

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Zoologie



Stanovištní nároky hnědých skokanů v období rozmnožování

Breeding habitats of brown frogs

Bc. Lucie Žáčková

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Martin Šandera, Ph.D.

Praha 2015

Poděkování

Děkuji svému školiteli RNDr. Martinu Šanderovi, Ph.D. za věnovaný čas a trpělivost.

Ráda bych také poděkovala všem, kteří mi pomohli dokončit diplomovou práci. Děkuji Mgr. Jindřichovi Brejchovi za cenné rady a připomínky. Dále Mgr. Jakubovi Kreisingerovi, Ph.D. a Ing. Marku Brabcovi, Ph.D. za konzultace spojené se zpracováním dat.

Velké poděkování patří celé mé rodině a manželovi, kteří mě vždy během studia, i mimo něj, plně podporovali a bez kterých bych jen stěží dokázala to, co doted'.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury a informačních zdrojů.

Tato diplomová práce nebyla předložena k získání jiného akademického titulu.

V Praze, 13. 8. 2015

.....

Obsah

1. Abstrakt (Abstract)	6
2. Úvod	8
2.1. Cíle	10
2.2. Skokan ostronosý (<i>Rana arvalis</i>)	11
2.3. Skokan štíhlý (<i>Rana dalmatina</i>)	12
2.4. Skokan hnědý (<i>Rana temporaria</i>)	15
2.5. Seznam zkratek	17
3. Materiál a metodika	19
3.1. Charakteristika lokalit	19
3.1.1. Královéhradecký kraj	22
3.1.1.1. Dobrá Voda u Hořic	22
3.1.1.2. Kovač	22
3.1.1.3. Prachov, Holín	23
3.1.2. Středočeský kraj	23
3.1.2.1. Bakov nad Jizerou	23
3.1.2.2. Kamenice	24
3.1.2.3. Kamenice, Olešovice	24
3.1.2.4. Kamenice, Skuheř	25
3.1.2.5. Kamenice, Těptín	26
3.1.2.6. Ledce	27
3.1.2.7. Pěčice	28
3.1.3. Kraj Vysočina	28
3.1.3.1. Pavlov	28
3.2. Průběh sběru dat	29
3.2.1. Měřené hodnoty	32
3.3. Zpracování údajů	33
3.4. Zpracování výsledků	35
3.4.1. Použité statistické modely	35
3.4.2. Grafické vyjádření výsledků	36
4. Výsledky	37
4.1. Prezence jednotlivých druhů na lokalitě	37
4.1.1. Parametry reprodukčních nádrží	37

4.1.2. pH reprodukčních nádrží	38
4.2. Mezidruhové rozdíly ve způsobu uchycení	39
4.2.1. Hloubka v místě uchycení snůšek	39
4.2.2. Podíl vodní vegetace v reprodukční nádrží	42
4.2.3. Vzdálenost uchycených snůšek od břehu	43
4.2.4. Vzdálenost uchycených snůšek od sousedních snůšek	44
4.2.5. Mezidruhové rozdíly v uchycení snůšek	45
4.2.6. Způsob uchycení snůšek	46
5. Diskuze	48
6. Závěr	52
7. Seznam použité literatury	53
8. Přílohy	60
8.1. Výskyt hnědých skokanů na konkrétních lokalitách	60

1. Abstrakt

Stanovištní nároky hnědých skokanů na výběr reprodukčních nádrží byly sledovány na 19ti lokalitách na území Královéhradeckého kraje, Středočeského kraje a kraje Vysočina. Konkrétní lokality byly vybrány tak, aby zahrnovaly co největší škálu od sebe odlišných stanovišť. Jednotlivé lokality se vzájemně lišily druhovým zastoupením hnědých skokanů, celkovou plochou, hloubkou, vodní a okolní vegetací. Sběr dat o umístění snůšek tří druhů našich žab – skokana ostronosého (*Rana arvalis*), skokana štíhlého (*Rana dalmatina*) a skokana hnědého (*Rana temporaria*) – probíhal v jarních měsících, od konce března do konce dubna, od roku 2012 do roku 2015. Za toto období byla nasbírána data z 927 snůšek zmíněných druhů. Data byla získávána neinvazivním způsobem, kdy parametry umístění jednotlivých snůšek (uchycení, počet míst uchycení, vzdálenost měřených snůšek od břehu a sousedních snůšek atd.) byly změřeny přímo v reprodukční nádrži. Na každé lokalitě došlo i k zaznamenání potřebných kritérií nádrže a okolního prostředí (prezence hnědých skokanů, celková plocha a hloubka nádrže, přítomnost a hustota vodní vegetace, okolní vegetace, teplota ovzduší, teplota a pH vody apod.).

Předložené výsledky v této práci potvrzují, že zmíněné tři druhy hnědých skokanů mají v některých parametrech rozdílná kritéria při výběru reprodukčních nádrží a stanovišť. Na lokalitách s reprodukcí všech tří druhů dochází k posunu prostorových i časových nik. Toto zjištění druhově specifických nároků je významné i pro ochranu zmiňovaných druhů např. při navrhování a realizaci managementových úprav prostředí lokalit.

Klíčová slova: abiotické parametry, mezidruhová kompetice, prostorová nika, reprodukční nádrže, umístění snůšek, vegetace

Abstract

The requirements of true frogs on breeding sites were monitored at 19 locations in the Hradec Králové Region and the Central Bohemia Region and Vysočina Region. Specific sites were selected according to the high variability. Breeding sites are mutually different representation of true frogs, water volume, depth, water and surrounding vegetation. The data of oviposition three different species of czech frogs – moor frog (*Rana arvalis*), agile frog (*Rana dalmatina*) and common frog (*Rana temporaria*) – were collected in the spring months, from the end of March until the end of April, from 2012 to 2015. During this period were collected data from 927 egg clutches of these species. The data were obtained by non-invasive way – measuring of individual clutches directly on the reproductive site. At each breeding site was also recorded the required parameters of the breeding pond and the surrounding environment (presence of true frogs, the water volume and depth of the pond, the presence and density of aquatic vegetation, surrounding vegetation, air and water temperature, pH value of water, etc.).

The results presented in this work confirm that the three species of true frogs have, in some parameters, different standards to select of breeding sites. This clarification of species-specific claims is also important for the protection of the mentioned species e.g. the design and realization of management changes in environment.

Key words: abiotic parameters, breeding site, interspecific competition, oviposition, spatial niche, vegetation

2. Úvod

Odborná literatura přináší velké množství prací, ve kterých se autoři zabývali reprodukční biologii hnědých skokanů. Ale už méně autorů zaměřilo svoji pozornost na specifické nároky při výběru reprodukčních stanovišť jednotlivých druhů – skokana ostronosého (*Rana arvalis* Nilsson, 1842), skokana štíhlého (*Rana dalmatina* Fitzinger In Bonaparte, 1839) a skokana hnědého (*Rana temporaria* Linnaeus, 1758). Zmíněné druhy jsou morfologicky podobné, vyskytují se sympatricky a syntopicky, ale využívají rozdílné prostorové a časové niky (Opatrný, 1985; Bartoň et Rafiński, 2006), více o časových a prostorových nikách kapitola 2.2. – 2.4. Mezidruhové rozdíly v nárocích při umístování snůšek v reprodukčních nádržích byly sledovány zprvu pouhým pozorováním (Zavadil, 1984a), později byly pro jednotlivé druhy některé parametry statisticky zpracovány (Laurila, 1998; Bartoň et Rafiński, 2006; Ficetola et al., 2006a). Ovšem odborná práce, která by se zabývala kvalitativním a kvantitativním zhodnocením umístování snůšek v reprodukční nádrži u všech tří druhů najednou v České republice či v zahraničí, nebyla nalezena.

Abiotické i biotické parametry vodních nádrží a okolního prostředí hrají důležitou roli při výběru reprodukčního místa organismy, pro které není charakteristická rodičovská péče o potomstvo (Smith, 1987; Skelly, 2001; Semlitsch et Bodie, 2003). Výběr míst určených pro následnou reprodukci je nezanedbatelným mechanismem reprodukční etologie (Rehák, 1992; Köhler et al., 2011), který silně ovlivňuje rodičovský reprodukční úspěch a zvyšuje tak fitness potomků (Smith, 1987; Laurila, 1998; Kiesecker et Skelly, 2000; Binckley et Resetarits 2008; Grözinger et al., 2012). Výsledky studií dokazují, že výběr reprodukčního místa je mnohem složitější, než se zdálo, a hraje v tom významnou roli mnoho proměnných (Laurila, 1998; Grözinger et al., 2012), viz Tab. 1. Nejdůležitějšími parametry, na kterých se shodne většina autorů, jsou: pH vody, přítomnost vodní vegetace a hloubka vodního sloupce v místě umístění snůšky (Strijbosh, 1979; BeeBee, 1985; Pierce et Harvey, 1987; Grözinger et al., 2012). Autoři se také shodnou na negativním vlivu prezence starších jedinců pulců, kteří dokáží chemicky zpomalovat vývoj mladších pulců (Pikulik, 1977; Tata, 2003) a také přítomnosti ryb v reprodukčních nádržích (Hopey et Petranka, 1994; Laurila, 1998; Chivers et al., 2001). Podle nedávných studií nejsou obojživelníci tak bezbranní v detekci predátora ve vodní nádrži (Sharbati et Osculati 2006; Marshall et Uller 2007), jak se ještě dříve tvrdilo (Laurila et Aho, 1997). Výběr reprodukční nádrže nevyplývá pouze z environmentálních potřeb daného druhu, ale také z jeho chování – nádrž totiž může být vybrána buď omylem jedinci vstupujícími

prvně do reprodukce, nebo pozdním probuzením z hibernace a vybráním tak nejbližší nádrže či nádrže s nejmenším počtem konkurentů (Grözinger et al., 2012).

Tab. 1: Přehled sledovaných a měřených parametrů reprodukčních nádrží a jejich okolí u hnědých skokanů (RA = *Rana arvalis*; RD = *Rana dalmatina*; RT = *Rana temporaria*)

Měřené parametry	Autoři					
	Laurila, 1998	Bartoň et Rafiński, 2006	Ficetola et al., 2006a	Loman et Andersson, 2007	Vojar et al., 2008	Grözinger et al., 2012
denzita jedinců	RT	RD + RT		RA + RT		
hloubka - nádrže	RT		RD		RD	RT
hloubka - sedimentu						RT
hloubka - v místě uložení snůšky	RT					
listový opad						RT
množství sapropelu						RT
objem nádrže						RT
okolní nádrže do 100 – 300 m					RD	
okolní vegetace - rostliny a keře		RD + RT		RA + RT		RT
okolní vegetace - stromy		RD + RT	RD	RA + RT	RD	RT
pH	RT	RD + RT				RT
plocha volné vodní hladiny nádrže						RT
plocha vodní nádrže	RT	RD + RT		RA + RT	RD	
predátoři - bezobratlí	RT					
predátoři - čolci	RT					RT
predátoři - ryby	RT					
průhlednost						RT
přítomnost okřehku (<i>Lemna</i> sp.)						RT
rostliny v okolí					RD	RT
sklon břehu			RD		RD	RT
teplota vody						RT

typ stromů v okolí						RT
vodní tok						RT
vodní vegetace	RT	RD + RT	RD		RD	RT
vzhled dna nádrže		RD + RT				RT

2. 1. Cíle

Hlavním cílem diplomové práce bylo osvětlit nároky hnědých skokanů při výběru reprodukčních stanovišť.

Sledování parametrů stanovišť a měření snůšek mělo pomoci zodpovědět otázky: Lze nalézt konkrétní parametry reprodukčních nádrží, podle kterých by se dokázaly specifikovat vodní nádrže pro jednotlivé druhy hnědých skokanů? Pomohou tyto informace k zlepšení managementu vodních ploch v České republice? A jsou poznatky získané zpracováním dat pro tuto práci vůbec v praxi využitelné a přínosné?

Výzkum spojen s touto diplomovou prací zahrnoval monitoring hnědých skokanů, jakým způsobem jednotlivé druhy umisťují snůšky ve vybraných nádržích a jak se od sebe jednotlivé nádrže liší.

Konkrétní cíle diplomové práce lze shrnout do následujících bodů:

1. Prokázat vliv vybraných abiotických a biotických faktorů na výběr reprodukčních stanovišť českých hnědých skokanů.
2. Specifikovat mezidruhové rozdíly ve stanovištních preferencích sledovaných druhů žab.
3. Definovat interspecifické odlišnosti ve způsobu umístění snůšek v reprodukční nádrži.

2.2. Skokan ostronosý (*Rana arvalis*)

R. arvalis je v červeném seznamu IUCN charakterizován jako málo dotčený druh (LC, Least Concern), kterého lze díky jeho širokému geografickému rozšíření potkat od severovýchodní Francie a Belgie na západě, až po polární kruh na severu Evropy a směrem na východ až po ruské pohoří Ural, Kazachstán a Sibiř (IUCN, 2014; Rafiński et Babik, 2000; Lyapkov, 2008b; Roček et Šandera, 2008). Červený seznam ohrožených druhů České republiky ovšem zahrnuje *R. arvalis* mezi druhy ohrožené (EN, Endangered) (Zavadil et Moravec, 2003), podle zákona č. 114/1992 Sb. a jeho prováděcí vyhlášky č. 395/1992 Sb. je *R. arvalis* řazen mezi kriticky ohrožené druhy se zpřísněnou ochranou dle novelizované vyhlášky č. 175/2006 Sb. V České republice *R. arvalis* obývá nesouvislý areál (Šandera et al., 2008). Vyskytuje se zde sympatricky a syntopicky nejen s *R. temporaria*, ale i s *R. dalmatina* (Rehák, 1992; Lardner, 2000; Loman, 2008).

Odborná literatura poskytuje rozporuplné údaje o výskytu *R. arvalis* v přírodě. Někteří autoři uvádějí, že zástupci *R. arvalis* upřednostňují vlhčí biotopy typu rašelinišť, vřesovišť, bažin, slatin či podmáčených luk a polí (Vos et Chardon, 1998; Arnold et Ovenden, 2002). Podobného názoru je i Rehák (1992), který ovšem tuto preferenci vlhkých stanovišť podmiňuje sympatrickým výskytem s *R. dalmatina* a geografickým rozšířením druhu (Rehák, 1992). Lze se ovšem setkat i s opačným tvrzením, které popisuje *R. arvalis* jako druh preferující teplejší a aridnější podmínky, čímž se odlišuje od výskytu *R. temporaria* (Opatrný, 1985). Od *R. temporaria* se také odlišuje výškovým rozšířením, kdy se nejčastěji vyskytuje v teplejších nížinách, či na lokalitách do 800 m n. m. (Zavadil, 1993; Arnold et Ovenden, 2002; Šandera et al., 2008).

Nejčastěji *R. arvalis* využívají za účelem reprodukce různě velké vodní nádrže od periodických tůní až po okraje velkých rybníků (Zavadil et Dandová, 1997; Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002). Rozmnožují se jak v trvalých, tak v dočasných vodních nádržích (Lardner, 2000; Lyapkov, 2008a). Loman et Andersson (2007) se však přiklánějí, na základě svých výsledků, k tomu, že *R. arvalis* preferuje permanentní vodní nádrže (Loman et Andersson, 2007). Bezpodmínečně nutným parametrem reprodukční nádrže je však přítomnost litorální vegetace (Šandera et al., 2008). I když se *R. arvalis* vyskytují syntopicky se *R. temporaria* i *R. dalmatina*, tak mají rozdílné stanovištní nároky (Lardner, 2000). Období reprodukce trvá v našich klimatických podmínkách přibližně 4 – 14 dní (Rehák, 1992; Šandera, 2003).

Snůšky *R. arvalis* jsou umístovány v reprodukčních nádržích jednotlivě či v různě velkých agregacích (Loman et Andersson, 2007; Maštera, 2008). Snůšky v takovýchto shlucích bývají navzájem od sebe dobře rozeznatelné z důvodu nesplývání rosolovitých obalů (Zavadil et Leypold, 1986). V některých případech lze najít snůšky *R. arvalis* i *R. temporaria* nahloučené dohromady na stejném místě (Šandera, 2003; Loman et Andersson, 2007; vlastní pozorování). Samci *R. arvalis* čekají na samice skrytí v mělčinách. Abundance samců na metru čtverečním může dosahovat 20 – 25 jedinců (Rehák, 1992; Lardner, 2000).

Velikost populace *R. arvalis* se v reprodukčním období na určeném místě zjišťuje počtem vokalizujících samců a počtem snůšek (Rehák, 1992; Vos et Chardon, 1998). Pokud ovšem je populace skokanů v nádrži větší než 50 kusů, je obtížnější určit přesný počet samců (Vos et Chardon, 1998). Počet snůšek nám poskytuje přesnější informace o množství rozmnožujících se samic ve sledovaném roce, protože průměrná samice snese za sezónu jednu snůšku vajíček (Rehák, 1992; Griffiths et Raper, 1994; Vos et Chardon, 1998; Loman et Andersson, 2007) s množstvím 1 000 – 3 000 vajíček (Rehák, 1992; Šandera, 2003; Maštera, 2008). Lze se ale setkat i s údaji, že jedna samice *R. arvalis* může naklásť i dvě snůšky v jednom rozmnožovacím období o celkovém počtu až 4 000 vajíček, což je i maximální uváděný počet vajíček (Arnold et Ovenden, 2002). Rozměry snůšky *R. arvalis* se pohybují nejčastěji okolo 10 cm (vlastní pozorování; Loman, 2008). Vajíčka *R. arvalis* dosahují i s rosolovitým obalem 6 – 9 mm (Rehák, 1992; Šandera, 2003). Samotné zárodky nejsou větší jak 2 mm (Loman, 2008; Lyapkov, 2008a; Maštera 2008). Doba líhnutí pulců se liší v závislosti na klimatických podmínkách v daném prostředí (Laugen et al., 2003). V našem podnebí se vývoj pohybuje od 1 – 3 týdnů. Larvální vývoj trvá nejčastěji 60 – 120 dní (Lác; 1968; Rehák, 1992).

2.3. Skokan štíhlý (*Rana dalmatina*)

R. dalmatina je stejně jako *R. arvalis* charakterizován v červeném seznamu IUCN jako málo dotčený druh (LC, Least Concern), v České republice patří podle červeného seznamu mezi druhy téměř ohrožené (NT, Near Threatened) (IUCN, 2014; Zavadil et Moravec, 2003) a dle vyhlášky 395/1992 Sb. mezi silně ohrožené. Areál rozšíření tohoto druhu se rozprostírá od Francie na západu, přes Apeninský a Balkánský poloostrov až po západní Turecko na východě. Německo a Česká republika tvoří severní hranici souvislého areálu rozšíření *R. dalmatina* (Rehák, 1992; Bonk et al., 2012; IUCN, 2014), ale existují údaje i o jeho

postupném šíření za česko-polskou hranici (Najbar et al., 2011). Dál na sever je výskyt *R. dalmatina* ostrůvkovitý a zasahuje až na jih Švédska (Rehák, 1992; Moravec, 1994; Arnold et Ovenden, 2002). Podle některých autorů se *R. dalmatina* vyskytuje syntopicky pouze s *R. temporaria* (Hartel, 2005; Bartoň et Rafiński, 2006), ale vlastní data a záznamy jiných autorů ovšem potvrzují společný výskyt i s *R. arvalis* (Rehák, 1992; Lardner, 2000; vlastní pozorování).

R. dalmatina preferuje převážně světlé listnaté a smíšené lesy v teplejších a sušších oblastech nejčastěji do 400 m n. m. (Rehák, 1992; Moravec, 1994; Mikátová et Vlašín, 2002), výjimečně se může vyskytovat i ve vyšších nadmořských výškách (Arnold et Ovenden, 2002; Mikátová et Vlašín, 2002; Ficetola et al., 2006a). Vzácně lze *R. dalmatina* pozorovat v čistě jehličnatých lesech či v mokřinách a na podmáčených stanovištích (Rehák, 1992). Existuje ovšem i studie, která prezenci *R. dalmatina* v mokřinách potvrzuje (Bartoň et Rafiński, 2006; vlastní pozorování).

Řada autorů uvádí, že zástupci *R. dalmatina* jsou při výběru reprodukčních nádrží náročnější než zbylé dva druhy a tyto vodní plochy si nevybírají náhodně (Ficetola et al., 2006a; Vojar et al., 2008). Výběr vhodného místa je způsob, jak rodiče mohou ovlivnit a zvýšit fitness svých potomků (Smith, 1987; Skelly, 2001; Semlitsch et Bodie, 2003). Reprodukční nádrž musí splňovat několik kritérií, podle kterých si ji *R. dalmatina* zvolí za účelem reprodukce – čistota vody, absence predátorů, dostatek potravy a příslušné vodní i okolní vegetace (Ficetola et al., 2006a). Dále upřednostňují menší mělké vodní nádrže (Arnold et Ovenden, 2002; Hartel, 2005; Ficetola et al., 2006a; Ficetola et al., 2006b), ve kterých dochází k rychlejšímu ohřevu vody a tím pádem i rychlejšímu vývinu jedinců (Ficetola et al., 2006b) či v krajních případech zvolí periodické tůně i pomalu tekoucí vody (Bernini et al., 2004). *R. dalmatina* lze ovšem pozorovat i ve velkých rybnících o několika hektarech (Hartel, 2005; vlastní pozorování) jako jsou např. Hluboký rybník u Kovače či rybník Zachtov u Pěčic, kdy snůšky byly umístěny u břehu v maximální naměřené hloubce 1 m (vlastní pozorování). Dalšími důležitými parametry při výběru reprodukční nádrže jsou rozmístění ostatních živočichů a rostlin v nádrži a celkový sluneční osvit nádrže (Ficetola et al., 2006b). Snůšky v zastíněné vodní nádrži rychleji podléhají plesnivění (Vrbová et Kerouš, 2005).

Někteří autoři uvádí, že samice *R. dalmatina* upřednostňují reprodukční nádrže v otevřené krajině (Ponsero et Joly, 1998; Bernini et al., 2004; vlastní pozorování) a vyhýbají

se zastíněným lesním nádržím, ve kterých je malé množství kyslíku a produktivita nádrže (Ponsero et Joly, 1998), či lokalitám smíšených lesů s vrbami *Salix caprea* a *Salix alba* (Bernini et al., 2004). Bartoň et Rafiński (2006) však svým pozorováním a zkoumáním reprodukčních stanovišť *R. dalmatina* a *R. temporaria* v jižním Polsku došli k úplně protichůdným závěrům – na sledovaných lokalitách se reprodukční nádrže nacházely ve smíšených lesích s hojným zastoupením jedle bělokoré (*Abies alba*), olše (*Alnus* sp.), břízy bělokoré (*Betula verrucosa*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a dubu letního (*Quercus robur*) či alespoň na jejich okraji (Bartoň et Rafiński, 2006; Bonk et al., 2012). Podobné záznamy ze studovaných lokalit – přítomnost olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), topolu (*Populus* sp.), dubu letního (*Quercus robur*), vrby bílé (*Salix alba*) a vrby jívy (*Salix caprea*) – předkládají i Bernini et al. (2004) z Itálie (Bernini et al., 2004). S tvrzením o oblíbenosti lesních reprodukčních stanovišť u *R. dalmatina* přišli i autoři Lesbarrères et Thierry (2002), kteří dokonce ve své studii uvádějí, že v lesních nádržích bylo nalezeno dvakrát více snůšek oproti nádržím v otevřené krajině (Lesbarrères et Thierry, 2002).

Determinace snůšek *R. dalmatina* od snůšek ostatních českých žab je usnadněna časovým uložením a charakteristickým umístěním snůšek v reprodukční nádrži. Snůšky *R. dalmatina* lze nalézt ve vodních nádržích již na začátku března (Guarino et Bellini, 1993; Bartoň et Rafiński, 2006; Hartel, 2008; Bonk et al., 2012) a z našich obojživelníků začínají s reprodukcí jako první (Rehák, 1992; Mikátová et Vlašín, 2002), někdy i za přítomnosti ledu v reprodukčních nádržích (Bartoň et Rafiński, 2006; vlastní pozorování). Někteří jedinci *R. dalmatina*, a to převážně samci, jsou zvýhodněni při časně reprodukci zimováním v reprodukčních nádržích. Neztrácejí tak čas migrací k rozmnožovacím místům. Další výhodou je průběh reprodukční aktivity, která může probíhat pod hladinou nezávisle na teplotě okolního ovzduší (Rehák, 1992). Reprodukční aktivita *R. dalmatina* trvá v porovnání se zbylými hnědými skokany nejdéle a může trvat 18 až 33 dní (Lardner, 2000; Hartel, 2005), takže charakterizovat reprodukci *R. dalmatina* jako explozivní (Bernini et al., 2004) je značně nepřesné.

Přítomnost vodních makrofytů je bezpodmínečně rozhodující při výběru reprodukční nádrže, protože snůšky *R. dalmatina* bývají vždy samicemi pod hladinou připevňovány k vodní vegetaci, jako např. *Carex* sp., *Phragmites* sp., či k jiným úzkým předmětům, jako např. napadané větve (Zavadil, 1986; Rehák, 1992; Hartel, 2005). I díky tomuto způsobu fixace si mohou *R. dalmatina* dovolit kladení snůšek ve větších hloubkách a v mírně tekoucích vodách, protože uchycení brání odplavání snůšky na nevyhovující místa (Ficetola et

al., 2006a). V závislosti na rozmístění samců *R. dalmatina*, pro které je typické teritoriální chování vůči ostatním jedincům (Rehák, 1992), jsou v reprodukční nádrži rozmístěné i snůšky. Snůšky tohoto druhu tudíž nejsou kladeny v hromadných seskupeních jako u *R. arvalis* a *R. temporaria* (Rehák, 1992; Lesbarrères et al., 2008). Ficetola et al. (2006) ovšem ve své studii došli k závěru, že pouze 35 % snůšek *R. dalmatina* je umístěno soliterně a daleko častěji jsou snůšky kladeny v aglomeracích po 2 – 6 snůškách (Ficetola et al., 2006a).

Průměrná snůška *R. dalmatina* mívá 10 cm v průměru (Zavadil et Leypold, 1986; Rehák, 1992), ale samozřejmě záleží na velikosti a věku samice (Rehák, 1992; Ficetola et al., 2006a; Lesbarrères et al., 2008). S tím souvisí i počet vajíček, který se pohybuje od 450 – 2 000 kusů (Rehák, 1992; Zavadil et Vlašín, 1997; Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008). Jednotlivá vajíčka *R. dalmatina* měří v průměru až 3 mm a s rosolovitým obalem dosahují 12 mm (Rehák, 1992; Maštera, 2008). Vývoje embryí je dovršeno po 2 – 3 týdnech (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Mikátová et Vlašín, 2002). Metamorfóza larev *R. dalmatina* může trvat až tři měsíce v závislosti na klimatických podmínkách dané lokality (Kuzmin et Cavagnaro, 1999; Mikátová et Vlašín, 2002).

2.4. Skokan hnědý (*Rana temporaria*)

R. temporaria je podle červeného seznamu IUCN i červeného seznamu ohrožených druhů České republiky charakterizován jako druh málo dotčený (LC, Least Concern) (IUCN, 2014; Zavadil et Moravec, 2003) nepatřící podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. mezi zvláště chráněné živočichy. Souvislý areál výskytu *R. temporaria* se rozléhá od severního Španělska, Itálie a Balkánského poloostrova až na úplný sever Skandinávie. Na východě zasahuje až po pohoří Ural (Rehák, 1992; Moravec, 1994; Arnold et Ovenden, 2002). *R. temporaria* preferuje smíšené opadavé lesy v chladnějších oblastech s dostatečnými srážkami (Hartel, 2005) a jeho výskyt není až tak limitován nadmořskou výškou, čemuž nasvědčuje výskyt v Alpách, Pyrenejích a na Uralu i jeho rozšíření až k polárnímu kruhu (Moravec, 1994; Arnold et Ovenden, 2002; Mikátová et Vlašín, 2002).

Reprodukční nádrž nemusí splňovat tolik kritérií, jako tomu bylo u *R. arvalis* či *R. dalmatina*, protože *R. temporaria* je na výběr vodní nádrže celkem nenáročný (Viertel, 1999). Většinou upřednostňuje menší či středně velké nádrže (Souček, 1990), nejčastěji

o hloubce do 30 cm (Zavadil, 1986; Laurila et Aho, 1997; Arnold et Ovenden, 2002; Hartel, 2005), maximálně do 50 cm (Bartoň et Rafiňski, 2006). *R. temporaria* lze ovšem pozorovat i ve větších nádržích o rozloze 7 ha (vlastní pozorování). Nevybírání si ovšem tekoucí vody (Haapanen, 1982). Přítomnost vodní vegetace není bezvýhradně nutná, protože není samicemi *R. temporaria* využívána k uchycení snůšek (Laurila et al., 1998; Arnold et Ovenden, 2002), ale i tak jsou upřednostňovány lokality s dostatkem ponořené i okolní vegetace (Arnold et Ovenden, 2002; Grözinger et al., 2012). Výskyt makrofytů v reprodukční nádrži ovšem žábám dokazuje, že nedochází k vysychání vodní plochy a současně rostliny poskytují úkryt pulcům před predátory, jako jsou např. bezobratlí, čolci či ryby (Laurila, 1998; Lardner, 2000; Grözinger et al., 2012) Hypotéza, že se samice *R. temporaria* snaží záměrně vybírat reprodukční nádrže bez přítomnosti predátorů (Chivers et al. 2001), nebyla prokázána (Laurila et Aho, 1997).

Reprodukce *R. temporaria* probíhá průměrně 14 dnů, v závislosti na klimatických podmínkách (Haapanen, 1982). V angličtině se proto *R. temporaria* přezdívá „explosive breeders“ (Wells 1977; Elmberg, 1986; Laurila et Aho, 1997; Grözinger et al., 2012), což znamená, že během krátké doby proběhne intenzivní rozmnožování za presence velkého počtu samců (Hartel et al., 2007). Oproti samcům *R. dalmatina* to je možné, protože samci *R. temporaria* se v reprodukčních nádržích nechovají teritoriálně vůči samcům stejného druhu či jedincům jiných druhů (Martof, 1953).

Samice *R. temporaria* klade nejčastěji jednu snůšku u dna reprodukční nádrže na přelomu března a dubna (Savage, 1961; Haapanen, 1982; Rehák, 1992), zhruba jeden týden po reprodukci *R. dalmatina*, ale i tak se pulci *R. temporaria* líhnou dříve než pulci *R. dalmatina* (Bartoň et Rafiňski, 2006). Snůšky *R. temporaria* nejsou úmyslně fixovány k vegetaci. Často jsou však kladeny v těsné blízkosti a připevňovány tak k ostatním snůškám, vlastního i jiného druhu např. k snůškám *R. arvalis* či ropuchy obecné (*Bufo bufo*). Dochází tak k vzájemnému splývání rosolovitých obalů (Haapanen, 1982; Zavadil, 1986; Walsh et al., 2008) a následnému vytvoření celistvé rosolovité plochy až o 3 m² a více (vlastní pozorování). V tuto chvíli jsou determinace snůšek a stanovení jejich reálného počtu prakticky nemožné (Arnold et Ovenden, 2002; Grözinger et al., 2012; vlastní pozorování). Druhově specifické je pro *R. temporaria* vystoupení snůšek po nabobtnání rosolovitých obalů až několik centimetrů nad vodní hladinu (Rehák, 1992; vlastní pozorování). Izolovaná snůška může mít až 25 cm (Zavadil et Leypold, 1986; Kolman et Nečas, 1997) a obsahuje 1 000 – 4 000 vajíček (Arnold et Ovenden, 2002; Vrbová et Kerouš, 2005; Vignes, 2010). Rozdílné

údaje o počtu vajíček mohou být způsobeny záznamem různě starých a velkých samic (Rehák, 1992; Vignes, 2010).

V závislosti na geografickém rozšíření a klimatických podmínkách se liší i délka líhnutí. Na našem území může líhnutí trvat i čtyři týdny (Mikátová et Vlašín, 2002), nejčastěji se líhnutí pohybuje okolo jednoho až dvou týdnů (Arnold et Ovenden, 2002). Vajíčka *R. temporaria* jsou adaptovaná na kolísání teploty a časté změny počasí v jarních měsících a vydrží tak i krátkodobé zamrznutí v tenkém ledu (Rehák, 1992). Rozměry vajíčka i s rosolovitým obalem se pohybují okolo 8 – 11 mm a samostatný zárodek mívá 2 – 3 mm (Rehák, 1992; Maštera, 2008). Larvální období *R. temporaria* je variabilní v závislosti na geografickém rozšíření a může trvat 45 – 120 dní (Rehák, 1992). V našich podmínkách dochází k metamorfóze nejčastěji v letních měsících (Kolman et Nečas, 1997), ale existují i záznamy o hibernujících pulcích (Vrbová et Kerouš, 2005).

2.5. Seznam zkratek

Pro zjednodušení orientace při zpracování dat a realizace diplomové práce, byly v textu zavedeny a použity zkratky a různá identifikační čísla.

1 – druh *Rana arvalis*

2 – druh *Rana dalmatina*

3 – druh *Rana temporaria*

1 – 19 – identifikační čísla lokalit, viz Tab. 6: Stanovené kategorie

AOPK ČR – Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky

df – stupně volnosti

EVL – Evropsky významná lokalita

GLM – Generalized linear model

χ^2 – chí kvadrát

IUCN – the International Union for Conservation of Nature

KFME – Kartierung der Flora Mitteleuropas

LME – Linear mixed effects

MPČR – Muzeum přírody Český ráj

n1 – počet uchycených snůšek

n2 – počet neuchycených snůšek

p – pravděpodobnost

RA – *Rana arvalis*

RD – *Rana dalmatina*

RT – *Rana temporaria*

SE – Standard error, tj. střední chyba průměru pro daný parametr

3. Materiál a metodika

Metodika sběru dat byla uzpůsobena tak, aby zásah do života dospělců i larválních stádií sledovaných druhů žab a manipulace s nimi spojená byla co nejmenší. Na některých lokalitách byly snůšky sledovány i v rámci dlouhodobého monitoringu pro AOPK ČR. Determinace snůšek hnědých skokanů je ulehčena časovým uložením v reprodukční nádrži – hnědí skokani patří totiž mezi první naše obojživelníky, kteří zahajují sezónu již v brzkých jarních měsících. Časové období pomáhá odlišit hnědé skokany od později se rozmnožujících zelených skokanů, protože snůšky sledovaných druhů jsou rozpoznatelné i samy o sobě, např. ve srovnání s ropuchou i jinými časně se rozmnožujícími druhy.

Jako první, v závislosti na teplotních podmínkách, lze vidět již koncem února *R. dalmatina* (Heráň, 1989; Ryser, 1989; Rehák, 1992; Mikátová et Vlašín, 2002) a není žádným unikátem spatřit tyto žáby na sněhu a ledu. Nejčastěji však lze hnědé skokany u reprodukčních nádrží potkat od března do konce dubna (Rehák, 1992), ze stejného období pocházejí i nasbíraná data pro tuto práci. Ve stejné době pouze s mírným zpožděním k reprodukčním nádržím přicházejí i ropuchy obecné (*Bufo bufo*) (Laurila, 1998) a dokonce byly zaznamenány i případy, kdy se v reprodukční nádrži objevily snůšky ropuch obecných dříve než snůšky *R. temporaria* (např. v sezóně 2014 na lokalitě Kamenice, Těptín bylo pozorováno již velké množství dospělců ropuch obecných v amplexu a mezi nimi jen dva samci skokana hnědého) (vlastní pozorování). Snůšky hnědých skokanů však nelze v žádném případě zaměnit s jinými časně se rozmnožujícími druhy žab z důvodu celkové tvarové a početní rozdílnosti – snůšky hnědých skokanů jsou kulovitěho tvaru a mívají v závislosti na druhu od 2 – 4,5 tis. vajíček v jedné snůšce a ropuší snůšky mají „provázkovitý“ tvar a počet vajíček ve snůšce se pohybuje od 4 – 8 tis., opět počet je druhově specifický (Maštera, 2008).

3.1. Charakteristika lokalit

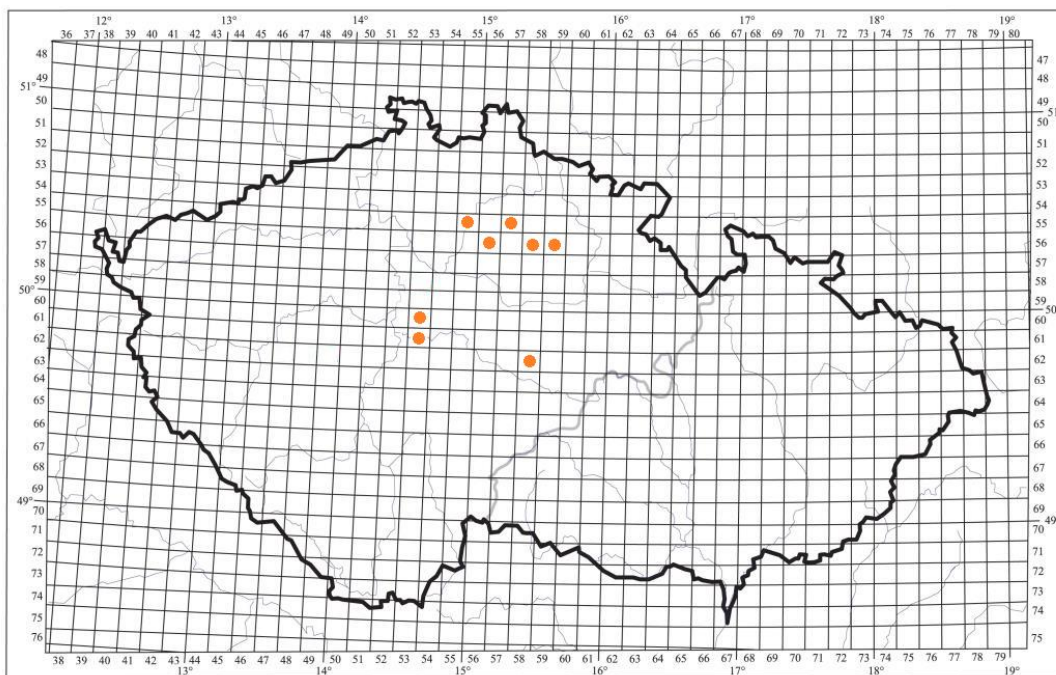
Sledované lokality byly vybírány s ohledem na přítomnost minimálně jednoho druhu z našich hnědých skokanů. Informaci o výskytu jsme získali vlastním pozorováním lokalit v předchozích letech či na základě informací od místních obyvatel. Prezence ostatních obojživelníků byla zjišťována jen za účelem monitoringu. Některé lokality jsme sledovaly každý rok (např. Kovač I., Kamenice, Olešovice), avšak některé jsme byli nuceni vynechat z důvodu jarního vypuštění vodní nádrže v daném roce (Tab. 2).

Tab. 2: Přehled lokalit a dat sběru potřebných údajů

	Datum sběru	Lokalita	Název reprodukční nádrže	Faunistické pole
2012	21. 3.	Ledce	Pískovna	5656b
		Pěčice	Zachtov	5656c
	25. 3.	Kamenice, Olešovice I.	Tůň Olešovice I.	6053d
	27. 3.	Ledce	Pískovna	5656b
		Pěčice	Zachtov	5656c
	28. 3.	Kovač I.	Hluboký Kovač	5658b
		Kovač II.	Nákladní rybník	5658b
	3. 4.	Ledce	Pískovna	5656b
13. 4.	Pěčice	Zachtov	5656c	
	Prachov, Holín	Tůň MPČR	5557b	
2013	10. 4.	Kamenice, Olešovice I.	Tůň Olešovice I.	6053d
	12. 4.	Kamenice	Tůň Bílá skála	6053c
		Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a
	13. 4.	Bakov nad Jizerou	Podhradské tůně	5555a
		Pěčice	Zachtov	5656c
	19. 4.	Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a
	20. 4.	Kovač I.	Hluboký Kovač	5658b
		Ledce	Pískovna	5656b
24. 4.	Kamenice, Skuheř I.	Tůň Skuheř	6053c	
26. 4.	Kamenice, Těptín II.	Markvartův rybník	6153a	
2014	22. 3.	Kamenice	Tůň Bílá skála	6053c
		Kamenice, Olešovice I.	Tůň Olešovice I.	6053d
		Kamenice, Těptín III.	Mokřad u Markvartova rybníka	6153a
		Kamenice, Skuheř II.	Bahenský rybník	6053c
	23. 3.	Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a
		28. 3.	Dobrá voda u Hořic I.	A nádrž Západní nádrž
	Dobrá voda u Hořic II.		B nádrž Luční nádrž	5659d
	Dobrá voda u Hořic III.		C nádrž Nádrž Z od Cukr. R.	5659d
	Kovač I.		Hluboký Kovač	5658b
	30. 3.	Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a
6. 4.	Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a	
2015	21. 3.	Kamenice	Tůň Bílá skála	6053c
		Kamenice, Těptín III.	Mokřad u Markvartova rybníka	6153a
	25. 3.	Kamenice	Tůň Bílá skála	6053c
		Kamenice, Olešovice I.	Tůň Olešovice I.	6053d
26. 3.	Kamenice, Těptín III.	Mokřad u Markvartova rybníka	6153a	

28. 3.	Kovač I.	Hluboký Kovač	5658b
	Ledce	Pískovna	5656b
	Pěčice	Zachtov	5656c
1. 4.	Kamenice	Tůň Bílá skála	6053c
	Kamenice, Olešovice I.	Tůň Olešovice I.	6053d
	Kamenice, Olešovice II.	Tůň Olešovice II.	6053d
	Kamenice, Skuheř I.	Tůň Skuheř	6053c
	Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a
	Kamenice, Těptín III.	Mokřad u Markvartova rybníka	6153a
4. 4.	Dobrá voda u Hořic I.	A nádrž Západní nádrž	5659d
	Dobrá voda u Hořic II.	B nádrž Luční nádrž	5659d
	Kovač I.	Hluboký Kovač	5658b
9. 4.	Pavlov I.	Tůň Pavlov	6258c
	Pavlov II.	Rybník Pavlov	6258c
18. 4.	Kamenice, Těptín I.	Dlouhý rybník	6153a

Data byla sbírána celkem na 19ti lokalitách ve třech krajích – Královéhradeckém (6 lokalit), Středočeském (11 lokalit) a kraji Vysočina (2 lokality). Vybrané lokality se vzájemně lišily polohou, plochou a vegetací. Za jednu sezónu se povedlo získat data maximálně ze 13ti lokalit, které leží v osmi různých faunistických polích (Obr. 1). Výskyt jednotlivých druhů na daných lokalitách je znázorněn v Tab. 5 a vizuálně zvýrazněn v kapitole 8.1. Výskyt hnědých skokanů na konkrétních lokalitách.



Obr. 1: Schématické znázornění faunistických polí zahrnutých do této diplomové práce

3.1.1. Královéhradecký kraj

3.1.1.1. Dobrá Voda u Hořic

Lokalita Dobrá Voda u Hořic v okrese Jičín poskytuje obojživelníkům a jiným živočichům bohatou nabídku různě velkých vodních nádrží. Od největšího 11ha Dobrovodského rybníka, kde ovšem byly zaznamenány jen ropuchy obecné (*Bufo bufo*), až po mělké 0,1ha nádržky, kterým daly přednost všechny tři druhy hnědých skokanů. Některé nádržky jsou udržovány jen díky vysoké hladině spodní vody či silným dešťům. Pro sledování snůšek byly vybrány pouze tři nádrže (značení A, B, C) lišící se velikostí a hustotou vodní vegetace. V některých nádržích snůšky nebyly zaznamenány. Široké okolí se skládá z travin, křovin a listnatých stromů.

3.1.1.2. Kovač

Rybník Hluboký Kovač byl vybrán z důvodu prezenze všech tří druhů našich hnědých skokanů. Tato vodní nádrž o velikosti 5,5 ha, která byla v roce 2012 zařazena mezi Přírodní památky České republiky a zároveň mezi EVL (jako Hluboký Kovač), se nachází 2,7 km jihozápadně od obce Kovač v okrese Jičín (Obr. 2). Hluboký Kovač leží v nadmořské výšce přibližně 256 m a je z 90 % ohraničen listnatým lesem a místy i lesem smíšeným. Zhruba 130 m severovýchodní strany rybníka je lemováno asfaltovou silnicí vedoucí do obce Třtěnice.



Obr. 2: Rybník Hluboký Kovač (foto Lucie Žáčková)

Rybník Hluboký Kovač nevyužívají k reprodukci jen hnědí skokani, ale nalezneme tu dalších 6 druhů obojživelníků - ropuchu obecnou (*Bufo bufo*), kuňku ohnivou (*Bombina bombina*), rosničku zelenou (*Hyla arborea*), skokana skřehotavého (*Pelophylax ridibundus*), skokana zeleného (*Pelophylax esculentus*), čolka velkého (*Triturus cristatus*) a čolka

obecného (*Lissotriton vulgaris*) – a dále pak 2 druhy plazů – užovku obojkovou (*Natrix natrix*) a ještěrku živorodou (*Zootoca vivipara*) (Šandera in verb.; vlastní pozorování).

Zastoupení jednotlivých druhů hnědých skokanů je na této lokalitě stabilní. Během čtyřletého sledování situace v této reprodukční nádrži, nebyly zpozorovány výrazné změny v početním stavu jednotlivých druhů. Velký pokles počtu *R. arvalis* byl zaznamenán před více jak deseti lety, kdy byl rybník vybagrován.

Nedaleko obce Kovače byla data získána ještě z jedné vodní nádrže, a to z Nákladního rybníku o rozloze necelých 4 ha. Tato vodní nádrž je podobně jako Hluboký Kovač obklopena listnatým a smíšeným lesem, zčásti lemována silnicí směřující do Kovače a na východní a severovýchodní straně přímo sousedí s lidským obydlím.

V roce 2012, kdy byl proveden první a zároveň poslední sběr dat na tomto místě, došlo totiž k jarnímu vypuštění Nákladního rybníku, takže z očekávaného velkého množství zástupců *R. temporaria* zbylo jen pár desítek jedinců. Snůšky byly nalezeny na východní straně v mělké nádrže, která zůstala po vypuštění rybníku a nevyschla.

3.1.1.3. Prachov, Holín

Uměle vytvořená tůňka, tzv. Velké jezírko, pro obojživelníky v zahradě Muzea přírody Český ráj v Prachově v okrese Jičín se stala v roce 2012 další lokalitou určenou pro sběr potřebných dat. Tůňka o velikosti 18 m² poskytuje úkryt vodnímu hmyzu a samozřejmě i obojživelníkům. Vyskytují se tu dva cílové druhy – *R. temporaria* a *R. dalmatina*, avšak se zde rozmnožuje pouze *R. dalmatina*. V okolí tůně jsou listnaté stromy, léčivé byliny, kulturní rostliny i rostliny typické pro oblast Českého ráje.

3.1.2. Středočeský kraj

3.1.2.1. Bakov nad Jizerou

Přírodní památka Podhradská tůň v blízkosti Bakova nad Jizerou v okrese Mladá Boleslav svou polohou poskytuje vhodné podmínky pro obojživelníky a podle četnosti snůšek, které byly na místě nalezeny, lze potvrdit využívání lokality minimálně *R. temporaria* a *R. dalmatina*. Okolí tůně je tvořeno listnatými stromy, křovinami a podmáčenou loukou.

3.1.2.2. Kamenice

Další sběr potřebných informací byl uskutečněn v obci Kamenice v okrese Praha – východ na sedmi různých lokalitách. Jednou z nich je neudržovaná tůň přezdívaná Bílá skála o rozloze 0,1 ha (Obr. 3). Na první pohled působí nenápadně a břehy jsou lemovány vzrostlými stromy a křovinami. Nejvýraznější rostlinou v daném okolí je blatouch bahenní (*Caltha palustris*). Severovýchodní strana tůně hraničí se soukromým pozemkem a podél západní strany teče Kostelecký potok, který tak odděluje tůň a sousedící podmáčenou louku.

Tůň Bílá skála si vybírají za reprodukčním účelem *R. temporaria* a rosničky zelené (*Hyla arborea*). V okolí tůně lze spatřit i ropuchu obecnou (*Bufo bufo*), jejíž snůšky nebyly na této lokalitě pozorovány. Z plazů se zde vyskytuje ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), slepýš křehký (*Anguis fragilis*) či užovka obojková (*Natrix natrix*).



Obr. 3: Pohled na východní břeh tůně Bílá skála (foto Lucie Žáčková)

3.1.2.3. Kamenice, Olešovice

Obě Olešovické tůně leží v Kamenici přímo u Benešovské silnice (Obr. 4) ve vzájemné vzdálenosti 50 m. V roce 2014 se okolí Olešovické tůně I. dočkalo terénních úprav, které tůň zpřístupnily zrakům procházejících. Olešovickou tůň I. si jako reprodukční nádrž, rozprostírající se na 189 m², vybrali *R. dalmatina* a v roce 2014 a 2015 zde byly pozorovány i snůšky *R. temporaria*. Počet snůšek *R. dalmatina* se během sledovaných sezón snížil o 30 %, zatímco počet snůšek druhého jmenovaného druhu se navýšil.

Sběr dat v Olešovické tůni II. byl zahájen až v roce 2015, kdy byla prokázána přítomnost *R. temporaria*. Tato tůň o rozloze 9 m² dřív sloužila jako zdroj vody pro ovce, ale

v současnosti postupně zaniká postupným opadem listí z okolních olší lepkavých (*Alnus glutinosa*). I přes menší rozměry a zhruba 10cm vrstvu organického opadu, je tůň hojně využívána *R. temporaria* za účelem reprodukce. Tůň ovšem neposkytuje vhodné podmínky pro *R. dalmatina*, který se rozmnožuje ve větší 50 m vzdálené tůňi, a jeho snůšky jsou na této lokalitě připevňovány k opadaným malým větvím z okolních stromů.



Obr. 4: Pohled na Olešovickou tůň I. a II. (foto Lucie Žáčková)

3.1.2.4. Kamenice, Skuheř

Několik záznamů bylo získáno ze Skuheřské tůně a Bahenského rybníka vzdálených od sebe vzdušnou čarou necelý kilometr. Skuheřská tůň se nachází 20 m od silnice spojující Kamenici s Kostelcem u Křížku (Obr. 5). Dnes už se jedná o nenápadnou tůň o rozloze 390 m². Dochází k jejímu stálému zmenšování v důsledku postupného zavážení podmáčeného okolí sutinou a zeminou. Na lokalitě byli pozorováni *R. temporaria* a skokani zelení (*Pelophylax esculentus*) či rosničky zelené (*Hyla arborea*). I díky suchým vyvýšeným plochám je místo obýváno užovkami obojkovými (*Natrix natrix*), slepýši křehkými (*Anguis fragilis*) i ještěrkami obecnými (*Lacerta agilis*).



Obr. 5: Skuheřská tůň (foto Lucie Žáčková)

Bahenský rybník se nachází mezi chatařskou oblastí a obhospodařovanou loukou v centru osady Skuheř. Svoji rozlohou 0,6 ha a členitostí břehu poskytuje skvělé podmínky pro hnědé skokany. V roce 2012 a 2014 zde byly nalezeny pouze snůšky *R. dalmatina*. Reprodukční sezóny 2013 a 2015 byly z důvodu jarního vypuštění rybníka vynechány z pozorování.

3.1.2.5. Kamenice, Těptín

Významnými lokalitami na sběr dat je každoročně sledovaný Dlouhý rybník a v roce 2014 i mokřad u Markvartova rybníka o rozloze 2,38 ha. Markvartův rybník je z 60 % zarostlý rákosem a jinou vodní vegetací (Obr. 6). Pro reprodukci ho využívají hlavně ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a kuňky ohnivé (*Bombina bombina*), v roce 2013 zde byla zaznamenána pouze jedna volně plovoucí snůška skokana hnědého.



Obr. 6: Markvartův rybník (foto Lucie Žáčková)

Mokřady u Markvartova rybníka (dále jen mokřady), které jsou vzdáleny od Markvartova rybníka necelých 100 m, využívají k reprodukci v hojném počtu jak *R. temporaria*, tak *R. dalmatina*. Na západní straně od mokřadů se nachází smíšený a místy jehličnatý les, který je ovšem oddělen od mokřadů vysokou zdí obory. Zbylé strany mokřadů lemují les listnatý. Mokřady se rozléhají na ploše 1,13 ha a poskytují dostatek vhodných podmínek pro zmíněné druhy žab. Jiné druhy obojživelníků zde nebyly pozorovány, ale to neznamená, že zde nemusí být.

Dalším nepostradatelným zdrojem dat je těptínský Dlouhý rybník, ležící na konci osady Těptín mezi chatařskou oblastí a smíšeným lesem (Obr. 7). Tento rybník s 0,3 ha nepatří mezi největší vodní plochy, ze kterých byla zaznamenávána data, ale každý rok zde byla možnost pozorovat neuvěřitelnou aktivitu *R. temporaria* i ropuch obecných (*Bufo bufo*). V sezonách 2014 – 2015 zde byly naměřeny i snůšky *R. dalmatina*.



Obr. 7: Pohled z východního břehu Dlouhého rybníka (foto Lucie Žáčková)

3.1.2.6. Ledce

Pískovna v obci Ledce v okrese Mladá Boleslav se skládá z pěti vodních ploch – tři z nich mají rozlohu od 1 – 1,5 ha a díky velké obsádce ryb, např. sumec velký (*Silurus glanis*), štika obecná (*Esox lucius*) či v České republice nepůvodní amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), jsou využívány rybáři ke sportovnímu rybolovu (Vondřík, 2015).

Sledovaná nádržka má rozlohu pouze 0,26 ha a je ze $\frac{3}{4}$ obklopena listnatými stromy. Ani obsádkou ryb není pro rybáře zajímavá. Zde mají možnost se rozmnožovat *R. dalmatina* a později i ropuchy obecné (*Bufo bufo*).

3.1.2.7. Pěčice

Další sledovanou lokalitou je rybník Zachtov nedaleko obce Pěčice v okrese Mladá Boleslav o rozloze 3,73 ha (Obr. 8). 15 % z celkové plochy rybníka je zarostlé vysokým rákosem. Snůšky *R. dalmatina* jsou pravidelně nacházeny mezi rákosem na jižní straně. V závislosti na množství dešťů se rybník na jižní straně rozlévá do obhospodařovaného pole. Východní strana je lemována listnatým lesem a podél západní strany vede silnice spojující Pěčice s obcí Jabkenice.



Obr. 8: Pohled na východní břeh rybníka Zachtov (foto Lucie Žáčková)

3.1.3. Kraj Vysočina

3.1.3.1. Pavlov

Data z reprodukčních nádrží *R. temporaria* Pavlov I. a Pavlov II. byla sbírána pouze v roce 2015. Obě dvě reprodukční nádrže se nachází na území Stanice Pavlov o. p. s. a jsou od sebe vzdálené 3 m. Pavlov I. o ploše necelých 8 m² vznikl přírodním způsobem, a to rozšířením pomalu protékajícího potoka, zatímco Pavlov II. je uměle vytvořený rybník o rozloze 0,3 ha. *R. temporaria* upřednostňují větší rybník Pavlov II., ovšem jejich snůšky byly v této sezóně z rybníka zaměstnanci záchranné stanice přesouvány do nově vznikajících tůní v areálu. Z důvodu manipulace snůšek člověkem nebyl zaznamenán skutečný počet snůšek. Změřeny byly pouze snůšky, které zůstaly na původních místech a v původním stavu. Se snůškami *R. temporaria* z reprodukční nádrže Pavlov I. nebylo nijak manipulováno, a proto mohly být všechny zahrnuty do zpracování výsledků.

3. 2. Průběh sběru dat

Začátek sběru potřebných údajů byl závislý na klimatických podmínkách, které mají přímý vliv na zahájení reprodukčního období nejen hnědých skokanů u nás. Každý rok tato sezóna odstartovala v jinou dobu. Celková délka pozorování na jednotlivých lokalitách se také lišila, viz Tab. 3. Nejvíce potřebných dat bylo zaznamenáno na počátku reprodukční sezóny, kdy byly snůšky všech tří druhů hnědých skokanů čerstvě nakladeny do vodních nádrží, tudíž interspecifické rozdíly v uchycení a umístění snůšek v prostoru byly nejmarkantnější. V této práci je ovšem zaneseno i několik údajů, které byly sesbírány až během líhnutí pulců, ve stáří snůšky šest a více dnů. Nejčastěji se jednalo o snůšky *R. dalmatina* (11 snůšek), kde uchycení snůšky bylo patrné i po nabobtnání rosolovitých obalů a po jejich částečném rozpadu vlivem vykulení jednotlivých pulců. Snůšky *R. temporaria* se zaznamenávaly v maximálním stáří 3 – 5 dní. Měření starších snůšek nebylo účelné, protože rosolovité obaly těchto snůšek byly natolik rozpadlé, že nebylo možné určit původní způsob uchycení. Snůšky *R. arvalis* byly nejčastěji zaznamenávány 1 – 2 dny po naklazení.

Tab. 3: Zahájení/ ukončení jednotlivých pozorovaných sezón

Rok měření	Sezóna	
	zahájení	ukončení
2012	21. 3.	13. 4.
2013	10. 4.	26. 4.
2014	22. 3.	6. 4.
2015	21. 3.	18. 4.

Snůšky, které nebyly 100% druhově určitelné, např. z důvodu vlivu biotických či abiotických faktorů, nebyly zahrnuty do analýz, právě aby nedošlo v případě mylné determinace snůšek k znehodnocení nasbíraných dat.

Sezóna 2012 se odlišovala od zbylých dvou sezón výrazně nižším množstvím naměřených dat, viz Tab. 4, z důvodu použití rozdílných metod práce. Během této sezóny byly jednotlivé snůšky hnědých skokanů označovány červenými provázky s očíslovanými štítky. Takto označené snůšky byly snáze rozeznatelné od nových, čerstvých snůšek, při další návštěvě lokality. Viditelné změny v rozměrech snůšek a jejich uchycení byly zaznamenány při každém dalším měření. Do celkového počtu snůšek byly tyto, častěji sledované, snůšky

zahrnutý jen jedenkrát, aby nedošlo ke snížení věrohodnosti dat. Značení jednotlivých snůšek bylo prokazatelně neefektivní a časově náročnější, proto se od tohoto způsobu získávání dat v následujících sezónách opustilo. V této sezóně nebyla také měřena pH hodnota vody ve sledovaných reprodukčních nádržích.

Tab. 4: Počet zaznamenaných snůšek v jednotlivých sezónách.

	Počet snůšek				
	2012	2013	2014	2015	celkem druhy
RA	28	31	62	41	162
RD	90	109	63	103	365
RT	58	97	89	156	400
celkem	176	237	214	300	927

Sběr údajů v sezónách 2013, 2014 a 2015 probíhal podobným způsobem. Zaznamenávaly se však jen nové snůšky na jednotlivých lokalitách. Místo opakovaného měření na stejných lokalitách v jednom roce, se upřednostnil sběr údajů z většího počtu různorodějších vodních nádrží, viz Tab. 5.

Tab. 5: Zastoupení druhů na lokalitách a celkový počet lokalit v jednotlivých sezónách.

Datum sběru		Lokalita	Zastoupení druhů		
2012	21. 3.	Ledce		RD	
		Pěčice		RD	
	25. 3.	Kamenice, Olešovice I.		RD	
	27. 3.	Ledce		RD	
		Pěčice		RD	
	28. 3.	Kovač I.	RA	RD	RT
		Kovač II.			RT
	3. 4.	Ledce		RD	
13. 4.	Pěčice		RD		
	Prachov, Holín		RD		
Celkový počet lokalit v roce 2012					6
2013	10. 4.	Kamenice, Olešovice I.		RD	
	12. 4.	Kamenice			RT
		Kamenice, Těptín I.			RT

	13. 4.	Kamenice			RT
		Bakov nad Jizerou		RD	RT
		Pěčice		RD	
	14. 4.	Kamenice, Olešovice I.		RD	
	15. 4.	Kamenice, Těptín I.			RT
	17. 4.	Kamenice			RT
	19. 4.	Kamenice, Těptín I.			RT
	20. 4.	Kovač I.		RD	
		Ledce		RD	RT
	21. 4.	Kamenice, Těptín II.			RT
24. 4.	Kamenice, Skuheř I.		RD	RT	
26. 4.	Kovač I.	RA	RD	RT	
Celkový počet lokalit v roce 2013					9
2014	22. 3.	Kamenice			RT
		Kamenice, Olešovice I.		RD	
		Kamenice, Těptín III.		RD	RT
	23. 3.	Kamenice, Skuheř II.		RD	
		Kamenice, Těptín I.		RD	
	28. 3.	Dobrá voda u Hořic I.	RA	RD	
		Dobrá voda u Hořic II.	RA	RD	
		Dobrá voda u Hořic III.	RA	RD	RT
Kovač I.		RA			
30. 3.	Kamenice, Těptín I.			RT	
6. 4.	Kamenice, Těptín I.			RT	
Celkový počet lokalit v roce 2014					9
2015	21. 3.	Kamenice		RD	
		Kamenice, Těptín III.		RD	
	25. 3.	Kamenice			RT
		Kamenice, Olešovice I.		RD	
	26. 3.	Kamenice, Těptín III.		RD	
	28. 3.	Kovač I.	RA	RD	RT
		Ledce		RD	
		Pěčice		RD	
	1. 4.	Kamenice			RT
		Kamenice, Olešovice I.			RT
		Kamenice, Olešovice II.			RT
		Kamenice, Skuheř I.		RD	
		Kamenice, Těptín I.		RD	
	4. 4.	Kamenice, Těptín III.			RT
		Dobrá voda u Hořic I.	RA		
Dobrá voda u Hořic II.		RA			
9. 4.	Kovač I.	RA			
	Pavlov I.			RT	

		Pavlov II.			RT
	18. 4.	Kamenice, Těptín I.			RT
Celkový počet lokalit v roce 2015					13

V roce 2014 byl kladen větší důraz na sběr dat od druhu *R. arvalis*, z důvodu nedostatečného počtu zaznamenaných snůšek v porovnání se zbylými druhy v předchozích letech, viz Tab. 4. S nižším počtem snůšek *R. arvalis* prokazatelně souvisel nižší počet sledovaných lokalit, na kterých se tento druh vyskytuje. Z těchto důvodů se primárně na lokalitách, kde se vyskytovaly všechny tři druhy, zapisovaly snůšky *R. arvalis*, např. 28. 3. 2014 na lokalitě Kovač I. Příčinou tohoto jednání byla časová tíseň, která při zahájení reprodukční aktivity hnědých skokanů nastala.

Sběr dat v sezóně 2015 byl zkomplikován velkými výkyvy teplot po celou dobu reprodukčního období. V jarních měsících tohoto roku docházelo k rapidnímu kolísání denních i nočních teplot, ke změnám povětrnostních podmínek a sněhovým přeháňkám. Noční teploty se i několikrát dostaly pod bod mrazu, což mělo za následek zamrznutí již nakladených snůšek. Takto byly pozorovány ve třetím týdnu v měsíci březnu zamrzlé snůšky *R. dalmatina* (tůň Bílá skála, Kamenice).

Zahájení reprodukční sezóny 2015 se samozřejmě lišilo v jednotlivých regionech České republiky. Na sledovaných lokalitách se první náznaky aktivity hnědých skokanů projeví až koncem března 2015, a to reprodukci *R. dalmatina*. Ovšem v nížinách Pardubického kraje byly snůšky *R. arvalis* pozorovány již kolem 17. března 2015 a snůšky *R. dalmatina* o týden dříve. Reprodukční sezóna v tomto kraji odstartovala zhruba o 14 dní dříve, než je v této oblasti obvyklé (Šandera in verb.).

3.2.1. Měřené hodnoty

Následující podkapitola přibližuje sledované parametry a hodnoty, které byly zaznamenávány na jednotlivých lokalitách. I když všechny údaje nebyly využity při zpracování výsledků pro tuto práci, tak poskytují větší povědomí o zmiňovaných druzích.

Zaznamenávané hodnoty na lokalitě:

- pH vody – neměřeno v roce 2012
- teplota vody
- teplota ovzduší
- okolní vegetace v blízkosti reprodukční nádrže
- přítomnost vodní vegetace a rostlinného opadu – druhy vodní vegetace ani a rostlinný opad nebyl blíže specifikován
- průhlednost vody – měřeno jen v případech špatné viditelnosti ve vodní nádrži

Zaznamenávané hodnoty snůšky:

- stáří snůšky
- rozměry snůšky
- rozměry rosolovitých obalů
- rozměry zárodků
- viditelnost vegetativního pólu
- celková hloubka vodního sloupce v místě uložení snůšky
- hloubka vodního sloupce pod snůškou
- hloubka vodního sloupce nad snůškou
- vystoupaní snůšky nad hladinu – u snůšek *R. temporaria*
- vzdálenost snůšky od břehu
- vzdálenost snůšky od sousedních snůšek
- způsob uchycení snůšky
- počet míst uchycení snůšky
- šířka uchycení snůšky

3.3. Zpracování údajů

Získaná data byla po skončení jednotlivých sezón přepsána do hromadné tabulky v programu Microsoft Excel 2010. Pro snazší přehlednost v rozsáhlé tabulce, byla data rozdělena do čtyř skupin – 1. Data lokality, 2. Data uchycení snůšek, 3. Data zastoupení druhů na lokalitě a 4. Data rozměrů snůšek. Dále pro jednodušší orientaci byly v tabulce zavedeny kategorie, viz Tab. 6.

Tab. 6: Stanovené kategorie

Kategorie	Možnosti	Vysvětlení
uchycení	0	ne - snůška není a nebyla uchycena
	1	ano - snůška je či byla uchycena
Počet míst uchycení	0	neměřeno
	1	snůška je uchycena na 1 místě
	2	snůška je uchycena na 2 místech
	3	snůška je uchycena na 3 místech
	4	snůška je uchycena na 4 a více místech
Způsob uchycení	0	snůška nebyla uchycena
	1	rákos, větvička, stéblo trávy - uprostřed snůšky
	2	rákos, větvička, stéblo trávy - okraj snůšky
	3	vegetace (tráva, opadané listy)
	4	sousední snůšky
	5	sousední snůšky + vegetace
Šířka uchycení	0	snůška nebyla uchycena
	1	1 - 4,9 cm
	2	5 - 8,9 cm
	3	9 - 12,9 cm
	4	13 cm a více
Stáří snůšek	0	1 den = v ten den snesení
	1	1 - 2 dny
	2	3 - 5 dní
	3	6 a více dní
Zastoupení druhů hnědých skokanů na lokalitě	1	1 druh
	2	2 druhy
	3	3 druhy
Výskyt ryb	0	ne
	1	ano
Pořadí lokalit	1	Dobrá voda u Hořic I.
	2	Dobrá voda u Hořic II.
	3	Dobrá voda u Hořic III.
	4	Kovač I.
	5	Kovač II.
	6	Prachov, Holín
	7	Bakov nad Jizerou
	8	Kamenice
	9	Kamenice, Olešovice I.
	10	Kamenice, Olešovice II.
	11	Kamenice, Skuheř I.
	12	Kamenice, Skuheř II.
	13	Kamenice, Těptín I.

	14	Kamenice, Těptín II.
	15	Kamenice, Těptín III.
	16	Ledce
	17	Pěčice
	18	Pavlov I.
	19	Pavlov II.

3.4. Zpracování výsledků

3.4.1. Použité statistické modely

Vstupní data byla zpracována v programu R a Microsoft Excel 2010. Pro vyjádření vlivu proměnných na přítomnost jednotlivých druhů na lokalitách byl využit zobecněný lineární model (GLM) s binomickým rozdělením. Jednotlivé snůšky byly považovány při zpracování dat za nezávislá pozorování. Vysvětlovanou proměnou byla prezence (1) či absence (0) druhu. Do vstupního modelu byly nejprve zahrnuty vysvětlující proměnné: pH vody v reprodukční nádrži, nadmořská výška lokality, plocha reprodukční nádrže a přítomnost ryb. Model byl průběžně zjednodušován postupnou eliminací nesignifikantních proměnných a jednotlivé modely byly porovnávány pomocí Likelihood ratio testu (Crawley, 2012).

Pro vyjádření mezidruhových rozdílů ve způsobu uchycení byl využit lineární model se smíšenými efekty (LME), který mimo jiné ošetřuje „efekt pseudoreplikace“ – mezi opakováními na stejné lokalitě. Jednotlivé kvantitativní parametry charakterizující uchycení snůšky – hloubka reprodukční nádrže v místě uložení snůšky, množství vegetace na dně, vzdálenost uložení snůšky od břehu a od sousední snůšky – byly do jednotlivých modelů vkládány jako vysvětlované proměnné. Adekvátnost modelu byla posouzena pomocí diagnostických grafů (Crawley, 2012). Vysvětlující proměnnou byla stanovena identita druhu a identita lokality jako náhodný efekt. Vliv druhu byl testován pomocí Likelihood ratio testu. Po nalezení významného rozdílu mezi druhy byl posléze proveden post hoc test, a to konkrétně Tukeyův test. Dále se při zpracování výsledků využilo metody logistické regrese pro odhad pravděpodobnosti uchycení snůšek u jednotlivých druhů.

3.4.2. Grafické vyjádření výsledků

Grafy vyjadřující hloubku v místě uložení snůšek, pH reprodukčních nádrží, pravděpodobnost uchycení k rákosu, vzdálenosti od sousedních snůšek a od břehu jsou zpracovány v programu R. Grafy znázorňující uchycení snůšek, preferovaný způsob uchycení, podíl vegetace na dně a početnost hnědých skokanů na lokalitách jsou vytvořeny v Microsoft Excel 2010.

4. Výsledky

Výsledky byly rozděleny do dvou přehlednějších částí. V první části jsou prezentovány výsledky související s přítomností jednotlivých druhů na lokalitách a v druhé části jsou uvedeny výsledky odkazující na mezidruhové rozdíly ve způsobu uchycení.

4.1. Prezence jednotlivých druhů na lokalitě

4.1.1. Parametry reprodukčních nádrží

Sledované parametry reprodukčních nádrží byly rozděleny na vysvětlovanou proměnou – prezence či absence daného druhu na lokalitě – a na vysvětlující proměnné – nadmořská výška, plocha reprodukční nádrže a přítomnost ryb, viz Tab. 7.

Dále se reprodukční nádrže lišily i počtem návštěv během pozorovacího období. Pouze 10,53 % z lokalit bylo opakovaně navštíveno v každé pozorovací sezóně. 42,11 % lokalit bylo využito pro sběr dat pouze jedenkrát. Nejvíce lokalit (47,37 %) bylo navštíveno 2 – 3 sezóny po sobě.

Tab. 7: Parametry reprodukčních nádrží a zastoupení druhů. *Zastoupení druhů na lokalitě – R (Rana), A (arvalis), D (dalmatina) a T (temporaria). Plocha reprodukční nádrže je určena v m². Absence (0)/ prezence (1) ryb na lokalitě.*

lokality	zastoupení druhů	m n. m.	plocha reprodukční nádrže	výskyt ryb	lokality	zastoupení druhů	m n. m.	plocha reprodukční nádrže	výskyt ryb
1	RAD	267	1173	0	11	RDT	373	390	0
2	RAD	267	2652	0	12	RD	402	6320	1
3	RADT	274	17755	1	13	RDT	458	3335	1
4	RADT	264	55100	1	14	RT	458	23790	1
5	RT	265	38200	1	15	RDT	464	11289	0
6	RD	401	18	0	16	RDT	266	2600	1
7	RDT	233	11600	1	17	RD	225	37345	1
8	RDT	374	1139	0	18	RT	463	8	0
9	RDT	373	189	0	19	RT	463	3306	1
10	RT	373	9	0					

Výsledkem použitého zobecněného lineárního modelu s binomickým rozdělením je následující:

- Přítomnost *R. arvalis* byla negativně ovlivněna nadmořskou výškou: $\chi^2 = 5,5675$, $p = 0,0183$. Ostatní parametry neměly na přítomnost *R. arvalis* průkazný efekt ($p > 0,1$).
- V případě *R. dalmatina* byl zaznamenán neprůkazný vliv nadmořské výšky: $\chi^2 = 2,8441$, $p = 0,0917$. Ostatní vysvětlující proměnné neměly signifikantní vliv ($p > 0,1$).
- Na přítomnost *R. temporaria* na lokalitách neměla žádná ze sledovaných vysvětlujících proměnných signifikantní efekt ($p > 0,2$).

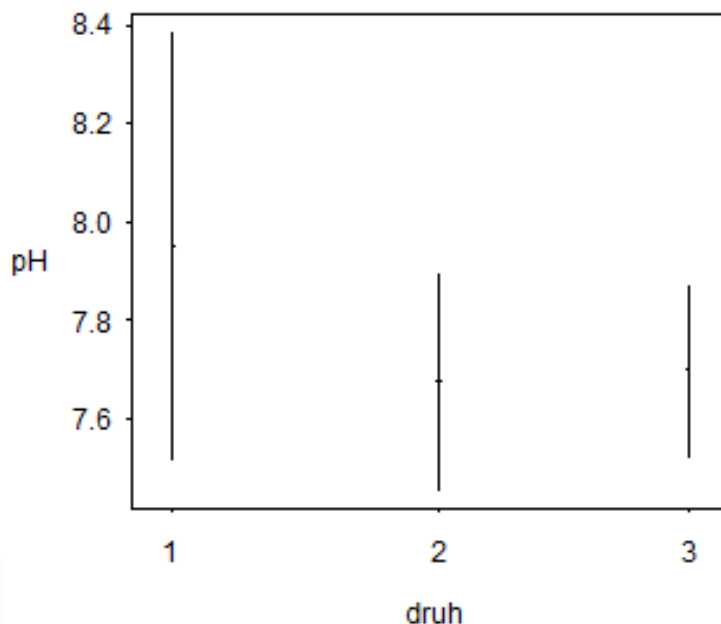
4.1.2. pH reprodukčních nádrží

Hodnota pH reprodukčních nádrží byla měřena v období 2013 – 2015, tudíž 176 snůšek z roku 2012 nebylo zahrnuto do celkového zpracování. Pouze na dvou lokalitách – Kovač II. a Prachov, Holín – nebylo zjištěno pH vody vůbec. Hodnota pH vody v průběhu let na některých sledovaných lokalitách mírně kolísala. Z tohoto důvodu byly stanoveny průměrné hodnoty pH vody jednotlivých reprodukčních nádrží. Tyto průměrné hodnoty pH vody se pohybovaly v rozmezí od 7,19 – 8,40, viz Tab. 8.

Tab. 8: Průměrné hodnoty pH reprodukčních nádrží

lokality	hodnota pH	lokality	hodnota pH	lokality	hodnota pH	lokality	hodnota pH
1	8.40	6	-	11	7.66	16	8.00
2	7.78	7	7.58	12	7.19	17	8.16
3	8.24	8	7.28	13	7.26	18	7.80
4	7.26	9	7.81	14	7.80	19	7.90
5	-	10	8.10	15	7.33		

Průměrné hodnoty pH změřené ve sledovaných reprodukčních nádržích se mezi druhy výrazně nelišily, avšak variabilita pH vody v reprodukčních nádržích byla mezi zmiňovanými druhy prokazatelně odlišná ($p < 0,0001$) (Obr. 9).

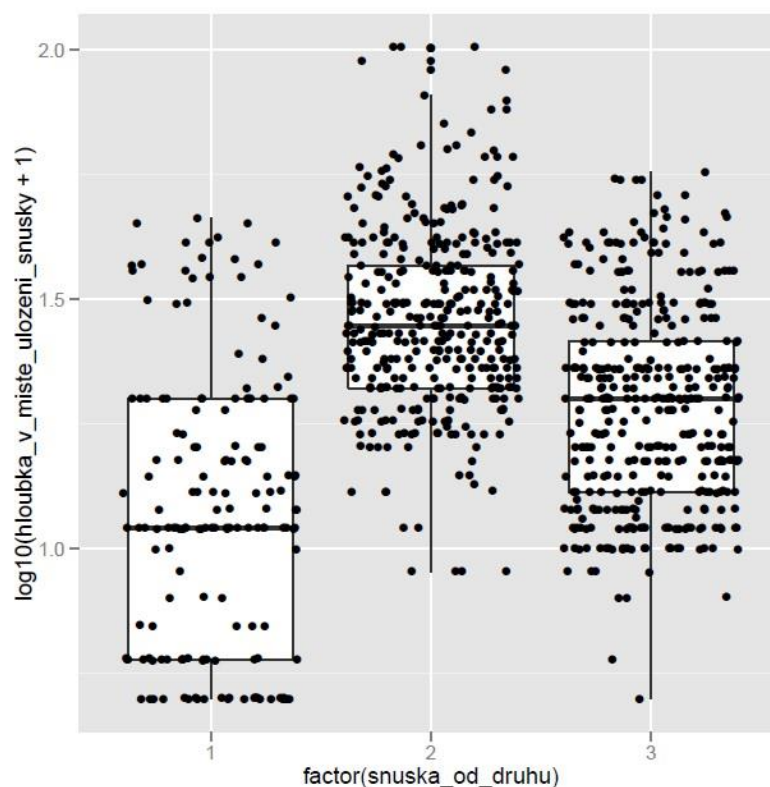


Obr. 9: Průměrné hodnoty pH sledovaných reprodukčních nádrží. Na ose x je uveden druh (1 = *R. arvalis*, 2 = *R. dalmatina* a 3 = *R. temporaria*) a na ose y pak je zobrazena průměrná hodnota pH a rozmezí variability hodnoty pH.

4.2. Mezidruhové rozdíly ve způsobu uchycení

4.2.1. Hloubka v místě uchycení snůšek

Mezidruhový rozdíl v hloubce v místě uložení snůšek byl prokázán ($df = 2$, $\chi^2 = 206,35$, $p < 0,0001$, Obr. 10). Snůšky *R. dalmatina* byly ukládány v prokazatelně větší hloubce než snůšky *R. arvalis*, ale v porovnání se snůškami *R. temporaria* už nebyl rozdíl tak jednoznačný. Je pravděpodobné, že snůšky *R. temporaria* jsou umisťovány ve větší hloubce než snůšky *R. arvalis*. Průměrná hodnota hloubky pro uložení snůšek byla největší u *R. dalmatina* (23,38 cm) a následována *R. temporaria* (23,16 cm). Rozpětí naměřených hloubek, kde byly uchyceny snůšky *R. dalmatina*, se pohybovalo od 8 – 100 cm, ale rozpětí u snůšek *R. temporaria* bylo v rozmezí 4 – 56 cm. *R. arvalis* vyhledával pro uchycení snůšek v průměru nejnižší hloubku (19,10 cm) a rozpětí hloubek se pohybovalo od 4 – 45 cm. Rozdíly mezi všemi druhy byly stanoveny na základě Tukey post-hoc testu.

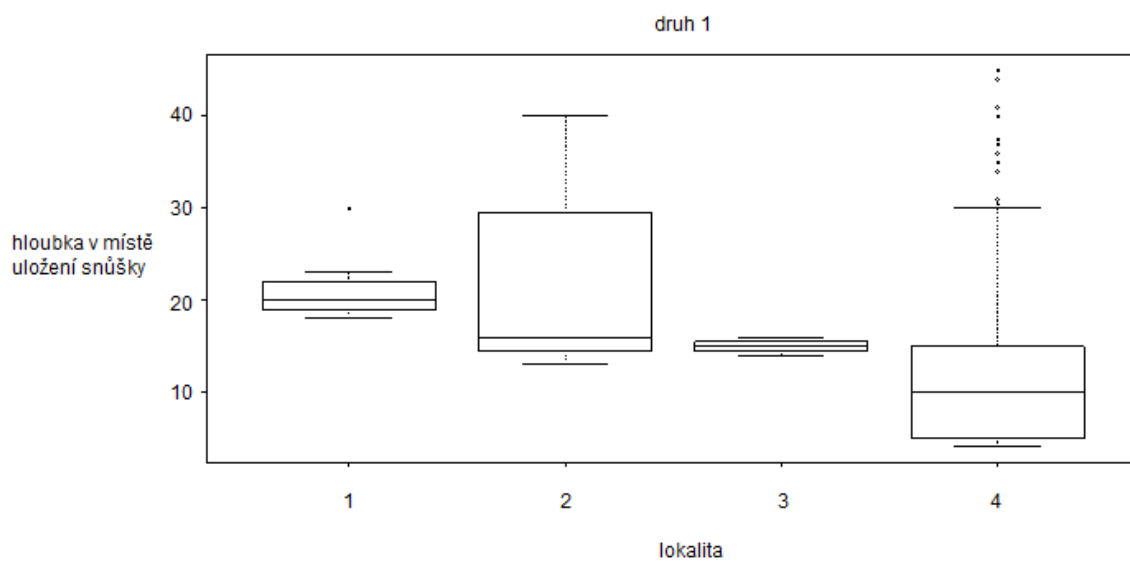


Obr. 10: Hloubka v místě uložení snůšek u sledovaných druhů. Na ose x je uveden druh (1 = *R. arvalis*, 2 = *R. dalmatina*, 3 = *R. temporaria*) a na ose y je znázorněna hloubka v místě uložení snůšky v \log_{10} .

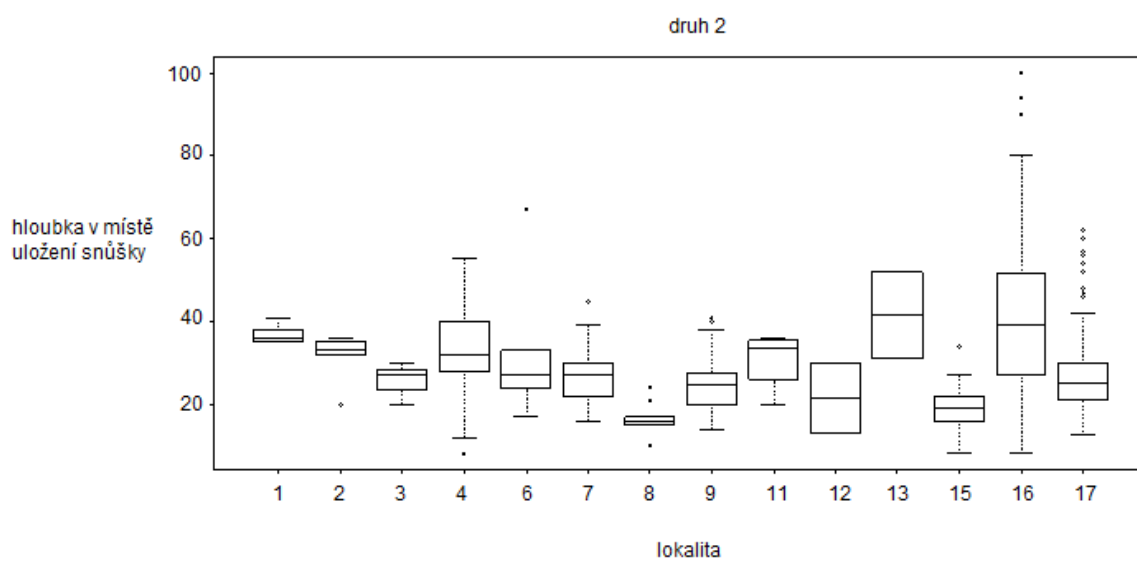
Sledované druhy hnědých skokanů se lišily také v hloubce uchycování snůšek v rámci jednoho druhu na rozdílných lokalitách, viz Obr. 11 – 13. V závislosti na informacích z Tab. 7 a grafů, Obr. 11 – 13, je patrné, že v menších reprodukčních nádržích, kde je přítomnost rybích predátorů nízká či nulová, jsou snůšky od všech tří druhů hnědých skokanů umísťovány do větších hloubek. V opačném případě se zemní skokani snaží umístit snůšky více na mělčiny či alespoň na vodní vegetaci, která opticky i funkčně snižuje výšku vodního sloupce u břehu.

Druh *R. arvalis* se vyskytoval pouze na čtyřech sledovaných lokalitách (Obr. 11), které si byly až na jednu výjimku (Kovač I.) dosti podobné. V Kovači I. bylo nasbíráno nejvíce dat o *R. arvalis*, ale také i o zbývajících druzích. Snůšky od druhů *R. dalmatina* a *R. temporaria* byly měřeny na 14ti odlišných lokalitách. Podrobnější znázornění každoročního výskytu snůšek v reprodukčních nádržích jsou uvedena v kap. 8.1. Výskyt hnědých skokanů v konkrétních reprodukčních nádržích. Zde je vidět, že hnědí skokani dávají

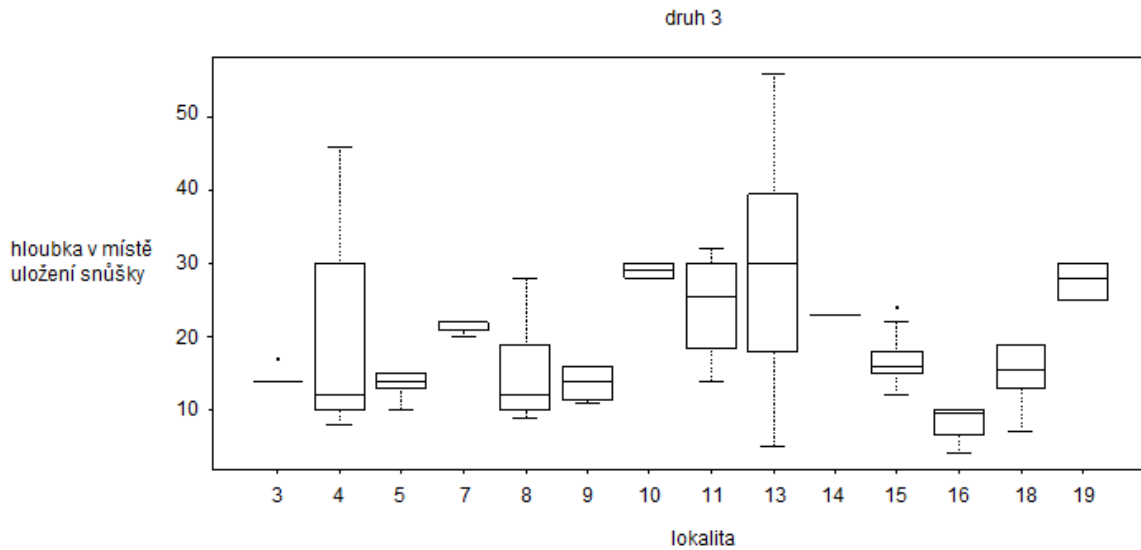
přednost již osvědčeným místům pro uložení snůšek a tato místa mění pouze v neočekávatelných situacích, jako je např. pokles vodní hladiny.



Obr. 11: Hloubka v místě uložení snůšek u druhu *R. arvalis*. Na ose x jsou znázorněny lokality (viz Tab. 6) a na ose y hloubka v místě uložení snůšky v cm.



Obr. 12: Hloubka v místě uložení snůšek u druhu *R. dalmatina*. Na ose x jsou znázorněny lokality (viz Tab. 6) a na ose y hloubka v místě uložení snůšky v cm.

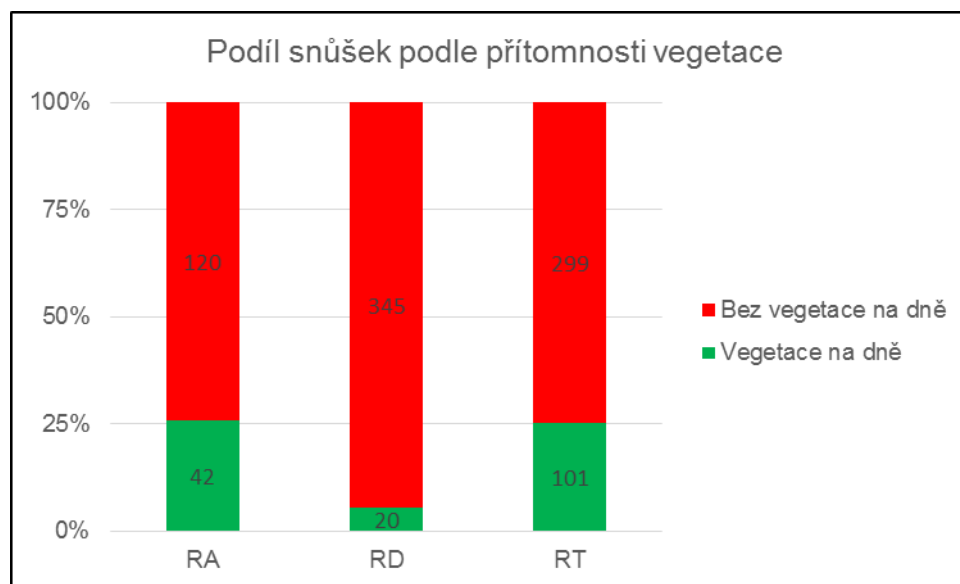


Obr. 13: Hloubka v místě uložení snůšek u druhu *R. temporaria*. Na ose *x* jsou znázorněny lokality (viz Tab. 6) a na ose *y* hloubka v místě uložení snůšky v cm.

4.2.2. Podíl vodní vegetace v reprodukční nádrži

Signifikantní rozdíly v podílu vodní vegetace v reprodukčních nádržích byly prokázány ($df = 2$, $\chi^2 = 10,19$, $p = 0,0061$). Do vodní vegetace byl zařazen i rostlinný opad na dně. Na některých lokalitách byl rostlinný opad znatelnější než vodní vegetace. Na lokalitách, kde byly strmější břehy a tudíž i větší hloubka vodního sloupce již u břehu, např. reprodukční nádrž 4, 13 a 19, byla hnědými skokany vybírána místa pro uložení snůšek s dostatečným množstvím vodní vegetace. Lokalita 4 svou velkou plochou nabízela mnoho variant k uložení snůšek, např. místa bez vodní vegetace pouze za přítomnosti stébel rákosů (*R. dalmatina*); mělčiny s i bez vegetace (*R. arvalis*, *R. temporaria*) a i hlubší místa s dostatkem vodní vegetace (*R. arvalis*). Lokalitu 13 využívaly druhy *R. dalmatina* a *R. temporaria*, ale každý druh preferoval odlišný břeh této reprodukční nádrže. Druh *R. dalmatina* se vyskytoval pouze na severním břehu, kde nebyla žádná vodní vegetace a snůšky byly přichyceny pouze k napadaným větvím. Druh *R. temporaria* pro uložení svých snůšek využíval výhradně severovýchodní břeh, který byl tvořen mělčinami, a v hlubších místech bylo dostatečné množství vodní vegetace. Na lokalitě 19 byly snůšky *R. temporaria* nalezeny v částech bohatých na vodní vegetaci.

Na základě Tukey post-hoc testu byla vegetace na dně u snůšek *R. dalmatina* (0,0548) méně častá než u *R. arvalis* (0,2593). Druhy *R. arvalis* a *R. temporaria* (0,2525) se vzájemně v množství vegetace na dně prokazatelně nelišily (Obr. 14).

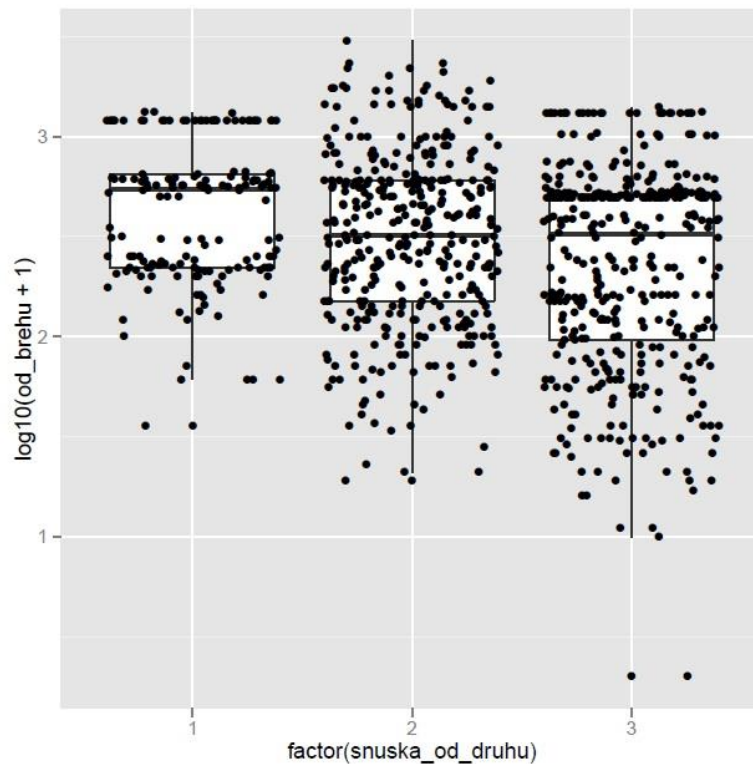


Obr. 14: Podíl snůšek v místech s vegetací v reprodukční nádrži. Na ose *x* je uveden druh (*R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria*) a na ose *y* procentuální zastoupení snůšek, které se vykytují v místech s vegetací či nikoliv.

4.2.3. Vzdálenost uchycených snůšek od břehu

Prokazatelné interspecifické rozdíly ve vzdálenosti snůšek od břehu nebyly zaznamenány ($df = 2$, $\chi^2 = 0,0793$, $p = 0,9611$, Obr. 15). Za břeh, od kterého se měřila vzdálenost ke snůšce, byla považována suchá plocha na okraji reprodukční nádrže. V závislosti na množství vody v nádržích a na množství srážek v daných sezonách se břeh každoročně posouval. Na některých lokalitách, např. lokalita 4, 7, 8, 15 či 17, byly tyto změny velice viditelné. Naproti tomu na reprodukčních nádržích 13 či 16 byly změny minimální. U druhu *R. arvalis* byla nejmenší vzdálenost uložení snůšky od břehu naměřena 35 cm. Nejvzdáleněji se našly snůšky od tohoto druhu 13 m od břehu. Podobně na tom byl i *R. temporaria* – rozmezí vzdáleností uložení snůšek od břehu se pohybovalo od 1 – 1400 cm. Snůšky *R. dalmatina* byly umístěny 18 – 3000 cm od břehu. Zmiňovaná vzdálenost 30 m

uložení snůšky od břehu byla zaznamenána na lokalitě 7. Tato lokalita je právě jednou z těch, které se vyznačují nestálými hranicemi břehů.



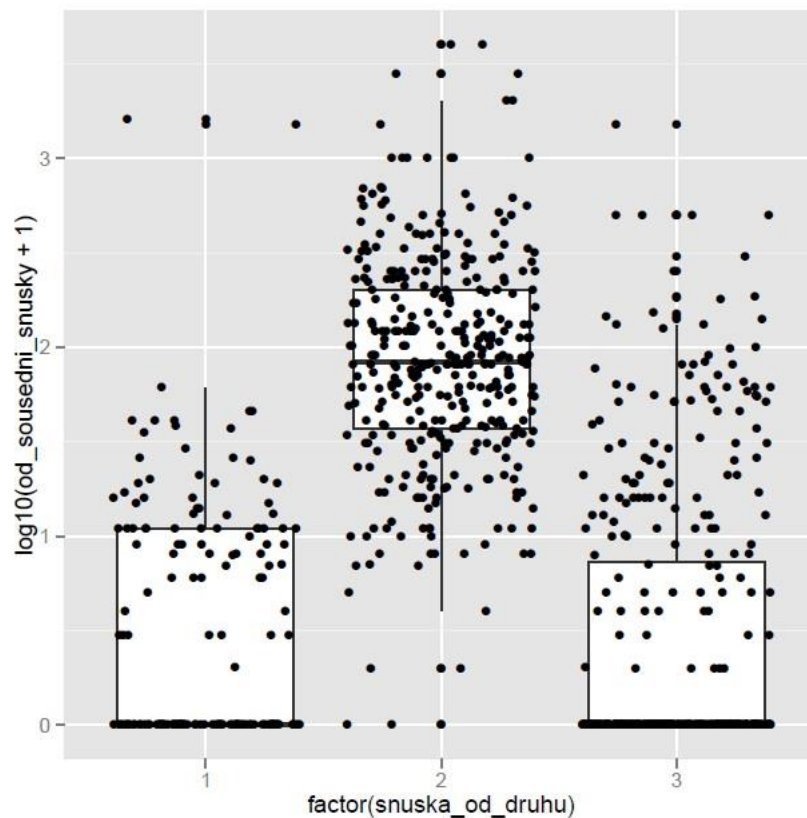
Obr. 15: Vzdálenost snůšek od břehu. Na ose x je uveden druh (1 = *R. arvalis*, 2 = *R. dalmatina*, 3 = *R. temporaria*) a na ose y je znázorněna vzdálenost od břehu reprodukční nádrže v \log_{10} .

4.2.4. Vzdálenost uchycených snůšek od sousedních snůšek

Jednotlivé druhy se výrazně lišily ve vzdálenostech umístění snůšky od sousedních snůšek ($df = 2$, $\chi^2 = 380,910$, $p < 0,0001$, Obr. 16). Za sousední snůšky byly považovány snůšky v rámci druhu, ve výjimečných případech byly za sousední snůšky považovány snůšky od příbuzného druhu.

Tukey post-hoc testy neprokázaly rozdíly mezi *R. arvalis* a *R. temporaria* ($p = 0,0540$), ale *R. dalmatina* měl průměrnou vzdálenost i celkové rozmezí vzdáleností k nejbližší sousední snůšce výrazně větší než *R. arvalis* a *R. temporaria* ($p < 0,0001$ pro obě pozorování). Průměrná hodnota vzdálenosti snůšek *R. arvalis* od sousedních snůšek je 0,45 m,

u *R. temporaria* to je 0,91 m a u *R. dalmatina* 0,96 m. Zaznamenané průměrné hodnoty vzdáleností snůšek od sousedních snůšek jsou ovlivněny množstvím volně plavajících a uchycených snůšek. Rozmezí vzdáleností od sousedních snůšek je největší u *R. dalmatina*, a to 0 – 40 m. U druhu *R. arvalis* to je 0 – 16 m a podobně tomu je i u *R. temporaria*, 0 – 15 m. Většina zaznamenaných snůšek *R. dalmatina* (55,34 %) byla uchycena do 100 cm od sousední snůšky. U druhu *R. arvalis* bylo uchyceno do 100 cm vzdálenosti od sousední snůšky 98,77 % a u *R. temporaria* 96,25 %.

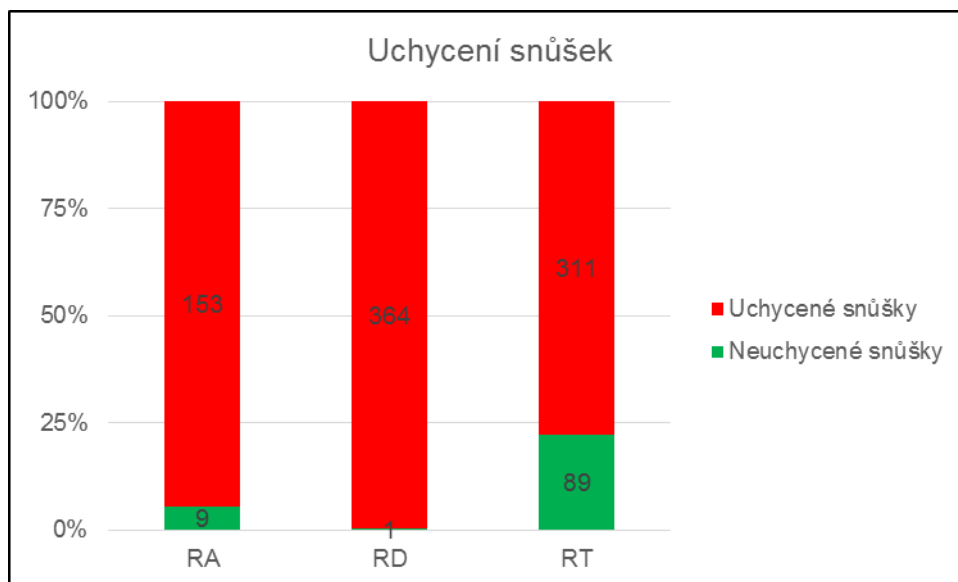


Obr. 16: Vzdálenosti od sousedních snůšek. Na ose *x* je uveden druh (1 = *R. arvalis*, 2 = *R. dalmatina*, 3 = *R. temporaria*) a na ose *y* je znázorněna vzdálenost od sousední snůšky v reprodukční nádrži v \log_{10} .

4.2.5. Mezidruhové rozdíly v uchycení snůšek

Jednotlivé druhy se liší v pravděpodobnosti, s jakou byla jejich snůška uchycena k rostlinnému podkladu či k jiné snůšce ($df = 2$, $\chi^2 = 81,8850$, $p < 0,0001$).

Podíl uchycených snůšek byl největší pro *R. dalmatina* (99,73 %), následováno *R. arvalis* (94,44 %). Nejmenší podíl uchycených snůšek byl prokázán u *R. temporaria* (77,75 %) (Obr. 17). Rozdíly ve frekvenci uchycení byly prokazatelné pro všechny druhy na základě Tukey post-hoc testu ($p < 0,050$).



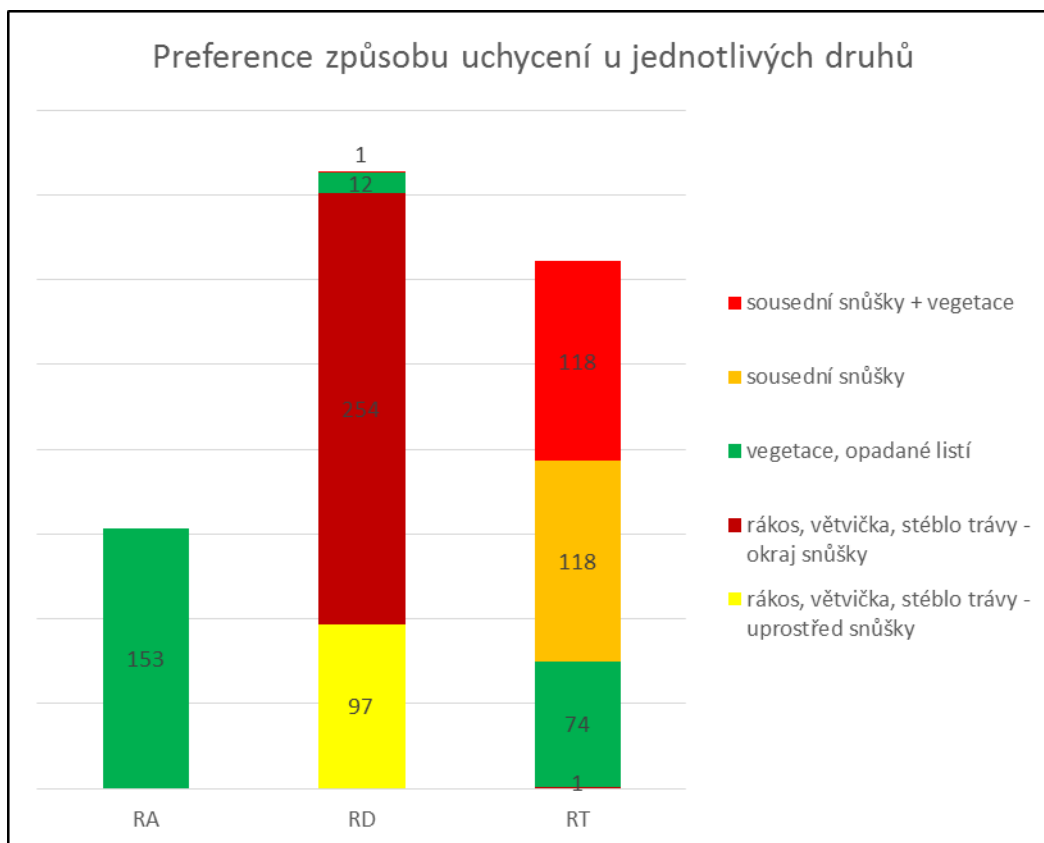
Obr. 17: Uchycení snůšek. Na ose x je uveden druh (*R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria*) a na ose y je znázorněno procentuální zastoupení uchycených či neuchycených snůšek u jednotlivých druhů.

4.2.6. Způsob uchycení snůšek

Způsob uchycení se zjišťoval pouze u uchycených snůšek (kód 1: $n_1 = 828$), proto se neuchycené snůšky (kód 0: $n_2 = 99$) vypustily a modelovala se jen pravděpodobnost kódu 1, za podmínky, že nastala situace 1 (přichycení na rákos či jiný úzký předmět) či situace 2 (přichycení k vodní vegetaci, k sousedním snůškám či k oběmu) (Obr. 18).

Podrobněji se lze podívat na jednotlivé druhy. Pravděpodobnost, že snůška bude uchycena na rákos či jiný úzký předmět je prokazatelně nejvyšší u *R. dalmatina* (0,9701). U zbylých dvou druhů je až skoro nulová pravděpodobnost, že by uchytily snůšku na rákos či jiný úzký předmět (*R. arvalis* (1,4442E-13); *R. temporaria* (0,0033)).

Druh *R. arvalis* jasně preferuje k uchycení svých snůšek vegetaci tvořenou vodními travinami či opadaným rostlinným materiálem (0,9444), kdežto druh *R. temporaria* prokazatelně upřednostňuje uchycování svých snůšek k sousedním snůškám a případně i k vegetaci (0,7588).



Obr. 18: Preference způsobu uchycení u jednotlivých druhů. Na ose *x* je uveden druh (*R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria*) a na ose *y* je znázorněno početní zastoupení preferovaných způsobů uchycení.

5. Diskuze

I přes velké množství studií zabývající se reprodukční biologii *R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria* se nikdo nevěnoval podrobněji tomuto tématu u všech tří druhů najednou a na jednom místě. Rozdíly mezi druhy bylo možné získat jen podrobnou rešerší jednotlivých prací z různých částí Evropy (Švédsko, Polsko, Itálie, Finsko apod.). Výsledky diplomové práce poskytují podrobnější informace o výběru reprodukčních nádrží českých hnědých skokanů. Tato práce potvrzuje, že abiotické i biotické parametry lokalit nejsou pro žáby jen bezvýznamnou položkou při výběru vhodné nádrže, ale že se jedná o zcela zásadní vlastnosti, které jsou žábami při výběru reprodukčních míst upřednostňovány a ovlivňují tak i následnou distribuci snůšek (Smith, 1987; Skelly, 2001; Semlitsch et Bodie, 2003; Ficetola et al., 2006a). Zároveň tato studie přináší detailnější informace o mezidruhových rozdílech v uchycování snůšek v reprodukčních nádržích u českých hnědých skokanů. Předchozí práce jiných autorů se zabývaly sledováním některých faktorů, ale pouze u jednotlivých druhů či porovnávaly dva druhy (Laurila, 1998; Bartoň et Rafiński, 2006; Ficetola et al., 2006a; Grözinger et al., 2012). Čím se ale tato práce od ostatních studií odlišuje, je množstvím získaných a zpracovaných dat a rozšířením sledování na všechny tři druhy hnědých skokanů zároveň. Podle získaných podkladů se všemi třemi druhy najednou zabíral švédský tým, který se ale zaměřil na vliv pH a přítomnosti hliníku ve vodě na embryonální vývoj hnědých skokanů (Andrén et al., 2006).

Sledované druhy *R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria* využívají za účelem reprodukce podobná či totožná stanoviště. Díky mezidruhové kompetici došlo u zmíněných druhů přinejmenším k parciálnímu posunu jak prostorových, tak časových nik. Některé výsledky této práce potvrzují právě posun v prostorových nikách. Jednotlivé druhy se od sebe odlišují ve využívané hloubce vodního sloupce reprodukční nádrže či ve způsobu uchycování snůšek k rostlinnému či jinému podkladu (Maříková, 2008; vlastní data).

Bezprostřední okolí, zahrnující výrazné faunistické i floristické prvky, reprodukčních nádrží bylo přiblíženo v kapitole 3.1. Charakteristika lokalit. Ovšem už nebyl kladen tak podrobný důraz na determinaci všech rostlin v okolí reprodukční nádrže, jako tomu bylo u jiných autorů (Laurila, 1998; Bartoň et Rafiński, 2006; Ficetola et al., 2006a; Loman et Andersson, 2007; Grözinger et al., 2012), či určení kvantity ryb v reprodukční nádrži (Laurila et Aho, 1997; Laurila, 1998). Pozornost této práce byla směřována hlavně na uchycování snůšek přímo v reprodukční nádrži a s tím spojených parametrů vybraného vodního zdroje.

Ne všechna data získaná na lokalitách byla v dané práci využita. Výběr lokalit byl podobně jako u jiných autorů ovlivněn přítomností co největšího druhového zastoupení hnědých skokanů a rozmanitostí jednotlivých reprodukčních nádrží (Ficetola et al., 2006a; Grözinger et al., 2012; vlastní pozorování). Rozdílem ovšem bylo, že námi vybrané lokality nebyly sledovány každou reprodukční sezónou od roku 2012 až do roku 2015. Opakovaně bylo navštíveno 57,89 % ze sledovaných lokalit a jednalo se o lokality druhově významné. Ostatních 42,11 % lokalit bylo navštíveno pouze jedenkrát. Počet navštívených lokalit v daném roce se lišil i vlivem klimatických či antropogenních změn, s čímž se musí při práci v terénu počítat. Tento způsob získávání dat měl samozřejmě své výhody i nevýhody. Mezi výhody jednoznačně patří větší variabilita sledovaných lokalit. Na druhou stranu tento postup nám znemožnil pozorování sezonních změn na jednotlivých lokalitách. Počet sledovaných sezón je pro získání relevantních dat použitých pro tuto práci dostačující. Jiní autoři ovšem zvolili odlišnou taktiku, např. Grözingerův tým za 7 let sledoval výběr reprodukčních nádrží *R. temporaria* podle 44 abiotických faktorů na 71 vodních nádrží (Grözinger et al., 2012) či jiný tým sledoval *R. dalmatina* pouze během dvou let v reprodukčních nádržích nejčastěji o průměru 50 m (Ficetola et al., 2006a).

Data získaná pro tuto práci byla kvantitativně i kvalitativně zpracovávána za použití nejrůznějších testovacích statistických modelů. Některé analýzy (např. zpracovávaných na základě uchycení snůšek) byly pro druh *R. arvalis* neprůchodné, pro menší počet sledovaných snůšek (162 snůšek), než u dalších dvou druhů. Menší počet sledovaných snůšek *R. arvalis* byl dán i zmíněnými antropogenními zásahy na lokalitách v podobě vypouštění rybníků před reprodukční sezónou. Data získaná od druhů *R. dalmatina* a *R. temporaria* byla v závislosti na celkovém počtu postačující. Proto byly v této práci publikovány pouze ty modely, které podávají podstatnou informaci o interspecifických rozdílech v uchycování snůšek. Mezi nejčastěji sledované parametry reprodukčních nádrží byly zahrnuty mimo jiné nadmořská výška a plocha reprodukční nádrže, přítomnost ryb a pH vody. Přítomnost ryb v reprodukčních nádržích nevyšel ze statistických analýz jako signifikantní parametr, na rozdíl od výsledků od jiných autorů (Hopey et Petranka, 1994; Laurila, 1998; Chivers et al., 2001). Mohlo to být ovlivněno neurčením druhů ryb a jejich kvantitativním zastoupením v reprodukční nádrži či vybranými lokalitami. Nebylo ani reálné určit množství veškerých potenciálních predátorů ve vybraných vodních nádržích. Další sledovaný parametr – nadmořská výška – se ukázal jako negativní efekt ovlivňující přítomnost *R. arvalis* na lokalitách. Jak bylo uvedeno v úvodu této studie, *R. arvalis* upřednostňuje nížiny (Arnold et

Ovenden, 2002), což bylo prokázáno i v této studii. U *R. dalmatina* a *R. temporaria* byl tento efekt neprůkazný. Plocha nádrže také neměla prokazatelný vliv na výběr reprodukční nádrže. K prokázání nadmořské výšky a plochy reprodukční nádrže jako signifikantního efektu ovlivňující výběr nádrží u hnědých skokanů, by bylo potřeba získat data z většího počtu lokalit. Posledním sledovaným parametrem reprodukčních nádrží byla hodnota pH, která se u sledovaných reprodukčních nádrží pohybovala v průměru od 7,19 – 8,40. Žádná sledovaná lokalita neměla pH vody v kyselém rozmezí, takže nelze určit okrajové hodnoty pro upřednostnění dané reprodukční nádrže. Ovšem výsledky dokazují, že největší variabilita v daném rozmezí pH se vyskytovala u druhu *R. arvalis*. Jelikož tento druh má i největší toleranci v kyselém prostředí (Räsänen et al., 2003), pH hodnota vody nebude u tohoto druhu rozhodujícím faktorem při výběru reprodukční lokality.

Nejprokazatelnějším rozdílem mezi jednotlivými druhy je místo uložení a způsob uchycení snůšky. Hloubka v místě uložení snůšek se mezi druhy signifikantně liší (Strijbosh, 1979; BeeBee, 1985; Grözinger et al., 2012) a výsledky této práce to dokazují. Největší hloubky pro uložení snůšek využívá druh *R. dalmatina*, který díky 99,72% fixaci snůšky k vegetaci zabraňuje jejímu odplavání do nevhodných částí vodní nádrže (Ficetola et al., 2006a). Druh *R. arvalis* vyhledává pro uchycení snůšek ze všech pozorovaných druhů nejnižší hloubky. Vrstva vodní vegetace či rostlinného opadu snižuje hloubku vodního sloupce a je proto druhy *R. arvalis* a *R. temporaria* upřednostňována v reprodukčních nádržích o větší hloubce. Hloubky uložení snůšek v reprodukční nádrži se liší i v rámci jednoho druhu. Rozptyl těchto hloubek na jednotlivých lokalitách může dosahovat i několika desítek centimetrů. Pravděpodobně je to způsobené kombinací více environmentálních faktorů a mezidruhové kompetice. Uložení snůšek v dané hloubce ovlivňuje i délku larválního vývoje žab, protože v mělkých vodách se pochopitelně voda rychleji ohřívá a jak dokazují výsledky jiných studií, teplota vody a prostředí přímo ovlivňují rychlost růstu pulců (Mikátová et Vlašín, 2002; Laugen et al., 2003; Kuparinen et al., 2010; Köhler et al., 2011). U vzdálenosti uložení snůšky od břehu nebyly nalezeny žádné prokazatelné mezidruhové rozdíly. Zpracovaná data zabývající se vzdáleností uložení snůšek od sousedních snůšek potvrzují jen teritoriální chování u druhu *R. dalmatina* (Martof, 1953; Lesbarrères et al., 2008).

Zpracované výsledky této práce potvrzují nutnost hnědých skokanů své snůšky fixovat buď k vegetaci či k sousedním snůškám. Nejmenší potřeba fixovat snůšky je u druhu *R. temporaria* (77,75%), který snůšky přichycuje jen v závislosti na podmínkách v reprodukční nádrži. Pokud ovšem snůšky přichytí, je důležitá ze 75,88 % přítomnost

sousedních snůšek, ke kterým přichycuje snůšku záměrně (Haapanen, 1982; Zavadil, 1986; Walsh et al., 2008). Zcela opačným případem je situace u druhu *R. dalmatina*, kde je až 97,01% pravděpodobnost, že tento druh přichytí snůšku k rákosu či k jinému úzkému předmětu (Zavadil, 1986; Reháček, 1992; Hartel, 2005). Poslední sledovaný druh, *R. arvalis*, preferuje uchycení snůšek k vodní vegetaci, a to z 94,44 %.

Interspecifické rozdíly ve využívaných časových nikách jednotlivých druhů byly částečně prokázány v jiných studiích (Maříková, 2008; Kuparinen et al., 2010). Změny v časové nise během zahájení a ukončení reprodukce sledovaných druhů je všeobecně známo – jako první se začíná rozmnožovat *R. dalmatina*, který je následován druhem *R. temporaria* a v těsném závěsu i *R. arvalis*. *R. dalmatina* zvolil v porovnání se zbylými druhy odlišnou strategii. U tohoto druhu je posun časové niky evidentní, protože na některých lokalitách zahajuje reprodukci až o 2 týdny dřív než *R. arvalis* a *R. temporaria*. U druhů *R. arvalis* a *R. temporaria* lze pozorovat částečný posun v časové nise. Ale už nejsou tak známé změny v časové nise během líhnutí a metamorfózy hnědých skokanů. Z tohoto důvodu by bylo zajímavé i užitečné věnovat více pozornosti studiu časové niky hnědých skokanů.

Tato studie dokládá, že interspecifické rozdíly mezi hnědými skokany v ukládání snůšek do reprodukčních nádrží opravdu existují a jsou nezanedbatelným ekologickým projevem těchto obojživelníků. Sběr dat pro tuto práci byl přínosný i z pohledu ochrany přírody a krajiny. Každoroční podrobné sledování vybraných lokalit poskytlo lepší povědomí o přítomnosti a početnosti hnědých skokanů. Pozitivem této práce bezpochyby je, že některé lokality začaly být i díky poznatkům získaným během zpracování dat účelně ošetřované a rekultivované, např. tůň Bílá skála či Olešovická tůň I. v obci Kamenice.

6. Závěr

Sledované druhy *R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria* jsou významnou složkou fauny České republiky. Tato práce si kladla za hlavní cíl zjistit více informací o reprodukční biologii těchto zajímavých živočichů, a to konkrétněji mezidruhové rozdíly ve způsobu umístování snůšek v reprodukční nádrži.

Analyzováno bylo celkem 927 snůšek z 19ti různých lokalit. Z celkové počtu snůšek bylo 162 snůšek *R. arvalis*, 365 snůšek *R. dalmatina* a 400 snůšek *R. temporaria*. Výsledky prokazují určitý vliv vybraných abiotických a biotických faktorů na výběr reprodukční nádrže u sledovaných druhů. Kapitola 4. Výsledky je věnována uchycování snůšek k podkladu, kdy jsou specifikovány jednotlivé parametry, které ovlivňují stanovištní preference hnědých skokanů. Mezi tyto parametry bezpochyby patří hloubka vodního sloupce reprodukční nádrže v místě umístění snůšek, přítomnost vodní vegetace či rostlinného opadu, pH hodnota vody, nadmožská výška, plocha nádrže a přítomnost ryb. Mezi sledovanými druhy byly prokázány signifikantní rozdíly, které spočívají ve způsobu uchycování snůšek k rostlinnému podkladu či k sousedním snůškám a v preferenci hloubky vodního sloupce v místě umístění snůšek. Druh *R. dalmatina* přichytí z 99,73 % snůšku k stéblu vodní trávy či k jinému úzkému předmětu a díky této fixaci si může dovolit umístovat snůšky i do větších hloubek, které podle publikovaných dat mohou dosahovat až 100 cm. Právě pro druh *R. arvalis* a *R. temporaria* je důležitá přítomnost vodní vegetace, rostlinného opadu a mělčin. Druh *R. temporaria* má v porovnání se zbylými dvěma druhy největší poměr neuchycených, volně plovoucích, snůšek. Kvůli nízkému počtu sledovaných lokalit nebyl ovšem prokázán vliv nadmožské výšky, přítomnosti predátorů či plochy reprodukční nádrže na výběr reprodukční nádrže.

Diplomová práce poskytuje prokazatelné mezidruhové rozdíly ve způsobu umístování a uchycování snůšek v reprodukční nádrži od všech tří druhů a z relativně podobného místa výskytu a potvrzuje tak využívání různých prostorových nik sledovanými druhy hnědých skokanů. Dále výsledky této práce poskytují dostatečné množství dat pro zlepšení povědomí o konkrétních druzích a zdokonalení managementu udržování stanovišť.

7. Seznam použité literatury

- Andrén C.; Henrikson L., Olsson M. et Nilson, G.;** 2006: Effects of pH and aluminium on embryonic and early larval stages of Swedish brown frogs *Rana arvalis*, *R. temporaria* and *R. dalmatina*. *Ecography*, Vol. 11: 127 – 135
- Arnold, N. et Ovenden, D.;** 2002: Reptiles & amphibians: Britain & Europe. London: HarperCollins Publishers, 288 pp.
- Bartoń, K. et Rafiński, J.;** 2006: Co-occurrence of agile frog (*Rana dalmatina* fitz.in Bonaparte) with common frog (*Rana temporaria* L.) in breeding sites southern Poland. *Polish Journal of Ecology*, 54: 151 – 157
- Beebee, T. J. C.;** 1985: Discriminant analysis of amphibian habitat determinants in south-east England. *Amphibia-Reptilia* 6: 35 – 43
- Bernini, F., Gentili, A., Merli, E.;** 2004: *Rana dalmatina* and *R. latastei*: habitat selection, fluctuation in egg clutch deposition and response to exceptional floods in northern Italy. *Italian Journal of Zoology*, 2: 147 – 149
- Binckley, C. A. et W. J. Resetarits, Jr.;** 2008: Oviposition behavior partitions aquatic landscapes along nutrient and predation gradients. *Behavioral Ecology* 19: 552 – 557.
- Bonk, M., Bury, S., Hofman, S., Szymura, J. M., Pabijan, M.;** 2012: A reassessment of the northeastern distribution of *Rana dalmatina* (Bonaparte, 1840). *Herpetology Notes*, 5: 345 – 354
- Crawly, M. J.;** 2012: The R Book, Second Edition. Wiley, 1076 pp.
- Elmberg, J.;** 1986: Apparent lack of territoriality during the breeding season in a boreal population of common frogs *Rana temporaria* L. *Herpetological Journal*, 1: 81 – 85
- Ficetola, G. F., Valota, M., De Bernardi, F.;** 2006a: Temporal variability of spawning site selection in the frog *Rana dalmatina*: consequences for habitat management. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29.2: 157 - 163
- Ficetola, G. F., Valota, M., De Bernardi, F.;** 2006b: Within-pond spawning site selection in *Rana dalmatina*. *Atti del V Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica*. Firenze University Press: 113 – 116

- Grözinger, F., Wertz, A., Thein, J., Feldhaar, H. et Rödel, M. – O.;** 2012: Environmental factors fail to explain oviposition site use in the European common frog. *Journal of Zoology*, 288: 103 – 111
- Griffiths, R. A. et Raper, S. J.;** 1994: A review of current techniques for sampling amphibian communities. JNCC report N. 210, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Guarino, F. M. et Bellini, L.;** 1993: Reproductive activity and plasma androgen concentrations in the male of *Rana dalmatina*. *Bollettino di Zoologia*, 60: 281 – 286
- Haapanen, A.;** 1982: Breeding of the common frog (*Rana temporaria* L.). *Ann. Zool. Fennici* 19: 75 – 79
- Hartel, T.;** 2005: Aspects of breeding activity of *Rana dalmatina* and *Rana temporaria* reproducing in a seminatural pond. *North-Western Journal of Zoology*, 1: 5 – 13
- Hartel, T.;** 2008: Weather conditions, breeding date and population fluctuation in *Rana dalmatina* from central Romania. *Herpetological Journal*, 18: 1 – 5
- Hartel, T., Sas, I., Pernetta, A. P. et Geltsch, I. C.;** 2007: The reproductive dynamics of temperate amphibians: a review. *North-Western Journal of Zoology*, Vol. 3: 127 – 145
- Heráň, I.;** 1989: Jak cestuje skokan hnědý. *Živa*, 6: 275 – 277
- Hopey, M. E. et Petranka, J. W.;** 1994: Restriction of Wood Frogs to fish free habitats: How important is adult choice. *Copeia*: 1023 – 1025 pp.
- Chivers D. P., Wildy E. L., Kiesecker J. M. et Blaustein A. R.;** 2001: Avoidance response of juvenile pacific treefrog to chemical cues of introduced predatory bullfrogs. *Journal of Chemical Ecology*, 27 (8): 1667 – 1676.
- IUCN;** 2014: The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Staženo dne 20. 12. 2014. <<http://www.iucnredlist.org>>.
- Kiesecker, J. M. et Skelly, D. K.;** 2000: Choice of oviposition site by gray treefrogs: The role of potential parasitic infection. *Ecology*, 81: 2939 – 2943

Kolman, P. et Nečas, P.;1997: In: **Nečas, P., Modrý, D., Zavadil, V.:** Czech Recent and Fossil Amphibians and Reptiles. An Atlas and Field Guide. Frankfurt am Main: Edition Chimaira, 94 pp.

Köhler, A., Sadowska, J., Olszewska, J., Trzeciak, P., Berger-Tal, O., Tracy, C. R.; 2011: Staying warm or moist? Operative temperature and thermal preferences of common frogs (*Rana temporaria*), and effects on locomotion. *Herpetological Journal*, 21: 17 – 26

Kuparinen, A., Laugen, A. T., Laurila, A. et Merilä, J.; 2010: Developmental threshold model challenged by temperature. *Evolutionary Ecology Research*, 12: 821 – 829

Kuzmin, S. L.; 1999: Staženo dne 20. 9. 2011. <http://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib_query?where-genus=Rana&where-species=arvalis>.

Kuzmin, S. L. et Cavagnaro, J.; 1999: Staženo dne 20. 9. 2011. <http://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib_query?where-genus=Rana&where-species=dalmatina>.

Lác J.; 1968: Obojživelníky – Amphibia. In: **Oliva O., Hrabě S., Lác J.:** Stavovce Slovenska I. Ryby, obojživelníky a plazy. Bratislava: SAV, 396 pp.

Lardner, B.; 2000: Morphological and life history responses to predators in larvae of seven anurans. *Oikos*, Volume 88: 169 – 180

Laugen, A. T., Laurila, A., Merilä, J.; 2003: Latitudinal and temperature-dependent variation in embryonic development and growth in *Rana temporaria*. *Oecologia*, 135: 548 – 554

Laurila, A.; 1998: Breeding habitat selection and larval performance of two anurans in freshwater rock-pools. *Ecography* 21: 484 – 494

Laurila, A. et Aho, T.; 1997: Do female common frogs choose their breeding habitat to avoid predation on tadpoles? *Oikos* 78: 585 – 591

Laurila, A., Kujasalo, J. et Ranta, E.; 1998: Predator-induced changes in life history in two anuran tadpoles: effects of predator diet. *Oikos* 83: 307–317

- Lesbarrères, D. et Thierry, L.;** 2002: Environmental influence on the reproduction of *Rana dalmatina* (Anura, Ranidae): Implications for conservation. Bulletin de la Societe Herpetologique de France: 66 – 76
- Lesbarrères, D.; Merilä, J.; Lodé, T.;** 2008: Male breeding success is predicted by call frequency in territorial species, the agile frog (*Rana dalmatina*). Canadian Journal of Zoology, 86: 1273 – 1279
- Loman, J.;** 2008: Studies on the moor frog (*Rana arvalis*) in south Sweden. Journal of Field Herpetology, Supplement 13: 195 – 205
- Loman, J. et Andersson, G.;** 2007: Monitoring brown frogs *Rana arvalis* and *Rana temporaria* in 120 south Swedish ponds 1989–2005. Mixed trends in different habitats. Biol. Conserv. 135: 46–56.
- Lyapkov, S. M.;** 2008a: A long-term study on the population ecology of the moor frog (*Rana arvalis*) in Moscow province, Russia. Journal of Field Herpetology, Supplement 13: 211 – 230
- Lyapkov, S. M.;** 2008b: Geographical variation of sexual size dimorphism in the moor frog (*Rana arvalis*) in East Europe. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, 13: 113 – 120
- Marshall D. J. et Uller T.;** 2007: When is a maternal effect adaptive? Oikos, 116: 1957 – 1963.
- Martof, B. S.;** 1953: Territoriality in the Green Frog, *Rana clamitans*. Ecology, 34: 165 – 174
- Maříková, K.;** 2008: Porovnání fenologie a topických nároků skokana hnědého (*Rana temporaria*) a skokana ostronosého (*Rana arvalis*). ČZU v Praze, diplomová práce
- Maštera, J.;** 2008: Poznámky k určování snůšek obojživelníků ČR. Havlíčkův Brod: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
- Mikátová, B. et Vlašín, M.;** 2002: Ochrana obojživelníků. Brno: EkoCentrum, 139 pp.
- Moravec, J.;** 1994: Atlas rozšíření obojživelníků v České republice. Praha: Národní muzeum, 133 pp.

- Najbar, B., Vlček, P., Šuhaj, J.;** 2011: New locality record for the Agile Frog (*Rana dalmatina*) from an Odra River meander in southern Poland. *Herpetology Notes*, 4: 63 – 65
- Opatrný, E.;** 1985: Některé pozoruhodnější výsledky faunistické akce. *Akvárium a terárium*, Praha 28: 29 – 32
- Pierce, B. A. et Harvey, J. M.;** 1987: Geographic variation in acid tolerance of Connecticut wood frogs. *Copeia*: 94 – 103.
- Pikulik, M. M.;** 1977: Eksperimetal'noje izučeniye rosta i razvitija ličinek *Rana temporaria* v prirodnykh usloviyakh. *Ekologija*, 3: 98 – 101
- Ponsero, A. et Joly, P.;** 1998: Clutch size, egg survival and migration distance in the agile frog (*Rana dalmatina*) in a floodplain. *Archiv fur Hydrobiologie*, 142: 343 – 352
- Rafiński, J. et Batik, W.;** 2000: Genetic differentiaion among northern and southern populations of the moor frog *Rana arvalis* Nilsson in central Europe. *Heredity* 84: 610 – 618
- Räsänen K., Laurila, A. et Merila, J.;** 2003: Geographic variation in acid stress tolerance of the moor frog, *Rana arvalis*. I. Local adaptation. *Evolution*, 57(2), 352 – 362
- Rehák, I.;** 1992: In: **Baruš, V. Oliva, O. a kol.:** Fauna ČSFR. Svazek 25 – Obojživelníci. Praha: Academia, 340 pp.
- Roček, Z. et Šandera, M.;** 2008: Distribution of *Rana arvalis* in Europe: a historical perspective. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): *Der Moorfrosch / The Moor Frog*, 13: 135 – 150
- Ryser, J.;** 1989: Weight loss, reproductive output, and the cost of reproduction in the common frog, *Rana temporaria*. *Oecologia*, 78: 264 – 268
- Savage, R. M.;** 1961: The ecology and life history of the Common frog (*Rana temporaria temporaria*). London: Pitman Publishing
- Semlitsch, R.D. et Bodie, J.R.;** 2003: Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conserv. Biol.* 17: 1219 – 1228
- Sharbati A. et Osculati F.;** 2006: Allelochemical communication in vertebrates: kairomones, allomones and synomones. *Cells Tissues Organs*, 183: 206 – 219.

Skelly, D. K.; 2001: Distributions of pond-breeding anurans: an overview of mechanisms. Israel Journal of Zoology, Vol. 47: 313–332

Smith, D. C.; 1987: Adult recruitment in chorus frogs: effects of size and date of metamorphosis. Ecology 68: 344–350

Souček, Z.; 1990: Rozmnožování skokana hnědého. Živa, 1: 35 – 36

Strijbosch, H.; 1979: Habitat selection of amphibians during their aquatic phase. Oikos 33: 363 – 372

Šandera, M.; 2003; Skokan ostronosý v období rozmnožování. Živa, 2: 89 – 90

Šandera, M., Jeřábková, L., Kučera, Z.; 2008: *Rana arvalis* in the Czech republic: Recent occurrence and surveillance problems. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, Supplement 13: 249 – 254

Tata, Jamshed R.; 2003: Hormonal signalling during amphibian metamorphosis. Proc. Indian natn Sci Acad., 5: 773 – 790

Viertel, B.; 1999: Salt tolerance of *Rana temporaria*: spawning site selection and survival during embryonic development (Amphibia, Anura). Amphibia-Reptilia, 20: 161 – 171

Vignes, J. C.; 2010: Biological characteristics about the common frog (*Rana temporaria*) reproduction in a population in the French furthest South West. Munibe (Ciencias Naturales – Natur Zientziak): 131 – 148

Vojar, J., Solský, M., Doležalová, J., Šálek, M., Kopecký, O.; 2008: Factors influencing occupancy of breeding ponds in the agile frog (*Rana dalmatina*): A conservation perspective. Scripta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Ostraviensis, 186.

Vondrлік, A.; 2015: dne 15. 3. 2015 <https://www.soukromerybarskereviry.cz/ledce-piskovny>

Vos, C. C. et Chardon, J. P.; 1998: Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*. Journal of Applied Ecology, Vol. 35: 44 – 56 pp.

Vrbová, M. et Kerouš, K.; 2005: Obojživelníci v PP Podhradská tůň. Klenice – Mladá Boleslav: Český svaz ochránců přírody, 42 pp.

Walsh, P. T., Downie, J. R., Monaghan, P.; 2008: Larval over-wintering: plasticity in the timing of life – history events in the common frog. *Journal of Zoology*, 276: 394 – 401

Wells, K. D.; 1977: The social behaviour of anuran amphibians. *Anim. Behavior*, 25: 666 – 693

Zavadil, V.; 1986: Pozorování skokana hnědého a štíhlého v době rozmnožování. *Živa*, 4: 150 – 151

Zavadil, V.; 1993: Vertikale Verbreitung der Amphibien in der Tschechoslowakei. *Salamandra* 28: 202 – 222

Zavadil, V. et Dandová, R.; 1997: In: **Nečas, P., Modrý, D., Zavadil, V.:** Czech Recent and Fossil Amphibians and Reptiles. An Atlas and Field Guide. Frankfurt am Main: Edition Chimaira, 94 pp.

Zavadil, V. et Leypold, J.; 1986: Snůšky našich žab. *Naší přírodou*, 3: 54 – 55

Zavadil, V. et Moravec, J.; 2003: In: **Plesník J., Hanzal V. et Brejšková L.;** 2003: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. *Obratlovci. Příroda*, Praha, 22: 1-184

Zavadil, V. et Vlačín, M.; 1997: In: **Nečas, P., Modrý, D., Zavadil, V.:** Czech Recent and Fossil Amphibians and Reptiles. An Atlas and Field Guide. Frankfurt am Main: Edition Chimaira, 94 pp.

Citované zákony a vyhlášky

114/1992 Sb. zákon České národní rady ze dne 19. února 1992 o ochraně přírody a krajiny

Vyhláška č. 395/1992 Sb. – podle které se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. *Novela 175/2006 Sb.*

8. Přílohy

8.1. Výskyt hnědých skokanů v konkrétních reprodukčních nádržích

Legenda

	RA	RD	RT
2012	●	●	●
2013	●	●	●
2014	●	●	●
2015	●	●	●

Dobrá Voda u Hořic I. – III.



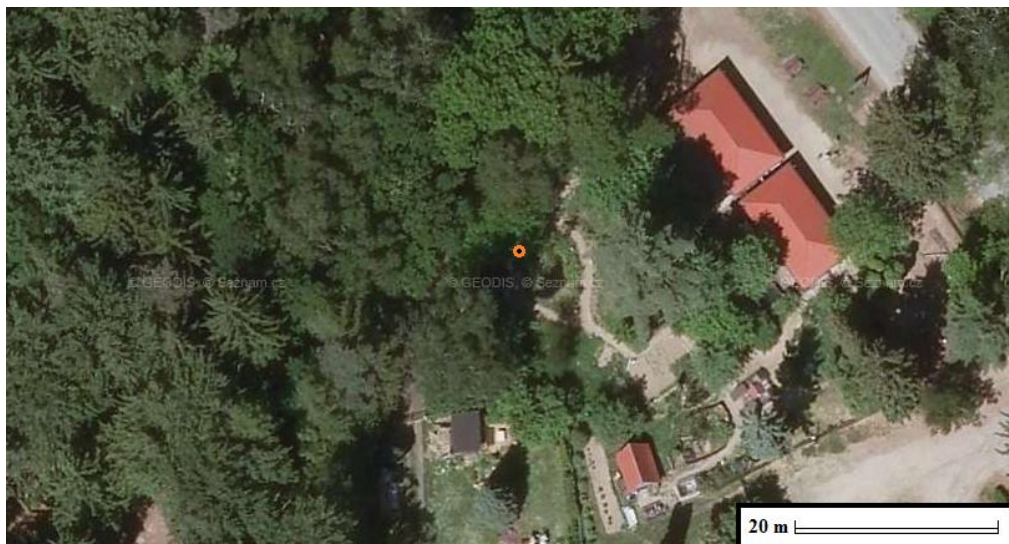
Kovač I.



Kovač II.



Prachov, Holín



Bakov nad Jizerou



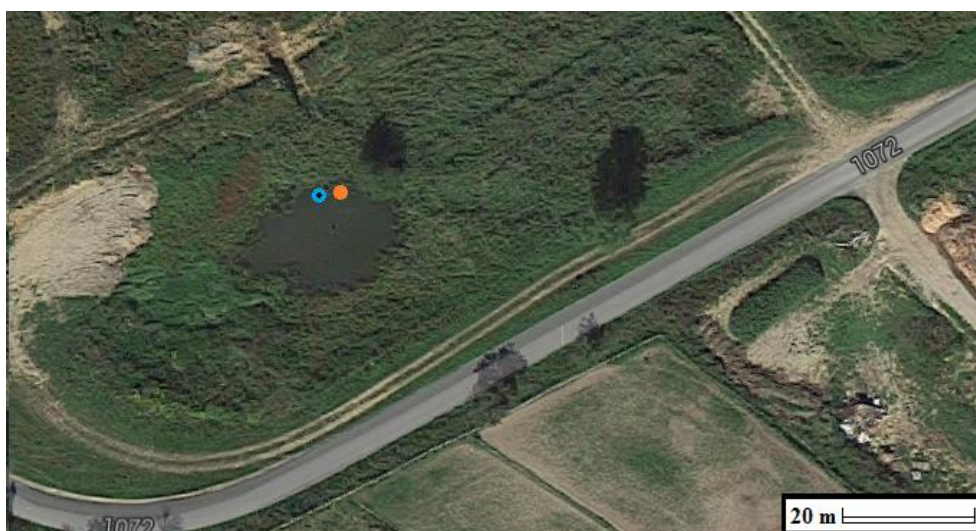
Kamenice



Kamenice, Olešovice I. + II.



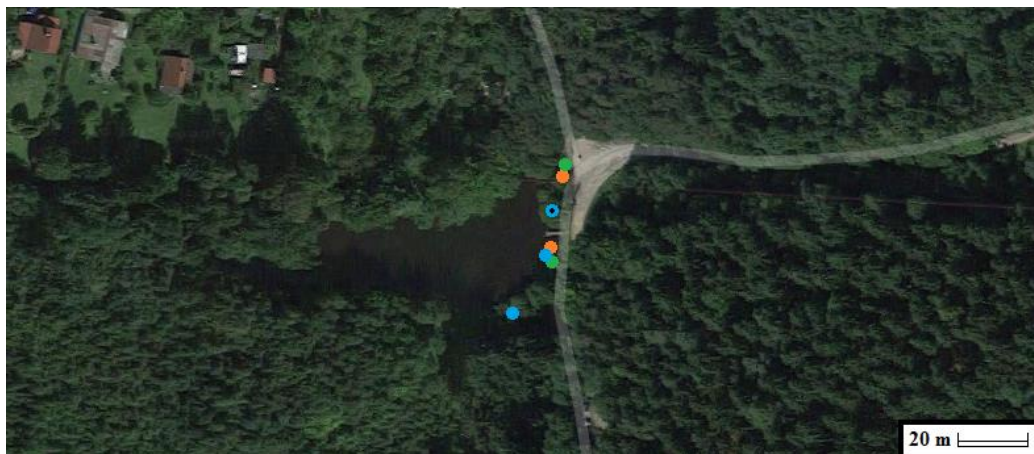
Kamenice, Skuheř I.



Kamenice, Skuheř II.



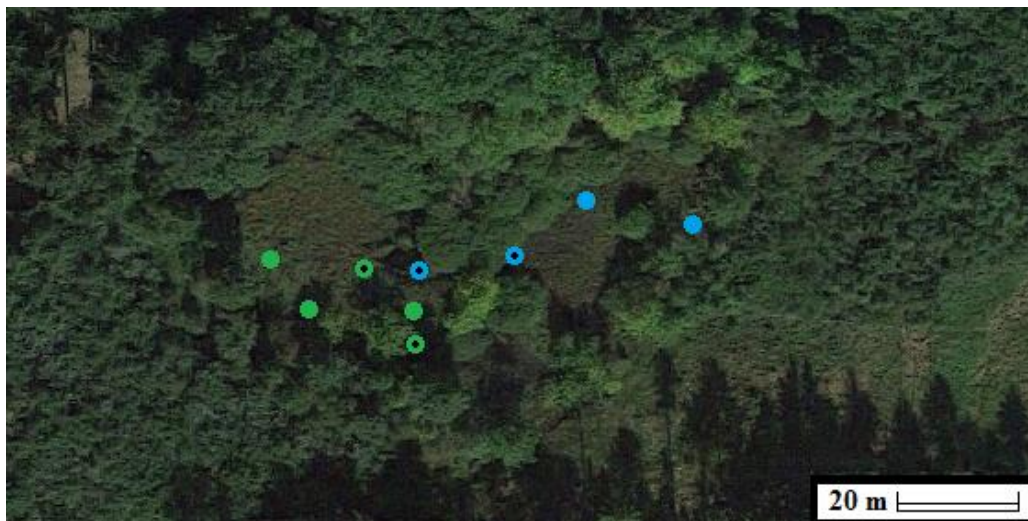
Kamenice, Těptín I.



Kamenice, Těptín II.



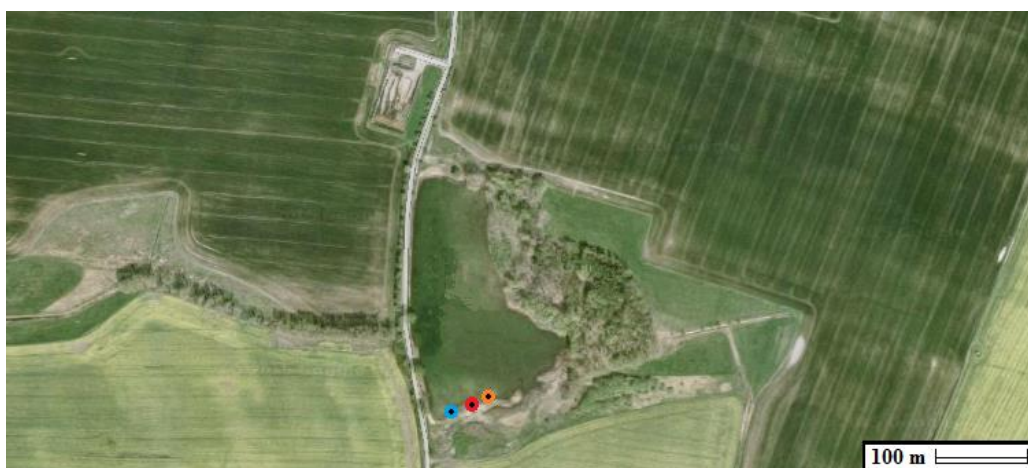
Kamenice, Těptín III.



Ledce



Zachtov



Pavlov I. + II

