabolismu samců nevokalizujících, u některých jedinců dokonce 41x vyšší. Toto je nejvyšší dosud naměřený rozsah hodnot aerobního metabolismu oproti klidovému stavu u kteréhokoliv ektotermního živočicha. Mimoto, je tím zdůrazněno silné fyziologické omezení v počtu nocí, které může samec strávit vokalizací na lokalitě. Nesouvislý pobyt jedinců na lokalitě by mohl znamenat, že samci odcházejí doplnit své energetické rezervy. Tuto hypotézu potvrzuje práce Testera (1990). Ve své práci prováděl fekální analýzy samců a došel k závěru, že jedinci během rozmnožovací sezóny normálně žerou.

Pozitivní vztah se prokázal mezi chorus tenure a velikostí samce. Vazba je velice slabá, ale byla prokázána na 5% hladině signifikance. Stejného výsledku dosáhli i Morris (1989; druh *Hyla chrysoscelis*) a Friedl a Klump (2005; druh *Hyla arborea*), avšak prací, kde vztah vyšel neprůkazně, je větší množství (Murphy, 1994a, 1999; druh *Hyla gratiosa*; Bevier, 1997; druh *Scinax boulengeri*; Given, 2002; druh *Bufo fowleri*; Grafe & Meuche, 2005; druh *Hyla arborea*). Pozitivní korelaci by bylo možné vysvětlit energetickou teorií prezentovanou Murphym (1994b).

#### 4.2.2 Vztah délky pobytu a velikosti samce

Délka pobytu je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující reprodukční úspěšnost a vysvětluje více variability než ostatní měřené vlivy (Halliday & Tejedo, 1995). Dalo by se tedy předpokládat, že samci budou na lokalitě co největší část reprodukční sezóny. Opak je pravdou. Největší procento samců byli ti, co na lokalitě strávili pouze jeden den (N = 65, 38%), nejmenší skupinu tvořili samci přítomni 20 – 31 dní (N = 13, 7,6 %). Jen jeden samec byl přítomen 31 dní. V průměru samci strávili na lokalitě 7,8 dní. Giacomina (1993)

(druh *Hyla arborea*) uvádí průměrnou hodnotu 5,3 dní (rozmezí pro reprodukční sezónu: 60 – 90 dní). Moravec (1995a) udává průměrnou délku pobytu samců ze dvou po sobě jdoucích sezón 15,4 dní (1986; délka reprodukční sezóny: 91 dní) a 10,1 dní (1987; délka reprodukční sezóny: 97 dní). Pokud vezmu v úvahu délku celé reprodukční sezóny, můj výsledek se tolik neliší od průměrů naměřených Moravcem (1995a).

Ve vztahu s velikostí jedince byla zjištěna pozitivní korelace. Opačný výsledek uvádí Giacoma (1993). Díky úzké vazbě mezi délkou pobytu a počtem odchytů by bylo možné pozitivní výsledek opět vysvětlit energetickou stránkou vokalizace nebo odchody z lokality pro doplnění energie. Větší jedinci mají více zásob pro delší pobyt a vokalizaci a tudíž si mohou dovolit zůstat na lokalitě déle. Nízké procento vysvětlené variability dat ale ukazuje, že na délku pobytu na lokalitě budou mít s velkou pravděpodobností významný vliv ještě další nezjištěné faktory.

#### 4.2.3 Závislost data příchodu a odchodu na velikosti jedince

Stejně jako u všech dosud prezentovaných prací (Given, 2002; Murphy, 1999; Friedl & Klump, 2005), neprokázal se žádný vztah mezi datem příchodu na lokalitu a velikostí jedince. Výjimkou je pouze práce Beviera (1997), který zjistil negativní korelaci pro druh *Scinax boulengeri*.

### 4.3. *Vliv teploty vzduchu na vokalizaci a přítomnost samců na lokalitě*

Rosnička zelená se páří s proměnlivou intenzitou závislejší na teplotě (Blankenhorn, 1972). Rozmezí teplot je hlavním faktorem determinujícím začátek rozmnožovací sezóny, rozmnožování a i vokalizační aktivity. Podle ostatních autorů (Schneider 1967, 1977; Borgula, 1990) je 5 – 8 °C nejnižší rozpětí teploty vzduchu nutné pro vokalizaci. Tester (1990) píše o výjimečných případech rozmnožování při nižší teplotě než 5- 8 °C, ale tyto hodnoty neměřil přímo na lokalitě. Kozar a Pavignano (1990) a Schneider (1977) udávají rozmezí největší vokalizační aktivity mezi 10 – 15 °C. To zcela odpovídá i výsledkům zjištěným na lokalitě Velký Vávrovský rybník. V mé práci byl počet vokalizujících samečů na lokalitě pozitivně korelován teplotou. Stejného výsledku dosáhla i Pavignano (1992), opačný prezentuje ve své práci Given (2002) u druhu *Bufo fowleri*.

## **5. Souhrn**

Rozmnožování rosničky zelené na lokalitě Velký Vávrovský rybník začalo 13. dubna 2005 a trvalo do 17. června 2005, celkem tedy 66 dní, 35 dní bylo kontrolních. Průměrná velikost těla samců (SUL) byla  $41,9 \pm 2,8$  mm, velikostnímu složení dominovaly velikosti 42 a 43 mm. Noví jedinci přicházeli na lokalitu v průběhu celé sezóny. Nejvíce jich dorazilo ve dvou velkých vlnách. První byla od 13. 4 do 16. 4. 2005, druhá od 23. 4. do 4. 5. 2005. Počet nocí, který samci strávili na lokalitě ve vokalizačním chóru, byl snížený. Hodnota mediánu počtu strávených nocí na lokalitě je pouze dvě noci. Cílem mé práce bylo odpovědět na otázky týkající se reprodukčních strategií spojených s velikostí jedince.

1. Počet nocí, který samci strávili účastí ve vokalizačním chóru, je pozitivně korelován velikostí jedince.
2. Velikost samců ovlivňuje délku pobytu na lokalitě. S rostoucí velikostí se prodlužuje délka pobytu.
3. Větší jedinci se nezačínají rozmnožovat dříve a neukončují rozmnožování později než jedinci menší.
4. Teplota vzduchu je významným faktorem ovlivňujícím vokalizaci a přítomnost samců na lokalitě.
5. Výsledky na Velkém Vávrovském rybníce neodporují hypotéze energetického omezení reprodukčního úsilí samců, nízké procento vysvětlené variability dat ale naznačuje, že se na časovém průběhu reprodukce podílejí i další faktory.

## **6. Seznam citované literatury**

Apollonio, M., Festa Bianchet, M., Mari, F. 1989. Correlates of copulatory success in a fallow deer lek. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 25: 89 – 97.

Arak, A. 1983. Male – male competition and mate choice in anuran amphibian. In: Bateson P. (ed.). *Mate choice*. Cambridge University University Press, pp. 67 – 107.

Bajgar, A. 2006. Rozmnožování a reprodukční strategie samců rosničky zelené (*Hyla arborea*) ve vztahu k velikosti jedince. Bakalářská práce, Jihočeská universita v Českých Budějovicích.

Banks M.J., Thompson D.J. 1985. Life time mating success in the damselfly *Coenagrion puella*. *Animal Behaviour*, 33: 1175 – 1183.

Baruš, V., Oliva, O., a kol. 1992. Fauna ČSFR - Obojživelníci (Amphibia). Academia Brno.

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

Bevier, C.R. 1997. Breeding activity and chorus tenure of two Neotropical hylid frogs. *Herpetologica*, 53: 297 – 311.

Bevier, C.R., Tierney, D.C., Henderson, L.E., Reid, H.E. 2006. Chorus attendance and side fidelity in the Mink frog, *Rana septentrionalis*: Are males territorial? *Journal of Herpetology*, 40(2): 160 – 164.

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

Boll, S., Linsenmair, K.E. 1998. Size – dependent male reproductive success and size – assortative mating in the midwife toad *Alytes obstetricans*. *Amphibia-Reptilia*, 19(1): 75 – 89.

Borgula, A. 1990. Conservation oriented studies in the Tree Frog *Hyla arborea*: population development, spawning habitat, spawning period behaviour, threats, and conservation. Licentiate report Zoological Institute, Bern University, Bern. 100 p.

De Orense, R. M.-M., Tejedo-Madueño, M. 1990. Size-based mating pattern in the tree frog *Hyla arborea*. *Herpetologica*, 46(2): 176-178.

Duellman, E. W., Trueb, L. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Emlen, S.T., Oring, L.W. 1977. Ecology, sexual selection and evolution of mating systems. *Science*, 197: 215 – 223.

- Foster, S. M. a kol. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity – Standard Method for Amphibians*. Smithsonian institution press, Washington and London.
- Fráňová, I. 1996. Výskyt a biotopové preference vybraných druhů obojživelníků na bývalém tankovém cvičišti v Českých Budějovicích. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Fráňová, I., 1999. Rosnička zelená (*Hyla arborea*): průběh rozmnožování, věková struktura a růst. Magisterská práce, Jihočeská universita v Českých Budějovicích.
- Friedl, W. H. P., Klump, G. M. 1997. Some aspects of population biology in the European tree frog, *Hyla arborea*. *Herpetologica*, 53 (3): 321 – 330.
- Friedl, W. H. P., Klump, G. M. 2002. The vocal behaviour of male european treefrogs (*Hyla arborea*): implication for inter- and intrasexual selection. *Behaviour*, 139: 113 – 136.
- Friedl, W. H. P., Klump, G. M. 2005. Sexual selection in the lek-breeding European treefrog: body size, chorus attendance, random mating and good genes. *Animal Behaviour*, 70: 1141 – 1154.
- Funk, W.C., Maureen, Donnelly, M.A., Lips, K.R. 2005. Alternative views of amphibian toe-clipping. *Nature*, 433: p. 193.
- Gerhardt, H.C., Daniel, R.E., Perril, S.A. and Schram, S. 1987. Mating behaviour and male mating success in the tree frog. *Animal Behaviour*, 35: 1490 – 1503.
- Giacoma, C., Kozar, T., Pavignano, I. 1993. Ethological aspects of the biology of *Hyla arborea*. pp: 21 – 28, In: Stumpel, A.H.P. & Tester, U. (eds.), *Ecology and conservation of the European tree frog*. Proc. 1st Int. Workshop on *Hyla arborea*, 13 – 14 Feb. 1992, Postdam.
- Gibson, R.M., Bradbury J.W. 1985. Sexual selection in lekkinig sage grouse: phenotypic correlates of male mating success. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 78: 117 – 123.
- Given, M.F. 2002. Interrelationships among Calling Effort, Growth Rate, and Chorus tenure in *Bofo fowleri*. *Copeia*, 4: 979 – 987.
- Grafe, T.U., Meuche, I. 2005. Chorus tenure and estimates of population size of male European tree frogs *Hyla arborea*: implications for conversation. *Amphibia-Reptilia*, 26: 437 – 444.
- Grafe, T. U., Thein, J. 2001. Energetics of calling and metabulic substrate use during prolonged excersize in European tree frog *Hyla arborea*. *Journal of Comparative Physiology B*, 171: 69 – 76.
- Halliday, T.R., Tejedo, M. 1995. Intrasexual Selection and Alternative Mating Behaviour. In: *Amphibian Biology: Social Behaviour*, p. 419 – 468. Heatwole H. and Sullivan, B.K., Eds, Chipping Norton, Surrey Beatty & Sons.

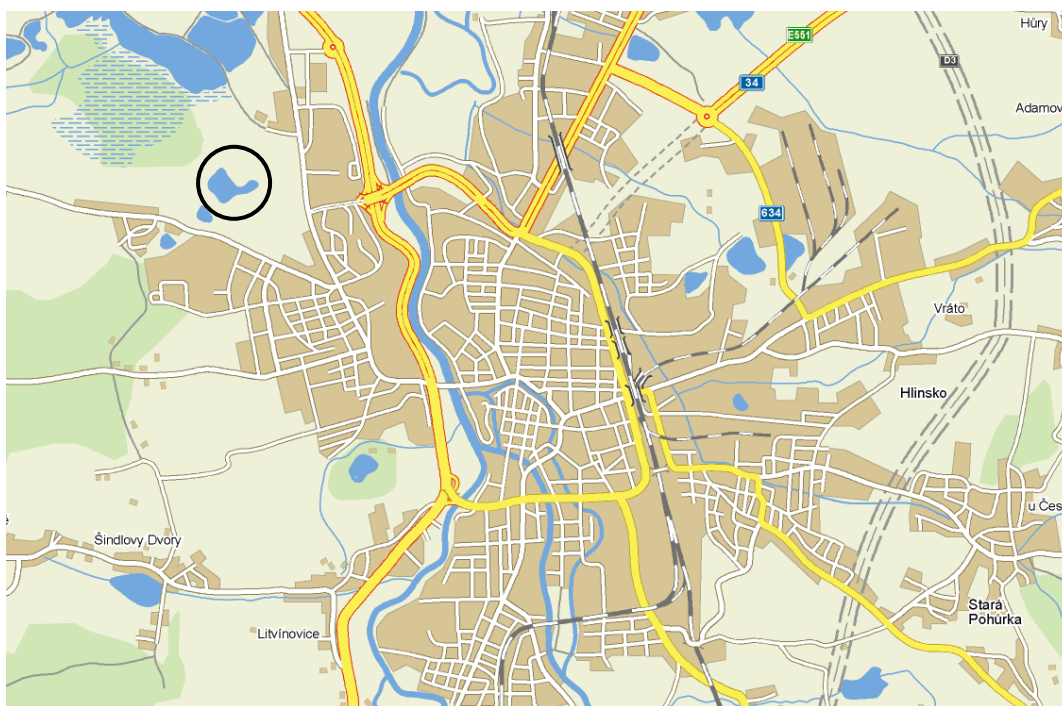


- Henzi, S.P., Dyson, M.L., Piper, S.E., Passmore, N.E., Bishop, P. 1995. Chorus attendance by male and female Painted Reed Frogs (*Hyperolius marmoratus*): environmental factors and selection pressures. *Functional Ecology*, 9: 485 – 491.
- Höglund J., Robertson J.G.M. 1990. Spacing of leks in relation to female home ranges, habitat requirements and male attractiveness in the great snipe (*Gallinago media*). *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 26: 173 – 180.
- Jennions, M.D., Backwell, P.Y.R. 1992. Chorus size influences on the anti-predator response of a Neotropical frog. *Animal Behaviour*, 44: 990 – 992.
- Judge, K.A., Brooks, R.J. 2001. Chorus participation by male bullfrogs, *Rana catesbeiana*: a test of the energetic constraint hypothesis. *Animal Behaviour*, 62: 849 – 861.
- Katsikaros, K., Shine, R. 1997. Sexual dimorphism in the tusked frog, *Adelotus brevis* (Anura: Myobatrachidae): the role of natural and sexual selection. *Biological Journal of the Linnean Society*, 60: 39 – 51.
- Kowalewski, L. 1974. Observation on the phenology and ecology of amphibia in the region of Czestochowa. *Acta Zool. Cracoviensia*, 18: 391 – 457.
- Kozar, T. 1984. The reproductive biology of *Hyla arborea*, *Bufo bufo* and *Bufo viridis*. PhD Thesis, Moldavia.
- Kozar, T., Pavignano, I. 1990. Reproductive behaviour of the tree frog *Hyla arborea*. XIV Conv. Soc. Ital. Etol., Lerici.
- Kyriakopoulou-Sklavounou, P. 2000. Adaptations of some amphibian species to Mediterranean environmental conditions. *Belgian Journal of Zoology*, 130 (Supplement 1): 109 – 113.
- Leary, C.J., Fox, D. J., Shepard, D. B., Garcia, A. P. 2005. Body size, age, growth and mating tactics in toads: satellite males are smaller but not younger than calling males. *Animal Behaviour*, 70: 663 – 671.
- Marler, C.A., Ryan, M.J. 1996. Energetics constraints and steroid hormone correlates of male calling behaviour in the túngara frog. *Journal of Zoology*, 240: 397 – 409.
- Moravec, J. 1990. Postmetamorphic Growth in the European Tree Frog (*Hyla arborea*). *Acta universitatis Carolinae – Biologica*, 34: 359-370.
- Moravec, J. 1992. Rozšíření rosničky zelené (*Hyla arborea*) v Československu. *Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná*, Praha 159 (1-4): 65 – 90.
- Moravec, J. 1995a. Mating behaviour in *Hyla arborea*, I. Density movement and residency in breeding site. In: Llorente et al. (eds): *Scientia Herpetologica*: 203-207
- Moravec, J. 1995b. Mating behaviour in *Hyla arborea*, II. Mate selection and male mating success. In: Lloret et al. (eds). *Scientia Herpetologica*, 203 – 307.

- Morris, M.R. 1989. Female choice of large males in the treefrog *Hyla chrysoscelis*: the importance of identifying the scale of choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 5: 275 – 281.
- Murphy, C.G. 1999. Nightly timing of chorusing by male parking treefrogs (*Hyla gratiosa*): the influence of female arrival and energy. *Copeia*, 2: 333 – 347.
- Murphy, C.G. 1994a. Chorus tenure of male parking tree frogs (*Hyla gratiosa*). *Animal Behaviour*, 48: 763 – 777.
- Murphy, C.G. 1994b. Determinants of chorus tenure in parking tree frogs (*Hyla gratiosa*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 34: 285 – 294.
- Parris, M.K. , McCarthy, M.A. 2004. Clarifying the effect of toe clipping on frogs with Bayesian statistics. *Journal of Applied Ecology*, 41: 780–786.
- Pastors, J. 1995. Ergebnisse zweier Wiederansiedelungsprojekte des Laubfrosches (*Hyla arborea*) in Wuppertal – eine Langzeitstudie. *Mertensiella*, 6: 163 – 180.
- Pavignano, I. 1992. Reproductive behavior of the tree frog *Hyla arborea* in northwestern Italy. *Alytes* (in press).
- Pough ,F.H., Magnusson, W.E., Ryan, M.J., Wells, K.D., & Taigen, T.L. 1992. Behavioral energetics. In ME Feder & WW Burggen (eds.), *Environmental Physiology of the amphibians*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 395 – 436.
- Rand, A.S., Ryan, M.J., 1981. Adaptive significance of a komplex vocal repertoire in a Neotropical frog. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 57(3-4): 209 – 214.
- Ryan, M.J., Tuttle, M. D., Tafl, L. K. 1981. The costs and benefits of frog chorusing behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 8: 273 – 278.
- Shepard, D.B. 2002. Spatial Relationship of male Green Frog (*Rana clamitans*) throughout the Activity Season. *American Midland Naturalist*, 148: 394-400.
- Schneider, H. 1967. Calls and Calling Behaviour of European tree frog *Hyla arborea arborea*. *Zeitschrift für Physiologie*, Berlin 57: 174 – 189.
- Schneider, H. 1977. Acoustic behaviour and physiology of vocalization in the European tree frog, *Hyla arborea* (L.) pp. 295 – 335, In: Taylor D.H. & Guttman, S. I. (eds.), *The reproductive biology of amphibians*. Plenum Publ. Corp., New York.
- StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stumpel, A.H.P. et Hanekamp, G. 1986. Habitat and ecology of *Hyla arborea* in the Netherlands. *Studies in Herpetology*, Roček Z. (ed.): 409 – 412.
- Taigen, T.L., Wells, K.D. 1985. Energetics of vocalization by an anuran amphibian (*Hyla versicolor*). *Journal of Comparative Physiology*, 155: 163 – 170.

- Tejedo, M. 1993. Do male natterjack toads join larger breeding choruses to increase mating success? *Copeia*, 1993 (1): 75 – 80.
- Tester, U. 1990. Conservation oriented aspects of the ecology of the Tree Frog *Hyla arborea*. Thesis, Basel University, Basel. 291p.
- Wagner, W.E., Sullivan, B.K. 1992. Chorus organization in the Gulf Coast toad (*Bufo valliceps*): male and female behaviour and the opportunity for sexual selection. *Copeia*, 1992 (8): 647 – 658.
- Wells, K.D. 1977a. The courtship of frogs, In: Taylor D.H. & Guttman, S. I. (eds.), *The reproductive biology of amphibians*. New York, Plenum Press, pp. 233 – 262.
- Wells, K.D. 1977b. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25: 666-693.
- Wells, K.D. 2001. The energetics of calling in frogs. In: *Anuran Communication*, pp. 45 – 60. Ryan, M.J., Ed., Washington, Smithsonian Institution Press.
- Wells, K.D., Taigen, T.L., Rusch, S.W., Robb, C.C. 1995. Seasonal and nightly variation in glycogen reserves of calling gray treefrogs (*Hyla versicolor*). *Herpetologica*, 51(3): 359 – 368.

## 7. Příloha



Obrázek 1. Velký Vávrovský rybník, jeho poloha u Českých Budějovic



Obrázek 2. Velký Vávrovský rybník, jeho letecký snímek a poloha.