

**Univerzita Hradec Králové**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra Biologie**

**Fenologie rozmnožování kuňky obecné  
(*Bombina bombina*)**

**Diplomová práce**

|                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| Autor:            | Šárka Škodová                    |
| Studijní program: | Biologie                         |
| Studijní obor:    | Systematická biologie a ekologie |
| Vedoucí práce:    | RNDr. Michal Andreas, Ph.D.      |

Hradec Králové

Červen 2016

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

## Zadání diplomové práce

**Autor:** Šárka Škodová

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Systematická biologie a ekologie

Název práce: Fenologie rozmnožování kuňky obecné (*Bombina bombina*)

Název práce v AJ: Breeding phenology of European fire-bellied toad (*Bombina bombina*)

Cíl a metody práce: Cílem práce je podrobně zmapovat rozmnožovací aktivity kuňky obecné. Především dobu hlasové aktivity a závislost rozmnožovací aktivity na počasí, cykly kladení, dobu kladení, velikost snůšek. Dále budou sledovány jednotlivé kohorty pulců, rychlost jejich růstu, doba metamorfózy, preferovaná místa pobytu jedinců a stav populace.

Garantující pracoviště: Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Michal Andreas, Ph.D.

Oponent: Mgr. Josef Hotový

Datum zadání práce: 17. 2. 2015

Datum odevzdání práce: 11. 5. 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Šárka Škodová

#### Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu RNDr. Michalovi Andreasovi, Ph.D. za odbornou pomoc a věcné připomínky, které mi pomohly vypracovat tuto bakalářskou práci. Dále bych chtěla poděkovat Přírodovědnému centru Hradec Králové za zapůjčení dataloggerů. Také děkuji své rodině, příteli a kamarádům za velkou podporu během studia na vysoké škole.

## **Anotace**

ŠKODOVÁ, Š. *Fenologie rozmnožování kuňky obecné (Bombina bombina)*. Hradec Králové, 2016. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Michal Andreas. 63 s.

Diplomová práce se zabývá zmapováním populace kuňky obecné (*Bombina bombina*) na vybrané lokalitě v době rozmnožování. Terénní práce se zaměřuje hlavně na vokalizační periody samců, zjištění počátku vokalizace, intenzitu vokalizace v závislosti na klimatických faktorech, délku jednotlivých vokalizačních period, velikost a kvalitu populace, počátek kladení snůšek, počet snůšek a jednotlivé periody kladení, sledování jednotlivých kohort pulců, dobu jejich metamorfózy a počet nově metamorfovaných jedinců. Dále práce sleduje preferovaná místa pobytu jedinců, kvalitu lokality a její dopad na populaci kuňky obecné.

### **Klíčová slova**

Kuňka obecná (*Bombina bombina*), vokalizující samci, fenologie rozmnožování, snůška, pulec, metamorfovaný jedinec

## **Annotation**

The thesis surveys the population of European fire-bellied toad (*Bombina bombina*) on the chosen locality during the breeding season. Field survey is focused on male calling season, detection of start of calling, calling intensity in dependence on particular climat factors, duration of individual calling cycles, population size and quality, start of spawning, number of clutches and individual spawning periods, monitoring of individual tadpoles cohorts and timing of their metamorphosis, number of new metamorphosed individuals. Thesis is focused on identification of preferred places of particular toad in the water, habitat quality and its impact on European fire-bellied toad population.

### **Key words**

European fire-bellied toad (*Bombina bombina*), calling males, breeding phenology, egg mass, tadpole, newly metamorphosed toadlet

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| Úvod .....  | 8  |
| 1. Teoretická část .....  | 10 |
| 1.1 Charakteristika kuňky obecné .....  | 10 |
| 1.1.1 Výskyt v ČR a její ochrana .....  | 10 |
| 1.1.2 Morfologie druhu .....  | 10 |
| 1.1.3 Ekologie .....  | 12 |
| 1.1.4 Ohrožení .....  | 15 |
| 1.2 Sledované území .....   | 17 |
| 1.2.1 Popis lokality .....  | 17 |
| 2. Metodika .....   | 22 |
| 2.1 Sledování abiotických faktorů .....   | 22 |
| 2.1.1 Měření teploty vody .....   | 22 |
| 2.1.2 Měření teploty vzduchu .....  | 22 |
| 2.1.3 Měření vlhkosti vzduchu .....   | 22 |
| 2.1.4 Měření tlaku vzduchu .....  | 23 |
| 2.1.5 Měření srážek .....   | 23 |
| 2.1.6 Měření průhlednosti vody .....  | 23 |
| 2.1.7 Odhad zbarvení zákalu .....   | 24 |
| 2.2 Zhodnocení kvality sledované lokality .....   | 24 |
| 2.3 Sledování hlasové aktivity .....  | 25 |
| 2.3.1 Statistické vyhodnocení intenzity vokalizace v závislosti na klimatických faktorech ..... | 25 |
| 2.4 Sledování populace kuňky obecné .....   | 26 |
| 2.4.1 Odhad početnosti jedinců .....  | 26 |
| 2.4.2 Určení pohlaví a velikosti jedinců .....  | 30 |
| 2.4.3 Zjišťování pobytových preferencí .....  | 31 |
| 2.5 Sledování nakladených snůšek .....  | 32 |
| 2.6 Sledování pulců .....   | 32 |
| 2.7 Sledování metamorfovaných jedinců .....   | 32 |
| 3. Výsledky .....   | 33 |
| 3.1 Zhodnocení kvality sledované lokality .....   | 33 |
| 3.1.1 Ostatní obojživelníci na lokalitě .....   | 34 |
| 3.2 Hlasová aktivita .....  | 37 |
| 3.2.1 Statistické vyhodnocení klimatických dat v závislosti na vokalizaci .....                 | 40 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3 Populace dospělců .....  | 46 |
| 3.3.1 Odhad velikosti populace.....  | 47 |
| 3.3.2 Stav populace .....  | 47 |
| 3.3.3 Velikost jedinců .....   | 48 |
| 3.3.4 Pobytové preference jedinců .....  | 49 |
| 3.4 Nakladené snůšky.....  | 51 |
| 3.5 Pulci a nově metamorfovaní jedinci.....                                    | 51 |
| 4. Diskuze .....   | 52 |
| 4.1 Kvalita sledované lokality .....   | 52 |
| 4.2 Hlasová aktivita .....   | 53 |
| 4.2.1 Statistické vyhodnocení klimatických dat v závislosti na vokalizaci..... | 53 |
| 4.3 Populace dospělců .....  | 54 |
| 4.3.1 Velikost jedinců .....   | 55 |
| 4.3.2 Pobytové preference jedinců .....  | 55 |
| 4.3.3 Nakladené snůšky, pulci a nově metamorfovaní jedinci.....                | 56 |
| Závěr.....   | 57 |

## Úvod

V předchozích letech v mé bakalářské práci na téma Obojživelníci Vysokomýtska a Litomyšlska bylo zmapováno okolí mého bydliště a bylo zjištěno, že se v této oblasti nachází několik silně ohrožených druhů obojživelníků, konkrétně kuňka obecná (*Bombina bombina*, Linnaeus 1785), ropucha zelená (*Pseudepidalea viridis*, Laurenti 1768), rosnička zelená (*Hyla arborea*, Linnaeus 1758) a skokan zelený (*Pelophylax kl. esculentus*, Linnaeus 1758), v poměrně velkých počtech. V této oblasti nenalezneme přírodní tůň, písničky, jezírka v lomech apod., ve větším množství se v okolí nachází pouze intenzivně obhospodařované rybníky nebo požární nádrže. I v těchto intenzivně obhospodařovaných rybnících ale můžeme nalézt výše zmiňované druhy.

Pro diplomovou práci byla vybrána lokalita, která je nejblíže mému bydlišti, Horní Heřmanický rybník. Tento rybník je také intenzivně obhospodařovaný, a i přes to v něm byla nalezena ropucha obecná (*Bufo bufo*, Linnaeus 1758), skokan hnědý (*Rana temporaria*, Linnaeus 1758) a všechny čtyři druhy výše zmíněných silně ohrožených obojživelníků. Pro detailnější pozorování byla vybrána kuňka obecná, u které byl v posledních padesáti letech zaznamenán rapidní úbytek a v některých oblastech dokonce hrozí její vyhynutí (Zavadil *et al.* 2011). V oblasti Českých Heřmanic a blízkém okolí nalezneme hned několik rybníků, kde v jarních a letních měsících můžeme zaslechnout hlasité koncerty těchto drobných žabek.

Diplomová práce se skládá ze dvou částí, z teoretické a praktické. V teoretické části jsou stěžejním prvkem informace o morfologii druhu, jak dospělce, tak jednotlivých vývojových stádií, které jsou důležité pro správné rozpoznání druhu při terénní práci. Dalším důležitým prvkem jsou informace o chování jedinců při rozmnožování, poznatky různých autorů o vokalizaci, kladení snůšek, vývoji pulců, metamorfóze jedinců a podobně. Neméně důležitou částí jsou také informace o faktorech, které zkoumaný druh ohrožují. A v neposlední řadě je také podstatné zmínit informace o dané lokalitě a všechny její biotické a abiotické faktory.

Praktická část je postavená na terénní práci na lokalitě, kde byla pozorována populace kuněk obecných, jejich rozmnožovací aktivita, vývojová stadia a pobytové preference. Na lokalitě byly sledovány klimatické poměry, biotické a abiotické vlastnosti lokality.



Cíle práce: Zjistit závislosti mezi klimatickými faktory a rozmnožovací aktivitou  
Zmapovat co nejlépe sledovanou lokalitu  
Pozorovat vývojová stádia jedinců  
Zjistit velikost a stav populace  
Porovnat vlastní poznatky s odbornou literaturou

# 1. Teoretická část

## 1.1 Charakteristika kuňky obecné

### 1.1.1 Výskyt v ČR a její ochrana

Kuňka obecná je nížinný druh, který se většinou vyskytuje do nadmořské výšky 300 m n. m. Hojněji a souvisleji se vyskytuje pouze v jižních, středních a východních Čechách, v Poodří, dolním Pomoraví a Podyjí (Zwach 2008). V minulosti patřila k běžně rozšířeným druhům, v posledních padesáti letech je zaznamenán rapidní ústup a v některých oblastech hrozí riziko vymření (Zavadil *et al.* 2011). Kuňky jsou výrazně ohroženy krajinotvornými změnami, kvůli kterým mizí vhodné biotopy (Mikátová & Vlašín 2002).

Kuňka obecná je chráněna zákonem O ochraně přírody a krajiny 114/1992 Sb. a dle vyhlášky 395/1992 Sb. je vedena jako silně ohrožený druh. V Červeném seznamu ČR je vedena jako ohrožený druh (AOPK ČR 2007). Byla také zařazena do seznamu IUCN jako málo dotčený druh, do programu NATURA 2000 (Mačát 2008) a také do seznamu ohrožených druhů Bernské konvence a do seznamu ohrožených plazů a obojživelníků (Mikátová & Vlašín 2002).

### 1.1.2 Morfologie druhu

#### *Morfologie dospělce*

Kuňka obecná je drobná žába s malou okrouhlou hlavou. Oči má vystouplé se srdčitou zornicí. Tělo je dorzoventrálně zploštělé, nohy jsou poměrně krátké. Kůže je silně bradavičnatá s rohovinovými výrůstky (Maštera 2002).

Hřbetní strana těla je barevně nenápadná, většinou je šedohnědá až hnědá, občas ale může být zeleně skvrnitá, zelenavá nebo hnědočerná až černá (Zwach 2008). Břišní strana těla je pokryta výraznými oranžovými až ohnivě červenými skvrnami (Fog *et al.* 2011). Skvrny se začínají vyvíjet u nově metamorfovaných jedinců a stávají se neměnnými až u subadultních jedinců (Gollmann & Gollmann 2011). Kresba na břiše je u každého jedince originální. Také kresba na zádech je unikátní u každého jedince a na rozdíl od břišní strany se u nově metamorfovaných jedinců již nemění (Fog *et al.* 2011).

Nově metamorfovaní jedinci měří kolem 12 až 18 mm (Kinne *et al.* 2006). Pohlavně dozralí jsou jedinci, kteří mají alespoň 30 mm (Fog *et al.* 2011). Dospělci

dorůstají do velikosti 50 mm (Arnold 2004). Zwach (2008) udává velikost dospělců až 54 mm a Fog *et al.* (2011) dokonce až 60 mm.

Jedinci pohlavně dospívají ve třetím roce života a mohou se zúčastňovat páření až dvanáct sezón (Kinne *et al.* 2006). Pohlavní rozdíly můžeme rozlišit pouze u dospělých jedinců. Samec má vyvinutý párový podhrdelní rezonanční měchýřek (Maštěra 2002). V době rozmnožování má samec dle Solaka (2011) na předních končetinách přítomny černé pářící mozoly, dle Foga *et al.* (2011) má samec drsnou kůži na spodní straně končetin a dle Maštěry (2002) má samec na prstech a na předloktí předních končetin zrohovatělé plošky. Mačát (2008) udává, že zrohovatělé plošky najdeme u samců na předních končetinách a to na svrchní straně prvních třech prstů. Dalším pohlavním rozdílem je také délka těla, která je u samců znatelně větší než u samic (Radojičić *et al.* 2002), naopak Cogalniceanu & Miaud (2002) tvrdí, že samci mají stejnou délku těla jako samice. Samci mívají širší hlavu než samice (Fog *et al.* 2011).

### **Vajíčka**

Vajíčka se nachází v malých shlucích nepravidelného tvaru pod hladinou na vodních rostlinách. Velikost snůšky bývá mezi 4,2 až 6 cm (Zwach 2008). Maštěra *et al.* (2015) uvádí velikost snůšky 3 až 5 cm. V jedné snůšce nalezneme 15 až 40 vajíček (Maštěra *et al.* 2015), mohou být i méně, až jednotlivě, maximálně však 100. Průměr jádra je 1,2 až 2,2 mm (Fog *et al.* 2011), Nöllert & Nöllert (1992) uvádí průměr jádra 1,5 až 2 mm. Horní polovina jádra je hnědá, spodní žlutavá, přechod mezi jednotlivými barvami je pozvolný. Dále ve vývoji je vajíčko jednobarevné, světle šedohnědavé (Maštěra *et al.* 2015). Kolem každého jádra je pevný gel (4 až 8 mm) a všechna vajíčka ještě obklopuje tenký a volný gel. Těsně před vylíhnutím je plod dobře viditelný a má tvar širokého U (Fog *et al.* 2011).

### **Larvální stádium**

Nově vylíhnuté larvy měří 6 až 7 mm (Fog *et al.* 2011). Vrchní strana je světle šedivá až hnědá, spodní strana je nažloutlá. Dýchací otvor je umístěn na břiše, tvar trupu je oválný až vejčitý. Oči jsou usazeny blíže ke středu těla. Pulci mají dvojité řady retních zoubků. Ústní disk, při zavření úst má zhruba trojúhelníkovitý tvar. Mají vysoké ploutevní lemy přecházející až na trup s výraznou mřížkovitou strukturou (Maštěra *et al.* 2015). Před metamorfózou dosahují délky přibližně 24 až 33 mm (Zwach 2008). Maštěra *et al.* (2015) uvádí, že pulec před metamorfózou může dosáhnout až 55 mm a poté se metamorfuje v žabku o velikosti 11 až 15 mm.

### 1.1.3 Ekologie

#### **Obývané biotopy**

Kuňka obecná je druh velmi vázaný na vodní prostředí a preferuje stojaté vodní plochy nejlépe bez ryb (Kinne *et al.* 2006), jako jsou mělká jezera, rybníky, mokřady, příkopy, periodické tůně a zaplavená pole. Méně často osídlují prameny, zavlažovací kanály, potoky a řeky, kde voda teče jen velmi pomalu (Cevik *et al.* 2008).

Kuňka obecná obývá různé nádrže během sezóny. Po opuštění zimovišť hledají velmi mělké dočasné vodní plochy s teplou vodou. Po několika dnech migrují do větších nádrží, které jsou vhodné pro rozmnožování (Fog *et al.* 2011). Způsobem života je dobře přizpůsobena k obývání drobných periodických vodních ploch, ale častěji si vybírá stálé nádrže (Mikátová & Vlašín 2002). Podle Solaka (2011) preferuje malé vodní plochy ale Fog *et al.* (2011) udává, že mohou osídlit nádrže velké až 3,5 ha. Optimální hloubka nádrže bývá velmi malá, nejlépe kolem 30 cm (Fog *et al.* 2011). Mikátová & Vlašín (2002) uvádí, že kuňka obecná vyhledává místa s hloubkou do 20 cm, optimálně úseky s hloubkou poloviční. Jiný zdroj (Niocara & Niocara 2007) uvádí preferovanou hloubku 30 až 60 cm. Důležitou podmínkou je také dobré oslunění nádrže (zastínění nádrže by mělo být méně jak 25 %). Nejlepšími vodními nádržemi pro rozmnožování jsou ty, které jsou přirozeně eutrofní, bohaté na řasy a cévnaté rostliny (Pupina & Pupins 2009). Dno vhodných nádrží bývá hlinité, bohaté na živiny a vápník, výjimečně písčité nebo rašelinné. Nejvhodnějším biotopem v České republice je rybník s bohatě vyvinutým litorálním porostem bez rybí obsádky, nebo jen s malým množstvím ryb. Nalézt je můžeme ale i v tůních na loukách, lomech, ve vodních kanálech, v koupalištích, v požárních nádržích, nebo méně často v kalužích na nezpevněných cestách (Maštera *et al.* 2015).

#### **Roční cyklus**

Kuňka obecná opouští vodní nádrže během září až října a přesunuje se do zimovišť. Přezimuje ve větších agregacích na souši, v děrách a štěrbinách (Zwach 2008), také mezi kameny, ztrouchnivělými kmeny nebo pod kořeny stromů a keřů (Arnold 2004). Může zimovat až stovky metrů od nádrže. Zimu také přečkává ve vodní nádrži (Fog *et al.* 2011), což je ale méně častý způsob zimování (Mikátová & Vlašín 2002). Z hibernace se první jedinci probouzejí při 8 °C, po několika dnech při teplotě 10 °C jsou všichni jedinci probuzeni (Kinne *et al.* 2006). Z hibernačních míst se vrací během března až dubna a obsazují menší vodní nádrže, tůně i kaluže, které jsou rychle vyhřáté. Takový typ vodní lokality ale může rychle vyschnout a proto se kuňky přesunují, většinou během května do nádrží, které jsou vhodné pro rozmnožování. Zde pak setrvávají až do doby, než se přesunou

zpět do zimovišť (Fog *et al.* 2011). Do zimovišť často migrují podél potoků nebo periodických stružek po dešti, což vysvětluje nízkou úmrtnost kuňky obecné na silnicích (Zavadil *et al.* 2011).

### **Rozmnožovací aktivita**

Dle Zwacha (2008) začíná páření krátce po ukončení hibernace, většinou koncem března a trvá do poloviny června, někdy se protáhne až do července. Jarní páření má skupinový charakter a většinou trvá od března do května. Maštěra (2002) udává rozmnožovací sezónu kuňek od dubna do srpna. Samci si svým hlasem obhajují teritorium i mimo dobu páření.

U Kuňky obecné převažuje denní aktivita, na jaře bývá aktivní pouze ve dne, déle v sezoně může být aktivní i ve večerních hodinách, nejdéle do tří hodin po půlnoci (Zwach 2008).

Samci začínají vokalizovat, pokud voda v nádrži má teplotu 14 až 15 °C (Fog *et al.* 2011). Kinne *et al.* (2006) uvádí, že samci začínají vokalizovat při denní teplotě vzduchu 13 až 16°C, nejintenzivněji vokalizují při 20 až 25°C a při 32°C již nebyla zaznamenána žádná aktivita. Vokalizaci samců může spustit zřetelné zlepšení počasí, jako je například teplý slunečný den. Důležitým aspektem pro spuštění vokalizace jsou také srážky. Vokalizující samci stimulují další samce k volání a postupně tak vytváří sbor (Fog *et al.* 2011). Sborové volání může být slyšet až stovky metrů daleko (Vines 2002). Sborové aktivity trvají jeden až dva týdny. Po této době je vokalizace přerušena buď vyčerpáním jedinců, nebo změnou počasí a po nějakém čase se znovu sborové volání opakuje (Fog *et al.* 2011). Během jedné sezony se vokalizační periody mohou opakovat třikrát až pětkrát. Mezi jednotlivými periodami mohou být prodlevy několik dní, ale i týdnů. Periody mají tendenci se směrem ke konci sezóny zkracovat (Kinne *et al.* 2006).

Teritoriální chování samců je výrazné, ale teritoria jednotlivců jsou poměrně malá (Zwach 2008). Velikost teritorií bývá 30 až 60 cm (Kinne *et al.* 2006), Mikátová & Vlašín (2002) ale udává velikost teritorií 1 až 1,5m. Teritoria jsou jednotlivými samci značena nejen hlasem, ale také tichými hrdelními pohyby, vibracemi těla a kopáním končetin (Kinne *et al.* 2006).

Samčí aktivita je nezbytně nutná pro připravení samic k páření. Samice s nedozrálými vajíčky vyčkávají u břehu, pokud jsou připraveny k páření, vstupují do vody a vybírají si samce podle intenzity vokalizace. Kladení vajíček vyžaduje vyšší teplotu vody než samotná vokalizace. Teplota vody během noci musí mít minimálně 17°C. Samec uchopí samici za zadní končetiny a takto zůstávají v amplexu delší dobu. Samice klade snůšky spirálně okolo stébel pod hladinou. Samice mohou naklásť 200 až 300 vajíček během sezóny (Fog *et al.* 2011). Rafinska (1991) udává, že jedna samice naklade průměrně 446 vajíček. Počty vajíček v jedné

snůšce jsou variabilní. Snůška může obsahovat 1 až 130 vajíček. Snůšky jsou obvykle uloženy v místě, kde je hloubka vody minimálně 20 cm. Samice mohou klást snůšky nejen na jaře, ale i později v létě (Mikátová & Vlašín 2002).

Samice připevňují vajíčka na 1 až 3 mm silná vertikálně postavená stébla vegetace jako je rdest (*Potamogeton*), bahnička (*Eleocharis*), zblochan (*Glyceria*) nebo skřípina (*Scirpus*) (Fog *et al.* 2011). Vajíčka mohou být připevňována i na kamínky a klacíky (Zwach 2008). V extrémních případech mohou být snůšky kladeny na holé dno (Kinne *et al.* 2006). Stébla pokrytá řasou nebo slizem nejsou ke kladení snůšek využívána. Také je vyžadován volný prostor kolem stébla, kvůli spirálovitému pohybu kladení. Někdy mohou být snůšky kladeny i na horizontální struktury, jako je například porost lakušníku (*Batrachium*). Hloubka vodního sloupce, do které jsou snůšky kladeny, může být různá. Na jaře jsou snůšky kladeny 20-40 cm pod vodní hladinou, později mohou být kladeny v hloubce i více jak 70 cm (Fog *et al.* 2011). Zwach (2008) ale uvádí, že snůšky jsou kladeny obvykle nepříliš hluboko pod hladinou, většinou 1 až 17 cm, nejčastěji do hloubky 4 až 6cm, to potvrzuje i Kinne *et al.* (2006) který uvádí, že snůšky jsou kladeny pod vodou v blízkosti vodní hladiny.

Rychlost vývoje vajíček po vylíhnutí závisí na teplotě vody. Při teplotě 23°C se larvy vylíhnou za tři dny. Pokud je teplota vody 20 °C, vylíhnou se za čtyři dny a při teplotě 15°C za sedm dní. Při teplém počasí se larvy vylíhnou průměrně za čtyři dny. Při nižších teplotách se larvy vyvíjejí déle a mají tak větší velikost, než larvy vylíhnuté v teplejší vodě. Větší velikost a větší délka ocasu zajišťují lepší pohyblivost, tudíž i lepší ochranu před predací (Kaplan 1992).

Nově vylíhnuté larvy hledají substrát na přichycení. Přichycené zůstávají pět dní a živí se obsahem žloutku. Během této doby se vyvine střevní systém a larvy začínají hledat potravu. Živí se hlavně seškrabem mikroorganismů z vodních rostlin, na rozdíl od pulců ostatních druhů neumí potravu filtrovat z vody (Fog *et al.* 2011). Proti predátorům jsou málo odolní, naopak proti organickému znečištění vody jsou odolní velmi. Larvy se vyvíjejí rychleji než u ostatních našich druhů žab. Dokončují svůj vývoj za 90 dní během chladného počasí a během teplého počasí za 60 dní. Larvy, vylíhnuté z pozdních snůšek, mohou i přezimovat (Mikátová & Vlašín 2002).

Nově metamorfovaní juvenilní jedinci si hledají potravu podél břehu, v mělké vodě a vlhkých místech na břehu. Potřebují hlavně otevřená, osluněná stanoviště s velkým množstvím drobného hmyzu a s možností úkrytu (Fog *et al.* 2011).

### 1.1.4 Ohrožení

#### **Predátoři**

Zavlečení raka signálního (*Pacifastacus leniusculatus*) na lokality, které jsou obývány kuňkou obecnou, je pro larvy této žáby hrozbou. Pokud se na lokalitě vyskytuje jen malý počet jedinců raka signálního, nemusí populaci pulců nijak zvláště snižovat.

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*) a další druhy ryb zamezují úspěch v rozmnožování, nejen tak že vyhubí larvy, ale dospělí jedinci se vyhýbají kladení snůšek v lokalitách s těmito rybami.

Čolek velký (*Triturus cristatus*) se často vyskytuje ve stejných nádržích jako kuňky. Čolci většinou svou přítomností rozmnožování kuňek nenarušují, pokud jich není v nádrži velké množství. Pokud je čolků v nádrži mnoho, mohou poškozovat larvy kuňek.

Zelení skokani (*Pelophylax sp.*) ve většině případů s kuňkou obecnou bez problému koexistují. Zelení skokani kuňky běžně nepojídají. Mohou je ale lovit hladoví nebo nezkušení jedinci.

Je nejasné zda mohou ptáci ohrozit populaci kuňek, ale předpokládá se, že volavka popelavá (*Ardea Cinerea*) by populaci vymýtí mohla. Kachna divoká (*Anas platyrhynchos*) může rušit kuňku svým chováním. Pokud je kachen málo a nepřeměňuje se kvůli nim charakter vegetace, v rozmnožování kuňce nebrání.

#### **Změna klimatu**

Rozmnožování a vývoj kuňky obecné je vázán na osluněné, vyhřáté vodní plochy, pokud se klima na lokalitě změní, může to mít negativní vliv. Pokud je nádrž příliš zastíněna například vegetací, a teplota vody se sníží o několik stupňů, stane se voda příliš studenou pro vývoj snůšek a larev. Stejně tak může být problémem ve vývoji studené léto. Také suchá a větrná jara v kombinaci s brzkým suchým létem snižují úspěšnost rozmnožování. Dalším problémem můžou být mírnější zimy, kdy sníh taje a pak mrzne tzv. nasucho, zem je prochladejší a riziko úmrtí zimujících jedinců se zvyšuje (Fog *et al.* 2011).

Obojživelníci jsou obecně velice citliví na změny a proměnlivost v teplotách, v množství srážek, a přítomnosti vodních ploch (Carey & Alexander 2003) a tak může mít globální oteplování nepříznivý vliv na fenologii rozmnožování obojživelníků (Blaustein *et al.* 2001), na zásoby potravy pro obojživelníky (Donnelly & Crump 1998). Může také snížit odolnost obojživelníků proti nemocem a zvýšit tak mortalitu (Daszak *et al.* 2003).

## ***Změna biotopů***

Extenzivní obhospodařování krajiny v minulosti poskytovalo pro kuňku obecnou velké množství vhodných lokalit. Scelováním a vysoušením zemědělských pozemků však začaly vhodné lokality mizet a s nimi klesala i početnost populací kuněk obecných (Fog *et al.* 2011). Populaci kuněk ohrožuje degradace biotopů, jako je zarůstání biotopů rákosem a křovím (Pupina & Pupins 2008), nebo navrstvení listí až k hladině (Zavadil *et al.* 2011). Dalším negativním faktorem je také potlačení a destrukce vhodných biotopů lidskou aktivitou (Pupina & Pupins 2008), jako je zasypávání jezírek v lomech a pískovnách komunálním odpadem, upravování rybníků pro zemědělské a rekreační účely, meliorace mokřadů a přeměny luk na pole (Maštěra 2002). Rozšíření tohoto druhu je limitováno a silně ovlivňováno intenzivním zemědělstvím. Agronomickým tlakem se stále zvyšuje rozloha intenzivně obhospodařované plochy a zanikají tak periodické tůně vhodné pro rozmnožování (Dolgener *et al.* 2013). S tím také souvisí kontaminace vhodných lokalit pesticidy (Maštěra 2002).

## ***Pesticidy***

Snůšky a larvy kuněk obecných mohou být ohroženi na lokalitách, kde nejsou dostatečné tzv. nárazníkové zóny a pesticidy tak mohou do vodního prostředí pronikat ve větším množství (Fog *et al.* 2011).

## ***Sbírání a narušování jedinců lidmi***

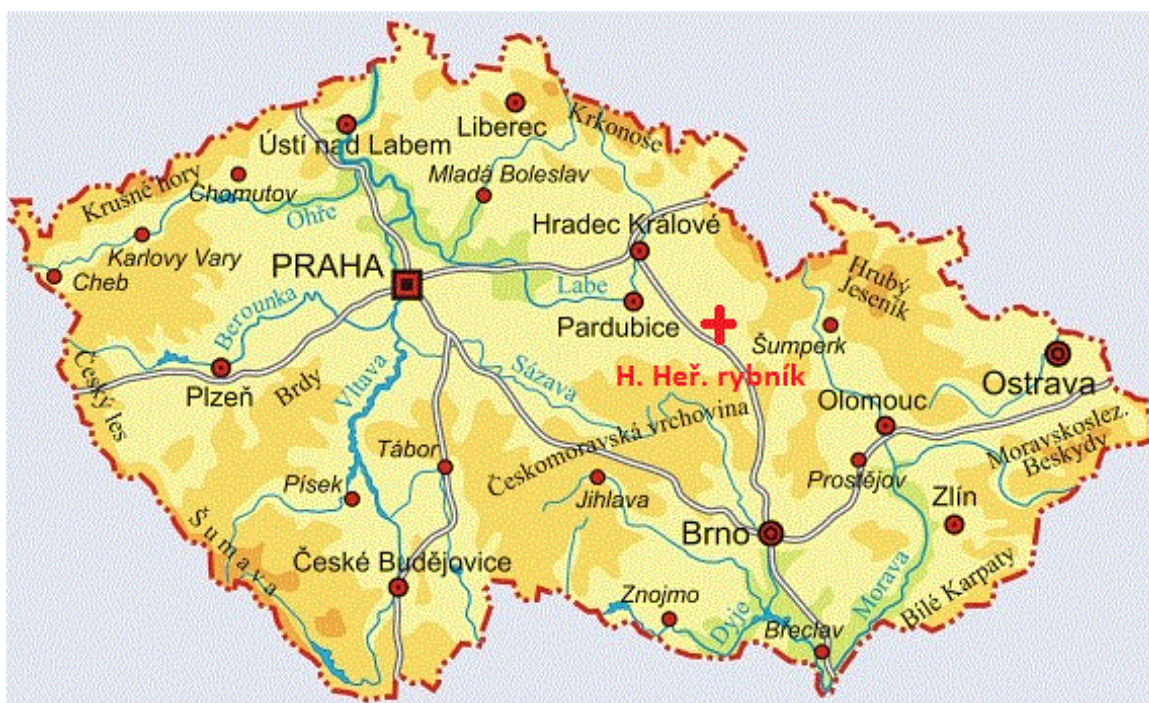
Kuňky obecná je lehce chytitelným druhem, proto se může stát objektem, který je přenesen na jinou lokalitu. Přemístění více jedinců na novou nevhodnou lokalitu z málo početné populace může způsobit úplné vymýcení populace (Fog *et al.* 2011).



## 1.2 Sledované území

### 1.2.1 Popis lokality

Lokalitou, ve které byl prováděn výzkum rozmnožovací sezóny kuňky obecné, byl Horní Heřmanický rybník. Nachází se ve východních Čechách, v Pardubickém kraji 500 m severozápadně od obce České Heřmanice (GPS: 49°56'7.495"N, 16°14'51.442"E). Podle standardní síťové mapy zavedené pro mapování rozšíření živočichů v ČR (Buchar 1982) se lokalita nachází v kvadrátu číslo 6063. Podle horopisného členění se lokalita rozkládá na území Litomyšlského úvalu (Demek *et al.* 2006) ve výšce 304 m n. m.

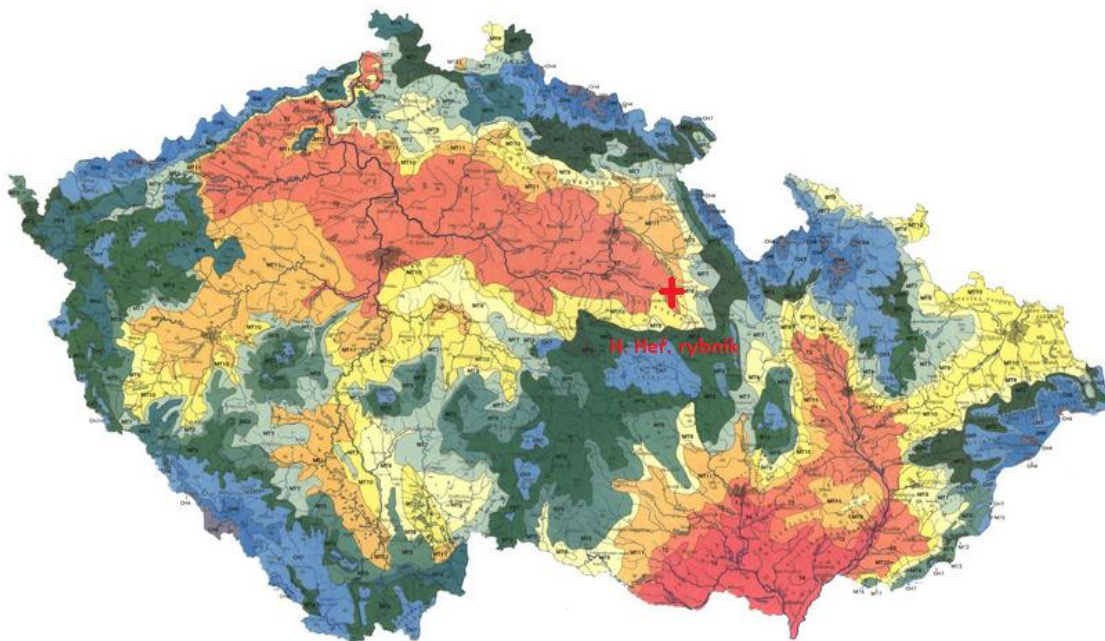


Obrázek č. 1: Zobrazení zkoumané lokality na mapě ČR (Svobodová *et al.* 2013)



Obrázek č. 2: Zobrazení lokality Horní Heřmanický rybník na mapě (ČÚZK 2016)

Z klimatologického hlediska patří lokalita do teplé klimatické oblasti, podoblasti T2, která je charakterizována dlouhým teplým suchým létem a krátkou mírně teplou suchou až velmi suchou zimou s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Přechodné jarní a podzimní období je velmi krátké, jaro a podzim teplé až mírně teplé (Quitt 1971).



Obrázek č. 3: Zobrazení zkoumané lokality na klimatické mapě (Quitt 1971)



Horní Heřmanický rybník má rozlohu 3,57 ha a patří k soustavě dalších dvou rybníků, Prostředního Heřmanického rybníka a Dolního Heřmanického rybníka. Rybník je poměrně mělký. Rybník je intenzivně obhospodařován společností Rybářství Litomyšl s.r.o., která je jeho vlastníkem. Do rybníka je nasazována kapří obsádka K2 (Hanus in verb), což jsou kapři o hmotnosti 500g (Dubský 1998), a po dvou letech vylovena (Hanus in verb). Rybník je hnojen zjara chlěvskou mrvou, která je navážena na okraj rybníka poblíž hráze. Ryby jsou přikrmovány obilím z přistaveného sila. Každé dva roky je z jara rybník vypuštěn a znovu napuštěn.



Obrázek č. 4: Fotografie lokality Horní heřmanický rybník, duben 2015 (vlastní fotografie)

Navzdory tomu, že je rybník intenzivně využíván k chovu ryb, nalezneme zde na jednom místě poměrně velké množství druhů obojživelníků (vlastní pozorování), jako je kuňka obecná (*Bombina bombina*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), ropucha zelená (*Pseudepidalea viridis*), rosnička zelená (*Hyla arborea*), skokan hnědý (*Rana temporaria*) a skokan zelený (*Pelophylax kl. esculenta*).

Jihozápadní břeh je dobře přístupný a velmi mírně se svažuje. Podél jihozápadního břehu je 3 m široké pásmo, kde je maximální hloubka 0,5 m. Toto pásmo je hojně osídleno výše zmiňovanými obojživelníky. V době výzkumu byl rybník napuštěn druhým rokem. Vzhledem k rybí obsádce byl rybník silně eutrofizovaný. Zmiňované pásmo bylo zarostlé hlavně zblochanem vodním (*Glyceria maxima*),

místy rákosem obecným (*Phragmites australis*). Části stébel rostlin pod vodou byla pokryta řasou. Mezi těmito rostlinami byl na hladině hojně rozšířen okřehek menší (*Lemna minor*). V jarních měsících se rybník v západní části vyléval do přilehlé křoviny a tvořil mokřinu, která se napojovala na mělké pásmo rybníka. Vytvářely se zde drobné tůňky s hloubkou vody 10 až 15 cm bohaté na vegetaci, především na orsej jarní (*Ficaria verna*), blatouch bahenní (*Caltha palustris*) a kosatec žlutý (*Iris pseudocorus*). Tato mokřina během května zcela vyschla.



Obrázek č. 5: Fotografie části jihozápadního břehu s mělkým pásmem (vlastní fotografie)





Obrázek č. 6: Fotografie mokřiny v západní části rybníka (vlastní fotografie)

V jarním období, hlavně během dubna a května se na rybníce objevovalo vodní ptactvo. Vyskytovalo se hlavně v severní části rybníka, mimo pásmo vhodné pro obojživelníky. Nejpočetněji zde byla zastoupena lyska černá (*Fulica atra*) v počtu kolem 10 jedinců. Dále se zde vyskytoval polák chocholačka (*Aythya fuligula*), potápka roháč (*Podiceps cristatus*) a kachna divoká (*Anas platyrhynchos*). Bylo zde viděno jen několik jedinců, kteří pak během jara přesídlili na vedlejší Prostřední Heřmanický rybník. Na sledované lokalitě také hnízdil jeden pár labutě velké (*Cygnus olor*), hnízdo bylo situováno poblíž hráze rybníka v rákosině v severní části lokality. Dále byl na lokalitě několikrát spatřen čáp bílý (*Ciconia ciconia*) a volavka popelavá (*Ardea cinerea*).

Z plazů zde byla několikrát spatřena užovka obojková (*Natrix natrix*) a ze savců hryzec vodní (*Arvicola terrestris*).

Z bezobratlých zde byly spatřeny larvy jepic (*Ephemeroptera*) a komárů písčavých (*Culex pipiens*), splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), bruslačka obecná (*Gerris lacustris*), potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*), vírník (*Girinus sp.*), bahenka živorodá (*Viviparus contectus*) a okružák ploský (*Planorbium corneus*).

## **2. Metodika**

Sledování chování kuňky obecné při rozmnožování probíhalo od jara do podzimu roku 2015 na lokalitě Horní Heřmanický rybník, která je v předchozích kapitolách blíže popsána. Byla zjišťována data ohledně hlasové aktivity samců, populace dospělců, snůšek, pulců a nově metamorfovaných jedinců kuňky obecné. Zároveň byly sledovány abiotické faktory, jako je počasí, síla větru, teplota vody, teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, množství srážek, tlak vzduchu, průhlednost vody, barva zakalení vody a zastínění vodní hladiny. Také byly sledovány biotické faktory, což znamenalo hlavně sledování výskytu a chování ostatních obojživelníků a vodního ptactva a bylo zjišťováno, jak tyto faktory působí na chování kuněk. Lokalita byla sledována většinou denně.

### **2.1 Sledování abiotických faktorů**

#### **2.1.1 Měření teploty vody**

Při každé návštěvě lokality byla změřena teplota vody. Teplota vody byla měřena lihovým teploměrem vždy na stejném místě ve stínu 20cm pod hladinou.

#### **2.1.2 Měření teploty vzduchu**

Teplota vzduchu byla měřena dvěma způsoby. První způsob byl měření lihovým teploměrem 150 cm nad zemí, ve stínu a vždy na stejném místě. Tento způsob byl použit při každé návštěvě lokality. Druhým způsobem bylo měření teploty vzduchu pomocí dataloggeru značky Voltcraft. Datalogger byl instalován pod speciálně upravenou plastovou stříškou ve stínu poblíž lokality. Datalogger i se stříškou byl ukryt pod větvemi tak, aby se předešlo odcizení přístroje. Data byla snímána každou hodinu.

#### **2.1.3 Měření vlhkosti vzduchu**

Vlhkost byla měřena stejným přístrojem, jako byla zjišťována teplota vzduchu, tedy dataloggerem značky Voltcraft. Umístění přístroje je popsáno výše. Data byla zaznamenána každou hodinu.

#### 2.1.4 Měření tlaku vzduchu

Tlak vzduchu byl zaznamenán druhým dataloggerem, který byl umístěn pod vlastní speciálně upravenou plastovou stříšku vedle prvního dataloggeru zaznamenávající teplotu a vlhkost. Data byla zaznamenána každou hodinu. Data z dataloggerů byla stahována do počítače a dále pak zpracována.

#### 2.1.5 Měření srážek

Hodnoty srážek byly zaznamenány pomocí klasického srážkoměru s přímým odečtem úhrnu srážek. Srážkoměr byl umístěn na lokalitě a hodnoty byly zaznamenány každý den.

#### 2.1.6 Měření průhlednosti vody

Průhlednost vody byla zjišťována pomocí Secchiho desky. Průhlednost byla měřena ve volném vodním sloupci, nikoli v oblasti litorálu. K dispozici nebyla originální kalibrovaná deska. Z finančních důvodů byla deska vyrobena svépomocí. Jako deska byla použita keramická kachlička o rozměrech 20x20 cm. Nesmývatelnými barvami na ní byly natřeny střídavě dva bílé a dva černé čtverce. Provázek byl uchycen pomocí třech vyvrtaných děr. Provázek byl pro lepší manipulaci silný, žlutý a namotaný na cívce. Na provázku byla lihovou fixou nakreslena stupnice po 10 cm. Tato deska nebyla kalibrovaná, ale pro účel zjištění, jak je lokalita eutrofizovaná, k potvrzení výskytu rybí obsádky a k porovnávání průhlednosti vody během sezony stačila. Průhlednost vody byla kontrolována během celé sezony dvakrát týdně.



Obrázek č. 7: Vyrobená Secchiho deska (vlastní fotografie)

### 2.1.7 Odhad zbarvení zákalu

Odhad barvy zákalu byla prováděna v polovině hloubky průhlednosti vodního sloupce (měřené Secchiho deskou). Barva zákalu by měla vypovídat, jakou měrou je lokalita obhospodařována a jak moc je eutrofizovaná. Zákal byl kontrolován společně s měřením průhlednosti vody.

### 2.2 Zhodnocení kvality sledované lokality

Kvalita vybrané lokality byla porovnávána podle tabulky kvality habitatu pro kuňku obecnou (NLWKN 2011).

Tabulka č.1: Hodnocení kvality habitatu pro kuňku obecnou dle NLWKN (2011)

| <b>Kvalita habitatu</b>                                    | <b>Vynikající</b>   | <b>dobrá</b>  | <b>Špatná</b>  |
|--|---|---|--|
| <b>Počet a velikost vodních ploch</b>                      | Více jak 15 vodních ploch   | 5 až 15 vodních ploch nebo jedna o rozloze více jak 0,5 ha  | Méně jak 5 vodních ploch nebo jedna menší jak 0,5 ha |
| <b>Procentuální rozloha mělkého pásma</b>                  | Více jak 70%  | 30 až 70 %  | Méně jak 30%   |
| <b>Submerzní a emerzní vegetace</b>                        | Pokryvnost více jak 50%   | Pokryvnost 10 až 50%  | Pokryvnost méně jak 10%                              |
| <b>Oslunění hladiny</b>                                    | Celá hladina osluněná   | Část hladiny zastíněná (1 až 50%)   | Hladina převážně zastíněná (více jak 50%)            |
| <b>Struktura blízkého okolí (radius 100 m od lokality)</b> | Extenzivně obhospodařované louky, lada a lesy s mnoha úkryty (více jak 50%) | Zemědělsky obhospodařovaná krajina s přírodními a umělými úkryty, jako jsou živé ploty, halda kamenů atd. (10 až 50%) | Polní struktury s málo úkryty (méně jak 10%)         |



|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <b>Rybí obsádka</b>                                | Bez rybí obsádky                                   | Malý počet ryb   | Intenzivní rybářské hospodaření                        |
| <b>Míra znečištění vodního prostředí</b>           | Žádné znatelné znečištění                          | Znečištění znatelné skrze nepřímé ukazatele eutrofizace                          | Znatelné znečištění                                    |
| <b>Použití těžkých strojů v blízkosti lokality</b> | Žádné použití těžkých strojů a pluhů v okolí 100 m | Extenzivní použití těžkých strojů, žádné použití pluhů minimálně 10m od lokality | Intenzivní použití těžkých strojů v blízkosti lokality |

## 2.3 Sledování hlasové aktivity

Hlasová aktivita samců byla pozorována během celé sezóny. Prvním úkolem bylo vysledovat první hlasovou aktivitu samců. Na lokalitu bylo od začátku dubna pravidelně docházeno. Za teplého slunečného počasí byla lokalita navštěvována denně. Intenzivněji byla lokalita sledována také po dešti, který by mohl vokalizaci také nastartovat (Fog *et al.* 2011). Při první zaznamenané aktivitě byl zaznamenán počet vokalizujících samců metodou poslechu (Zimmerman 1994). Pokud to bylo možné, byl počet samců také zkontrolován vizuálně pomocí dalekohledu (Pupina & Pupins 2007).

Od prvního dne byla zjišťována délka periody hlasové aktivity. Bylo důležité zjistit, za jakých okolností hlasová perioda skončila a kdy nastala perioda nová. Sledování vokalizačních period probíhalo celou rozmnožovací sezónu. Zjišťována byla také vokalizační aktivita během dne, jak se mění v závislosti na počasí a během sezóny. Dále byla zjišťována závislost intenzity vokalizace během periody na jednotlivých klimatických faktorech.

### 2.3.1 Statistické vyhodnocení intenzity vokalizace v závislosti na klimatických faktorech

Pro zhodnocení závislosti vokalizace na klimatických faktorech byla vybrána první vokalizační perioda, která byla reprezentativnější z hlediska rozmnožovacího chování jedinců, druhá perioda byla více ovlivňována biotickými i abiotickými faktory. Porovnány byly počty vokalizujících jedinců za den (byly zahrnuty počty vokalizujících jedinců v pozdějších odpoledních až večerních hodinách, kdy byly

vokalizace zpravidla nejsilnější) s následujícími klimatickými faktory: teplota vody (°C), nejnižší denní teplota vzduchu (°C), nejvyšší denní teplota vzduchu (°C), průměrná denní teplota vzduchu (°C), nejnižší denní vlhkost vzduchu (%), nejvyšší denní vlhkost vzduchu (%), průměrná denní vlhkost vzduchu (%) a nejnižší denní tlak vzduchu (hPa), nejvyšší denní tlak vzduchu (hPa), průměrný denní tlak vzduchu (hPa). Statistická analýza byla provedena od počátku do konce první periody vokalizace.

Analýza byla provedena v tabulkovém procesoru Microsoft Excel 2010, kde byl vypočítán korelační koeficient mezi počtem vokalizujících jedinců a každým jednotlivým klimatickým faktorem. Korelační koeficient se tedy vždy počítá pro dvě skupiny dat a nabývá hodnoty od -1 do 1. Kde korelační koeficient kolem 1 značí silnou nepřímou závislost, korelační koeficient kolem nuly nevykazuje žádnou závislost a korelační koeficient kolem -1 značí silnou přímou závislost mezi dvěma skupinami dat (Beran 2016). Korelační koeficient byl porovnán s kritickou hodnotou pro daný vzorek a výsledek byl porovnán s nulovou hypotézou.

Nulová hypotéza byla určena jako  $H_0$ : „Intenzita vokalizace jedinců nezávisí na daném klimatickém faktoru.“ V případě, že se korelační koeficient pohybuje kolem 0, nevykazuje daný faktor žádnou závislost a potvrzuje nulovou hypotézu. Pokud korelační koeficient nabývá stejné nebo vyšší hodnoty než je kritická hodnota, vykazuje přímou závislost, výsledek je signifikantní a vyvrací nulovou hypotézu. Pokud korelační koeficient nabývá hodnoty blízké se -1, vykazuje nepřímou závislost a také vyvrací nulovou hypotézu. Takový výsledek nám značí, že mezi klimatickým faktorem a intenzitou vokalizace je závislost.

## **2.4 Sledování populace kuňky obecné**

Dalším bodem diplomové práce bylo sledování populace na lokalitě. Během sezóny byla zjišťována početnost jedinců a stav populace. Jedinci byli odchyťováni, měřeni, váženi a bylo zjišťováno jejich pohlaví. Dále byli jedinci pozorováni v jejich přirozeném prostředí a bylo sledováno, v jaká místa na lokalitě preferují, v jaké hloubce vody se nejvíce vyskytují a jak je ovlivňují ostatní obojživelníci.

### **2.4.1 Odhad početnosti jedinců**

Pro odhad početnosti jedinců na lokalitě byla vybrána metoda Capture-Recapture. Tato metoda je relativně přesná metoda k odhadnutí velikosti populace. Metoda spočívá v náhodném odchycení jedinců, označení odchycených jedinců a vrácení

zpět do původního prostředí. Dále pak následuje jeden nebo více náhodných jedinců, kde sledujeme počet nově odchytených (neoznačených) jedinců a znovu odchytených (označených) jedinců. Poměr označených a neoznačených jedinců ve vzorku poukazuje na odhad početnosti populace. Pro odhad početnosti populace ze dvou vzorků a uzavřené populace lze použít Petersonovu metodu. Pro odhad početnosti populace z více vzorků lze použít Schnabelové metodu pro uzavřenou populaci a Jolly-Seberovu metodu pro otevřenou populaci (Frouz s.a)

Metod značení, které jsou vhodné pro dospělce, je více druhů. Značení mohou být permanentní nebo přechodné. Mohou být specifické podle data odchyty nebo pro každého jednotlivce (Plaiasu *et al.* 2005). Techniky značení používané pro obojživelníky jsou zastřihávání prstů, metoda přirozených vzorů (Donnelly *et al.* 1994), cejchování (Donnelly *et al.* 1994, Ehmann 2002), pasivní integrované transpondéry (Sinsch 1992), kožní štěpy (Plytycz & Bigaj 1993), užití polymerů a pigmentů (Cogalniceanu, 1997). Značení by mělo být takové, které nepůsobí odchyteným jedincům bolest nebo stres a mělo by být jednoduše použitelné jak v laboratoři, tak v terénu. Také by nemělo způsobovat smrt nebo snižovat fitness jedinců (Beausoleil *et al.* 2004). Nejčastěji používaná metoda je metoda zastřihávání prstů, která ale způsobuje stres a zvyšuje riziko infekce (Funk *et al.* 2005).

Metoda mapování přirozených vzorů je jediná neinvazivní metoda značení z výše uvedených. Její výhodou je možnost použití na velké množství jedinců v terénu a nezpůsobuje jim bolest ani velké množství stresu. Nevýhodou je, že je tento způsob značení dražší (metoda vyžaduje digitální fotoaparát), časově náročnější a lze použít jen na obojživelníky s individuálním schématem skvrn (Plaiasu *et al.* 2005).

K odhadu početnosti jedinců je důležité rozpoznat jednotlivce. Každý jedinec sledovaného druhu má na břicho unikátní vzorec skvrn. Pokud fotografujeme břišní stranu jedinců a jednotlivé fotky si uchováme, můžeme pak rozeznávat jednotlivce. Kuňky obecné lze fotografovat ve speciálních boxech s průhledným dnem, zvaných „bombinograph“ nebo „photoaquarium“, které mají víko proti vyskakování jedince (Fog *et al.* 2011). K fotografování lze použít i Petriho misku (Plaiasu *et al.* 2005). Soubor skvrn na svrchní straně této žáby je také vždy originální, což je důležité hlavně u nově metamorfovaných jedinců, kdy hřbetní skvrny jsou ihned po metamorfóze neměnné, kdežto na břišní straně se mohou skvrny ještě nějakou dobu po metamorfóze vyvíjet (Fog *et al.* 2011).

Odchyt jedinců probíhal v týdenních až čtrnáctidenních intervalech od poloviny května do konce srpna, celkem bylo provedeno 11 odchytů. Jedinci byli chytáni pomocí ručního podběráku s teleskopickou tyčí a osmihrannou obručí s jemnou síťovinou. Obruč byla obalena gumovou hadicí pro snížení rizika zranění jedinců.

V prostorech s hustší vegetací byl pro lepší manipulaci preferován plastový cedník (Mikátová in verb). Jedinci byli po odchycení umístěni do kbelíku s vodou. Odchyt byl ukončen ve chvíli, kdy nebyl delší dobu zpozorován žádný další jedinec (Brandt 2015). Každému jedinci bylo přiděleno číslo a písmeno. Číslo značilo pořadí, v jakém byli jedinci identifikováni. Písmeno označovalo, v jakém odchytu se jedinec nacházel. Zvolena byla písmena A až K. Tento systém byl zvolen pro lepší orientaci v zaznamenaných délkách, hmotnostech, pohlavích a fotografiích. Následně byli jedinci měřeni, váženi a byla jim fotografována břišní část těla. Po této proceduře byli znovu na lokalitě vypuštěni. Barandun *et al.* (1997) uvádí, že tento postup jedince nevystavuje nijak vysokému stresu, a do hodiny se všichni vypuštění jedinci vrací zpět k rozmnožování.



Obrázek č. 8: Fotografování jedince pomocí Petriho misky (vlastní fotografie)

Pro fotografování břišních skvrn jedinců byla použita Petriho miska. Dno bylo vyloženo pěnovou podložkou. Pro lepší představu, jak byl jedinec velký, bylo k misce přikládáno měřítko 1 cm. Jedinci byli fotografováni digitálním fotoaparátem Sony CyberShot DSC-HX5. Každému jedinci byly zhotoveny tři fotografie, z kterých byla vybrána ta nejlepší. Tato fotografie byla označena číslem

a písmenem podle výše uvedeného postupu a byla uložena do společného souboru. Pro následnou identifikaci jedinců byl použit program Wild-ID (Version 1.0) (Bolger *et al.* 2011) do kterého byl vložen soubor s označenými fotografiemi jedinců. Program vyhodnocoval shody tvarů skvrn a následně vytvořil sobory, ve kterých byla vždy jedna fotografie s přidělenými dvaceti fotografiemi, které se jí nejvíce podobaly. V této fázi bylo nutné manuálně porovnat jednotlivé fotografie a zaznamenat ty, které se shodovaly. Dalšími ujišťovacími parametry shody bylo pohlaví, délka a hmotnost jedince (Cebro & Biancardi 2004).



Obrázek č. 9: Dva jedinci s rozdílným schématem skvrn na břišní straně (vlastní fotografie)

Pro výpočet velikosti populace byla použita metoda Schnabelové, která je použitelná v případě, že je populace demograficky a geograficky uzavřená, jedinci mají při prvním vzorkování stejnou šanci být uloveni, značkování neovlivní další znovuchycení, označení jedinci značky neztratí a všechny značky jsou při dalším vzorkování dobře rozpoznatelné (Frouz s.a).

Odhad velikosti populace  $\hat{N}$  byl vypočítán dle vzorce  $\hat{N} = \frac{\sum(CtMt)}{\sum(Rt)+1}$  kde  $Ct$  je celkové množství jedinců chycených ve vzorku  $t$ ,  $Rt$  je počet chycených označených jedinců ve vzorku  $t$ ,  $Mt$  je počet jedinců již v populaci označených před vzorkem  $t$  (Frouz s.a).

Dle velikosti populace na lokalitě a populační struktury byl zjišťován stav populace. Stav populace byl porovnáván s tabulkou č. 2 dle NLWKN (2011).

Tabulka č. 2: Hodnocení stavu populace na lokalitě dle NLWKN (2011)

| <b>Stav populace</b>       | <b>vynikající</b>           | <b>Dobrý</b>                | <b>průměrný až špatný</b>     |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| <b>Velikost populace</b>   | Více jak 100 jedinců        | 100 až 50 jedinců           | Méně jak 50 jedinců           |
| <b>Populační struktura</b> | Reprodukce jedinců proběhla | Reprodukce jedinců proběhla | Reprodukce jedinců neproběhla |

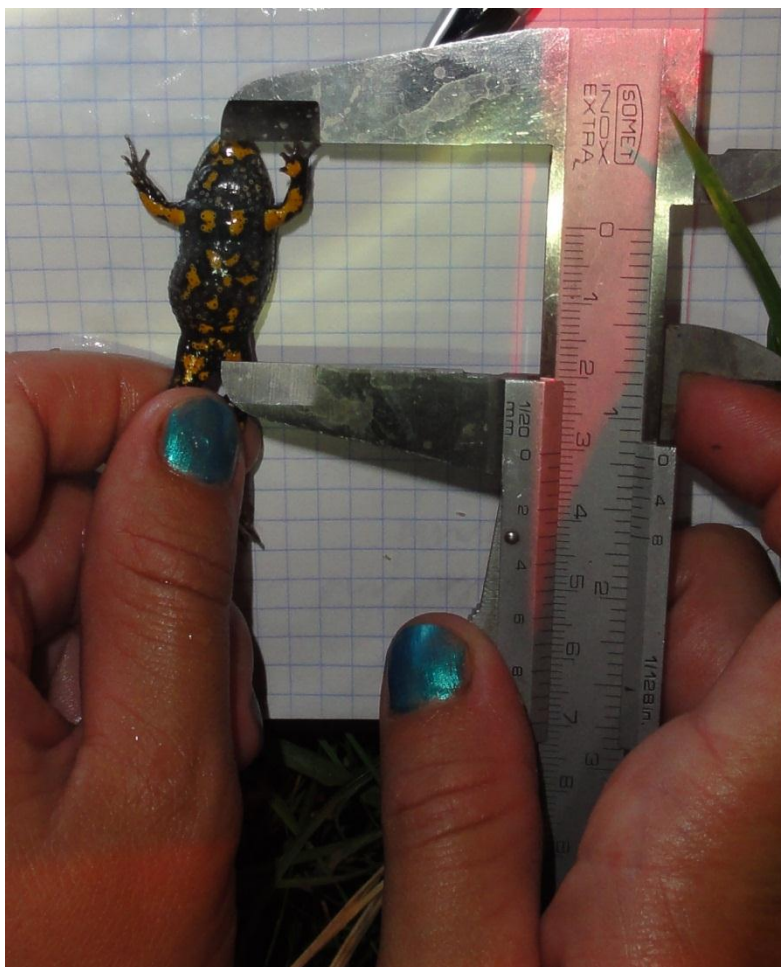
#### 2.4.2 Určení pohlaví a velikosti jedinců

Pohlaví jedinců bylo určeno podle pohlavních rozdílů druhu, které byly popsány v teoretické části diplomové práce. Jedinci, kteří měřili méně jak 30 mm, neměli vyvinuty pohlavní znaky, byli považováni za pohlavně nedospělé a pohlaví zůstalo jako neurčené.

Délka těla odchycených jedinců byla měřena pomocí posuvného měřítka. Každý jedinec byl měřen od hrotu hlavy až k opačnému konci těla, tedy urostylu (Šíma et al. 2007).

Hmotnost jedinců byla určována pomocí pružinové váhy značky Pesola s rozsahem 30 gramů a se stupnicí po jednom gramu. Jedinci byli před vážením lehce osušeni papírovým kapesníčkem, aby nebyla hmotnost zkreslená, vloženi no bavlněného vaku, který se připevnil na konec váhy, a ve svislé poloze byli zváženi.





Obrázek č. 10: Měření jedince pomocí posuvného měřítka (vlastní fotografie)

### 2.4.3 Zjišťování pobytových preferencí

Při odchytu jedinců byla také měřena hloubka vody, ve které se jedinci vyskytují. V místě, kde byl jedinec odchycen, byla změřena hloubka vody pomocí skládacího metru. Hloubka vody byla změřena i v případě, že se jedince nepodařilo odchytit. Dále bylo zaznamenáno, zda se jedinec vyskytoval v místech s vegetací nebo na volné hladině a zda se jedinci vyskytovali v blízkosti jiných obojživelníků, či nikoli.

## **2.5 Sledování nakladených snůšek**

Cílem bylo procházet mělké pásmo jednou za tři dny a kontrolovat počet nakladených snůšek (Köhler 2003), zaznamenávat jejich počet, zaznamenávat počet vajíček v každé snůšce a zjistit, na které vegetaci byly snůšky nalezeny. Dalším bodem bylo zaznamenat, kdy se snůšky během sezóny objevují, zda jsou kladeny kontinuálně nebo v periodách (Hartel *et al.* 2007).

## **2.6 Sledování pulců**

Cílem bylo procházet mělké pásmo a sledovat, kdy se vykulí první pulci z nakladených snůšek, sledovat jejich početnost a velikostní a vývojové rozdíly jednotlivých kohort pulců. Dále pak sledovat rychlost vývoje pulců v závislosti na počasí a teplotě vody. Vzhledem k riziku poškození larev nelze odchyťovat všechny nalezené pulce ani je měřit pomocí posuvného měřítka. Vhodným způsobem byl odchyt larev pomocí jemné sítě a pozorování ve skleněné nádobě s vodou z lokality. Tímto způsobem bylo možné larvy i fotografovat (Maštěra *et al.* 2015)

## **2.7 Sledování metamorfovaných jedinců**

Cílem bylo procházet břehy, zaznamenávat počet metamorfovaných jedinců, odchyťovat jednotlivce a fotografovat kresbu na břišní straně těla. Pro ujištění také fotografovat hřbetní stranu, kde je kresba ihned po metamorfóze neměnná, měřit jejich délku těla a zjišťovat jejich hmotnost dle postupu, který byl popsán výše.



## 3. Výsledky

### 3.1 Zhodnocení kvality sledované lokality

V období, kdy bylo na lokalitě prováděno sledování kuněk obecných, byl rybník napuštěn druhým rokem. Rybářství Litomyšl se intenzivně snažilo o co největší zisk z chovaných kaprů, což bylo patrné i na kvalitě vody. Na začátku dubna byla na okraj rybníka v části u hráze dovezena fůra hnoje. Průhlednost vody byla pouze 30 cm a během sezóny se nijak výrazně neměnila. Zbarvení vody při pohledu proti Secchiho desce bylo žluté. Voda v letních měsících, kdy dlouhodobě panovaly vysoké teploty, silně zapáchala a ve vodě bylo velké množství řas. Na okrajích rybníka plavaly kousky větví, tlející listí, po sečení břehů i posekaná tráva. Dále se zde objevovaly kousky polystyrenu, PET lahve a další odpadky. Někdy se zde také objevila uhynulá ryba.



Obrázek č. 11: Navážka hnoje na okraji rybníka (vlastní fotografie)

Pokud bychom hodnotili parametry dle tabulky kvality habitatu pro kuňku obecnou (NLWKN 2011), velikost vodní lokality by byla zhodnocena jako dobrá, vzhledem k tomu, že rozloha rybníka je 3,57 ha. Procentuální rozloha mělkého pásma se přibližně pohybuje kolem 30%, tudíž také spadá do kategorie dobrá. Pokryvnost vegetace v druhém roce napuštění rybníka je kolem 20% a rovněž

patří do kategorie dobrá. Hladina lokality je zastíněna pouze minimálně a i z tohoto hlediska je kvalita habitatu dobrá. Toto platí i pro strukturu blízkého okolí, kde je rybník ze třech stran obepínán listnatými porosty, které dělí rybník od zemědělsky využívaných ploch a z toho vyplývá i hodnocení pro použití těžkých strojů v blízkosti lokality, které je také dobré. Z hlediska rybí obsádky na lokalitě je kvalita habitatu špatná z důvodu intenzivního chovu ryb. Tímto se dostáváme k míře znečištění, na které nepřímo poukazuje rákos obecný a zblochan vodní, jako ukazatel eutrofizace a přímo navážka hnoje, odpadky a uhynulé ryby. Kvalita habitatu podle míry znečištění vodního prostředí je tedy špatná.

### 3.1.1 Ostatní obojživelníci na lokalitě

Na lokalitě se nacházejí i další druhy obojživelníků. Najdeme zde ropuchu obecnou, ropuchu zelenou, rosničku zelenou, skokana hnědého a skokana zeleného. Ropucha obecná se na lokalitě vyskytovala od 28. března do 29. dubna v počtu několika desítek jedinců. Byly nalezeny jak její snůšky, tak později larvy. Juvenilní jedinci ale nalezeni nebyli.



Obrázek č. 12: Snůška ropuchy obecné na sledované lokalitě (vlastní fotografie)

Ropucha zelená byla spatřena několikrát během dubna ve večerních hodinách na cestě u rybníka, ale ve sledovaném rybníce se nerozmnožovala i přes to, že o rok dříve se na této lokalitě rozmnožovala hojně a na počátku července migrovaly z vody stovky nově metamorfovaných jedinců.





Obrázek č. 13: Ropucha zelená na cestě sledované u lokality (vlastní fotografie)

Skokan hnědý byl na lokalitě přítomen ve stejném období jako ropucha obecná, ale v počtu pouze do deseti jedinců. Ve vodě byly nalezeny celkem dvě snůšky. Larvy ani metamorfovaní jedinci zpozorováni nebyli.



Obrázek č. 14: Snůška skokana hnědého na sledované lokalitě (vlastní fotografie)

Rosnička zelená se na lokalitě ozývala pouze od 27. dubna do 9. května v počtu několika desítek jedinců. V nočních hodinách tak tvořila společný koncert s kuňkami. Snůšky, larvy, a nově metamorfovaní jedinci nebyly nalezeni.



Obrázek č. 15: Rosnička zelená na cestě u sledované lokality (vlastní fotografie)

Skokan zelený se na lokalitě vyskytoval od počátku dubna do konce září. Dne 2. července bylo na okraji rybníka nalezeno sedm snůšek. Nově metamorfovaní jedinci se v mělkém pásnu objevili v druhé polovině srpna.



Obrázek č. 16: Skokan zelený na sledované lokalitě (vlastní fotografie)

## 3.2 Hlasová aktivita

První vokalizace samců kuněk obecných byla zaznamenána 11. 4. v odpoledních hodinách, kdy bylo slunečno, bezvětří a schylovalo se k bouřce. Teplota vody byla 17°C. Byli zaznamenáni dva jedinci kuňky obecné, kteří se ozývali z mokřiny v západní části na okraji rybníka. Samci se ozývali v nepravidelných intervalech a jakýkoli nový zvuk (chůze lidí okolo rybníka, mluvení apod.) je z aktivity vyrušil a vokalizace byla znovu obnovena až po několika minutách. V mělkém pásmu rybníka bylo spatřeno několik desítek ropuch obecných, které se zde vyskytovaly od konce března společně s jedinci skokana hnědého. Přítomnost skokana hnědého byla zjištěna podle nalezené snůšky a také podle jeho typického hlasu, který se ozýval hlavně v noci. Další dny až do 14. 4. byl v mokřině pouze jeden vokalizující jedinec a teplota vody se snížila až na 12°C. Dne 15. 4. se znovu výrazně oteplilo a teplota vody stoupla na 17 °C, s tím stoupl počet vokalizujících jedinců na šest. Dne 16. 4. byl zaznamenán první souvislý koncert dvanácti jedinců. Vše se stále odehrávalo pouze v mokřině. Mělké pásmo stále obývali jedinci ropuchy obecné a skokana hnědého.

Aktivita jedinců kuňky obecné byla sledována 16. 4. průběžně celý den. Vokalizovat jedinci začali v 10:30 hodin dopoledne při teplotě vody 14 °C. Nejprve se ozývali pouze čtyři jedinci a aktivita byla přerušovaná. V 16:00 hodin i přes silný vítr byla již aktivita navýšena na 8 vokalizujících jedinců při teplotě vody 20 °C. Aktivita jedinců vygradovala ve večerních hodinách mezi 19. a 20. hodinou v souvislý koncert, v této době vanul mírný vítr.

Dne 17. 4. se počasí zhoršilo, bylo zataženo a vanul silný vítr, teplota vody klesla na 16 °C a na lokalitě nebyla zaznamenána žádná aktivita kuněk. Teplota vody stále klesala a silný vítr přetrvával i 18. 4., kdy měla teplota vody pouze 11 °C. Aktivní začaly být kuňky až 19. 4. kdy nastalo bezvětří a teplota vody stoupla na 14 °C, byli zaznamenáni čtyři vokalizující jedinci. Další den opět nastal silný vítr a vokalizace opět klesla, byli slyšeni dva jedinci.

Dne 21. 4. hlasová aktivita stále přetrvávala v mokřině, kde bylo zaznamenáno pět vokalizujících samců při teplotě 16 °C. Samci se ozývali z mokřiny i přes silný vítr. Tento den byla poprvé zjištěna přítomnost kuněk v mělkém pásmu. Jedinci se zdržovali pouze v husté vegetaci.

Dne 22. 4. při teplotě vody 18 °C za silného větru bylo zaznamenáno v mokřině pět vokalizujících samců, plus byly slyšeny dva nestandartní hlasy samců. Další den silný vítr ustal, nastalo bezvětří a teplota vody stoupla na 19 °C, vokalizující jedinci byli zaznamenáni i v mělkém pásmu a v podvečerních hodinách vokalizovalo několik desítek jedinců a vokalizace splývala v jeden souvislý koncert. Souvislé koncerty pokračovaly v odpoledních a večerních hodinách až do 27.4. Ten den koncert nejvíce vygradoval a byl spojen s prvním koncertem rosniček zelených.

Další den však nastala velká teplotní změna a prudce se ochladilo, přšelo a vanul silný vítr. Teplota vody klesla na 12 °C. Tento den nebyl nalezen žádný aktivní jedinec. Dne 29. 4. se počasí umoudřilo, bylo bezvětří a jasná obloha, teplota vody měla 13°C a na lokalitě se přerušovaně ozývalo pět samců z mokřiny. Další dny se situace opakovala až do 4. 5., kdy teplota vody vystoupala na 18°C a počet vokalizujících samců se zvýšil na několik desítek jedinců. Souvislé koncerty pokračovaly až do 9. 5, kdy měla teploty vody 20 °C. V noci z 9. na 10. 5. spadly 2mm srážek a voda se ochladila na 16 °C. Dne 10. 5. již nebyla zaznamenána žádná vokalizační aktivita. Znovu se vokalizační aktivní jedinci objevili až 3. 8. a vytrvali až do 17.9. Vokalizace probíhala pouze po setmění a byla slabá. Počet vokalizujících jedinců se pohyboval od dvou do deseti jedinců.

Pokud by měla být zhodnocena aktivita samců během celého dne, tak v první periodě se samci začali hlasově projevovat kolem desáté hodiny ranní. V této době bylo slyšet jen několik málo samců a aktivita byla nesouvislá. Počet vokalizujících samců se během dne zvyšoval, až se hlasy jednotlivých samců spojily v jednotný koncert. Tento stav nastal kolem sedmé hodiny večerní a pokračoval tak do nočních, někdy i brzkých ranních hodin. Takto probíhaly ale pouze teplé dny bez silného větru. Pokud byly dny nepříznivé, neproběhla vokalizace vůbec, nebo se samci ozývali pouze v odpoledních hodinách.

V druhé periodě, kdy byly dny příliš horké a suché, se samci ozývali až po setmění kolem deváté, desáté hodiny večerní. Samců bylo slyšet jen několik a souvislý koncert tvořili zřídka, spíše se ozývali přerušovaně. Hlasový projev končil kolem jedné hodiny ranní.





Obrázek č. 17: Vokalizující jedinec na sledované lokalitě (vlastní fotografie)



Obrázek č. 18: vokalizující jedinec na sledované lokalitě (vlastní fotografie)

### 3.2.1 Statistické vyhodnocení klimatických dat v závislosti na vokalizaci

Nulová hypotéza byla stanovena jako  $H_0$ : „Intenzita vokalizace jedinců nezávisí na daném klimatickém faktoru.“ Kritická hodnota byla 0,3494 a odvíjela se od počtu dní vokalizační periody, tedy 29 dní. Pokud byl korelační koeficient daného klimatického stejny nebo vyšší než kritická hodnota, byla nulová hypotéza s 95 % jistotou zamítnuta a intenzita vokalizace závisela na zkoumaném klimatickém faktoru.

V tabulce č. 3 můžeme vidět korelační koeficienty u jednotlivých klimatických faktorů. Korelační koeficienty, které jsou vyšší, než je kritická hodnota a popírají tak nulovou hypotézu, jsou vyznačeny tučně. Nejvyššího korelačního koeficientu dosáhla závislost intenzity vokalizace na teplotě vody. Zde můžeme pozorovat silnou přímou úměrnost mezi intenzitou vokalizace jedinců a teplotou vody. Od toho se také odvíjí korelační koeficienty závislosti intenzity vokalizace na teplotě vzduchu, které se také pohybují vysoko nad hranicí kritické hodnoty.

Nad hranicí kritické hodnoty se pohybuje také ještě maximální denní vlhkost vzduchu a průměrná denní vlhkost, avšak minimální denní vlhkosti vzduchu se již pohybuje těsně pod hranicí kritické hodnoty. Pro upřesnění zda tyto hodnoty potvrzují nebo vyvrací nulovou hypotézu, bychom potřebovali více dat z více vokalizačních period.

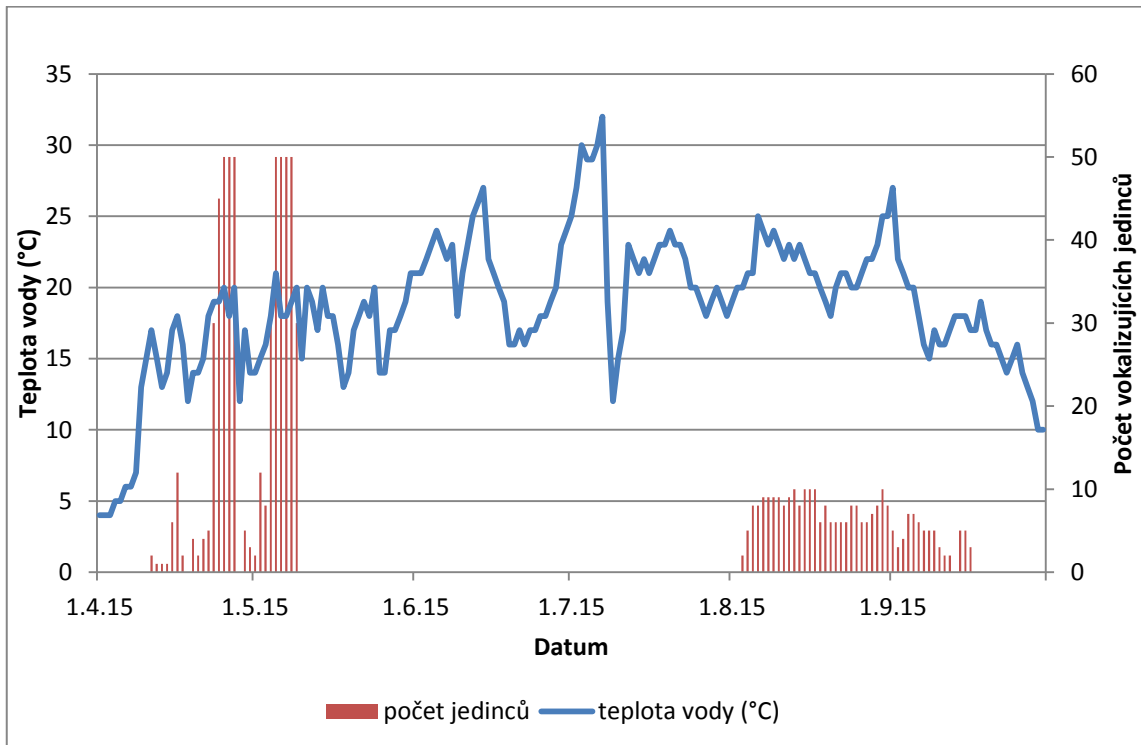
Jediné záporné hodnoty vykazují korelační koeficienty závislosti intenzity vokalizace na nejnižším, nejvyšším a průměrném denním tlaku vzduchu. Hodnoty vykazují poměrně silou nepřímou závislost. Hodnoty tedy říkají čím vyšší je tlak vzduchu, tím nižší je intenzita vokalizace jedinců. Tento výsledek také vyvrací nulovou hypotézu, že intenzita vokalizace jedinců nezávisí na daném klimatickém faktoru.



Tabulka č. 3: Korelační koeficienty závislosti intenzity vokalizace na jednotlivých klimatických faktorech

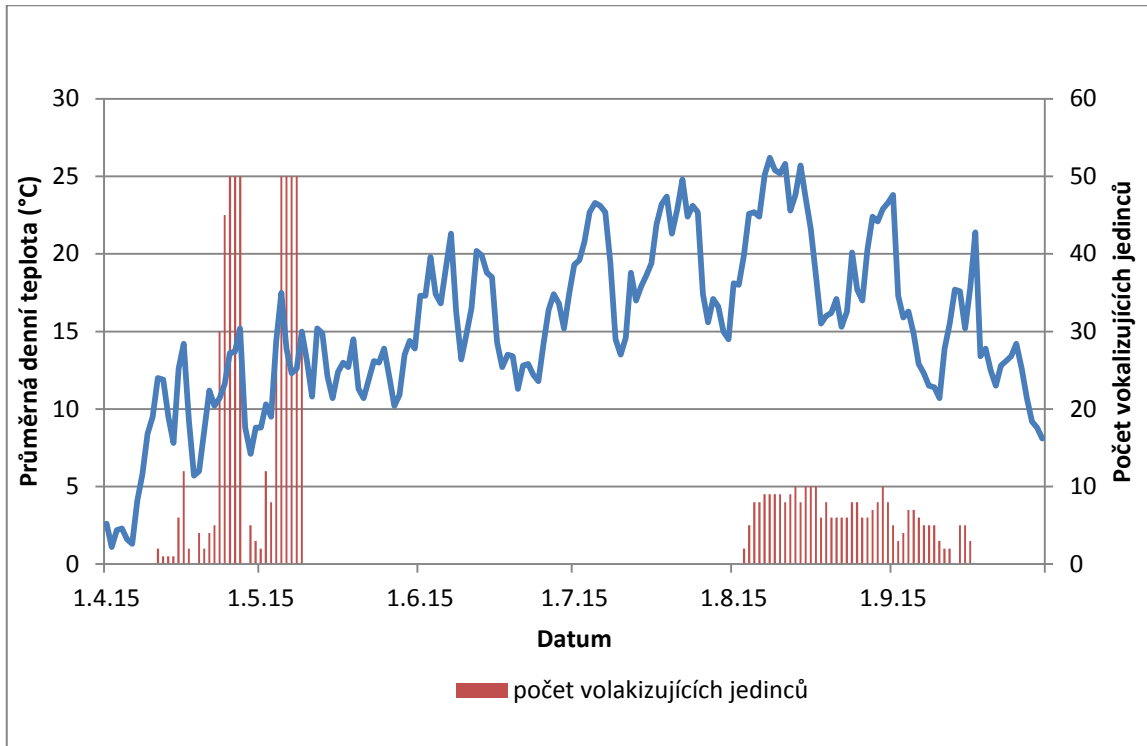
| <b>Klimatický faktor</b>       | <b>Korelační koeficient v závislosti s počtem vokalizujících jedinců</b> |
|--------------------------------|--|
| Teplota vody                   | <b>0,799022131</b>   |
| Nejnižší denní teplota vzduchu | <b>0,603604763</b>   |
| Nejvyšší denní teplota vzduchu | <b>0,672812327</b>   |
| Průměrná denní teplota vzduchu | <b>0,734476251</b>   |
| Nejnižší denní vlhkost vzduchu | 0,286639512  |
| Nejvyšší denní vlhkost vzduchu | <b>0,433874682</b>   |
| Průměrná denní vlhkost vzduchu | <b>0,359141357</b>   |
| Nejnižší denní tlak vzduchu    | -0,415505217   |
| Nejvyšší denní tlak vzduchu    | -0,573159915   |
| Průměrný denní tlak vzduchu    | -0,52696488  |

V grafu č. 1 můžeme vidět průběh vokalizace během sezóny v závislosti na teplotě vody. Až po výrazném oteplení se samci začali hlasově projevovat. Vokalizace v první periodě gradovala ve dvou vrcholech společně s teplotou vody. Mezi vrcholy byl velký teplotní propad, který se ihned projevil i na hlasovém projevu. Druhý vrchol první periody byl ukončen znovu prudkým poklesem. Druhá perioda také začala se vzrůstem teploty, ale tento faktor o ničem nevyovídá, vzhledem k tomu že teplota značně zakolísala vícekrát mezi periodami. V druhé periodě hlasová aktivita kolísala společně s teplotou vody a byla ukončena jejím dlouhodobým poklesem.



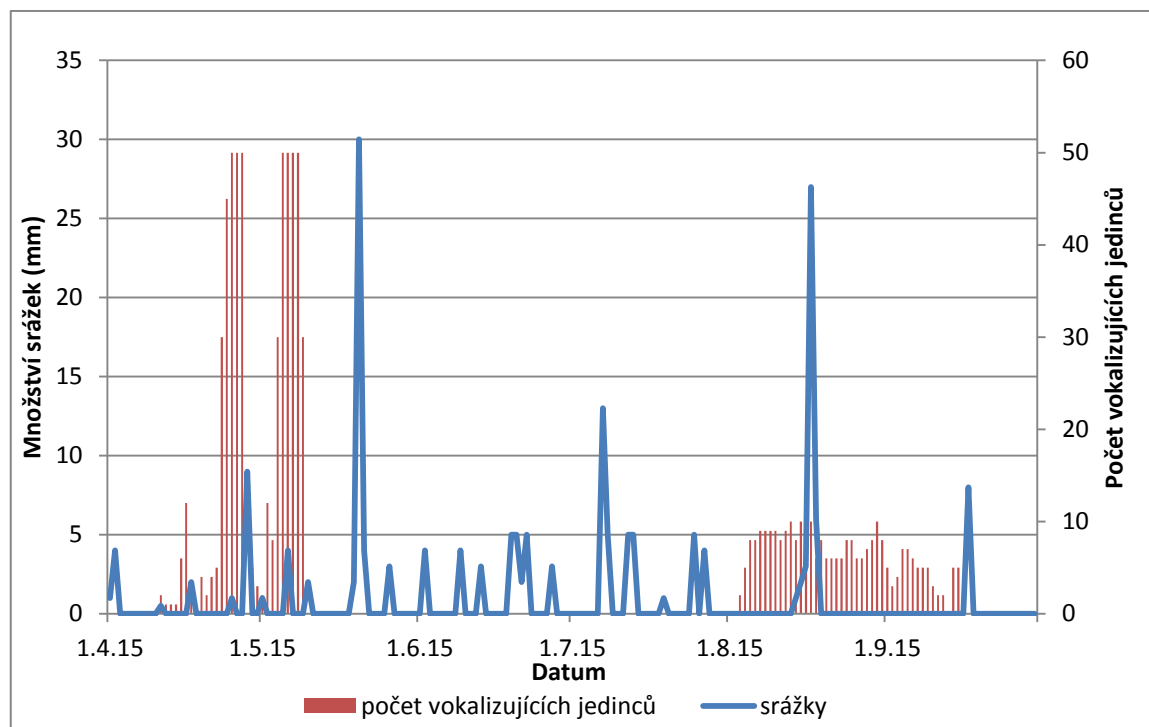
Graf č. 1: Závislost intenzity vokalizace jedinců na teplotě vody

Na první periodě vokalizace je dobře vidět, že se zvyšující průměrnou teplotou vzduchu stoupá intenzita vokalizujících jedinců (graf č. 2). První výraznější oteplení nastartovalo hlasové projevy samců. Stejně jako u grafu s teplotou vody můžeme vidět dva výrazné vrcholy vokalizační aktivity, které se korespondují se změnou hodnot teploty vzduchu. Rychlý pokles teploty vzduchu mohl také ukončit první periodu. Druhá perioda také začala se zvyšující se průměrnou teplotou vzduchu, ale vzhledem k jejímu opakovanému kolísání mezi periodami a o ničem významném nevypovídá. V druhé periodě rovněž kolísala intenzita hlasových projevů podle hodnot průměrné denní teploty.



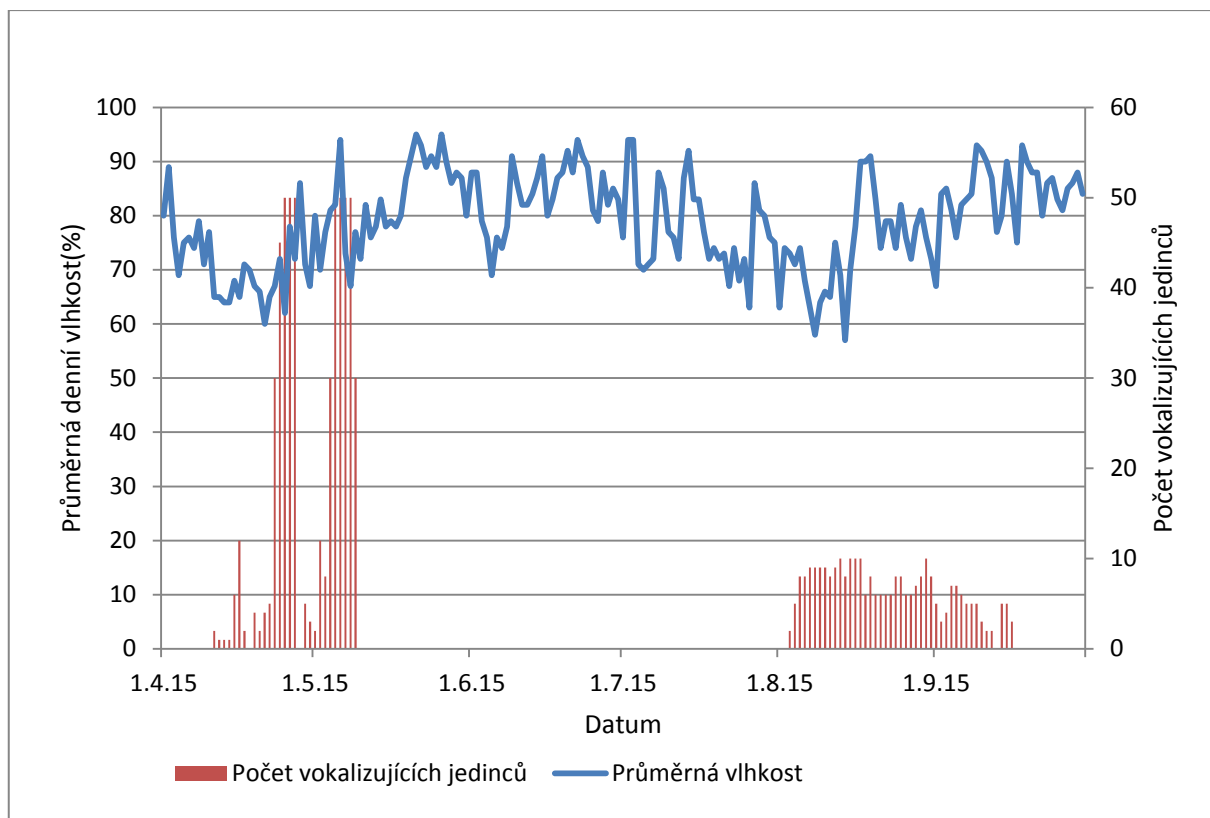
Graf č. 2: Závislost intenzity vokalizace jedinců na průměrné denní teplotě

Graf č. 3 zobrazuje závislost intenzity hlasových projevů samců na množství srážek. Z grafu není patrná žádná zřejmá závislost mezi intenzitou vokalizace a množstvím srážek. Nutno podotknout, že celé sledované období sužovaly vysoké teploty a extrémní sucho, tudíž tento výsledek nemusí být standardní a k posouzení by bylo třeba porovnat více rozmnožovacích sezón.



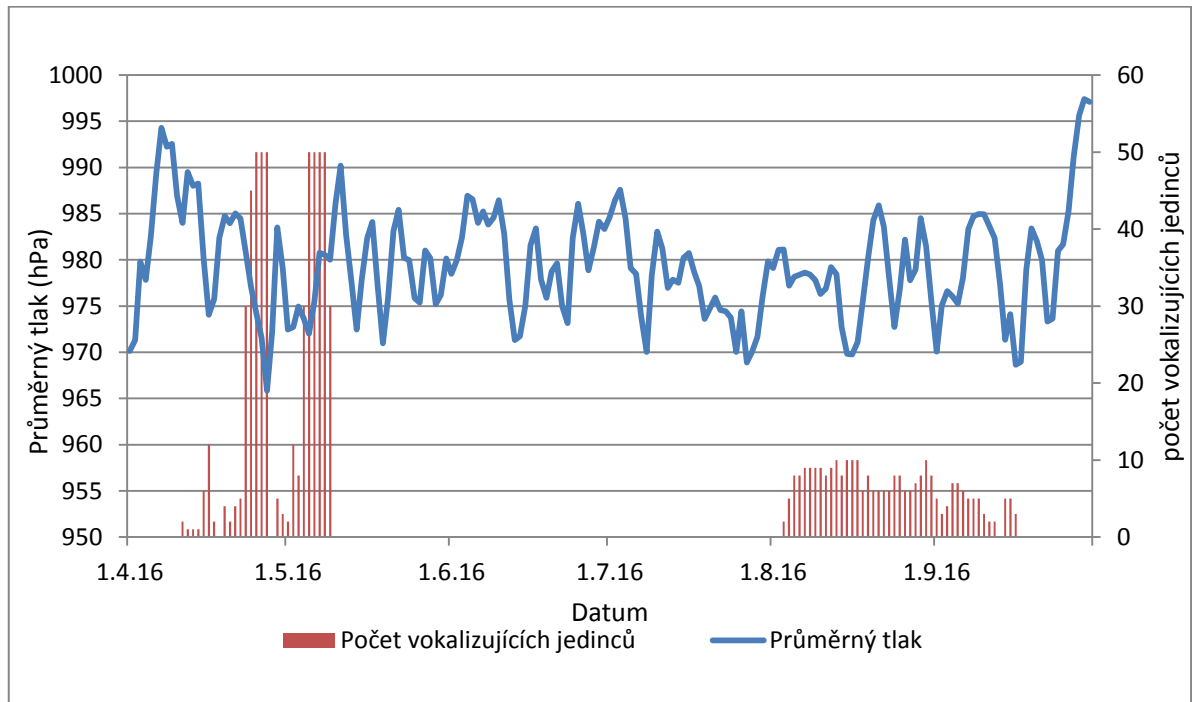
Graf č. 3: Závislost intenzity vokalizace jedinců množství srážek

V grafu č. 4 můžeme pozorovat jistou závislost mezi průměrnou denní vlhkostí a intenzitou vokalizace sledovaného druhu obojživelníka, kde se shodují dva vrcholy nejvyšší průměrné denní vlhkosti s vrcholy první periody intenzity hlasových projevů. Dále však nelze najít v grafu další závislosti mezi těmito dvěma veličinami. Znovu lze konstatovat, že tato sezóna byla z hlediska klimatických faktorů nestandardní, a k detailnějšímu posouzení závislostí by bylo třeba porovnat více rozmnožovacích sezón.



Graf č. 4 : Závislost intenzity vokalizace jedinců na průměrné denní vlhkosti vzduchu

Graf č. 5 znázorňuje intenzitu vokalizace samců na průměrném tlaku vzduchu. Při poklesu tlaku vzduchu se v první periodě zvyšují hlasové projevy samců. Se zvýšením tlaku byla perioda ukončena. V druhé periodě nelze pozorovat žádnou výraznou závislost mezi sledovanými veličinami.



Graf č. 5: Závislost intenzity vokalizace jedinců na průměrném denním tlaku vzduchu

### 3.3 Populace dospělců

Během sezóny bylo celkem odchyceno 108 jedinců, z toho sedm se objevilo v odchycích dvakrát a dva jedinci byli nalezeni dokonce třikrát. Jedinců, kteří byli během sezóny odchyceni pouze jednou, bylo tedy 97. Odchyceno bylo 52 samců, 29 samic a 16 jedinců, u kterých nebylo možné zjistit pohlaví z důvodu nevýraznosti pohlavních znaků.

### 3.3.1 Odhad velikosti populace

Odhad velikosti populace  $\hat{N}$  byl vypočítán podle Schnabelové metody. Výsledek uvedl, že odhad velikosti populace na zkoumané lokalitě je 303 jedinců.

Výpočet odhadu velikosti populace:

$$\hat{N} = \frac{(30.0)+(1.30)+(2.31)+(1.33)+(6.34)+(9.40)+(13.49)+(15.62)+(18.77)+(8.95)+(3.113)}{11+1}$$

$$\hat{N} = \frac{0+30+62+33+204+360+637+930+1386}{12}$$

$$\hat{N} = \frac{3672}{12}$$

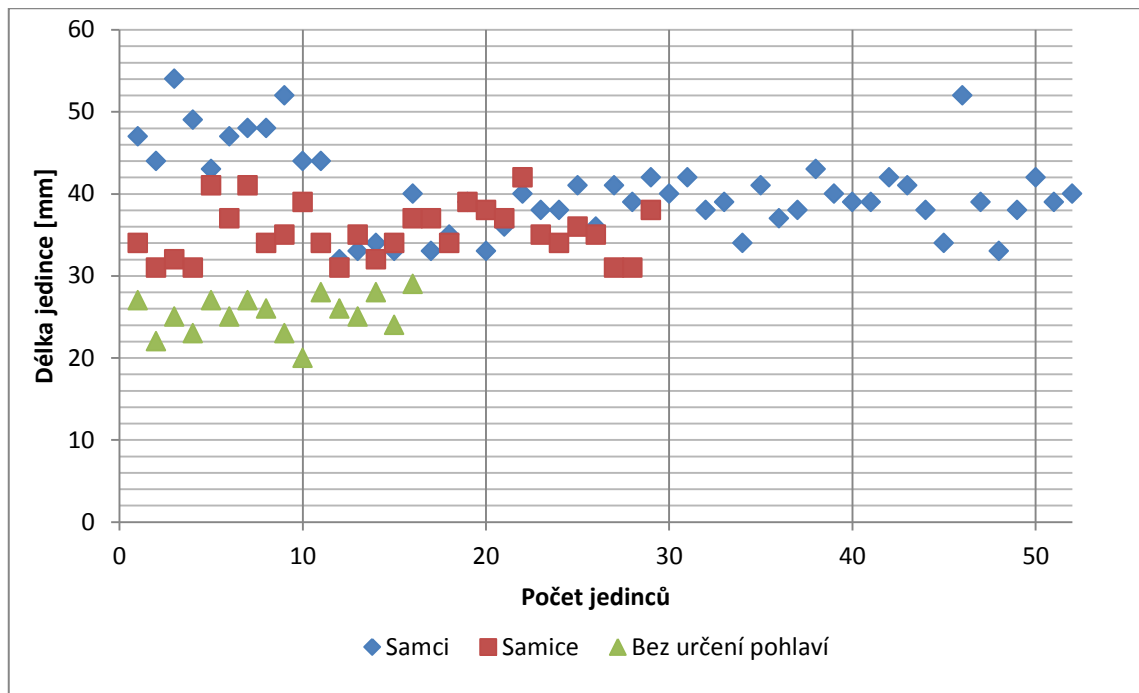
$$\hat{N} = 303$$

### 3.3.2 Stav populace

Hodnocení stavu populace podle početnosti jedinců na vybrané lokalitě (NLWKN 2011) je tedy vynikající, protože populace obsahuje více jak 100 jedinců. Hodnocení stavu populace podle struktury populace je špatný, protože v tomto roce nebyla zaznamenána žádná reprodukční aktivita (nebyli nalezeni žádné snůšky, pulci, ani metamorfovaní jedinci).

### 3.3.3 Velikost jedinců

Délka jedinců od hrotu hlavy k urostylu se pohybovala v rozmezí od 20 do 54 mm, u nedospělých jedinců bylo rozmezí délek 20 až 30 mm, u samic 31 až 42 mm a u samců 33 až 54 mm. Průměrná délka všech jedinců byla 36 mm, průměrná délka nedospělých jedinců byla 25 mm, samic 35 mm a samců byla 39 mm.



Graf č. 6 :Rozložení délek jedinců

Hmotnost odchycených jedinců se pohybovala od 2 do 6 gramů. U samců se hmotnost pohybovala od 3 do 6 gramů, ale v jiném poměru, u nedospělých jedinců byla hmotnost od 2 do 3 gramů. U samic byla průměrná hmotnost 4,8 g, u samic 4,1g a 2,7g u nedospělých jedinců.







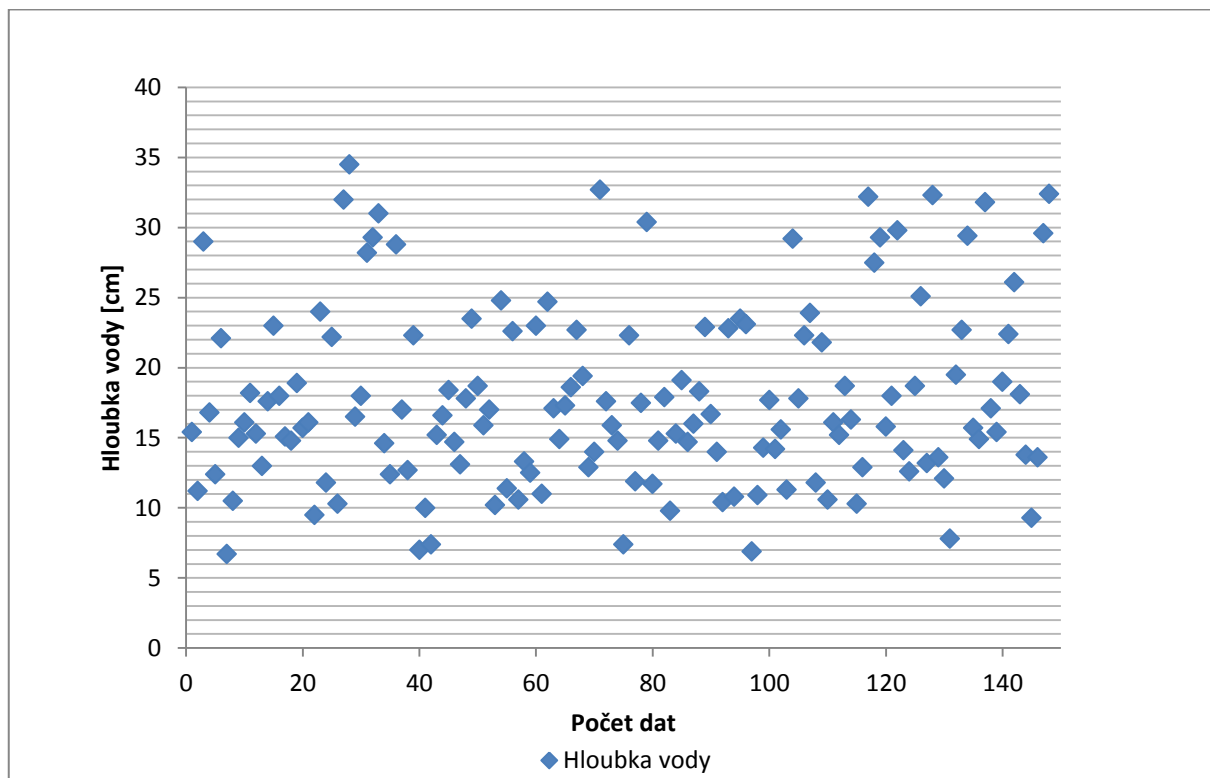
Obrázek č. 19: Jedinec kuňky obecné ukrývající se pod vegetací na sledované lokalitě (vlastní fotografie)

Jedinci kuněk obecných se na lokalitě setkávali s dalšími druhy obojživelníků. Z počátku výskytu ropuch obecných a skokanů zelených se jedinci kuněk zdržovaly v mokřině, kde se tyto dva druhy nevyskytovaly. Se slábnoucí rozmnožovací aktivitou ropuch obecných a skokanů hnědých se kuňky postupně přesunovaly do mělkého pásma a jedinci byli viděni v blízkosti zmíněných dvou druhů. Jedinci kuněk se primárně vyskytovali blízko u břehu v husté vegetaci, kdežto skokani a ropuchy se zdržovali více ve volné vodě a nutně vegetaci nevyžadovali. Kuňka obecná byla spatřena 50cm od skokana hnědého.

Jedinci kuněk se dobře snášeli s jedinci rosníček zelených. Oba dva druhy se střídavě vyskytovaly podél břehu i 30 cm blízko sebe. Samci také provozovali společné noční koncerty. Později zjara a také v létě byli jedinci pozorováni v blízkosti skokanů zelených. Nebyla zaznamenána žádná agresivita skokanů zelených vůči kuňkám. V některých případech byli skokani viděni v bezprostřední blízkosti kuněk.

Samci kuněk obecných byli nalézáni v různě velkých vzdálenostech od sebe. Dva samci se hlasově projevovali 10 cm od sebe, jiní dva samci 30 cm. Někteří mezi sebou měli odstup i 1 m. Mezi samci nebylo pozorováno žádné agresivní chování.

Při měření hloubky vody v místě výskytu jedinci kuňky obecné bylo celkem nasbíráno 148 různých rozměrů. Rozptyl mezi nejmenší a největší hloubkou byl 27,8. Nejmenší změřenou hloubkou v místě jedince bylo 6,7 cm a největší 34,5 cm. Průměrná výška vodního sloupce, ve kterém se jedinci vyskytovali, byla 17,8 cm.



Graf č. 8: Rozložení naměřených hodnot hloubky vodního sloupce v místě výskytu jedince

### 3.4 Nakladené snůšky

I přes pravidelné procházení mokřiny a mělkého pásma, kde se jedinci kuněk vyskytovali, nebyly nalezeny žádné snůšky patřící druhu tohoto obojživelníka, i přes to že minulý rok snůšky kuněk zaznamenány na lokalitě byly.

### 3.5 Pulci a nově metamorfovaní jedinci

Stejně tak jako snůšky, nebyli v lokalitě nalezeni žádní pulci ani nově metamorfovaní jedinci tohoto druhu, i přes to že loňský rok na stejné lokalitě nalezeni byli.

## 4. Diskuze

Diplomová práce se zabývala pozorováním kuňky obecné na vybrané lokalitě v době rozmnožování. Lokalitou pro výzkum byl vybrán intenzivně obhospodařovaný rybník, z důvodů vysoké početnosti výskytu těchto nádrží v dané oblasti a nízké početnosti přírodních nádrží bez rybí obsádky vhodných pro rozmnožování sledovaného druhu.

V rámci práce byla zjištěna data ohledně vokalizačních aktivit samců, jako je počátek vokalizační aktivity, délka jednotlivých vokalizačních period, závislosti intenzity hlasových projevů samců na klimatických faktorech a intenzita vokalizace během dne.

### 4.1 Kvalita sledované lokality

Důležitým faktorem pro rozmnožovací aktivity kuňky obecné je kvalita lokality, ve které se jedinec v době rozmnožování vyskytuje. V tomto případě se populace kuněk vyskytovala v intenzivně obhospodařovaném rybníce. Většina parametrů kvality habitatu (NLWKN 2011), byla vyhodnocena jako dobrá, a tudíž by v nich populace tohoto obojživelníka měla prosperovat. Jediným problémem z hlediska kvality habitatu bylo množství rybí obsádky a s tím související znečištění vody. Bohužel tento faktor je pro kuňku obecnou velice závažný, neboť jejich larvy jsou proti predátorům málo odolné (Mikátová & Vlašín 2002). Větší výskyt ryb může dokonce narušit proces rozmnožování a zamezit tak dokonce i kladení snůšek jedinci (Fog *et al.* 2011). Dalším problémem spojeným s eutrofizací bylo to, že se na lokalitě z rostlin, které by byly vhodným místem pro kladení snůšek, vyskytoval pouze zblochan vodní a místy rákos obecný. Obě rostliny byly pod vodou obklopeny řasou, což také zamezuje kladení snůšek kuněk obecných na rostliny (Fog *et al.* 2011).

Problémy s vysokým počtem rybí obsádky a znečištěním vody neměla pouze kuňka obecná ale i další obojživelníci na lokalitě, jako je ropucha obecná, u které sice byla nalezena vajíčka a následně i larvy, ale metamorfovaní jedinci objeveni nebyli. U skokana hnědého byly zpozorovány pouze snůšky, u rosničky zelené nebyla nalezena žádná vývojová stádia. Ropucha zelená se na lokalitě vůbec nerozmnožovala i přes to, že o rok dříve se v rybníce objevila ve velkém množství. Jediný úspěšný druh, který se na lokalitě ve sledované sezóně rozmnožil, byl skokan zelený.

Otázkou zůstává, z jakého důvodu je na lokalitě populace kuněk (i dalších obojživelníků) relativně početná. Jak už bylo uvedeno, rybník je každý druhý rok vypuštěn a chovaní kapři jsou vyloveni. Rybník je po měsíci znovu napuštěn a jsou

zde navezeny nové ryby, které mají hmotnost pouze půl kilogramu a tak nezpůsobují takové škody na vývojových stádiích obojživelníků. Také nezpůsobují tak silnou eutrofizaci a dávají tak prostor více rostlinám, které jsou vhodné pro kladení snůšek. Z tohoto důvodu zřejmě byla na lokalitě rok před tímto výzkumem zaznamenána úspěšná reprodukce zkoumaného druhu i dalších druhů žab (velice znatelné je to u ropuchy zelené, kde na začátku července jednou za dva roky z rybníka migrují stovky nově metamorfovaných žabek).

## 4.2 Hlasová aktivita

Rozmnožovací aktivita započala vokalizací samců 11.4., což potvrzuje, že rozmnožovací sezóna kuněk začíná začátkem dubna (Maštěra 2002). Při prvním hlasovém projevu měla voda teplotu 17 °C, ale ještě při 14 °C byli jedinci schopni vokalizovat, což potvrzuje i literatura (Fog *et al.* 2011). Dokonce při 13°C se ještě jeden jedinec ozýval. Nižší teplota vokalizaci zastavila úplně. Teplota vzduchu, při které byli jedinci ještě schopni vokalizovat, byla 12°C, tedy ještě o stupeň nižší, než uvádí Kinne *et al.* (2006). Nejintenzivněji samci vokalizovali při teplotě vzduchu 20°C (Kinne *et al.* 2006). Vokalizaci samců spustilo zřetelné zlepšení počasí a slunečné dny, jak uvádí Fog *et al.* (2011). Vokalizace postupně gradovala a vytvářela sbor, který byl slyšet až stovky metrů daleko, což potvrzuje i Vines (2002). Sborová aktivita trvala 29 dní v kuse, pouze byla dvakrát na jeden den přerušena kvůli znatelnému zhoršení klimatických podmínek. Druhá perioda trvala dokonce 44 dní. Toto zjištění nepotvrzuje výrok, že sborové aktivity trvají jeden až dva týdny a jsou až po nějakém čase obnoveny (Fog *et al.* 2011). Nebylo potvrzeno ani to, že se periody mohou opakovat třikrát až pětkrát za sezonu a směrem ke konci sezóny se zkracují (Kinne *et al.* 2006). Na sledované lokalitě proběhly periody pouze dvě, což mohlo být zapříčiněno horkou a suchou sezónou nebo také špatnou kvalitou habitatu, jak bylo uvedeno výše. Prodleva mezi periodami může být několik dní ale i týdnů (Kinne *et al.* 2006), v našem případě trvala týdnů deset.

### 4.2.1 Statistické vyhodnocení klimatických dat v závislosti na vokalizaci

Pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel byly vypočítány korelační koeficienty mezi intenzitou vokalizace a jednotlivými korelačními faktory. Porovnáním korelačních koeficientů s kritickou hodnotou bylo možné potvrdit nebo vyvrátit nulovou hypotézu, která říká, že intenzita vokalizace jedinců nezávisí na daném klimatickém faktoru. S vysokými kladnými hodnotami vyšly korelační hodnoty teploty vzduchu a teploty vody, což potvrzuje fakt, že se zvyšující teplotu vody a vzduchu stoupá intenzita vokalizace jedinců (e.g. Kinne *et al.* 2006, Fog *et al.*

2011). Nad hranicí kritické hodnoty se těsně objevily ještě korelační koeficienty maximální a průměrné denní vlhkosti vzduchu. Minimální denní vlhkost již byla těsně pod hranicí. Vzhledem k tomu, že se sezóna nevyvíjela standardně a jak jaro, tak léto bylo suché a nadprůměrně teplé, nemůžeme tento výsledek považovat za směrodatný. K určení závislosti mezi vokalizací a denní vlhkostí by bylo potřeba více sezón s více vokalizačními periodami.

Jediné záporné korelační koeficienty se objevily u hodnot intenzity vokalizace v závislosti na denním průměrném tlaku. Tento vztah znamená, že čím nižší je tlak vzduchu, tím vyšší je intenzita vokalizace jedinců. Tato korelace by mohla potvrzovat, stav před bouřkou, kdy se tlak vzduchu prudce sníží a vokalizace se před bouřkou zvýší (Mikátová *in verb*).

V grafech č. 1 až č. 5 můžeme sledovat závislost hlasové aktivity samců během celé sezóny. Grafy v první periodě vokalizace souvisí s korelačními koeficienty a tvrzeními uvedenými výše. V druhé periodě již intenzita hlasových projevů tolik nekorresponduje. Důvodem může být více faktorů, které také mohou ovlivňovat hlasovou aktivitu, jako je nestandardní sucho a horko nebo intenzivní chov ryb na lokalitě.

### 4.3 Populace dospělců

Během sezóny byl na lokalitě odchycen poměrně velký počet jedinců. Pro zjištění velikosti populace byla použita metoda Capture-Recapture, která byla díky rozdílným vzorům břišních skvrn šetrná a jedincům nijak neubližovala. Odhad velikosti populace byl vypočítán podle Schnabelové metody. Odhadovaná velikost populace byla spočítána na 303 jedinců, což třikrát převyšuje požadavek na vynikající hodnocení stavu populace (NLWKN 2011). Tento výsledek je velice zajímavý vzhledem k tomu, že takto početná populace se vyskytuje v intenzivně obhospodařovaném rybníku. Ale jak už bylo řečeno, jednou za dva roky jsou podmínky lokality z hlediska rybí obsádky a znečištění vody výrazně příznivější a dovolují pozorovanému druhu se úspěšně rozmnožit.

Že sezóna o rok dříve, než byl proveden výzkum, byla po reprodukční stránce úspěšná, svědčí i velikost některých odchycených jedinců. Jedná se o 16 odchycených jedinců, kteří měřili od 20 do 30 cm, což byli jedinci, kteří metamorfovali předešlý rok a nejsou ještě pohlavně dospělí (Fog *et al.* 2011).

Protože ale během pozorované sezóny nebyly nalezeny žádné důkazy úspěšného rozmnožování kuněk, musí být struktura populace zhodnocena jako špatná. Důvodem špatné struktury populace je již několikrát zmíněný intenzivní chov ryb a s ním související znečištění vody.

Při odchytu jedinců bylo odchyceno 52 samců a 29 samic, což není stejný počet samců a samic, jak uvádí literatura (Zwach 2008). Důvodem může být lehčí odchyt samců, kteří jsou díky hlasovým projevům lépe lokalizovatelní.

#### 4.3.1 Velikost jedinců

U odchycených jedinců byla měřena délka těla, která se pohybovala v rozpětí od 20 do 54 mm. Pohlavně nedospělí jedinci měli délku těla od 20 do 30mm, a průměr délek těchto odchycených jedinců byl 25 mm. Délka těla samic se pohybovala od 31 do 42 mm a průměr délek všech odchycených samic byl 35mm. Délka těla samců byla naměřena v rozpětí od 33 do 54mm. Můžeme tedy tvrdit, že dospělci dorůstají více jak 50mm (Arnold 2004), dokonce až 54mm (Zwach 2008), naopak nemůžeme potvrdit, že jedinci dorůstají až 60mm (Fog *et al.* 2011). Průměr délky všech odchycených samců byl 39mm. Podle tohoto odchyceného vzorku můžeme říci, že délka těla samců je znatelně větší než délka těla samic (Radojičić *et al.* 2002) a tudíž můžeme popřít tvrzení, že samci mají stejnou délku těla jako samice (Cogalniceanu & Miaud 2002).

Hmotnost jedinců, která byla z daného vzorku zjištěna, se pohybovala od 2 do 6 gramů. Celkově můžeme říci, že nejméně vážili pohlavně nedospělí jedinci. Nejvyšší hmotnosti, tedy 6 gramů dosáhli jak samice, tak samci, rozdíl byl v poměru počtu samic a samců s nejvyšší vahou. Samců s nejvyšší vahou bylo pětkrát více jak samic. Naopak samců s nejnižší vahou bylo čtyřikrát méně jak samic s nejnižší vahou (3g). Hmotnost sloužila hlavně k ujišťování totožnosti jednotlivých jedinců při Capture-Mark-Recapture metodě.

#### 4.3.2 Pobytové preference jedinců

Dle Solaka (2011) kuňky obecné preferují malé vodní plochy, ale díky léto práci lze říci, že, osídlily i rybník o rozloze 3,75 ha, což je ještě o něco větší než udává Fog *et al.*(2011). Dno vhodných nádrží bývá hlinité (Maštěra *et al.* 2015), což v tomto případě souhlasí.

Podle pozorování jedinců v terénu bylo potvrzeno že, jedinci preferují osluněné lokality s bohatou vegetací (Pupina & Pupins 2009) a nejlépe ještě s ochranou proti větru v podobě stromů a keřů. Jedinci se nejvíce zdržovali při břehu, nejdále však 3m od kraje rybníka.

Jedinci se vyskytovali v blízkosti ostatních druhů obojživelníků, které se na lokalitě vyskytují. Dokonce byli několikrát pozorováni v blízkosti skokana zeleného. Predace skokana zeleného vůči kuňce obecné (Fog *et al.* 2011) nebyla potvrzena a kuňka obecná se skokanem zeleným bez problému koexistovala.



Samci kuněk byli nalézáni v různých vzdálenostech od sebe, byla pozorována i vzdálenost pouhých 10 cm mezi dvěma vokalizujícími samci. Kinne et al. (2006) ale uvádí velikost teritoria 30 až 60 cm, Mikátová & Vlašín (2002) dokonce 1 až 1,5 m.

Hloubka vody v místě pobytu jedinců se pohybovala od 6,7 cm do 34,5 cm a průměrná hloubka výskytu jedinců byla 17,8 cm. Tyto hodnoty popírají tvrzení, že preferovaná hloubka jedinců se pohybuje mezi 30 až 60 cm (Niocara & Niocara 2007), i to že optimální hloubka nádrže bývá kolem 30cm (Fog *et al.* 2011). Naopak potvrzují výrok, že kuňky nejvíce vyhledávají místa s hloubkou do 20 cm (Mikátová & Vlašín 2002).

#### **4.3.3 Nakladené snůšky, pulci a nově metamorfovaní jedinci**

V roce 2015, kdy probíhal výzkum rozmnožovací sezóny kuňky obecné, byl intenzivně obhospodařovaný rybník napuštěn druhým rokem. Jak už je výše popsáno, početná rybí obsádka a eutrofizace vodního prostředí, která je důsledkem intenzivního hospodaření velmi pravděpodobně negativně ovlivnila reprodukční cyklus daného druhu a narušila tak strukturu populace. Populaci jako takovou tento způsob hospodaření neohrožuje natolik, aby kuňka obecná z lokality vymizela, pokud bude dodržováno pravidlo vypouštění rybníka každým druhým rokem. Samozřejmě nejlepší variantou by bylo omezit intenzivní hospodaření alespoň na polointenzivní, omezit příkrmování ryb a nedovolit přihnojování rybníka.

## Závěr

Diplomová práce se zabývala pozorováním kuněk obecných v době rozmnožování na vybrané lokalitě, kterou byl intenzivně obhospodařovaný rybník. Úkolem bylo zjistit co nejvíce podrobností o chování sledovaného druhu v rozmnožovací sezóně. Hlavními metodami bylo pozorování, poslech a odchyt. Sledovány byly co nejdetailněji různé parametry lokality a klimatické faktory, pomocí poslechu byla hodnocena intenzita hlasových projevů samců, délky jednotlivých vokalizačních period, pomocí pozorování byla sledována jednotlivá vývojová stádia jedinců. Pomocí odchytu pak byl hodnocen stav populace.

Byly prokázány závislosti mezi klimatickými faktory a rozmnožovací aktivitou. Byla zjištěna přímá závislost mezi teplotou vody a intenzitou hlasových projevů samců. Totéž bylo prokázáno mezi teplotou vzduchu a intenzitou hlasových projevů. Mezi vlhkostí vzduchu a hlasovými projevy byla sice korelace potvrzena, ale pro upřesnění by bylo třeba porovnat více rozmnožovacích sezón. Mezi množstvím srážek a intenzitou vokalizace samců nebyl zjištěn žádný vztah, ale důvodu nestandardního průběhu počasí nemusí tato informace o ničem vypovídat. Nepřímá závislost byla objevena pouze mezi tlakem vzduchu a intenzitou vokalizace jedinců

Lokalita byla co nejlépe zmapována, bylo popsáno její využití, druhy rostlin a živočichů, kteří se zde vyskytují, byl zhodnocen celkový stav a rozebrány jednotlivé kladné a záporné aspekty lokality. Největším problémem z hlediska kvality habitatu byl intenzivní chov ryb a s ním spojené znečištění vody.

Jednotlivá vývojová stádia byla mapována neúspěšně. Důvodem byla velmi pravděpodobně aktuální nevhodnost lokality zapříčiněná intenzivním chovem ryb a nevhodným obhospodařováním sledovaného území. Dalším negativním faktorem mohly být extrémní teploty a dlouhodobé sucho v dané sezóně.

Bylo odchyceno celkem 97 jedinců kuněk obecných a početnost populace byla odhadnuta pomocí metody Capture-Recapture na 330 jedinců. Jedinci byli odchyceni v poměru 52 samců, 29 samic a 16 jedinců bez určení pohlaví.

Všichni odchycení jedinci byli změřeni a zváženi. Délka jedinců se pohybovala od 20 do 54 mm. Odchycení jedinci vážili od 2 do 6 g. Byly zjištěny velikostní rozdíly mezi pohlavími.

Byly prozkoumány pobytové preference sledovaného druhu na lokalitě. Jedinci kuněk se vyskytovali v mělkém pásmu rybníka v místech hustě zarostlých vegetací. Jedinci byli nalezeni v hloubce od 6,7 do 34,5 cm. Mezi kuňkami a ostatními druhy obojživelníků na lokalitě nebyla prokázána predace.

Všechny poznatky o chování kuňky obecné v době rozmnožování, které byly zjištěny v rámci diplomové práce, byly detailněji rozebrány a porovnány s literaturou v diskuzi.

## Použitá literatura

1. AOPK ČR 2007: Kuňka ohnivá (*Bombina bombina*). Biomonitoring. Dostupné z: <http://www.biomonitoring.cz/druhy.php?druhID=36>
2. ARNOLD E. N. 2004: A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. 1st Collins Field Guide, London, 288 pp.
3. BARANDUN J., REYER H. U., ANHOLT B. 1997: Reproductive ecology of *Bombina variegata*: aspect of life history, *Amphibia-Reptilia* 18: 347-355.
4. BEAUSOLEIL N. J., MELLOR D. J., STAFFORD K. J. 2004: Methods for marking New Zealand wildlife: amphibians, reptiles and marine mammals. Wellington, Department of conservation, 147pp.
5. BERAN J. 2016: Korelace v Excelu. Návody. Dostupné z: <http://vyuka-excelu.cz/navody/pokrocila-analyza-regrese-korelace/korelace-v-excelu/>
6. BLAUSTAIN A. R., BELDEN L. K., OLSON D. H., GREEN D. M., ROOT T. L., KIESECKER J. M. 2001: Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology* 15(6):1804-1809.
7. BOLGER D. T., VANCE B., MORRISON T. A., FARID H. 2011: Wild-id user guide: pattern extraction and matching software for computer-assisted photographic markrecapture analysis. Version 1.0. Dostupné z: [http://software.dartmouth.edu/macintosh/academic/Wild-id\\_1.0.0.zip](http://software.dartmouth.edu/macintosh/academic/Wild-id_1.0.0.zip).
8. BUCHAR J. 1982: Způsob publikace lokalit živočichů z území Československa. *Věst. Čs. Společ. Zool.* 46: 317-318.
9. BRANDT H. 2015: Disperzal in a Metapopulation of the Yellow-Bellied Toad: Does conservation Action Work? A Thesis for the Degree of Master of Science in Biology/Ecology, University of Zurich, 48pp.
10. CAREY C., ALEXANDER M. A. 2003: Climate change and amphibian decline: is there a link? *Blackwell Publishing Ltd. Diversity and Distributions* 9:111-121.
11. CEVIK I. E., BASKALE E., KAYA U. 2008: A Mark-recapture study of the fire bellied toad (*Bombina bombina*) using photographic recognition and dye marking techniques in North – Western Turkey. *Acta Biol. Univ. Daugavp.*, 8(1):75-79.
12. CEBRO A. R., BIANCARDI C. M. 2004: Seasonal activity and thermobiology of *Bombina v. variegata* in Lombardy (Seariana Valley, northern Italy). *Italian Journal of Zoology* 2: 143-146.

13. COGALNICEANU D. 1997 - Practicum de ecologie a amfibienilor. Metode si tehnici in studiul ecologiei amfibienilor. Editura Universitatii Bucuresti.
14. COGALNICEANU D., MIAUD C. 2002: Variation in life history traits in *Bombina bombina* from the lower Danube floodplain. *Amphibia-Reptilia* 25:115-119.
15. ČÚZK 2016: Nahlížení do katastru nemovitostí. Zobrazení mapy. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>
16. DASZAK P., CUNNINGHAM A. A., HYATT A. D. 2003: Infectious disease and amphibian population declines. Blackwell Publishing Ltd. *Diversity and Distributions* 9:141-150.
17. DEMEK J., MACKOVČIN P., BALATKA B., BUČEK A., CZUDEK T., DĚDEČKOVÁ M., HRÁDEK M., IVAN A., LACINA J., LOUČKOVÁ J., RAUŠER J., STEHLÍK O., SLÁDEK J., VANĚČKOVÁ L., VAŠÁTKO J. 2006: Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR. AOPK ČR, Brno, 582 pp.
18. DUBSKÝ 1998: Základy chovu kapra. Vydání 1. v Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 36 pp.
19. DOLGENER N., FREUDENBERGER L., SCHNEEWEISS N., IBISCH P. L., TIEDEMANN R. 2013: Projecting current and potential future distribution of the Fire-bellied toad *Bombina orientalis* under climate change in north-eastern Germany. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 10pp.
20. DONNELLY M. A., GUYER C., JUTERBOCK J. E., ALFORD A. R. 1994: Techniques for Marking Amphibians. *Measuring and Monitoring Biological Diversity*. Smithsonian Institution Press, 277-284.
21. DONNELLY M. A., CRUMP M. L. 1998: Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. *Climatic Change* 39:541-561.
22. EHMANN H. 2002: Microbranding: a low impact permanent marking for small reptiles and frogs as an alternative toe clipping.
23. FOG K., DREWS H., BIBELRIETHER F., DAMM N., BRIGGS L. 2011: Managing *Bombina orientalis* in the Baltic region. Best practise guidelines. *Amphi Consult/Stiftung Naturschutz Schleswig-Holsten*, Odense, 110 pp.
24. FUNK W. C., DONNELLY M. A., LIPS K. R. 2005: Alternative views of amphibian toe-clipping. *Nature* 433:193.
25. FROUZ J. s.a: Metody zpětného odchyty značených jedinců (Mark and Recapture Methods), 33pp. Dostupné z: <http://frouz.wz.cz/lecture2.pdf>

26. GOLLMANN G., GOLLMANN B. 2011: Ontogenetic change of colour pattern in *Bombina variegata*: implications for individual identification. *Herpetology notes* 4: 333-335.
27. HARTEL T., NEMES S., MARA G. 2007: Breeding phenology and spatio-temporal dynamics of pond use by the yellow bellied toad (*Bombina variegata*) population: The importance of pond availability and duration. *Acta zoologica Lituanica* 17(1): 56-63.
28. KAPLAN R. H. 1992: Greater maternal investment can decrease offspring survival in the frog *Bombina orientalis*. *Ecology* 73(1):280-288.
29. KINNE O., KUNERT J., ZIMMERMANN W. 2006: Breeding, rearing and raising the red-bellied toad *Bombina bombina* in the laboratory. *Endangered species*
30. KÖHLER S. 2003: Mechanism for partial reproductive isolation in a *Bombina* hybrid zone in Romania. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, 169 pp
31. MAČÁT Z. 2008: *Bombina bombina*-kuňka obecná. *Natura bohemica*. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/bombina-bombina/>
32. MAŠTĚRA J. 2002: Obojživelníci v okrese Jihlava, příručka k mapování. ETIS, Jihlava, 48 pp.
33. MAŠTĚRA J., ZAVADIL V., DVOŘÁK J. 2015: Vajíčka a larvy obojživelníků České republiky. Academia, Praha, 180 pp.
34. MIKÁTOVÁ B. & VLAŠÍN M. 2002: Ochrana obojživelníků. Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 1. Ekocentrum Brno, 137 pp.
35. NIOCARA A., NIOCARA M. 2007: Study of *Bombina bombina* (Anura, Amphibia) population from periurban ekosystém north of Iasi city. *Herpetologica Romanica* 1: 22-29.
36. NLWKN 2011: Vollzugshinweise zum Schutz von Amphibien und Reptilienarten in Niedersachsen. Amphibienarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie mit Priorität für Erhaltungs und Entwicklungsmaßnahmen. Rotbauchunke (*Bombina bombina*). Niedersächsische Strategie zum Arten und Biotopschutz, Hannover, 12pp.
37. NÖLLERT A., NÖLLERT C. 1992: Die Amphibien Europas. Bestimmung, Gefährdung, Schutz. Kosmos Naturführer, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart, 382pp.



38. PLAIASU R., HARTEL T., BANCILA R. I., COGALNICEANU 2005: The use of digital images for the individual identification of amphibians. *Studii si Cercetari, Biologie* 10: 137-140.
39. PLYTYCZ B., BIGAJ J. 1993: Studies on the growth and longevity of the yellow-bellied toad, *Bombina variegata* in the natural environments. *Amphibia-Reptilia* 14:35-43.
40. PUPINA A., PUPINS M. 2007: A new *Bombina bombina* L. population „Demene“ in Latvia, Daugavpils Discrit. Acta Universitatis Latviensis, Vol. 723 Biology: 47-52.
41. PUPINA A., PUPINS M. 2008: The new data on distribution, biotopes and situation of populations of *Bombina bombina* in the south-east part of Latvia. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis 8(1): 67-73.
42. PUPINA A., PUPINS M. 2009: Comparative analysis of biotopes and reproductive-ecological manifestations of *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) in Latvia. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis 9(1): 121-130.
43. QUITT E. 1971: Klimatické oblasti Československa. Academia, Praha, 73pp.
44. RADOJIČIĆ J. M., CVETKOVIĆ D. D., TOMOVIĆ L. M., DŽUKIĆ G. V., KALEZIĆ M. L. 2002: Sexual dimorphism in fire-bellied toads *Bombina* spp. From the central Balkans. *Folia zoologica* 51(2): 129-140.
45. RAFINSKA A. 1991: Reproductive biology of the fire-bellied toads *Bombina bombina* and *Bombina variegata* (Anura: Discoglossidae): egg size, clutch size, larval period length differences. *Biological Journal of the Linnean Society* 43: 197-210.
46. SINSCH U. 1992: Zwei neue Markierungsmethoden zur individuellen Identification von Amphibien in langfristigen Freilanduntersuchungen: Erste Erfahrungen bei Kreuzkroten. *Salamandra* 28: 116-128.
47. SOLAK S. 2011: A comprehensive inventory of fauna and flora of the mine „Szczytniky“ and preparation guidelines for rehabilitation. Students scientific associations University of Wrocław, 10 pp.

48. SVOBODOVÁ H., VĚŽNÍK A., HOFMANN E. 2013: Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie České republiky. Základní geografické charakteristiky ČR. Web sites:  
<http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js13/geograf/web/pages/01-geograficke-charakteristiky.html>
49. ŠÍMA M., BRYNDOVÁ M., LECHNÝŘOVÁ O. 2007: Inventarizace, somatická měření a ekologie obojživelníků severozápadního Madagaskaru. *Acta musei richnoviensis, sect. natur.*14(1): 19-27.
50. VINES T. H. 2002: Migration, habitat choice and assortative mating in a *Bombina* hybrid zone. Thesis presented for the degree of Doctor of Philosophy. University of Edinburgh, 263 pp.
51. ZAVADIL V., SÁDLO J., VOJAR J. 2011: Biotopy našich obojživelníků a jejich management. Metodika AOPK ČR. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha, 178 pp.
52. ZIMMERMAN B. 1994: The account of voices on the tape transects. In *Measuring and monitoring biological diversity standard methods for Amphibians*. Foster Smithsonian institution press, Washington & London 98-104.
53. ZWACH I. 2008: Obojživelníci a plazi České republiky. Grada, 496 pp.