

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Struktura populace ropuchy zelené na lokalitě Stupkova v Olomouci

Barbora Koudelková

Bakalářská práce
předložená
na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků
na získání titulu Bc. v oboru
Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Jan Losík, Ph.D.

Olomouc 2019

Bibliografická identifikace

Koudelková B. (2019): Struktura populace ropuchy zelené (*Bufo viridis*) na lokalitě Stupkova v Olomouci. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 40 pp., v češtině.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá sledováním populace ropuchy zelené (*Bufo viridis*) v umělé vodní nádrži a jejím bezprostředním okolí. Navazuje na víceletý monitoring. Ke sběru dat byla použita metoda pravidelných zpětných odchyť (Capture-Recapture) s použitím neinvazivní techniky fotoidentifikace jedinců podle přirozených vzorů (pattern maps). Terénní odchyty proběhly v aktivním období ropuch a to od 25. 4. do 25. 6. 2018 (celkem 32 odchyť). Zaznamenáno bylo 122 jedinců, z toho 82 samců a 40 samic. Na základě sebraných dat byl určen odhad velikosti populace, poměr pohlaví a velikostní struktura populace. Výpočty odhadů demografických parametrů byly provedeny v programu MARK. Výsledky sledování byly porovnány s daty minulých let. V poměru pohlaví převažovali samci nad samicemi. Bylo zjištěno, že polovina dospělých žab se na lokalitu za účelem reprodukce opět vrátila. Výsledky práce lze použít pro návrh optimální péče o lokalitu a navazující diplomovou práci.

Klíčová slova: *Bufo viridis*, Capture–Recapture, ropucha zelená, rozmnožování, velikost populace, struktura populace

Bibliographical identification

Koudelková B. (2019): Population structure of the European green toad (*Bufo viridis*) in Stupkova pond in Olomouc. Bachelor thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc, 40 pp., in Czech.

Abstract

This thesis deals with the monitoring of the population of the green toad (*Bufo viridis*) in an artificial water pond and its surroundings. It is a follow-up of the multi-year monitoring. The Capture-Recapture method using non-invasive photo identification techniques of the pattern maps was applied for the data collection. The field research focused on the toad's active period from 25 April to 25 June 2018 (32 catches in total). The pattern maps of 122 individuals were recorded - 82 males and 40 females. Based on the collected data, the estimation of a population size, gender ratio and population size structure were determined. The estimated demographic parameters were calculated in MARK. The results of the monitoring were compared with the data from previous years. In the sex ratio, males prevailed over females. It was found that the half of adult frogs returned to the same place for the reproduction. The results of this work can be used in proposing the optimal care of the pond and in the following diploma thesis.

Keywords: *Bufo viridis*, Capture–Recapture, European green toad, breeding, population size, population structure

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Jana Losíka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne

.....
podpis

Obsah

Seznam tabulek	vii
Seznam obrázků	viii
Poděkování	ix
1. Úvod.....	1
1.1. Obojživelníci	1
1.2. Ropucha zelená.....	3
1.2.1. Popis těla	4
1.2.2. Rozmnožování.....	5
1.2.3. Výskyt	8
1.2.4. Celkový areál a rozšíření v ČR.....	9
1.2.5. Ochrana	10
2. Cíle práce	10
3. Metody	10
3.1. Charakteristika lokality.....	10
3.2. Metoda Capture-Recapture.....	12
3.3. Analýza dat	14
4. Výsledky	15
4.1. Odhad velikosti populace	15
4.2. Poměr pohlaví a přírůstek těla	17
4.3. Průměrná velikost těla a velikostní struktura jedinců.....	19
4.4. Návrh managementu.....	21
5. Diskuze	22
6. Závěr	26
7. Seznam použité literatury.....	27

Seznam tabulek

Tabulka 1 - odhad celkové velikosti populace pro samce.....	15
Tabulka 2 - odhad celkové velikosti populace pro samice.....	16

Seznam obrázků

Obrázek 1 - samec ropuchy zelené (archiv autora)	4
Obrázek 2 - snůšky vajíček (archiv autora)	6
Obrázek 3 - pulci (archiv autora)	7
Obrázek 4 - mladý jedinec (archiv autora)	8
Obrázek 5 - rozšíření v České republice (BioLib 2019)	9
Obrázek 6 - lokalita na ulici Stupkova (archiv autora)	11
Obrázek 7 - poloha lokality (Mapy.cz)	12
Obrázek 8 – odchyt (archiv autora)	14
Obrázek 9 – početnost populace	16
Obrázek 10 – meziroční přírůstek velikosti těla samců	18
Obrázek 11 – meziroční přírůstek velikosti těla samic	19
Obrázek 12 – porovnání velikostí těl samců a samic	20
Obrázek 13 – velikostní struktura populace	21
Obrázek 14 - samec č. 39 chycený roku 2014	244
Obrázek 15 - samec č. 39 chycený roku 2018	244

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Janu Losíkovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, konzultace při zpracování výsledků, cenné rady a trpělivost. Dále chci poděkovat všem studentům a přátelům za pomoc při terénních odchytech. Speciálně bych chtěla poděkovat svým kolegům, Adéle Nejezové a Martinu Francovi, kteří mi výrazně pomohli po technické stránce. Velké díky patří především mému příteli Patrikovi, který mi byl velkou oporou, účastnil se většiny akcí v terénu a pomáhal i při samotném psaní této práce. Za psychickou podporu děkuji také své kamarádce Ivance. Závěrem chci poděkovat své rodině, hlavně mamince, která při mně stála po celou dobu bakalářského studia.

1. Úvod

1.1. Obojživelníci

Obojživelníci (Amphibia) v průběhu roku obývají suchozemské prostředí, avšak kvůli rozmnožování jsou vázání i na vodní plochy (Baruš et al. 1992, Zavadil et al. 2011). Jsou první skupinou obratlovců, která před více než 360 mil. lety kolonizovala terestrické ekosystémy (Roček 2002). Obojživelníci jsou živočichové s proměnlivou tělesnou teplotou, označujeme je jako ektotermní a poikilotermní. Jejich teplota těla kolísá v přímé závislosti na teplotě vnějšího prostředí (Dungel & Řehák 2011). U těchto živočichů chybí schopnost cíleně ovlivnit tělesnou teplotu a regulovat ji mohou jen omezeně (Gaisler & Zima 2007). Nejúčinnějším nástrojem na regulaci teploty je chování, a proto se můžeme setkat s obojživelníky vyhledávajícími vlhko a stín v horkých dnech a naopak s jedinci hledajícími prosluněná místa ve dnech chladných (Zwach 2013).

V ČR žije celkem 21 druhů obojživelníků. Do třídy ocasatí (Caudata) řadíme mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) a dalších 7 druhů čolků. Ve třídě žáby (Anura) máme 2 druhy kuněk, blatnici skvrnitou (*Pelobates fuscus*), 3 druhy ropuch, rosničku zelenou (*Hyla arborea*) a 6 druhů skokanů. Téměř všechny naše druhy obojživelníků patří mezi zvláště chráněné taxony. Obojživelníci zastávají v ekosystému nenahraditelnou roli. Jsou významnými konzumenty bezobratlých živočichů, které považujeme za škůdce. Zároveň však nejsou vrcholovými predátory a slouží jako potrava mnoha jiným druhům (volavka, čáp, draví ptáci aj.). Spousta druhů obojživelníků tak představuje nezanedbatelnou biomasu (Baruš et al. 1992). Důležitou roli hrají v experimentální biologii a farmakologii. Některé druhy vylučují kůži jedovaté sekrety, které obsahují antimikrobiální látky a také látky s potencionálním využitím v boji proti Parkinsonově chorobě, schizofrenii nebo vysokému krevnímu tlaku (Zavadil et al. 2011). Velká pozornost je věnována schopnosti obojživelníků regenerovat své tělní části. To se týká zejména čolků (Vojar 2007, Zavadil et al. 2011).

Nyní pohlédneme na obojživelníky jako na docela malou skupinu obratlovců z hlediska počtu druhů, příležitostně se ale vyskytují v ohromných množstvích, především v řekách, bažinách a dalších mokřadních společenstvích (Cogger 2014). Slouží také jako indikátory změn životního prostředí a dlouhodobý výskyt různých druhů obojživelníků na lokalitě indikuje její dobrou kvalitu. Ve střední Evropě jsou obojživelníci jedna z nejohroženějších skupin (Mikátová & Vlašín 2002). Od počátku 80. let 20. století jsou pozorovány alarmující úbytky početnosti, což vede ke zvýšení zájmu o tyto živočichy (Jeřábková et al. 2013). Vymírání obojživelníků je dnes celosvětovým trendem (Houlahan et al. 2000, Mikátová & Vlašín 2002). V poslední

době narůstá zájem o ochranu obojživelníků a velká pozornost je věnovaná i příčinám jejich ohrožení. V praxi to představuje intenzivnější základní výzkum, různé mezinárodní spolupráce nebo dodatky v legislativě (Vojar 2007).

Nejpodstatnější problém celosvětového měřítka je v prvé řadě degradace a zánik vhodných biotopů. Obojživelníci ztrácejí svá přirozená stanoviště potřebná k reprodukci, vývoji larev a zimování (Alford & Richard 1999, Zavadil et al. 2011). Dochází k tomu např. zarůstáním vodních ploch nebo vysoušením záplavových oblastí. V tomto případě pravděpodobně hraje velkou roli nevhodná rekultivace (Maštera & Mašterová 2017). Rostoucí urbanizace a s tím spojená regulace vod má mnohdy na svědomí úplnou ztrátu biotopu. Jednou z možných příčin úbytku je mortalita na komunikacích související s migrací obojživelníků (Vojar 2007). Automobilová doprava ohrožuje nejen migrující jedince, ale i ty, kteří se na vyhřátou silnici vydali lovit hmyz, který přitahuje teplo (Jeřábková 2017).

Nemalý význam mají také infekční nemoci. Koncem 20. století bylo ve Střední Americe a Austrálii objeveno onemocnění kůže obojživelníků způsobené patogenní houbou s názvem *Batrachochytrium dendrobatidis* (Berger et al. 1998, Vojar 2007, Zavadil et al. 2011). Chytridiomykóza má na svědomí masové vymírání desítek druhů obojživelníků. Tato plísňová choroba se v průběhu času rozšířila na všechny kontinenty (s výjimkou Antarktidy) a v roce 2008 byla potvrzena i na našem území (Civiš et al. 2010). Ropucha zelená je stejně jako další obojživelníci navíc ohrožena člověkem, který na ni páchá vandalismus a sadismus. Stává se tak hlavně v období reprodukce nebo při migraci mladých jedinců z vodního prostředí (Mikátová & Vlašín 2002).

Výše zmíněné příčiny ohrožení obojživelníků se navzájem prolínají a ochrana biotopu se proto může jevit jako nedostačující (Vojar 2007). Důvodů, proč obojživelníky aktivně chránit, je spousta. Vzhledem k výše popsaným faktorům je jasné, že úbytek těchto živočichů má přímý dopad i na člověka. Jejich ochrana není ale vůbec jednoduchá, vezmeme-li v potaz, že během roku využívají terestrické i vodní prostředí (Vojar 2007, Zavadil et al. 2011). Cílená záchrana jedinců nemá smysl, pokud nebudeme chránit i jejich lokalitu. Chránění ohroženého druhu je na místě pouze tehdy, rozumíme-li ekologii daného druhu, známe jeho areál výskytu a aktuální stav populací (Vojar 2007).

Ve své práci jsem se rozhodla věnovat pozornost ropuše zelené, protože žije v urbanizovaných oblastech. Na našich územích se stále vyskytuje ve větších počtech a to umožňuje nasbírat dostatek dat, ze kterých můžeme získat mnoho užitečných informací jak o celé populaci, tak o konkrétních jedincích. Navíc jsem měla příležitost pokračovat již v rozběhnutém výzkumu poblíž svého bydliště.

1.2. Ropucha zelená

Ropucha zelená (*Bufores viridis*) je jedním z poměrně hojných zástupců naší batrachofauny, přesto je třeba i tomuto druhu věnovat větší péči z hlediska ochrany a managementu vhodných rozmnožovacích lokalit. Tento druh z rodu ropucha (*Bufores*) byl poprvé popsán v roce 1768 Laurentim.

Ropucha zelená je dlouhověká žába. Běžně se dožívá 15-18 let (Zwach 2013). Její věk se nedá přesně určit jen podle váhy nebo délky těla. Pohlavní dospělost nastává okolo třetího roku života, někdy dokonce i později (Arnold et al. 2002, Mikátová & Vlašín 2002). Jedná se o suchozemský druh se soumráchnou až noční aktivitou, který vodu vyhledává jen při páření. Mimo dobu rozmnožování využívá přes den úkryty v terestrickém prostředí (např. mělké nory hlodavců) a v noci vyhledává suchozemský hmyz. Při lovu se spoléhá převážně na zrak, proto mezi její kořist patří hlavně pohybující se bezobratlí, včetně pavouků, brouků apod. Pouliční osvětlení lákající hmyz ropuše může značně usnadnit práci (Arnold et al. 2002, Mikátová & Vlašín 2002). Také mravenci jsou významnou složkou potravy dospělců, ropucha je tedy tzv. myrmekofág. Pulci se živí fytoplanktonem nebo stíráním biofilmu či řasových nárostů.

Ropucha zelená je zajímavá svou tolerancí vysokých teplot, salinity a sucha. Je velmi tolerantní k vysoké teplotě prostředí a dokáže snést i teploty šplhající k 40 °C. Snáší až 80 % salinity mořské vody (Wells 2007). A navíc je vysoce tolerantní k suchému prostředí, kdy je schopna přežít dehydrataci, která zapříčiní až 50% ztráty její tělesné hmotnosti (Opatrný 1979).



Obrázek 1 - samec ropuchy zelené (archiv autora)

1.2.1. Popis těla

Tento zástupce čeledi Bufonidae dosahuje velikosti až 100 mm. Samice jsou větší než samci. Hmotnost jedinců kolísá v závislosti na velikosti. U obou pohlaví se jedná se o rozmezí přibližně od 10g po přibližně 60 g (Zwach 2013).

Svrchní stranu těla tvoří bělavý podklad s kontrastními skvrnami barvy od světle zelené až po tmavě zelenou či hnědavou. Nepravidelné skvrny se mohou propojovat a tvořit tak jedinečný vzhled konkrétních ropuch (Dungel & Řehák 2011, Maštera & Mašterová 2017). Spodní část těla je většinou jednobarevná světle béžová až našedlá. Kůže je pokrytá typickými bradavičkami. U starších samic bývají bradavičky po stranách těla často zbarveny oranžově či červeně (Gaisler et al. 2007). Černé zbarvení pokožky mají mladí pulci. To se přibližně po týdnu změní v šedohnědou či šedozelenou barvu (Zwach 2013).

Oční zornice jsou charakteristicky vodorovné, mají eliptický tvar a jsou ohraničeny zlatým proužkem (Dungel & Řehák 2011). Duhovka je zbarvena zelenozlatě až hnědozlatě (Zwach 2013). Na hlavě se u jedinců vyskytují nápadné parotidy (párové příušní jedové žlázy) hruškovitého tvaru. Parotidy jsou při pohledu shora vzájemně rovnoběžné a v poměru k tělu

jsou největší u našich tří druhů ropuch. Z těchto žláz vylučuje ropucha sekret obsahující bufotoxiny, které jsou pro člověka v případě požití halucinogenní. Jinak tento jed není pro člověka nebezpečný. Může se vyskytnout podráždění či zvýšená senzitivita pokožky na zasaženém místě. Sekret se vyznačuje charakteristickým pachem a skládá se z bufotoxinů, bufogeninů, noradrenalinu, adrenalinu, cholesterolu, bufothioninu a dalších látek (Perglová 2009). Ropucha jej vylučuje jen v situacích, kdy se cítí ohrožená.

U ropuchy zelené se vyskytuje pohlavní dvojtvárnost neboli dimorfismus (Hrabě et al. 1973). Samci mají na hrdle dobře vyvinutý nepárový rezonanční měchýřek. Díky němu je hlas dobře slyšitelný, ale není příliš silný (Zwach 1990). Samice upřednostňují silné a hlasité volání. V období rozmnožování mají samci pářící mozoly na prstech předních končetin pro snazší uchycení samice (Baruš et al. 1992, Maštěra & Maštěrová 2017). Je to zbytnělá část prstu, která je většinou tmavě hnědá až černá. Občas může mít mozol stejnou barvu jako okolní kůže. V takové situaci jej lze odhalit pohmatem, protože kůže mozolu bývá zdrsnělá.

1.2.2. Rozmnožování

Rozmnožování probíhá přibližně od května do června, někdy se aktivní sezóna může protáhnout až do srpna (Baruš et al. 1992, Jeřábková 2017). Ropuchy se v době rozmnožování shromažďují u vodních nádrží a to je důvodem, proč je práce prováděna právě v tomto období (Dykyjová et al. 1989). Když samice reaguje na akustické projevy samce a setká se s ním, samec na samici vyleze a pevně ji obejmě za jejími předními nohama. Uchycení samičky samcem za předními končetinami se nazývá axilární amplex (Dungel & Řehák 2011). V ČR existují kříženci ropuchy zelené (*Bufo viridis*) a ropuchy krátkonožé (*Epidalea calamita*). To je zapříčiněno tím, že se samci občas mohou jednoduše splést a zaujmou svoji pozici na samici jiného druhu (Baruš et al. 1992, Zwach 2013).

U žab (Anura) dochází k oplození vnějším. Vajíčka s želatinovým povrchem jsou samicemi kladena v dlouhých, tenkých šňůrách do vody, kde je upevňují na vodní vegetaci a jiné objekty ve vodě (Zwach 1990). Samice může vyprodukovat až 6000 vajíček při jednom naklazení, ale zpravidla to bývá méně (Maštěra & Maštěrová 2017). Většinou vypouští všechna vajíčka najednou, ale zaznamenali jsme případy, kdy samice nakladla jen část vajíček a na místo páření se poté vrátila a vypustila i zbylá vajíčka (Kovács et al. 2010). Pak dochází k líhnutí larev, které se dospělcům vůbec nepodobají (Arnold et al. 2002). Následně probíhá výrazná přestavba těla v dospělého, tzv. metamorfóza. Po jejím dokončení, přibližně ve stáří čtyř až šesti týdnů, mladí jedinci opouštějí vodní plochu (Zavadil et al. 2011).



Obrázek 2 - snůšky vajíček (archiv autora)



Obrázek 3 - pulci (archiv autora)



Obrázek 4 - mladý jedinec (archiv autora)

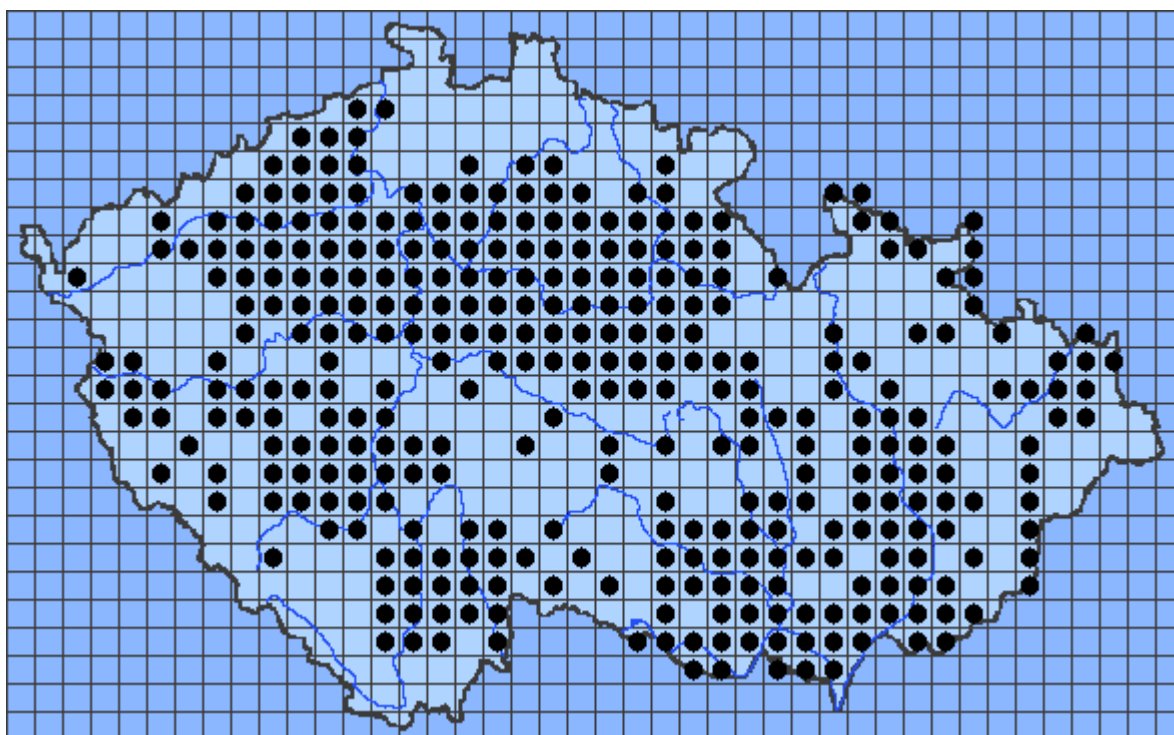
1.2.3. Výskyt

Ropucha zelená se vyskytuje převážně v člověkem silně ovlivněných biotopech. V kulturní krajině preferuje otevřené, pokud možno málo zarostlé plochy. Často ji najdeme v zemědělsky využívané krajině. Hloubka vody rozmnožovacího stanoviště by optimálně měla mít 15-30 cm (Mikátová & Vlašín 2002). Můžeme ji najít v blízkosti lidských sídel, na polích, rumišťích, v parcích, ve starých vojenských nádržích, rybnících či koupalištích. Přirozeně se vyskytuje na stepích a lesostepích, často se nachází i v periodických tůních (Arnold et al. 2002, Mikátová & Vlašín 2002, Zavadil et al. 2011, Maštera & Mašterová 2017).

1.2.4. Celkový areál a rozšíření v ČR

Ropucha zelená obývá oblasti ve střední, jižní a východní Evropě, její rozšíření zasahuje až do Arábie ve střední Asii. Najdeme ji také na ostrovech ve Středomoří nebo na severu Afriky (Jeřábková 2017). Dle Gaislera se tento druh může vyskytovat na okrajích polopouští, v brakických vodách a dokonce i ve slaných jezerech (Gaisler 2007).

V ČR je ropucha rozšířená ve většině nízkých a středních poloh s nadmořskou výškou do 450-500 metrů (Dungel & Řehák 2011, Zavadil et al. 2011, Maštera & Mašterová 2017), ale nejhojněji pobývá v teplých sušších nížinách (Zavadil et al. 2011). Zatím nejvýše doložená lokalita je na Šumavě v 740 m n. m. (Zavadil et al. 2011). Vhodná stanoviště pro tento druh se na našem území nacházejí na hranici areálu rozšíření ropuchy zelené a tak je zde ropucha ohroženější než uvnitř svého areálu výskytu (Mikátová & Vlašín 2002).



Obrázek 5 - rozšíření v České republice (BioLib 2019)

1.2.5. Ochrana

Ropucha zelená je v České republice vedena jako silně ohrožený druh ve znění vyhlášky č. 175/2006 Sb. Červený seznam ohrožených druhů ČR řadí ropuchu zelenou do kategorie Zranitelný druh – Vulnerable a podskupiny Téměř ohrožený druh – Near Threatened (Plesník et al. 2003). Na poli práva Evropského společenství je vedena v příloze II Bernské úmluvy o ochraně evropských planě rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť. Je také součástí přílohy IV Směrnice o stanovištích (92/43/EEC). Dle celosvětové databáze IUCN (IUCN 2017) je klasifikována jako druh málo dotčený (Least Concern).

Mezi různé formy ochrany můžeme zařadit např. aktivní ochranu rozmnožovacích lokalit nebo osvětu o konkrétním druhu (Mikátová & Vlašín 2002). V případě, že hrozí vyschnutí vodní plochy, ve které se nachází pulci, je třeba lokality pravidelně kontrolovat a eventuálně vodu doplňovat nebo pulce někam přenést (Jeřábková 2017).

2. Cíle práce

- shrnutí dosavadních poznatků o biologii a ekologii ropuchy zelené
- stanovení odhadu velikosti populace na základě pravděpodobnosti odchyty (pomocí Capture-Recapture metody)
- určení poměru pohlaví a přírůstku těla
- stanovení průměrné velikosti těla samců a samic
- stanovení velikostní struktury jedinců v populaci ropuchy zelené na vybrané lokalitě
- navrhnutí vhodného managementu pro lokalitu

3. Metody

3.1. Charakteristika lokality

Výzkum byl proveden v umělé nádrži na ulici Stupkova v Olomouci (49.587857, 17.231177). Jezírko je situované v malém parku mezi základní školou a restaurací v obytné části města. Betonovou nádrž lemuje kamenná zídka, která měří přibližně 0,5 metru a je často stěží překonatelnou bariérou pro mladé jedince. Celková rozloha činí cca 0,07 ha (Adamcová 2017). Dno této vodní plochy volně přechází z mělkého do hlubšího, přičemž největší hloubka, více než 1 metr, je uprostřed nádrže. Součástí jezírka je i umělý ostrůvek, na kterém rostou dvě olše lepkavé (*Alnus glutinosa*).

Nádrž hostí různé druhy vodního hmyzu a pár divokých kačen (*Anas platyrhynchos*). Avšak nepozorovala jsem žádné jiné druhy obojživelníků. Okolní vegetaci tvoří již zmíněné olše lepkavé, borovice černé (*Pinus nigra*) a ojediněle i jalovec chvojka (*Juniperus sabina*). Do jezírka ústí 2 trubky, které slouží pro přívod vody. Ropuchy je přes den často využívají jako úkryt. Během dne se také mohou zdržovat na dně nádrže. O lokalitu pečují Technické služby města Olomouce. Zajišťují napouštění nádrže na přelomu dubna a května a starají se také o její čistotu. V sušších obdobích, kdy výrazně klesne hladina vody, je jezírko opět dopuštěno.



Obrázek 6 - lokalita na ulici Stupkova (archiv autora)



Obrázek 7 - poloha lokality (Mapy.cz)

3.2. Metoda Capture-Recapture

Pro svoji práci jsem si vybrala běžně používanou metodu zpětných odchyťů, v anglickém překladu Capture-Recapture. Slouží k odhadu velikosti populace. Spočívá v opakovaných odchytech jedinců a jejich označení v případě metody Capture-Mark-Recapture. Jedinci jsou poté vypuštěni zpět do populace. Při dalších odchytech jsou jedinci zpětně odchyťováni. Charakteristická je pro ni nenákladnost a jednoduchost (Läma et al. 2011). Výhodou je také to, že k realizaci CR techniky není zapotřebí velkých finančních prostředků. Můžeme ji použít i pro velmi početné populace.

Avšak s velikostí populace roste náročnost zpracování dat a v následné identifikaci jedinců stoupá pravděpodobnost chyby. Do budoucna by tento problém mohly vyřešit různé aplikace nebo počítačové programy, které by podle dodaných fotografií dokázaly rozpoznat identickou kresbu jedinců. Další nevýhodou je nutnost dlouhodobého pozorování. Zpravidla jde o monitoring na lokalitě v rádech několika měsíců.

Značení jedinců je možné různými technikami. Tyto techniky mohou být invazivní a neinvazivní. Mezi invazivní metody řadíme zastříhávání prstů, značení pomocí kroužků, tetování a další. Zmíněné kroužky by mohly daného jedince omezit v pohybu nebo znemožnit jeho maskování. Fotoidentifikace podle přirozených vzorů (pattern maps) je naopak metodou neinvazivní (Holicová 2012). Výsledným materiálem je nákres, fotografie nebo naskenovaný snímek jedince (Donnelly et al. 1994). Právě pro svůj neinvazivní přístup a možnost trvalé evidence jedince v databázi (v podobě fotografie) je technika fotoidentifikace jednou z nejoblíbenějších (Läma et al. 2011).

Ke sběru dat byla využita metoda identifikace podle přirozených vzorů (pattern maps). Jedná se o hojně využívanou metodu pro monitoring i ohrožených druhů obojživelníků a plazů, protože nedochází k žádnému fyzickému zásahu do těla. Tato technika vychází z jedinečné konfigurace skvrn každého jedince. Metody využívající přirozené vzory ale můžeme označit jako spolehlivé pouze tehdy, víme-li s jistotou, že se skvrny u daného druhu během jejich života nemění. Determinační oblastí u ropuchy zelené je dorzální strana těla, konkrétněji oblast hlavy a příušních jedových žláz (Adamcová 2015). Je to z toho důvodu, že jsou v těchto místech skvrny větší a lépe rozpoznatelné na rozdíl od skvrn na straně ventrální (Holicová 2012).

Odchyty byly prováděny za pomoci teleskopického rybářského podběráku, kterým jsem ropuchy chytala a vkládala do kyblíku. Následně bylo u každého jedince určeno pohlaví, posuvným měřítkem naměřena velikost těla a pořízena fotografie. Od dubna do června jsem lokalitu navštěvovala každý týden a ve večerních hodinách provedla 4 odchyty během dvou dnů.

Pro manipulaci se zvláště chráněným druhem živočicha mi byla udělena výjimka z Odboru životního prostředí. Podle § 56 odstavce 1 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Číslo jednací: KUOK 33755/2017 ze dne 3. 4. 2017.



Obrázek 8 – odchyt (archiv autora)

3.3. Analýza dat

Tato bakalářská práce navazuje na 3 roky studia Ivety Adamcové a 1 rok výzkumu Adély Nejezové na dané lokalitě. Pořízené fotografie jsem porovnala se snímky z minulých let, identifikovala jedince a novým přiřadila číslo. Také jsem využila vytvořenou galerii jedinců, kterou jsem doplnila. Data o výskytu ropuch na lokalitě jsem zařadila do již existující tabulky v programu Excel. Z nasbíraných dat bylo možné vytvořit graf poměru pohlaví v populaci a meziroční přírůstek velikosti těla u samců a samic.

Při studiu byla použita metoda zpětných odchytů označených jedinců (Jolly 1965). Odhady velikosti populace byly vypočteny pomocí modelů CAPTURE (Otis et al. 1978). Pravděpodobnost odchyty je klíčovým parametrem, podle kterého se početnost populace určuje. Základním omezením při použití jednodušších CR metod, je předpoklad neměnné pravděpodobnosti odchyty, která ale v reálných podmínkách může být variabilní (např. v důsledku změn počasí nebo odlišnosti mezi jedinci). Díky těmto modelům můžeme vypočítat odhady početnosti populace i v případě, kdy pravděpodobnost odchyty není konstantní. CAPTURE modely se podle charakteru variability, kterou daný model v parametru pravděpodobnosti odchyty předpokládá, dělí na základní typy: M0 – žádná, Mt – časová, Mb – behaviorální proměnlivost, Mh – heterogenita mezi jedinci. Existují také různé kombinace těchto modelů (Mtb, Mbh, Mth, Mtbh).

Výpočty byly provedeny v programu MARK (White & Burnham 1999). Tento program umožňuje tvorbu modelů a vzájemné porovnání jejich validity. Také nám umožňuje testovat vliv nezávislých proměnných na pravděpodobnost odchyty (Lukacs 2007). Modely byly porovnány pomocí Akaikeho informačního kritéria AIC (Anderson and Burnham 1999), které bylo upravené pro malé vzorky AICc (Hurvich and Tsai 1989). Nejlépe hodnocený model (nejjednodušší model, který dobře popisuje nasbíraná data) má nejnižší hodnotu AICc. Výsledné odhady demografických parametrů byly vypočítány ze všech variant základního modelu jako průměry vážené pomocí AICc vah (Adamcová 2017).

4. Výsledky

4.1. Odhad velikosti populace

Následující tabulky znázorňují odhady početnosti populace pro samce a samice s uvedením nejlepšího CAPTURE modelu pro daný den odchyty. Vzhledem k tomu, že jsme ke konci reprodukční sezóny populaci nemohli považovat za uzavřenou, nebyla zahrnuta všechna data. Ke konci odchytové sezóny bylo na lokalitě málo jedinců a nebylo tedy možné nasbírat dostatek dat. V tomto případě se modely CAPTURE nepoužívají. Ve dnech, kdy nebyl dostatek podkladů pro výpočty, byl uveden prostý počet odchycených jedinců v tento den.

Tabulka 1 - odhad celkové velikosti populace pro samce

	Model	Estimate	SE	LCI	UCI
26. 04. 2018	Mb	50,13	0,39	0,12	2,42
02. 05. 2018	M0	73,14	0,40	0,13	2,50
08. 05. 2018	Mtb	49,52	2,37	1,99	9,47
25. 05. 2018	M0	22,78	1,93	1,46	8,24
31. 05. 2018	g*Mb	27,27	9,39	5,52	46,24

Tabulka 2 - odhad celkové velikosti populace pro samice

	Model	Estimate	SE	LCI	UCI
26. 04. 2018	Mb	10,02	0,16	0,02	1,05
02. 05. 2018	M0	28,50	0,86	0,45	4,51
08. 05. 2018	Mtb	2,12	0,40	0,11	2,54
25. 05. 2018	M0	4,34	0,67	0,31	3,64
31. 05. 2018	g*Mb	3,20	0,66	0,19	4,19

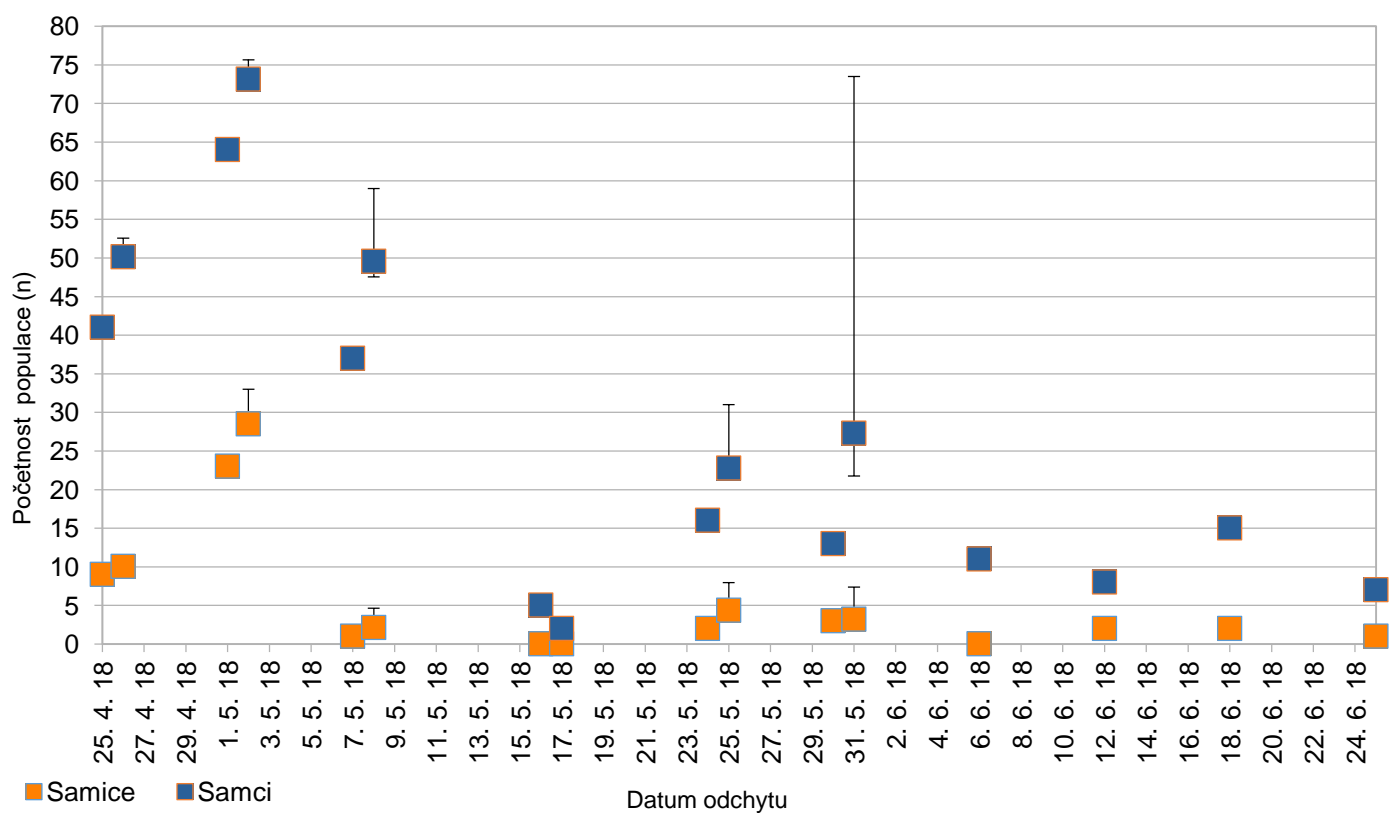
Mb – model předpokládá behaviorální odpověď jedinců na odchyt

M0 – model předpokládá konstantní pravděpodobnost odchyty

Mt – model předpokládá časovou proměnlivost v pravděpodobnosti odchyty

Mtb – kombinace modelů Mt a Mb

g – model rozlišuje samce a samice



Obrázek 9 – početnost populace

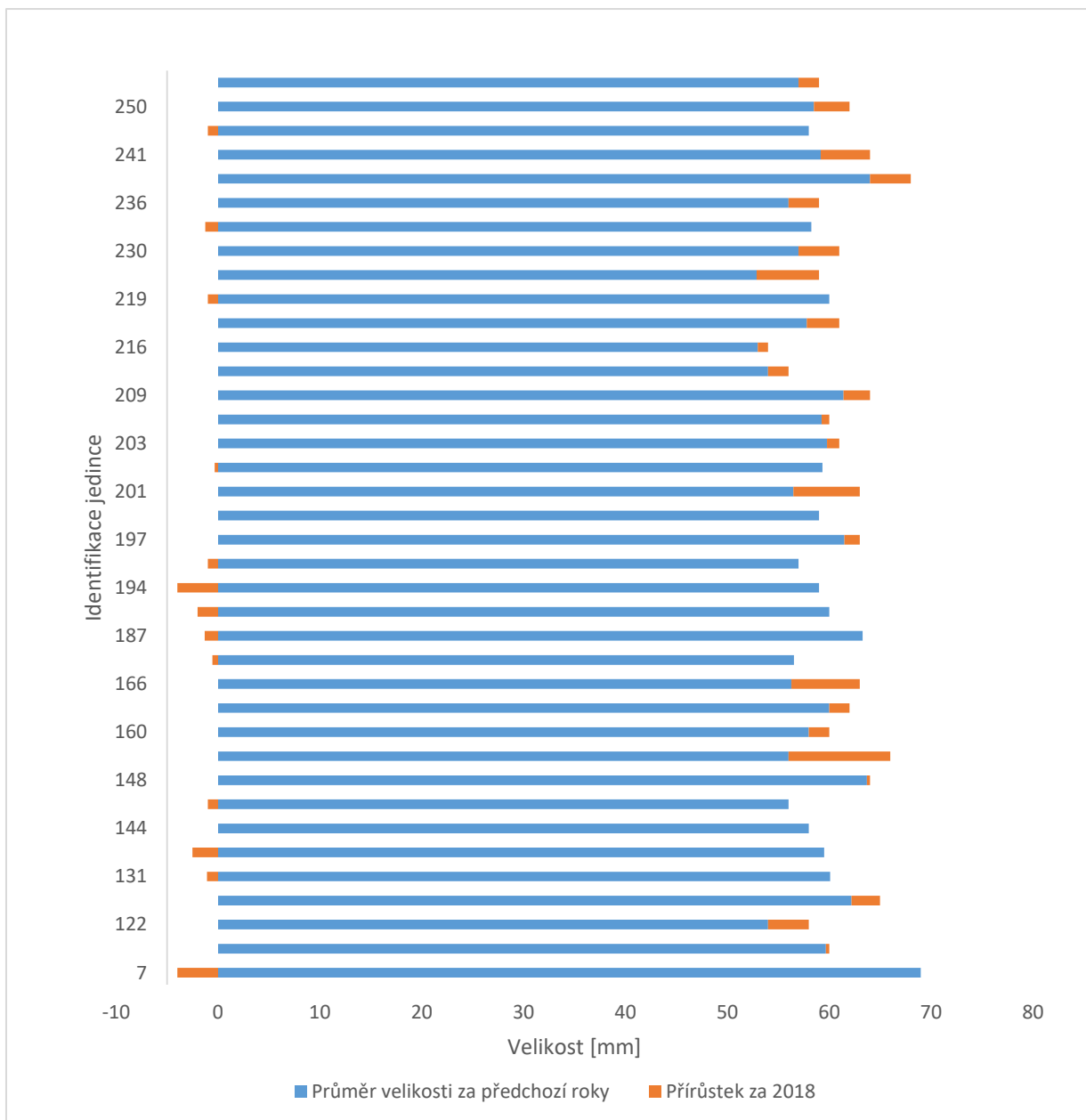
Ze zpracovaných dat je zatím patrné, že došlo k mírnému snížení početnosti. Na jaře roku 2017 se jich na lokalitě vyskytovalo 132, zatímco v roce 2018 to bylo 122 jedinců. Na druhou stranu se výrazně změnil poměr pohlaví ve prospěch samic. V roce 2017 bylo zaznamenáno 105 samců a 27 samic. O rok později se na lokalitě objevilo 82 samců a 40 samic. Růst populace je závislý na počtu samic. V dalších letech tedy můžeme očekávat zase její nárůst.

V sezóně 2018 bylo nalezeno celkem 62 nových jedinců, kteří neměli zápis v historii odchyťů z předchozích výzkumů. Celková databáze ropuch za posledních 5 let nyní činí 321 jedinců s 225 samci a 96 samicemi.

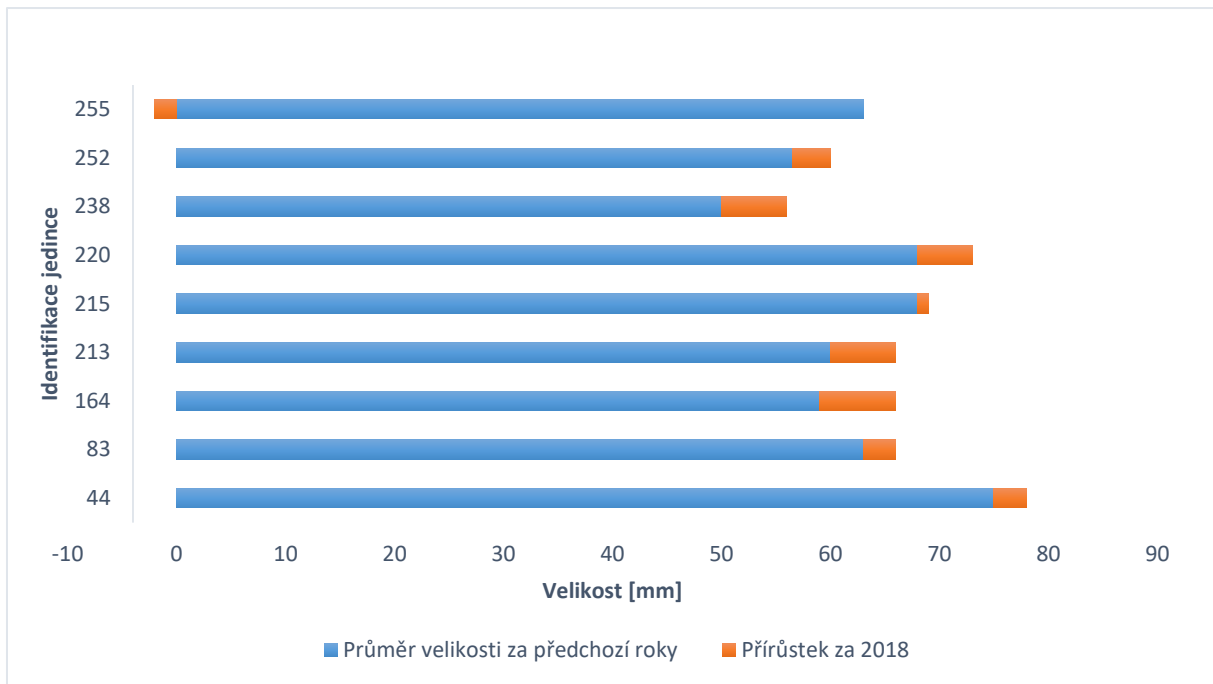
4.2. Poměr pohlaví a přírůstek těla

V roce 2018 jsem chytila 122 jedinců ropuchy zelené, z toho bylo 82 samců a 40 samic, poměr pohlaví tedy byl 2,05. Nejvíce jedinců jsem odchytila 1. 5. 2018, jejichž celkový počet byl 87 (64 samců a 23 samic). Tohoto dne bylo zpozorováno také nejvíce samic za celou sezónu. Nejvíce odchycených samců s počtem 65 bylo dne 2. 5. 2018. Během odchyťů jsem se setkala i s případem, že na lokalitě nebyl jediný zástupce ropuchy zelené. Zhruba v polovině výzkumu, dne 17. 5. 2018, se na lokalitě nenacházela ani jedna žába. Při každém odchyťu výrazně převyšoval počet samců nad počtem samic.

Během analýzy dat jsem identifikovala 55 jedinců, jenž se na lokalitě vyskytovali i v roce 2017. Díky tomu, že máme z tohoto roku záznamy o délce těla jedinců, jsem je mohla porovnat. Průměrný přírůstek těla samců byl 2,8 mm, zatímco samice měly 4,3mm přírůstek těla. V grafu si můžeme všimnout záporných čísel, což by znamenalo, že se daný jedinec od minulého roku zmenšil. To samozřejmě není možné. Jde o chybné měření, které jsem provedla buď já anebo Adéla Nejezová, která výzkum vedla minulý rok. Jedinci se zápornými hodnotami nebyli do průměrného přírůstku započítáni.



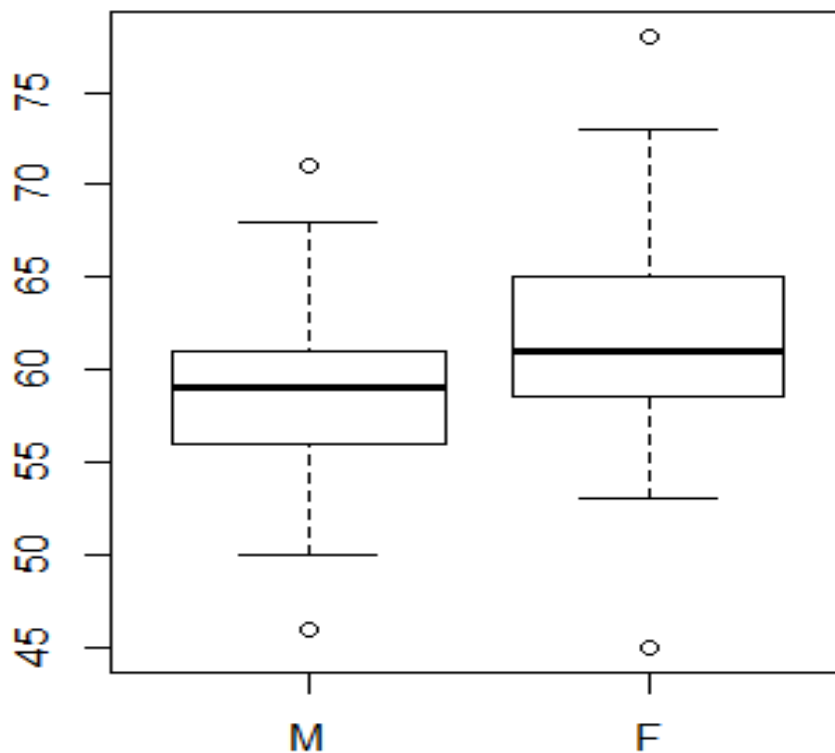
Obrázek 10 – meziroční přírůstek velikosti těla samců



Obrázek 11 – meziroční přírůstek velikosti těla samic

4.3. Průměrná velikost těla a velikostní struktura jedinců

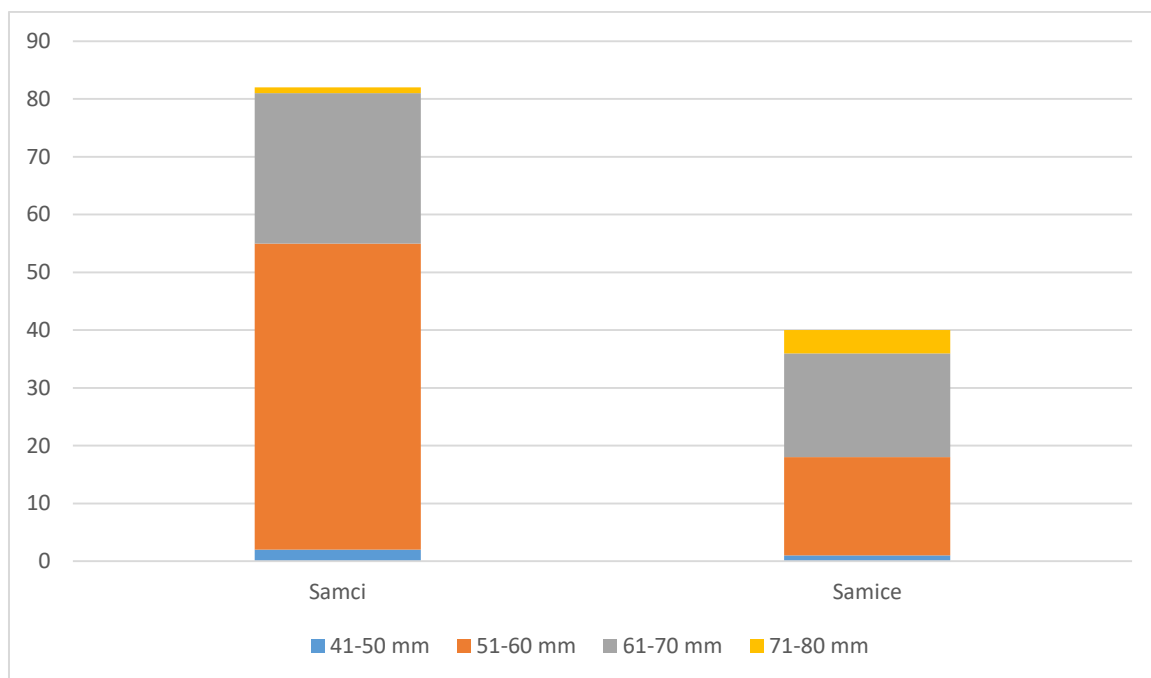
Během odchyťů byla měřena i velikost jedinců. Při zpracování nasbíraných dat jsem zprůměrovala velikosti daného jedince za všechny odchyty, ve kterých byl zaznamenán. Obrázek 12 znázorňuje porovnání délek těl samců a samic. Průměrná velikost těla samců byla 58,92 mm. Průměrná velikost zjištěná u samic byla 61,68 mm. Pro testování jsem využila dvouvýběrový t-test, který známe také jako Welch t-test. P-value byla nižší než 0,05, což znamená, že výsledek je signifikantní a velikost samic se průkazně liší od velikosti samců (t-test; $\alpha = 0,05$; $t = -2,53$; $df = 59,06$; $p\text{-value} < 0,01$). Z grafu je dále patrné, že velikost samců i samic je hodně variabilní. Můžeme si všimnout, že velikost samic je větší než velikost samců.



Obrázek 12 – porovnání velikostí těl samců a samic

Největší samec měřil 71 mm. Na lokalitě se vyskytoval téměř kontinuálně, odchytila jsem ho celkem 20×. Vždy samostatně, nikdy jsem jej nepozorovala se samicí v axilárním amplexu. Velikost největší samice byla 78 mm. Taktéž se v nádrži nacházela v průběhu celé odchytové sezóny. Odchycena byla celkem 10×, z toho ve 3 případech sama a 7× v amplexu se 4 různými samci. Naopak velikost těla nejmenšího samce činila 46 mm. V nádrži byl zaznamenán 9× a to v období od 1. 5. do 16. 5. Vyskytoval se pokaždé sám. Podle jeho velikosti usuzuji, že byl ještě příliš mladý na rozmnožování. Nejmenším jedincem byla samice, která měřila 45 mm. Na lokalitě byla zpozorována pouze 4× (1. 5. a 2. 5.). Rovněž se domnívám, že nebyla pohlavně dospělá. Což by dokazoval její výskyt bez samce a malá velikost.

V počítačovém programu Excel jsem vytvořila graf, ve kterém jsem si zvolila velikostní rozmezí po 10 mm. Do příslušných kategorií jsem rozdělila samce a samice. Z grafu je patrné, že nejvíce odchytených samců mělo velikost od 51 mm do 60 mm. Samice měly největší zastoupení v kategorii od 61 mm do 70 mm. Jedinců s velikostí do 50 mm se vyskytovalo velice málo (2 samci a 1 samice). V kategorii od 71 mm do 80 mm jsem pozorovala 1 samce a 4 samice. Na lokalitě tedy byli převážně odchyteni jedinci s velikostí 50 až 70 mm.



Obrázek 13 – velikostní struktura populace

4.4. Návrh managementu

Velkým problémem na lokalitě jsou vybetonované zidky obklopující celou nádrž. Jako dočasné opatření se na místo instalovala dřevěná prkna, po kterých mohly žáby bez větších obtíží imigrovat nebo emigrovat z lokality. Bohužel se toto opatření neosvědčilo, neboť prkna na lokalitě byla zanedlouho odcizena. Navrhovala bych úplné zbourání některých úseků těchto překážek, které by umožnilo dospělým jedincům jednodušší přístup do nádrže za účelem rozmnožování a mladým jedincům snazší cestu ven z nádrže.

Rozmnožování ropuch je závislé na přítomnosti vody v nádrži. Tato lokalita je pod správou Technických služeb města Olomouce, které nádrž každoročně napouští koncem dubna. Zatímco na jiných lokalitách jsem již pozorovala touto dobou pulce, na ulici Stupkova se ropuchy teprve shromažďovaly u nádrže. Na zmíněných lokalitách byla voda po celý rok a tak žáby nebyly tímto faktorem ovlivněny. Při dalším výzkumu by bylo dobré kontaktovat Technické služby, domluvit dřívější napuštění nádrže a zahájit výzkum už v březnu. Díky tomu bychom mohli vyzorovat pro žáby optimální čas zahájení reprodukčního období na dané lokalitě. Co se týká managementu okolí nádrže, bylo by dobré ropuchám vytvořit přirozené úkryty v podobě nahromaděného kamení, větví apod. Také by se mohlo omezit sekání trávy okolo vodní plochy v době rozmnožování žab a následně v období emigrace mladých jedinců z nádrže.

5. Diskuze

V rámci bakalářské práce byla sledována populace ropuchy zelené v městské zástavbě. Největší reprodukční aktivita byla pozorována 1. 5. 2018, kdy bylo zaznamenáno nejvíce samic (celkem 23). Vrchol reprodukčního období v tomto měsíci ve svých pracích uvádí i Adamcová (2015) a Kovács (2010). Od data 16. 5. 2018 jsem sledovala postupný pokles jedinců na lokalitě. Na začátku rozmnožovacího období početnost populace pomalu stoupala, v určitém bodě dosáhla maxima, tedy reprodukčního vrcholu a následně došlo k pozvolnému klesání počtu jedinců na lokalitě (Duarte et al. 2011). Duarte (2011) popisuje obdobný vývoj populačního poklesu.

Jak jsem již zmínila, během jednoho odchyty jsem na lokalitě nepozorovala žádnou ropuchu. To mohlo být způsobené nižšími teplotami, které zapříčiňují jejich sníženou aktivitu. V takovém případě jsou žáby většinou schované v úkrytech. Během jiných chladných dnů jsem zase pozorovala několik jedinců na břehu nádrže ve strnulém stavu. Naopak v teplých dnech ropuchy vykazovali zvýšenou pohybovou aktivitu. Při odchyty byli značně hbitější. Zvukový projev samců byl intenzivnější.

Odchyty byly prováděny ve večerních hodinách, kdy ropuchy dosahují největší aktivity. Podle Zwach 1990 jsou ropuchy během reprodukčního období aktivní i přes den. Avšak v průběhu mého výzkumu jsem výjimečně chytila nějakého jedince za denního světla. Na lokalitě se začínalo chytat již v podvečer, ale první odchyt trval znatelně déle než druhý právě v důsledku nízké aktivity žab. Teprve při stmívání začali vylézat ze svých denních úkrytů. Druhý odchyt tedy zabral mnohem méně času a vždy bylo odchyceno více jedinců než v odchyty prvním.

Holicová (2012) ve své práci uvádí, že odchyt by měli provádět aspoň 2 lidé. Jeden z nich drží jedince, u kterého určí pohlaví a změří velikost. Druhý člověk zapisuje zjištěné údaje a ropuchu fotí (Holicová 2012). Odchyty jsem tedy prováděla vždy minimálně ve 2 lidech a to dále doporučuji i dalším obdobným výzkumům v budoucích letech.

U jedinců byla během jednotlivých odchyťů naměřená různá velikost těla. Tyto hodnoty byly zprůměrovány a zaokrouhleny. V grafu, který pojednává o přírůstku velikostí jedinců, jsme se setkali se zápornými hodnotami. Jedinci s takovými hodnotami nebyli součástí průměrného přírůstku.

Jednou z příčin nepřesného měření velikosti těla může být přítomnost jedinců v axilárním amplexu. Měření je v takové situaci obtížnější, protože se samec nachází na samici. Při mé studii jsem jedince neoddělovala, pokud byli v amplexu, a proto mohou být délky těla lehce

zkreslené. Jediný případ, kdy jsem oddělila jedince v tomto spojení, bylo, když jsem odchytila živého samce na mrtvé samici. V tomto případě se domnívám, že došlo k přiškrcení samice samcem při páření. Na lokalitě jsem na rozdíl od Adamcové (2015) a Nejezové (2017) pozorovala tedy i mrtvé jedince. Pravděpodobně to souviselo s predací kachnami divokými. Ostatních několik uhynulých jedinců na lokalitě mohl mít na svědomí vandalismus ze strany dětí. Lokalita se nachází v blízkosti školy a tak ropuchy denně přichází do kontaktu s lidmi. Touto problematikou se zabývá studie z roku 2009, která tvrdí, že při daném výzkumu bylo 31% úmrtí ropuch způsobeno právě dětmi (Valkanova et al. 2009).

Demografické parametry byly zjištěny pomocí metody zpětných odchyťů. Metoda Capture-Recapture se zaměřuje převážně na dospělé jedince, kvůli obtížnosti odhadu přežití larev v terénních podmínkách (Ribeiro a Rebelo 2011). Doba největšího ohrožení je pro ropuchy právě v průběhu larválního vývoje (Mikátová & Vlašín 2002).

Ve studii byla využita metoda fotoidentifikace podle přirozených vzorů (pattern maps). Mezi přednosti této metody se nejčastěji uvádí její neinvazivní přístup. Při zpracování dat jsem porovnávala fotografie z předchozích odchyťů a u ropuch s několikaletým výskytem na lokalitě jsem mohla porovnat snímky konkrétních jedinců během 5 let. Adamcová 2015 ve své diplomové práci uvádí jednu z nevýhod výše zmíněné techniky fotoidentifikace a tou je možnost změny kresby skvrn v průběhu života jedince. Při svém několikaletém výzkumu však tento jev nepozorovala. Tuto skutečnost potvrzuje i Nejezová (2018) ve své práci. Naopak při analýze mých dat jsem narazila na odlišné zbarvení u jedinců s identickou kresbou skvrn. Novým poznatkem mého výzkumu tedy byla skutečnost, že samci „zelenají“. Zajímavé je, že u samic jsem žádné změny tohoto typu nepozorovala. Kresba skvrn se během života nemění, žáby ale blednou a ztrácí kontury a celkový kontrast skvrn vůči podkladu. Barvu ztrácí také bradavice. Bohužel jsem nenašla žádnou studii, která by se touto problematikou zabývala. I s přihlédnutím na použití různých fotoaparátů a vyfocení ropuchy z odlišného úhlu, je zřejmé, že se jedná o stejného jedince. Toto „zezelenání“ bylo pozorováno u více samců.



Obrázek 14 - samec č. 39 chycený roku 2014



Obrázek 15 - samec č. 39 chycený roku 2018

V roce 2018 bylo chyceno celkem 122 jedinců ropuchy zelené, 82 samců a 40 samic. Poměr pohlaví tedy byl 2,05. Podobný výsledek uvádí Green (2013) ve své práci, kde byl poměr pohlaví také vychýlen na stranu samců (1,43). V publikaci odhadoval početnosti obou pohlaví u druhu *Anaxyrus fowleri* z čeledi Bufonidae. Tento nevyrovnaný poměr může způsobovat vysoká úmrtnost samic a dřívější pohlavní dospělost samců (Loman et al. 2010).

Pro testování průměrné velikosti těla jsem využila dvouvýběrový t-test. U samců vyšel průměr 58,92 mm. Průměrná velikost těla zjištěná u samic byla 61,68 mm. Samice tedy dosahovaly průměrně větších velikostí než samci. Tuto skutečnost uvádí mnoho dalších studií, např. Hrabě 1973, Arnold 2002, Zwach 2013, Adamcová 2017, Sosnová 2017, Nejezová 2018. Samice vkládají větší investice do reprodukce. To by mohlo vysvětlovat jejich větší velikost oproti samcům (Castellano et al. 2004). Taktéž se většina odborných publikací shoduje se skutečností většího průměrného meziročního zvětšení těla u samic než u samců. Průměrný přírůstek těla samců byl 2,8 mm, zatímco samice měly 4,3mm přírůstek těla.

V minulých letech se sbírala data o velikosti jedinců, ale podle velikosti ropuchy nemůžeme určit její věk. Na základě předchozích odchytů mohu tedy jen odhadovat stáří jednotlivců, např. podle toho, v kolika reprodukčních sezónách se daný jednotlivec vyskytl. U obojživelníků se pro stanovení věku jedince nejčastěji využívá metody skeletochronologie. Ta je založená na každoročním nárůstu vrstev viditelných na příčném řezu delších kostí. Na velikosti a tvaru ročního přírůstku se odráží sezónní změny. Metoda spočívá v uštípnutí čtvrtého prstu pravé zadní nohy. Následně prst projde sérií různě koncentrovaných roztoků. Nakonec je druhý článek daného prstu nařezán na tenké příčné řezy a obarven Hematoxylenem. Pod mikroskopem je spočítán počet vrstev, který odpovídá rokům jedince (Kutrup Bilal et al. 2011). V budoucnu by se výzkum mohl zaměřit na věkovou strukturu populace prostřednictvím této metody.

6. Závěr

Výzkum populace ropuchy zelené na jaře roku 2018 byl pátým rokem odchyťů na lokalitě Stupkova v dlouhodobě plánovaném monitoringu. V období od 25. 4. do 25. 6. 2018 jsem nasbírala v terénu potřebné údaje, abych následně mohla identifikovat jedince, určit poměr pohlaví, odhadnout početnost populace.

Při analýze dat jsem zaznamenala několik jedinců, kteří se na lokalitu každoročně vraceli po celou dobu výzkumu (2014-2018). Během tohoto roku bylo nalezeno celkem 62 nových jedinců, kteří neměli zápis v historii odchyťů z předchozích výzkumů. Databáze ropuch na ulici Stupkova za posledních 5 let nyní činí 321 jedinců (225 samců a 96 samic). Při každém odchytu výrazně převyšoval počet samců nad počtem samic. Průměrnou velikost samců a samic jsem testovala dvouvýběrovým t-testem. U samců byla velikost 58,92 mm. Průměrná velikost zjištěná u samic byla 61,68 mm. Největší samec měřil 71 mm. Naopak nejmenším jedincem byla samice s velikostí 45 mm.

Pro tuto populaci by bylo dobré zaměřit se na management jejich lokality a šířit osvětu o ropuše zelené mezi místními. Do budoucna jsem navrhovala stržení betonových zídek, dřívější napuštění nádrže a také vytvoření nových úkrytů v okolí nádrže. V této práci bych chtěla pokračovat v navazujícím studiu diplomovou prací.

7. Seznam použité literatury

Adamcová I. (2015): Reprodukce ropuchy zelené v urbanizovaném prostředí města Olomouce. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc.

Adamcová I. (2017): Demografické parametry ropuchy zelené na lokalitě Stupkova v Olomouci. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc.

Alford R. & Richards S. J. (1999): Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 30: 133-165.

Anderson D. R., Burnham K. P. (1999): Understanding information criteria for selection among capture-recapture or ring recovery models. *Bird Study* 46: 14-21.

Arnold N. (2002): A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. 2nd ed. Collins, Londýn.

Baruš V., Oliva O., Král B., Opatrný E., Reháček I., Roček Z., Roth P., Špínek Z., Vojtková L. (1992): Fauna ČSFR: Obojživelníci (Amphibia). Academia, Praha.

Bejček V., Šťastný K. et al. (2001): Metody studia ekosystém. Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta. 110: 80-85.

Berger L., Speare R., Daszak P., Green D. E., Cunningham A. A., Goggin C. L., Slocumbe R., Ragan M. A., Hyatt A. D., McDonald K. R., Hines H. B., Lips K. R., Marantelli G., Parkes H. (1998): Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Science*. 95: 9031-9036.

Castellano S., Cucco M., Giacoma C. (2004): Reproductive Investment of Female Green Toads (*Bufo viridis*). *Copeia*. 3: 659 - 664.

Civiš P., Vojar J., Baláž V. (2010): Chytridiomykóza – nová hrozba pro naše obojživelníky? *Ochrana přírody*. 4: 18-20.

Cogger H. G. (2014): *Reptiles and Amphibians of Australia*. CSIRO Publishing: 31.

Del Lãma F., Rocha M. D., Andrade M. A., Nascimento L. B. (2011): The Use of Photography to Identify Individual Tree Frogs by Their Natural Marks. *South American Journal of Herpetology*. 6(3):198-204.

Donnelly, M. A., Gutoad, C., Juterbock, J. E., Alford, R. A. 1994. Techniques for marking amphibians. In: Heyer W. R., Donnelly M. A., Mc Diarmind R. W., Hayek L. C., Foster M. S., (1994): *Measuring and Monitoring biological diversity: standart methods for amphibians*, 275-276, Smithsonian Institution Press. Washington, DC, USA.

Duarte A., Brown D. J., Forstner M. R. J. (2011): Estimating Abundance of the Endangered Houston Toad on a Primary Recovery Site. *Journal of Fish and Wildlife Management*. 2(2): 207 - 215.

Dungel J. & Řehák Z. (2011): *Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky*. Akademie věd České Republiky, Praha.

Dykyjová D. et al. (1989): *Metody studia ekosystémů*. Academia Praha. 455-456.

Fahring L., Pedlar J. H., Pope S. E., Taylor P. D., Wegner J. F. (1995): Effect of road tradic on amphibian density. *Biological Conservation*. 73: 177-182.

Gaisler J. & Zima J. (2007): *Zoologie obratlovců*. Academia, Praha.

Green David M. (2013): Sex ratio and breeding population size in Fowler's Toad, *Anaxyrus* (= *Bufo*) *fowleri*. *Copeia*. 4: 647 - 652.

Hodrová M. (1977): Kolik ropuch žilo v tůni v době páření. *Živa* 24. 6 :225-226.

Holicová T. (2012): Individuální značení a rozpoznávání obojživelníků. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Houlahan J. E., Findlay C. S. et al. (2000): Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* 404: 752-755.

Hrabě S. (1973): Klíč našich ryb, obojživelníků a plazů. Státní pedagogické nakladatelství.
Hurvich C. M. & Tsai C. L. (1989): Model selection for extended quasi-likelihood models in small samples. *Biometrics*. 51: 1077-1084.

Hurvich C. M., Tsai C. L. (1989): Model selection for extended quasi-likelihood models in small samples. *Biometrics* 51: 1077-1084.

Jeřábková L., Krása A., Svoboda A. (2013): časopis Ochrana přírody: Obojživelníci v ohrožení.

Jeřábková L. (2017): Pracovní číselník obojživelníků AOPK ČR.

Jolly G. (1965): Explicit estimates from capture – recapture data with both death and immigration – stochastic model. *Biometrika* 52: 225 – 247.

Keisecker J. M., Blaustein A. R., Belden L. K. (2001): Complex causes of amphibian population declines. *Nature*. 410: 681-684.

Kovács É. -H., Sas I. (2010): Aspects of breeding activity of *Bufo viridis* in an urban habitat: a case study in Oradea, Romania. *Biharean Biologist* 4: 73-77.

Kutrup Bilal et al. (2011): Age and Growth of the Green Toad, *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) from an Island and a Mainland Population in Giresun, Turkey

Loman J., Madsen T. (2010): Sex ratio of breeding Common toads (*Bufo bufo*) – influence of survival and skipped breeding. *Amphibia-Reptilia*. 4: 509 - 524.

Lukacs P. (2007): Closed population capture-recapture models. In: Program MARK. "A Gentle Introduction", 5th Edition. Cooch E., White G., Eds.

Maštera J. & Mašterová A. (2017): Obojživelníci Vysočiny. Pobočka České společnosti ornitologické na Vysočině, Jihlava.

Mikátová B. & Vlašín M. (2002): Ochrana obojživelníků: Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 1. ČSOP „Ochrana biodiverzity“, Brno.

Mikátová B., Vlašín M. (2004): Obojživelníci a doprava: Doplněk k metodice č. 1 ČSOP. ZO ČSOP Veronica, Brno.

Nejezová A. (2018): Životní historie ropuchy zelené v urbanizovaném prostředí města Olomouce. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc.

Opatrný E. (1979): Několik poznámek k potravní biologii ropuchy zelené, *Bufo viridis*, Laurenti, 1768. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium – TOM 63: 231 – 238.

Otis D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson (1978): Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monographs 62. 135 pp.

Perglová K. (2009): Halucinogenní ropuchy. Univerzita Karlova Praze, 1. LF. 12-13.

Plesník J., Hanzal V., Brejšková, L. (2003): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Obratlovci. Příroda, AOPK ČR Praha, 22: 1-184.

Ribeiro J., Rebelo R. (2011): Survival of *Alytes cisternasii* tadpoles in stream pools: a capture-recapture study using photo-identification. Amphibia-Reptilia, 32: 365 - 374.

Roček Z. (2002): Historie obratlovců. Academia, Praha.

Schmidt B. R., Schaub M., Anholt B. R. (2002): Why you should use capture-recapture methods when estimating survival and breeding probabilities: on bias, temporary emigration, overdispersion and common toads. *Amphibia-Reptilia*, 23: 375 – 388.

Sosnová T. (2017): Populace a trofické spektrum ropuchy zelené (*Bufo viridis*) v období rozmnožování v urbanizovaném prostředí města Olomouce. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc.

Šandera M. (2019): Mapa rozšíření *Bufo viridis* v České republice. In: Zicha O. (ed.) Biological Library – Biolib. Dostupné na: <https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id80/>

Valkanova M. V., Mollov I. A. & Nikolov B. N. (2009): Mortalities of the Green Toad, *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) in Urban Environment: A Case Study from the City of Plovdiv. *Ecologia Balkanica*

Vojar J. (2007): Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1 Českého svazu ochránců přírody. Louny: ZO ČSOP Hasina Louny.

Wells K. D. (2007): The ecology and behaviour of amphibians. The University of Chicago press, Chicago, 932 – 935.

White G. & Burnham K. (1999): Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: 120 – 139.

Zavadil V., Sádlo J., Vojar J. (2011): Biotopy našich obojživelníků a jejich management: Metodika AOPK ČR, Praha.

Zwach, I. (1990): Naši obojživelníci a plazi ve fotografii. SZN, Praha.

Zwach I. (2013): Obojživelníci a plazi České republiky. Grada, Praha.