

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního
prostředí

**Porovnání efektivity různých metod monitoringu
obojživelníků**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Jana Andrusová

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Vojar, Ph. D.

Konzultant: Ing. Tomáš Holer

PRAHA 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jana Andrusová

Environmentální vědy
Aplikovaná ekologie

Název práce

Porovnání efektivity různých metod monitoringu obojživelníků

Název anglicky

Comparison of effectivity of different methods used in amphibian monitoring

Cíle práce

Znalost rozšíření a ekologie jednotlivých druhů je základem jejich ochrany. V rámci studia obojživelníků lze uplatnit celou řadu metod a přístupů, které se liší mj. i jejich účinností. Cílem této práce je v rámci literární rešerše shrnout poznatky o ekologii našich druhů obojživelníků a popsat recentně používané metody pro zjišťování jejich přítomnosti a početnosti. Zvýšená pozornost bude věnována rozvíjející se metodě – využívání živochytných pastí. Kromě toho bude v rámci této práce řešena problematika pravděpodobnosti zjištění druhu (tzv. detection probability), jež má značný význam na následné interpretace výsledků mapování a monitoringu.

Metodika

V rámci tvorby literární rešerše budou využívány standardní postupy a metody práce s literaturou, tj. vyhledávání zdrojových článků a studií zejména pomocí databází vědeckých článků (WoS, Scopus atd.) a vlastní tvorby textu.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran textu, přílohy dle potřeby

Klíčová slova

mapování, ochrana obojživelníků, živochytné pasti, pravděpodobnost detekce druhu, odhady početnosti

Doporučené zdroje informací

- Dodd Jr. C. K. (ed.) (2010). Amphibian Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques. Oxford University Press, UK.
- Heyer W. R., Donnelly M. A., McDiarmid R. W., Hayek L. C. & Foster M. (1994). Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Maritz B., Masterson G., Mackay D. & Alexander G. (2006). The effect of funnel trap type and size of pitfall trap on trap success: Implications for ecological field studies. *Amphibia-Reptilia*, 28: 321–328.
- Mazerolle M. J., Bailey L. L., Kendall W. L., Royle J. A., Converse S. J. & Nichols J. D. (2007). Making great leaps in herpetology: accounting for detectability in field studies. *Journal of Herpetology*, 41: 672–89.
- Palis J. G., Adams S. M. & Peterson M. J. (2007). Evaluation of two types of commercially-made aquatic funnel traps for capturing ranid frogs. *Herpetological Review*, 38, 166–7.
- Schmidt B.R. (2003). Count data, detection probabilities, and the demography, dynamics, distribution, and decline of amphibians. *Comptes Rendus Biologies*, 326: 119–124.
- Vojar J. (2007). Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. ČSOP ZO Hasina Louny, Praha. 155 s.
- Waqas A., Arshad J., Syed M. B., Hussain A., Syed M. H. & Rafique H. (2018). Comparison of Different Trapping Techniques used in Herpetofaunal Monitoring: A Review. *Punjab University Journal of Zoology*, 33(1): 57–68.
- Weddelling K., Hachtel M., Sander U. & Tarkhnishvili D. (2004). Bias in estimation of newt population size: A field study at five ponds using drift fences, pitfalls, and funnel traps. *Herpetological Journal*, 14: 1–7.
- Willson J. D. & Dorcas M. E. (2003). Quantitative sampling of stream salamanders: a comparison of dipnetting and funnel trapping techniques. *Herpetological Review*, 34: 128–130.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Tomáš Holer

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2020

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. Ing. Jiřího Vojara, Ph.D. Další informace mi poskytl Ing. Tomáš Holer. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Jiřímu Vojarovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a cenné rady při zpracovávání. Dále děkuji Ing. Tomáši Holerovi, za pomoc při práci s literaturou. V neposlední řadě děkuji také rodině a přátelům, kteří mi po celé období psaní bakalářské práce drželi palce.

Abstrakt

Obojživelníci jsou jedni z nejohroženějších skupin obratlovců, v první řadě kvůli jejich komplexním nárokům na vodní i terestrické prostředí. Proto je základem jejich ochrany zejména znalost ekologie a biotopových nároků jednotlivých druhů. Cílem této práce je shrnout nároky na prostředí především našich druhů obojživelníků. Dále se práce zaměřuje na recentně používané metody zjištění jejich přítomnosti a početnosti. V této části jsou blíže popsány především živolovné pasti, které se v tomto oboru stále více používají. Použitá metoda ke zjištění přítomnosti nebo početnosti obojživelníků může mít různou pravděpodobnost detekce/zjištění druhu na lokalitě. V rešerši této práce je proto pravděpodobnost detekce vysvětlena blíže a spolu s tím také jakou pravděpodobnost detekce mají různé metody studia obojživelníků.

Klíčová slova: ochrana obojživelníků, metody monitoringu obojživelníků, živolovné pasti, pravděpodobnost detekce

Abstract

Amphibians are one of the most endangered groups of vertebrates, mainly because of their complex demands on aquatic and terrestrial surroundings. Therefore, the principle of their protection is knowledge of their ecology and habitat requirements of individual species. The aim of this work is to summarize the demands on the environment of our and European amphibian species in the literary research. Furthermore, the thesis focuses on recent methods of detecting the occurrence and abundance of amphibians. That part describes the funnel traps that are increasingly used in this field. The method used to detect the presence or abundance of amphibians may have different probabilities of species detection / detection at the site. Therefore, in the research of this work, the probability of detection is explained in more detail and together with the probability of detection of various methods of amphibian studies.

Key words: amphibian conservation, methods of monitoring amphibians, funnel traps, detection probability

Obsah

1.	ÚVOD	9
2.	CÍLE PRÁCE	11
3.	REŠERŠE	12
3.1	EKOLOGICKÁ SPECIFIKACE OBOJŽIVELNÍKŮ	12
3.1.1	<i>Parametry vodních biotopů</i>	12
3.1.2	<i>Charakteristika terestrických biotopů</i>	15
3.2	LEGISLATIVA	15
3.3	METODY ZIŠŤOVÁNÍ PŘÍTOMNOSTI A ODHADY POČETNOSTI	16
3.3.1	<i>Metody nevyžadující manipulaci</i>	19
3.3.2	<i>Metody vyžadující manipulaci</i>	22
3.3.3	<i>Živolovné pasti</i>	24
3.3.3.1	<i>Ortmannova past</i>	25
3.3.3.2	<i>Rybářské vrše</i>	27
3.3.3.3	<i>Příklady využití</i>	29
3.4	PRAVDĚPODOBNOST DETEKCE	31
3.4.1	<i>Vysvětlení pojmu a principu</i>	31
3.4.2	<i>Jaké faktory DP ovlivňují</i>	32
3.4.3	<i>Příklad aplikace a hodnot DP u obojživelníků</i>	33
4.	ZÁVĚR	35
5.	LITERATURA	36

1. Úvod

Podle Červeného Seznamu IUCN patří obojživelníci mezi nejvíce ohrožené skupiny obratlovců (IUCN, 2019) a to především díky jejich senzibilitě na náhlé změny prostředí. Podle Collinse & Storfery (2003) činí obojživelníky zranitelnými hlavně fakt, že obojživelníci během svého života vystřídají více typů stanovišť, z nichž některé z dnešní krajiny rychle mizí. Těmito konkrétními stanovišti jsou zejména zachovalé a vzájemně propojené terestrické a vodní biotopy.

Příčiny úbytku obojživelníků se dají rozdělit do dvou skupin; zřejmé s jasným dopadem a působící většinou společně s dalšími (fragmentace, znečištění biotopu). Do zřejmých příčin můžeme zařadit například nemoci - patogenní houby a choroby (Martel et al., 2013) a nebo přímý zánik biotopu (Ficetola & Bernardi, 2004). Naopak za vlivy, které působí většinou společně s dalšími, se dají považovat například vlivy dopravy, fragmentace nebo také změny klimatu a UV záření (Hels & Buchwald, 2001)

Z výše uvedených důvodů jsou tak obojživelníci ovlivňováni především ztrátami, změnami a fragmentací jejich biotopů (Hayes et al. 2010). Při detailnějším pohledu, můžeme za hlavní příčiny úbytku počtu obojživelníků považovat obecné změny ve vodním režimu v krajině, způsobeny odvodňováním luk a lesů, prohlubováním koryt potoků, přeměnou podmáčených luk v louky kulturní nebo luk na pole. Dále nešetrné obhospodařování rybníků; vysoké rybí osádky často i nepůvodních druhů, manipulace s vodní hladinou v době rozmnožování a larválního vývoje obojživelníků. Další z důvodů úbytku obojživelníků je výrazná mortalita na komunikačních sítích a to převážně v době rozmnožování, kdy obojživelníci migrují (Zavadil et al., 2011).

Nejen v důsledku výše zmíněných příčin je celosvětově ohroženo 31 % druhů obojživelníků (IUCN, 2020). V České republice je situace ještě závažnější, z 21 našich druhů obojživelníků je 19 považováno za zvláště chráněné.¹

¹ Vyhláška č. 395/1992 Sb. - Vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

Základem ochrany obojživelníků je znalost ekologie druhů, jejich rozšíření a početnosti (Heyer et al., 1994). Hlavní rozdělení metod studia obojživelníků je na metody nevyžadující manipulaci (např. vizuální sledování jedinců, larev, snůšek a odposlech vokalizujících samců) a na metody, které manipulaci s obojživelníky vyžadují (např. odchyt do ruky a do podběráků, padací pasti, živolovné pasti). Do studia obojživelníků se také zařazuje znalost různých ekologických aspektů (např. biotopové a potravní nároky). V případě obojživelníků se jedná především o specifické vodní biotopy sloužící k reprodukci a také jejich okolí (Dodd, 2010).

Vzhledem k tomu, že se metody studia obojživelníků stále vyvíjejí, je potřeba zjišťovat jejich přesnost a možnosti využití. Z těchto důvodů jsem se v rámci mé bakalářské práce zaměřila na ekologii našich druhů obojživelníků a recentně používané metody pro zjištění přítomnosti a početnosti. Podrobněji se věnuji využití živochytných pastí, techniky, která se v České republice začíná při monitoringu obojživelníků hojně využívat.

Každá z metod studia obojživelníků má ovšem svá omezení, včetně určité pravděpodobnosti zjištění druhu (detection probability). Aby se tedy počty při zjišťování početnosti přiblížily realitě, musíme znát pravděpodobnost detekce, p , která je ovšem poměrně ovlivnitelná časovým obdobím pozorování, zkušeností pozorovatele, ekologií druhu, charakterem biotopu a ostatními ovlivňujícími faktory (Schmidt, 2003). Pravděpodobnost detekce se zjišťuje pomocí statistických metod, které s použitím opakovaného odchytu a zaznamenání jedinců na stejné lokalitě, odhadují hodnotu p , která se pohybuje v rozmezí 0–1 (Bailey, 2004).

2. Cíle práce

Bakalářská práce se zabývá hodnocením různých typů metod monitoringu obojživelníků. Především klade důraz na metody, při kterých dochází k manipulaci s jednotlivci. Rešerši můžeme rozdělit do tří hlavních částí.

První část se zabývá ekologickými specifikacemi obojživelníků. V této části se práce soustředí především na obecné biotopové preference obojživelníků, tj. jaké parametry vodních a terestrických biotopů jsou pro ně důležité, s důrazem na naše druhy.

V části druhé budou více přiblíženy metody zjišťování přítomnosti a početnosti obojživelníků na lokalitách. Protože by tato práce mohla mít přínos v oblasti mapování a efektivity odchyty obojživelníků, bude se tato část věnovat nejvíce pastem živochytným, které jsou stále používanější.

V návaznosti na metody zjišťování přítomnosti a početnosti, je v třetí části rešerše vysvětlen fenomén detection probability. Cílem je vysvětlit, proč je dobré se touto problematikou zabývat a čím vším může být ovlivňována.

3. Rešerše

3.1 Ekologická specifikace obojživelníků

Jak již bylo zmíněno v úvodu, obojživelníci se vyznačují komplexními nároky na prostředí. Tato kapitola se tedy zabývá biotopy, které mají optimální podmínky pro prospívající populace obojživelníků. Vzhledem k obsáhlosti tématu, se práce v následujícím textu věnuje nárokům zejména našich, případně evropských druhů. Tato kapitola se dále dělí na dvě části pro lepší orientaci a uchopitelnost. První část vysvětluje nároky obojživelníků na vodní prostředí. V části druhé je vysvětleno, proč jsou důležité terestrické biotopy, které to jsou a také důležitost jejich blízkého okolí.

3.1.1 Parametry vodních biotopů

Obojživelníci jsou více či méně vázáni na vodní prostředí, někteří pouze v období rozmnožování, jiní po celý život. Ve většině případů je přítomnost ve vodě spojena s rozmnožováním, vývojem zárodků i larev (Baruš & Oliva, 1992). Z našich druhů má nejslabší vazbu na vodu mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), jehož samice klade larvy do nezarybněných potůčků (Zavadil et al., 2011, Duellmann & Trueb, 2004). V evropském měřítku je to například mlok černý (*Salamandra atra*), který je živorodý – jeho rozmnožování není vázáno na vodní plochu a je tedy plně terestrickým druhem (Nollert & Nollert, 1992). Vlastnosti vodních ploch, jsou hlavními determinanty přítomnosti, početnosti i stability populací obojživelníků (Compton et al., 2007).

Jedním z určujících faktorů je **kvalita** vody. Ta představuje nejen čistotu, ale i množství živin, teplotu a může být ovlivňována jak přírodními jevy, tak i lidskou činností; například komunálními odpady a dopravou. Do kvality vody spadá i hodnota **pH**, která je často limitujícím faktorem výskytu obojživelníků. V práci Mikátové & Vlašina (2002) je zřejmé, že larvy tolerují nižší pH než embrya a ocasatí obojživelníci jsou k nízkým hodnotám pH tolerantnější, než žáby. Podle Pierce & Harveye (1987) existují rozdíly v nárocích na pH mezi geograficky vzdálenými populacemi téhož druhu, například skandinávské populace našich druhů obojživelníků jsou tolerantnější k nižšímu pH, díky kyselosti místních vod.

Pro obojživelníky je pH nižší než 4,0 ve všech stádiích nepřijatelné a může vést například k zastavení vývoje embryí a růstu larev (Mikátová & Vlašín, 2002).

Sklony břehů a hloubka vodních nádrží mají úzkou souvislost s tvorbou a pokryvem litorální vegetace, která slouží k úkrytu, naklazení snůšek, a nebo k samostatnému rozmnožování a vývoji embryí a larev (Buskirk, 2005). V hloubce více než 1,5m se litorální vegetace tvoří minimálně. Na prudších svazích se tvoří úzké a většinou poměrně husté pásy rákosin, které nejsou pro naše druhy obojživelníků příliš lákavým prostředím (Doležalová, 2012). Vodní **vegetace** slouží mnohým našim druhům obojživelníků k upevnění svých snůšek a v případě čolků, vajíčků. Druhy čolků svá vajíčka kladou jednotlivě do záhybů vodní vegetace, nebo je balí do listů. Jasně viditelnou snůšku má například skokan štíhlý (*Rana dalmatina*) a další skokani, kteří své snůšky kladou na stébla většinou v úrovni hladiny. Žije u nás ale řada druhů, kteří vegetaci ke kladení snůšek nepotřebují. Mezi ně patří například ropucha zelená a ropucha krátkonohá, které kladou své rosolovité řetězce vajíčků (také snůšky) na dno vody (Maštera et al., 2016). Dalším druhem je kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*), u které jsou časté případy naklazení volně plovoucích snůšek těsně pod hladinou (Zwach, 2009). Výjimkou je rozmnožování mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) (Duelmann & Trueb, 2004), u kterého dochází k páření na podzim a samička uchovává vajíčka v těle až do jara, kdy je klade do drobných vodních toků (Maštera et al., 2016). Ačkoli je ideální litorální vegetace pro obojživelníky obecně významným útočištěm, pokud dojde ke kompletnímu zárůstu vodní plochy vegetací, hrozí poté zazemnění a definitivní zánik vodní plochy.

Dalším faktorem ovlivňující abundanci obojživelníků je **intenzita proslunění** vodní plochy, ta je dána především velikostí vodní plochy a okolním prostředím (Ponsero & Joly, 1998). Zastínění je běžné zejména u menších vod nebo u takových, které jsou obklopeny stromy. Nízká míra proslunění způsobuje nedostatečné ohřívání vody což může vést ke zpomalení vývoje vajíčků obojživelníků. S dřevinnou vegetací je spojen také opad listů a části větví, což také napomáhá k zazemňování (Hartel et al. 2007). V oblastech s nižší nadmořskou výškou můžeme nalézt druhy i na stinnějších vodních plochách, naopak ve vyšších polohách obojživelníci vyhledávají spíše místa prosluněná (Baruš & Oliva, 1992).

Hydroperioda je pojem, označující počet dní (a zasazuje tento údaj do období v průběhu roku), kdy je biotop zavodněn. Různé druhy obojživelníků mají odlišné nároky na délku hydroperiody, proto se jedná o velice důležitý faktor, který ovlivňuje zejména drobné tůně a obecně druhovou skladbu na lokalitě (Skelly et al., 1999; Parris & McCarthy, 1999; Hamer & McDonnell, 2008). Hydroperiodické biotopy jsou užitečné při zvyšování propustnosti krajiny, díky čemuž se mohou obojživelníci volněji pohybovat po krajině (Hartel & Öllerer, 2009).

Preferovaným stanovištěm pro rozmnožování středoevropských druhů obojživelníků jsou především mělké vody a také spíše stabilnější vody, většinou o rozloze pár desítek až stovek m². Ideálním místem pro reprodukci jsou ale také například tůně, ať už trvalé (stále zavodněné) nebo periodické (zpravidla každoročně vysychají), například holé kaluže, které vznikají vyjetím kolejí na nezpevněných cestách, většinou v lesním prostředí. V takových biotopech můžeme nalézt například populace čolků – č. obecný (*Lissotriton vulgaris*), č. karpatský (*Lissotriton montandoni*), č. hranatý (*Lissotriton helveticus*), č. horský (*Ichtyosaura alpestris*) a kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*). Mělké prohřáté nádrže s minimem vegetace využívají k rozmnožování ropucha krátkonohá (*Epidalea calamita*) i ropucha zelená (*Bufo viridis*) (Zavadil et al., 2011). Velké a hluboké vodní nádrže jsou oproti tomu, až na některé výjimky jako čolek velký (*Triturus cristatus*), nevhodnými biotopy. Ve většině případů se v nich nalézají ryby, které ve větším množství představují hrozbu pro vajíčka a larvy a také jsou potravními konkurenty obojživelníků. Další nevýhodou hlubokých vod je nemožnost tvorby litorálu, pokud hloubka přesahuje 1,5m (Joly et al., 2001). Litorální pásmo je důležitou součástí ideálního vodního prostředí, které slouží k úkrytu, naklazení snůšek, a nebo k samotnému rozmnožování (Buskirk, 2005).

3.1.2 Charakteristika terestrických biotopů

Jde o území, které obojživelníci využívají v období jejich terestrické fáze života. V **bezprostředním okolí** vodních ploch je významná především vegetace, která poskytuje obojživelníkům vhodné podmínky pro shánění potravy, zimování a úkryt (Denoël & Lehmann, 2006). Vodě nejbližší rostlé pásy vegetace chrání před kontaminací a splachy škodlivých látek ze zemědělsky upravovaných půd (Lowrance et al. 1984).

Vzhledem k důležitosti terestrického prostředí, je třeba se zajímat i o **širší okolí**. Takovým prostředím může být i poměrně otevřená krajina, která ovšem musí poskytovat dostatečné množství potravy a úkrytu, například remízky, lesní cesty, vlhké louky, meze nebo nivy kolem toků. Přirozenými úkryty pro obojživelníky mohou být také opadané větve, pařezy, hromady kamení nebo drobné zvířecí nory (Marty et al., 2005). Tyto krajinné prvky se postupně stávají významnějšími, zvláště v dnešní více a více urbanizované krajině, kde převažuje krajinná jednotvárnost. Obecně obojživelníci preferují především prostředí s pestrá mozaikou biotopů (Zavadil et al., 2011).

Je tedy důležité chránit nejen vodní plochy, ale také i širší okolí reprodukčních biotopů (Comptom et al., 2007). Kvůli tomu, že obojživelníci jsou pohybově poměrně omezení, je pro ně obtížné překonávat různé krajinné bariéry, například rozsáhlé zemědělské kultury, silniční komunikace nebo zástavbu (Ray et al., 2002; Vojar et al., 2012). Rozšiřování jejich výskytu je tedy podmíněno pestrá krajinou a vysokou početností kvalitních vod, která slouží k jejich reprodukci (Kabrna, 2011). Jsou zároveň vázáni na pestré typy terestrických biotopů ale především na vzájemnou propojenost všech krajinných celků (Zavadil et al., 2011).

3.2 Legislativa

Řada metod studia obojživelníků vyžaduje manipulaci s jedinci, většina našich druhů patří do zvláště chráněných, je tudíž chráněna i na úrovni jedinců. Z toho důvodu je nutnost v rámci studia obojživelníků respektovat platnou legislativu, podle které naše předpisy nedovolují jakoukoli činnost vůči chráněným druhům volně žijících organismů, která by na ně mohla mít negativní vliv. Základem pro ochranu obojživelníků je ochrana vhodných vodních biotopů, které slouží k

rozmnožování, a hodnotných terestrických stanovišť, která slouží především jako zimoviště. Hlavním předpisem je zákon č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny, a jeho prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb., podle které jsou obojživelníci chráněni také druhovou ochranou. Druhová ochrana se dále dělí na obecnou, v rámci níž jsou chráněny všechny druhy, populace i ekosystémy, ve kterých se náležitě druhy nacházejí a ochranu zvláštní. V obecné ochraně druhů je samozřejmá povinnost zamezit nadměrnému úhynu nebo ničení biotopů. Co ovšem legislativa nevynechává, jsou pojmy jako nadměrný úhyn a není tedy jasné co je určité nezákonné. Do ochrany zvláště chráněných druhů patří téměř všechny naše druhy obojživelníků a jejich výčet je uveden v příloze III vyhlášky č. 395/1992 Sb. Zvláště chráněné živočichy je zakázáno usmrcovat, zraňovat, chytat nebo i chovat. Jakékoli nakládání se zvláště chráněnými druhy bez udělené výjimky je považováno za přestupek a může být dokonce bráno jako trestný čin. Pokud chceme provádět transfery, odchyty a jiné přímé manipulace s obojživelníky, je nutné udělení výjimky. Kompetenčními orgány pro udělování výjimek pro manipulaci se zvláště chráněnými druhy živočichů jsou příslušné krajské úřady a správy národních parků nebo chráněných oblastí.

3.3 Metody zjišťování přítomnosti a odhady početnosti

Z úvodu už víme, že dobré znalosti o výskytu a početnosti druhů jsou zásadní pro jejich ochranu. Studium přítomnosti a početnosti obojživelníků může být z mnoha důvodů komplikované. Jednotlivé druhy se liší mezi sebou komplexními nároky na prostředí a svým způsobem života, proto je důležité vybrat vhodnou metodu pro daný druh, aby studium bylo efektivní a přínosné (Drechsler et al., 2010; Weddelling et al., 2004). Zároveň použití vhodné metody ovlivňuje zásadním způsobem získaná data a výsledky. Volba samotné metody může záviset například na: ročním období, druhu a vývojovém stádiu, cíli studia, vybavení a zkušenostech pozorovatele. Metody studia obojživelníků se dají dělit podle různých kritérií na metody: vyžadující a nevyžadující manipulaci, přímé (zjišťující pouze jedince) a nepřímé (zahrnující pobytové značky obojživelníků, jejich zbytky, jako zbytky snůšek), zjišťující přítomnost a početnost (Vojar, 2007; Zavadil et al., 2011). Ještě je nutno na úvod vysvětlit základní rozdíl mezi mapováním a monitoringem, a sice, že mapování je většinou krátkodobé, nepravidelné nebo jednorázové a stačí

zaznamenání přítomnosti jedince nebo druhu. Naproti tomu je monitoring dlouhodobý a za užití vhodných metod zjišťuje početnosti sledovaných druhů (Dušek, 2006; Vojar, 2007).

Zjišťování přítomnosti

Při zjišťování přítomnosti je snahou pozorovatele potvrdit výskyt druhu na dané lokalitě. Obvykle zjištění přítomnosti stačí při **mapování**, které je typické tím, že může být nepravidelné nebo také jednorázové. V případě mapování může stačit na lokalitě jen jedna návštěva, jejíž cílem je potvrdit očekávanou přítomnost. Při užití této metody se záměrně vyhledávají lokality, které obojživelníci využívají k rozmnožování, ovšem nezanedbávají se ani náhodné nálezy. Stejně jako při monitoringu se více používají metody neinvazivní (vizuální pozorování, odposlech). Invazivní metody jsou užívány podstatně méně (Anonymus, 2007). Za plnohodnotný údaj se považují veškeré nálezy, tedy například i přejetí jedinci. Údaje získané mapováním dávají dobrý podklad pro vytváření regionálních i celorepublikových atlasů rozšíření, které jsou vhodným vyobrazením změn rozšíření druhů za určité časové období (Jeřábková, 2011).

Odhady početnosti

Cílem je co nejpřesněji poskytnout představu o početnosti v populacích zjištěných druhů, například jako podklad pro odhad vitality dané populace nebo výchozí podklad pro následný monitoring. Při odhadech velikostí populací rozlišujeme absolutní a relativní početnost. Výsledkem **absolutního spočtení** je počet jedinců. Naopak **relativní početnost** je určena počtem jedinců přepočteným na určitou jednotku jednotku, např. liniových zábran, délky břehové linie, počtu prolovení podběrákem, plochy nádrže či objemu vody atd. Při stanovování velikosti sledované populace můžeme využít metod přímých a nepřímých. Do **metod nepřímých** zařazujeme počítání jednotlivých snůšek. Tato metoda je vysoce efektivní a využívá se u většiny našich druhů žab (blatnice, skokani, rosničky). U počítání snůšek je nutno zmapovat vždy celou plochu vodní nádrže a je potřeba počítat alespoň se dvěma návštěvami dané lokality. Dále do nepřímých metod patří odposlech vokalizujících samců, kde je nutné dbát na riziko vícenásobného započítání hlasů, zejména u malých vodních nádrží. **Metody přímé**, stanovící velikost populací, jsou rozdělovány na dvě skupiny. První z nich je **vychytání všech jedinců z vodní nádrže**, tuto metodu je, vzhledem ke způsobu života obojživelníků, většinou velmi

obtížné aplikovat (Jeřábková, 2011). Proto **velikost populace odhadujeme** na základě metody značkování a zpětného odchyty, jinak „*Mark-and-Recapture Techniques*“. Tato metoda je také známá jako „*Capture-Mark-Recapture*“, nebo-li CMR (Heyer et al., 1994, Krebs, 1998). Při odhadu početnosti populace se vychází z následující úvahy: nejčastěji pomocí podběráku vylovíme část populace a tu následně označíme a vypustíme zpět (rovnoměrně). Po pár dnech provedeme odchyt znovu a zjistíme poměr mezi označenými jedinci a neoznačenými. Tato metoda předpokládá, že poměr značených a neznačených jedinců v odchytu je stejný, jako poměr označených a neoznačených (všech ostatních) jedinců v celé populaci. Při odhadu početnosti populace (populační hustoty) je nutné splnit následující podmínky; značení nesmí ohrozit jedince na životě, značení jedinci musí být po celou dobu odchyty identifikovatelní, odchyt i následné vypouštění musí probíhat rovnoměrně po ploše vodní nádrže. Existují dvě skupiny metod pro odhad početnosti populace a liší se podle podmínky, kterou musí splňovat (Fischer, 2007). Do první skupiny patří metoda **Petersona**, které k odhadu početnosti populace dostačují pouze dvě návštěvy na lokalitě a poté metoda **Schnabelové**, při které je potřeba nádrž průběžně prolovovat. Podmínkou pro užití těchto dvou metod je **uzavřená populace**, která není ovlivňována migrací, mortalitou ani natalitou. Pro druhou skupinu je naopak vhodná **otevřená populace** (ovlivňuje ji migrace atd.) a spadá do ní metoda **Joly-Sebera**. Tato metoda je logicky mnohem náročnější na zpracování dat a klade specifické nároky na značení jedinců (Jeřábková, 2011; Vojar, 2007)

Zatímco zjištění pouhé přítomnosti stačilo u mapování, zjišťování a odhady početnosti jsou nezbytné u monitoringu obojživelníků. Ten představuje dlouhodobé sledování populací, které je časově velmi náročné a je spojené se zjišťováním jejich početností s použitím standardních metod (Dušek, 2006). Při monitoringu je kladen důraz na dlouhý časový rozměr při získávání kvantitativních výsledků, což vede k přínosu velmi užitečných informací o početnostech jednotlivých druhů, o jejich vazbách na lokalitu i reprodukční úspěšnosti. Pokud je monitoring úspěšný, tedy má-li dostatečný počet reprezentativních lokalit, přesně odráží stav ohrožení jednotlivých druhů. Za cestou k úspěchu ale bohužel stojí mnoho úsilí spojeného s časovou, organizační a i technickou náročností. Dalším zásadním faktorem bývá stabilní přísun finančních prostředků. Proto dlouhodobý monitoring i velkoplošné

systematické mapování bývají v rukou státních ochranářských institucí, nebo většími nevládními organizacemi. Uplatňují se především neinvazivní metody výzkumu založené na vizuálním pozorování (sčítání snůšek a dospělých jedinců) a odposlechu vokalizujících samců. Mnohem více než u mapování se ovšem používají metody invazivní, založené na odchytu jedinců (sběr pomocí podběráků, padací pasti, speciálně upraveně vrše) (Fischer, 2007; Vojar, 2007).

Metody studia obojživelníků můžeme rozdělit na dva typy. Takové, při kterých nedochází k manipulaci se zvířaty - neinvazivní, např. pozorování a odposlech vokalizujících samců. A takové, při kterých k manipulaci dochází - invazivní, tam můžeme zařadit např. odchyt do ruky (Zwach, 2009), odchyt do podběráků a různé druhy pastí, např. padací - pitfall (Willson & Gibbons, 2010) nebo deštníkové a živolovné pasti (Imler, 1945).

V následujícím textu budou postupně představeny jednotlivé typy monitoringu obojživelníků a jejich modifikace.

3.3.1 Metody nevyžadující manipulaci

Vizuální sledování

Metoda vizuálního sledování je velmi variabilní. Můžeme ji použít u podstatné většiny vývojových stádií obojživelníků. Také ji lze využít jak u náhodného procházení kolem vodní plochy, tak i u systematického průzkumu lokality, na které předvídáme výskyt obojživelníků. Využití této metody ovšem ovlivňuje několik faktorů, které k výzkumu obojživelníků neodmyslitelně patří. Například denní a noční doba (schopnost člověka vidět dobře i v noci se snižuje), počasí (ačkoli například déšť výskyt obojživelníků zvyšuje, jiné výkyvy počasí a teplot mohou vizuální sledování znesnadňovat), charakter biotopu a způsob kladení snůšek (hůře nalézáme snůšky a jedince na nepřehledných lokalitách) a zkušenost pozorovatele (Jeřábková, 2011).

Při užití této metody jdou pozorovat různá vývojová stadia, ať už vajíčka, larvy nebo dospělé jedince. K průzkumu **dospělých jedinců** můžeme využít dva způsoby a to buď obcházením podél břehové linie nebo sledováním takových míst na vodních plochách, které nám připadají potenciálně úspěšné. Při první metodě procházíme po břehu podél celé vodní plochy (u větších vodních nádrží jen část) a počítáme

odskakující jedince. Tato metoda je nejvíce vhodná pro adultní a juvenilní jedince, především u rodu *Pelophylax*. U zbývajících druhů (opět především adultních jedinců) je významné využít k pozorování taková litorální místa, kde se druhy rozmnožují (vázáno na jarní období). Na takovém místě je možné spočítat jedince, kteří připlouvají nadechnout se k hladině (čolky). Nejvhodnější doba pro provádění této metody je květen až červen. Vhodným a téměř nezbytným nástrojem na pozorování je dalekohled. Takovéto průzkumy je nejefektivnější provádět ve dne i v noci, proto je potřeba mít s sebou silnou baterku, která pomáhá prosvětlovat vodní plochy i v noční době (Vojar, 2007).

Larvy ocasatých obojživelníků lze vizuálně nejlépe sledovat v mělkých, vegetací mírně prorostlých biotopech, které využívá např. čolek horský. Larvy mloka skvrnitého lze nejčastěji najít v drobných tůňkách. Takováto místa jsou bohužel náchylná k rychlému zárůstu vegetací, kromě mločích tůňek. Zárůst vegetací sledování obojživelníků pochopitelně podstatně ztěžuje. Naopak výhodou vizuálního sledování je fakt, že pulci žab jsou výrazně nápadnější a zpravidla se shromažďují do prohřátých a mělkých vod, spíše blíže břehu. Lze tedy relativně přesně, pokud opět nebrání litorální vegetace, odhadnout počty do řádů desítek, stovek, tisíců jedinců. Přímou úměrou jasně stoupá nebo klesá přesnost odhadu s přehledností lokality (Vojar, 2007). Larvy je možné pozorovat v denních i nočních hodinách, opět je ale velice nápomocná silná baterka (Mikátová & Vlašín, 2002).

Velmi účinná a efektivní je nepřímá metoda **sčítání snůšek**. U této metody je nutná znalost vzhledu snůšek jednotlivých druhů. Nejvíce je tedy tato metoda využívána u druhů, které mají snůšku lehce identifikovatelnou (tvoří větší shluky vajec), například skokani. Konkrétně skokan štíhlý tvoří od sebe oddělené a jednotné snůšky, které zpravidla klade na stébla vodních rostlin a jsou tak velice dobře viditelné. Naopak hromadně pospolu klade snůšky skokan ostronosý a skokan hnědý. U takových snůšek se snižuje pravděpodobnost spočtení úměrně s jejich stářím, postupně se totiž rozpadají a ztrácejí. Blatnice kladou své snůšky jednotlivě mezi vodní porosty, což za předpokladu jejich nevyplavání nad hladinu, bohužel znesnadňuje jejich spočtení. Vývoj larev blatnice je ale pomalý, proto můžeme líhnoucí se žabky pozorovat od července až do konce léta (Zavadil et al., 2011; Maštera et al., 2016). Snůšky ropuch obecných při hromadném kladení snůšek vytvářejí poměrně dlouhé a vzájemně propletené řetězce, které se sice dají lehce

identifikovat, jejich spočtení je ale většinou nemožné a tak tento nálezný slouží spíše jako důkaz místa rozmnožování. Při metodě sčítání snůšek by se měla lokalita navštěvovat nejméně dvakrát během jarního období. První návštěva lokalit by se měla soustředit do poloviny března až počátek dubna a od jejího výsledku se odvíjí načasování druhé kontroly. Metodu počítání snůšek provádíme procházením břehových linií nebo pobřežních pásem, kde se nachází litorální vegetace. Velice nezbytné jsou vysoké holínky nebo tzv. broďáky, které usnadňují širší pohyb ve vodě. Při interpretaci výsledků za použití této metody je důležité pochopit, že jedna snůška znamená přítomnost jedné pohlavně zralé samice. Řada jedinců se rozmnožování nemusí účastnit a někteří samci se naopak mohou rozmnožovat vícekrát (Vojar, 2007).

Odposlech vokalizujících samců

Tato metoda je založena výhradně na identifikaci druhů žab, jejichž samci se výrazně hlasově projevují (téměř všechny druhy, kromě např. skokana štíhlého, kterému chybí rezonanční měchýřky a tak není jeho projev dostatečně hlasitý). Počítání by mělo být prováděno nejméně dvakrát v jarním období (konkrétně v přesné době rozmnožování) a za dostatečného vlhka a tepla. Denní doba je u této metody podstatnější než u jiných. U většiny druhů budeme úspěšnější, pokud vyrazíme na počítání vokalizujících samců v nočních hodinách. Výsledky může ovlivnit silný vítr, který unáší zvuky vzdálenějších samců a je možné opětovné započítání stejného jedince. Při obcházení vodní nádrže provádíme na kontrolních místech několikaminutové zastávky s dostatečným časovým rozmezím, abychom se vyhnuli potenciálnímu započítání těch samých jedinců. Výsledkem této metody je odhad vokalizujících samců na konkrétní lokalitě (Fischer, 2007; Vojar, 2007).

Mezi další metody, které nevyžadují manipulaci s jedinci obojživelníků, patří např. identifikace pomocí kadáverů nebo-li mrtvol. Tato metoda zachycuje usmrcené jedince, převážně na dopravních komunikacích, a napomáhá např. stanovit vliv dopravy na populace obojživelníků (i jiných živočichů) (Elzanowski et al., 2009). Dále můžeme zmínit metodu tzv. eDNA, nebo také environmentalní DNA, která se sbírá na lokalitách a poté se v laboratořích porovnává s DNA hledaného druhu (Lodge et al., 2012).

3.3.2 Metody vyžadující manipulaci

Metody, při kterých dochází ke kontaktu mezi odchyťvaným jedincem a osobou provádějící odchyt. Za výjimku se dají považovat padací pasti, při jejichž použití nemusí dojít ke kontaktu jedince s člověkem, i tak při nich dochází při odchytu k určité manipulaci. Při jakékoli manipulaci s obojživelníky bychom měli mít na paměti, že je potřeba s nimi zacházet šetrně a mít vždy vlhké ruce.

Odchyt do ruky

Tato metoda je nejpoužitelnější především v terestrické fázi života, ačkoli ji lze použít i ve vodě u pomalejších druhů nebo v menších vodách, např. u kuněk (Vojar, 2020, in litt.). Dá se využívat při náhodném procházení terénem i při systematickém mapování. Při odchytu obojživelníků přímo do ruky je nutné mít ruce stále vlhké a manipulovat s jedinci opatrně, aby nedošlo k setření slizu nebo pohmoždění (Vojar, 2007). Tato technika může být často zkrácena na základě rozdílných schopností výzkumného pracovníka, pohyblivosti konkrétních druhů i charakterem lokality. Sobrevila a Bath (1992) doporučili metodu provádět v plošné kilometrové oblasti, několik jiných studií však doporučuje provádět dlouhodobé a rozsáhlejší mapování k zaznamenání maximálního počtu druhů. Odchyt do ruky je metoda vhodná zejména pro méně pohyblivé druhy (Waqas, 2018).

Odchyt do sítí a podběráků

Při použití sítí a podběráků záleží na velikosti a hloubce zkoumané vodní plochy. Podle těchto dvou faktorů můžeme odchyťvat ze břehu, nebo vodní nádrží přímo procházet. Šíři ok na sítích volíme vždy s ohledem na rozměry jedinců. Pro larvy, pulce, juvenilny a malé druhy čolků je nejvhodnější velikost ok 2 – 3mm a pro dospělé jedince volíme rozměr do 10mm v průměru. Podběrák musí být pevně přichycený k násadě a nejlépe z kovového materiálu. Manipulace s podběrákem musí být opatrná a pečlivá, obzvláště při přítomnosti larev, které by mohla obruč podběráku zranit. Problém je i v obsahu podběráku (kameny, vegetace, klacky), který by mohl poškodit larvy i dospělé obojživelníků (čolků). Tato metoda je obecně nevhodná v době, kdy jsou ve vodě vývojová stádia (z důvodu jejich možného poškození) a také v lokalitách s výskytem čolků z toho důvodu, že aktivní prolovování a procházení vodní nádrží narušuje jejich svatební tance (Vojar, 2007).

Odchytová bariéra a zemní padací pasti

Metoda je založena na principu úplného ohrazení biotopu zábranami, podél kterých umísťujeme do země zapuštěné padací pasti. Tato metoda je vhodná především pro druhy, které zimují na souši a musejí na jaře migrovat k vodním biotopům (čolky, blatnice, ropuchy, některé skokany, kuňky). U většiny těchto druhů je možné zachytit všechny jedince. Metoda je naopak nevhodná pro rosničky a čolky, které díky svým přísavkám dokáží zábranu přelézt (proto musí pasti obsahovat podélné lemy). Dále také pro skokany zelené (*Pelophylax esculentus*) a skřehotavé (*Pelophylax ridibundus*), kteří zimují ve vodě. Nevýhodou této odchytové metody je mnohdy časová i finanční náročnost. Zároveň je důležité splnit všechny náležitosti spojené s padacími pastmi. V padacích pastech je nutné udržovat v nádobě stálou vlhkost (často pomocí houbiček), udělat díry do dna nádoby aby nedošlo k zaplavení, umístit dovnitř část zeminy s trávou nebo kamínky, neumísťovat pasti pod přímé slunce atd. (Waqas, 2018). Konkrétní rozměry a umístění nádoby jsou zásadními faktory úspěchu, velmi dostatečně a přehledně je popsal například Vojar (2007). Velmi důležitá je frekvence kontrol a vybírání pastí. Měly by se kontrolovat minimálně jednou denně a brzy ráno (Vojar, 2007). Ferguson et al., (2008) narazil na problém, že vyšší obratlovci pátrají po exemplářích zachycených v pastech. Ačkoli jeho statistická analýza prokázala, že tito obratlovci neovlivňovali zachycování obojživelníků, zmiňuje že by tento problém mohl být viditelný u malých populací.

Krycí desky

Tato metoda není pastí, která by druhy zachycovala a omezovala, naopak je soustředí na jedno místo a usnadňuje tedy pracovníkům snadnější odchyt jedinců (většinou do ruky), pokud k odchytu nedojde, tato metoda nemusí patřit mezi metody s manipulací jedinců. Tyto pasti obecně fungují na principu vytvoření optimálních mikrohabitatů speciálně pro cílové druhy, které pak mohou být snadněji pozorovány. Desky mohou být z mnoha materiálů, ten nejvhodnější se pravděpodobně liší v závislosti na rozpočtu, cílovém druhu, lokalitě. Pro většinu obojživelníků jsou dřevěné desky (Degraaf & Yamasaki, 1992) nejspíš tou nejlepší volbou, protože dokáží lehce vytvářet vlhké prostředí, které mnoho druhů preferuje. Cínové nebo jinak kovové desky se dají použít především při studiu plazů, lehce se totiž zahřívají a vytváří pod deskou příliš horké a suché podmínky pro obojživelníky

(Wilson & Gibbons, 2010). Grant et al. (1992) při jejich studii v Jižní Karolině zjistili, že obojživelníci se více objevovali pod překližkovou deskou, zatímco plazi pod cínovou.

Prostorové rozložení pastí závisí na cílech studie. Jde-li o jednoduchý soupis druhů, nebo sběr jedinců pro práci v laboratořích, můžeme desky umístit náhodně. Ovšem u studií, ve kterých se provádí statistická srovnávání a musejí být opakovány, je nutné umístit desky systematicky. Na rozdíl od jiných typů pastí, u této není tak podstatná frekvence kontrol. Obecně platí, že zvířata mohou zůstat v rámci svého útočiště po delší dobu (několik dní až týden), méně časté návštěvy by tedy mohly minimalizovat opakované počty stejných jedinců. Alternativně se zvířata mohou vyhýbat deskám, které jsou navštěvovány příliš často (Wilson & Gibbons, 2010). Jedna studie poznamenala, že zachycení mloků pod krycími deskami, které byly denně kontrolovány, bylo sníženo ve srovnání s deskami, které byly sčítány v delších časových intervalech (Marsh & Goicochea, 2003).

3.3.3 Živolovné pasti

Živolovné, nebo také živochytné pasti použil poprvé Imler (1945) ke studiu užovky býčí (*Pituophis catenifer sayi*) a od té doby se tento druh pastí používá k zachycení různých vodních i terestrických obojživelníků, plazů, vodních brouků a dalších bezobratlých (Greenberg et al., 1994; Enge, 2001). Odchytem do živolovných pastí získáme přehled o druzích, které se na lokalitě vyskytují a početnosti jedinců daných druhů. Můžeme provádět dlouhodobý monitoring, zkoumat aktivitu zvířat v závislosti na denní době nebo získávat informace o interakci mezi zvířaty (Greenberg et al., 1994). Aby měla získaná data při odchytu vypovídající hodnotu, musí být pasti zkonstruovány a použity tak, aby byly funkční a zároveň aby neohrožily zkoumanou populaci živočichů (HACC, 2004; Kröpfl et al., 2010). První živochytná past, která byla použita k odchytu obojživelníků, byla zkonstruována Griffithem (1985). Představovala plastovou láhev s obráceným úzkým hrdlem, takže zvířata mohli jednoduše vlézt dovnitř, ale obtížněji ven (Drechsler et al., 2010).

Živolovné pasti bývají založeny na lákání zvířat na návnadu (játra, psí granule, salám, části ryb a jiné vnitřnosti). Základní dělení pastí je na pasti typu vrše (mohou

mít tvarové modifikace) a na tzv. Ortmannovy pasti. Výhodou pastí typu vrše je jejich prostornost, která umožňuje chyceným jedincům dostatečný pohyb (Jeřábková & Boukal, 2011). Naopak nevýhodou může být možný únik z pasti (Adams et al. 1997; Bock et al. 2009; Drechsler et al., 2010). Výhodou Ortmannovy pasti je její snadná a levná konstrukce pomocí PET lahví a plastové nádoby, nejlépe kýble (Drechsler et al., 2010). Nevýhodou u tohoto typu pastí může být vyšší šance poranění chycených jedinců (Adams, 1997). Zásadní podmínkou pro všechny typy pastí, je zajištění přítomnosti vzduchové kapsy, aby nedocházelo k úhynu zvířat. Pokud se tak neučiní, zvířata v pasti hynou a past tedy slouží pouze ke sběru dokladového materiálu (Jeřábková & Boukal, 2011). Živolovné pasti mají různé modifikace, které budou obsaženy v následujícím textu.

3.3.3.1 Ortmannova past

V minulosti byla oblíbená past konstruovaná z PET lahví. Samotnou past tvoří větší kyblík s vyřízlými dírami po stranách. Vrchní část PET lahve je seřízlá a vložena do zmíněných děr po stranách kýble zúženým koncem s víkem (Adams, 1997). Podstatné je ve dně i víku nádoby vyvrtat díry pro zajištění proudění vody, vzduchu a zamezení chyceným jedincům úniku (Drechsler et al., 2010). **Výhodou** tohoto typu pasti jsou nízké náklady na zhotovení. Jejich efektivita se ale odráží od zručnosti autora pasti a tak je často obtížné je mezi sebou porovnávat (Jeřábková & Boukal, 2011). **Nevýhodou** je větší šance poranění chyceného jedince, nebo riziko přenosu nemocí – chytridiomykózy (Adams, 1997). Tato past by se neměla instalovat, pokud je teplota příliš vysoká, mohlo by tak dojít k redukci kyslíku (Whitehurst, 2010). Dále je potřeba dbát na to, aby byly pasti řádně ukotvené (aby neuplavaly) a nemohlo dojít k odstranění vzduchové kapsy. K tomu dopomáhají např. prázdné a uzavřené PET lahve připevněné naproti sobě po obvodu kýble, nebo kusy molitanu. Díky kombinaci vysoké účinnosti odlovu, nízkých nákladů na materiál pro jednotlivé pasti a při vyloučení jejich nevýhod (krátké aplikační doby a komplikované vypouštění) je Ortmannova past významným nástrojem pro odběr vzorků a monitorování druhů vodních obojživelníků. Podle Drechslera et al., (2010) je tato past ideální pro lov dospělých a larválních druhů vodních obojživelníků v různě velikých rybnících. Při porovnání účinnosti odchyty čolků, měla Ortmannova past účinnost vyšší než nylonová skládací past (vrš), která se často

používá při odchytu vodních obojživelníků. Ačkoli byl tento typ pasti v mnoha výzkumech vyzdvihován a chválen (Drechsler et al., 2010), v současné době se od něho upouští kvůli bezpečnosti obojživelníků a nahrazují ho jiné živolovné pasti (Adams, 1997; Mačát et al., 2010; Jeřábková & Boukal, 2011).



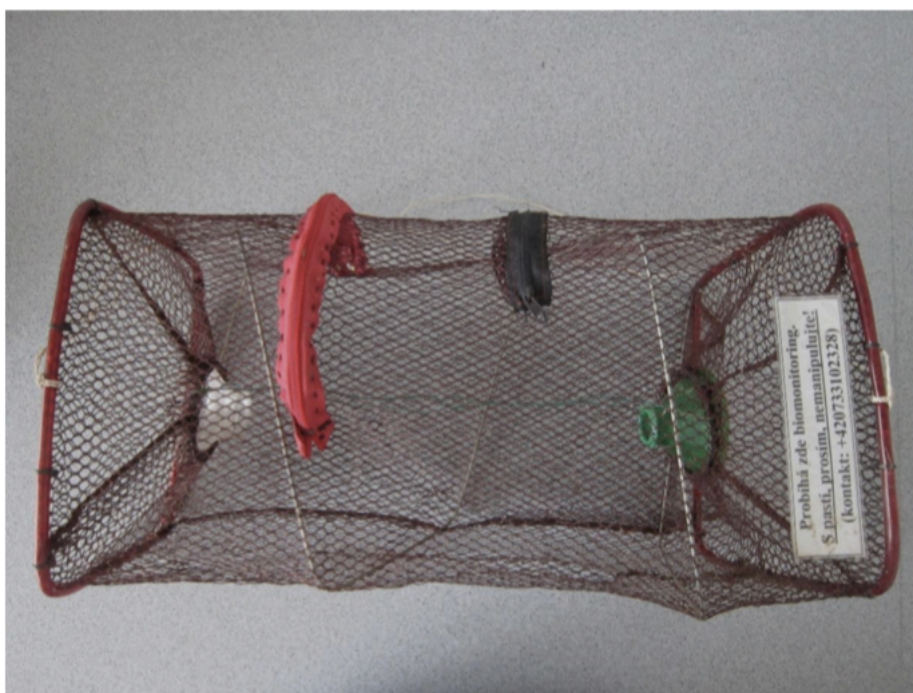
Obrázek č. 1: Ortmannova past (Martina Botorová, 2018)



Obrázek č. 2: Ortmannova past, pohled shora (Martina Botorová, 2018)

3.3.3.2 Rybářské vrše

Modernějším a vylepšenějším typem živochytné pasti je rybářská vrš, která se hojně využívá k lovu koryšů. I tento druh živolovné pasti má více modifikací. Rozdíl mezi jednotlivými pastmi může být například v konstrukci. Může se jednat o kovovou konstrukci, která je většinou ve tvaru kvádru, do kterého jsou nálevkovitě vyhloubeny vstupy a je celý potažený síťovinou (Bock et al. 2009; Kröpfl, 2010; Mačát et al. 2010; Baker, 2013; Madden & Jahle, 2013). Také může mít konstrukce tvar cylindrický (Hoffmann et al. 2016; Sannolo & Gatti, 2017). Vrš může být i celokovová (Buech & Egeland, 2002; Wilson & Docras, 2004) nebo celoplastová, také s nálevkovitými otvory na obou koncích (Buech & Egeland, 2002; Grayson & Roe, 2007; Bennett et al. 2012). Výhodou tohoto typu pasti je, že je dostatečně prostorná a umožňuje tak živočichům volně se pohybovat a lovit (Jeřábková & Boukal, 2011).



Obrázek č. 3: Rybářská vrš typu hranol (Martina Botorová, 2018)



Obrázek č. 4: Rybářská vrš typu deštník (Martina Botorová, 2018)

Stejně jako některé ostatní živolovné pasti, se i tato musí v terénu umístit takovým způsobem, aby svrchní část vyčnívala nad hladinu. Toho lze snadno docílit vložení kusu polystyrenu, nebo prázdné PET lahve, která past nadnáší a udržuje ji na hladině, nebo ji uvázat za větvi, kůlu či vegetaci provázkem (Vojar, 2020, in litt.; Jeřábková & Boukal, 2011; Madden & Jehle, 2013; Dervo, 2014). Ideálně se past ukládá na místo zarostlé vegetací a ke břehu, k zajištění lepší manipulace. Pasti také mohou obsahovat speciální kapsu, do které se v případě potřeby vloží návnada. Nevýhodou této pasti může být případný únik z pastí (Adams et al. 1997; Bock et al. 2009; Drechsler et al., 2010). Většina běžně používaných živolovných pastí má trychtýřovité nálevky sloužící ke vstupu zvířat, které minimalizují možnost útěku. Je-li ovšem možné, že zvířata jsou schopna z pasti utéct, dostáváme potom zkreslená a neúplná data. Tím se naše výsledky stávají závislými na tom, v jaké době a intervalech past vybíráme (Bock et al. 2009).



Obrázek č. 5: Rybářská vrš typu deštník, správně napůl ponořena ve vodě (Jiří Vojar, 2020)

3.3.3.3 Příklady využití

V letech 1949 a 1950 na univerzitě v Kansasu byly živolovné pasti konstruovány a používány jako nástroj ke studiu plazích populací. Tyto pasti byly používány bez pomocných naváděcích bariér, ale byly cíleně umístovány k hroudám kamení, kusům dřeva nebo ke skále, aby byli jedinci naváděni do pastí. Ti mají často tendenci následovat cestu podél bariéry. Relativně malé množství materiálu bylo potřeba na zhotovení těchto pastí, o to více jich bylo možné vyrobit. Kromě plazích jedinců byla do pastí chycena různorodá zvířata, např. větší množství hmyzu jako střevlíci (*Carabidae*) a kobylky (*Ceuthophilus*). Také malí savci jako křeček bělonohý (*Peromyscus leucopus*), myška drobná (*Reithrodontomys melalotis*), hraboš polní (*Microtus ochrogaste*), rejsek krátkoocasý (*Blarina brevicauda*). Chyceno bylo i několik druhů obojživelníků; ropucha woodhouseova (*Bufo woodhousii*), rosnička měnivá (*Hyla versicolor*), *Pseudacris nigrita*, skokan levhartí (*Rana pipiens*) a rosnička cvrčivá (*Acris crepitans*). Mortalita byla vysoká, u obojživelníků ji zapříčinilo vysušení a u malých savců vyhladovění. Plazi byli naopak v lepší kondici. Většina pastí byla umístována do lesů, na zastíněná místa a byly kontrolovány denně nebo každý druhý či třetí den, v závislosti na sezónní

aktivitě plazů. Do pastí nebyly vkládány žádné návnady, ačkoli se někdy mohlo stát, že se návnadou stalo dříve chycené zvíře. Variabilitu pastí dokazují výše zmíněné nálezy v pastech, na druhou stranu si při této studii ukázalo, že téměř stejné množství plazů, jako bylo zachyceno v pastech, bylo také odchyceno cestou k pastem (Fitch, 1951).

Živolovné pasti byly tedy vyvinuty pro odchyt plazů na souši, na podobné principu fungují ovšem i pro obojživelníky ve vodním prostředí. Například při monitoringu čolků v letech 2004 až 2006 v oblasti Krefeld, v Německu použili pro srovnání, v té době novou metodu, Ortmannovu past. Opakované používání 140 pastí v rybnících a příkopech záplavové oblasti řeky Rýn u Krefeldu, vedlo k nálezu 111 338 obojživelníků v larválním i dospělém stádiu vývoje ze všech pěti druhů obývajících tuto oblast. Ve srovnání se skládacími nylonovými živochytnými pastmi byla účinnost Ortmannovy pasti výrazně vyšší. Při této studii byla zkoumána také míra úniku uvězněných mloků, kdy se ukázalo, že během 24 hodin byla pro nylonové pasti míra úniku podstatně vyšší. Drechsler et al. (2010) v této práci dále uvádí, že možnost vyrobit tento druh pasti z plastových hladkých povrchů umožňuje snadnější a spolehlivou dezinfekci a zabraňuje tak potenciálnímu šíření patogenů.

Palis et al. (2007) porovnával dva druhy živochytných pastí typu vrš s rozdílnými rozměry otvorů; celokovová past s nálevkovými otvory 5,5cm v průměru a menší, nylonová past s otvory širokými 5cm v průměru. Pasti byly tradičně vybaveny plováky a ukotveny k pevnému bodu. Oba typy pastí byly porovnávány na dvou lokalitách, z nichž na jedné byl umístěn také zábranný plot, který měl pomoci navádět zvířata do pastí. Odchycení jedinci (*Ambystoma cingulatum*, *Eurycea quadridigitata*, *Pseudacris nigrita*, *Pseudacris ornata*) byli označeni metodou zastřižení nejdějšího prstu na levé zadní noze. Po odečtení znovu odchycených jedinců, byla testována účinnost pastí pomocí chí-kvadrát testu. Oba typy pastí byly téměř stejně úspěšné v odchytu všech zachycených jedinců. Nylonové pasti jsou ovšem méně odolné než pasti ocelové (Willson et al., 2005). Tři nylonové pasti vyžadovaly opravu a dvě se staly nepoužitelnými. Kromě toho se nylonové pasti staly škodlivější než ocelové; více žab si v nylonových nástrahách otřelo povrchové vrstvy kůže, zatímco se snažily uniknout.

3.4 Pravděpodobnost detekce

3.4.1 Vysvětlení pojmu a principu

Počty obojživelníků ubývají lokálně i globálně z důvodu příčin, které na ně působí, viz Úvod. Důkazy o poklesech a stejně tak naše porozumění o populační dynamice a distribučních změnách, které jsou podkladem úbytku populací obojživelníků, jsou do značné míry založeny na neúplných údajích o počtu obojživelníků. Taková data jsou obvykle uváděna jako určitá forma statistik odrážející velikost populace, přítomnost / nepřítomnost druhu nebo druhovou bohatost. Bohužel je tento závěr platný pouze za omezujícího předpokladu, že pravděpodobnost detekce je 1 nebo konstantní, tj. že je vždy možné detekovat všechny jedince nebo druhy na lokalitě. Často je nemožné detekovat všechny jedince, druhy nebo populace (Mackenzie & Royle, 2005), což znamená, že monitoring přítomnosti a početnosti a tedy i všechny metody studia obojživelníků jsou vždy zatíženy chybou. Aby se tedy zjištěné počty přiblížily realitě, musíme znát pravděpodobnost detekce, p , která je menší nebo rovna 1 (může mít hodnotu od 0 do 1) a je poměrně variabilní ve vztahu mezi pozorovateli, časovým obdobím pozorování a ostatními ovlivňujícími faktory (Schmidt, 2003).

K popisu vztahu mezi indexem C (zjištěný počet, odhad) a hodnotou N (reálný počet, neznámý) lze použít jednoduchý vzorec:

$$(E)C=Np,$$

Kde p je pravděpodobnost detekce (Lancia et al., 1994; Pollock et al., 2002). Když je $p < 1$ nebo se mění v závislosti na okolních vlivech, je zapotřebí pozměnit hodnotu C (E , odhad) pomocí p , abychom získali platný údaj o počtu jedinců, druhů nebo populací (Burnham, 1981):

$$N=C/p$$

Data neupravená o pravděpodobnost detekce (dále jen DP) jsou často využívána pro určení velikosti populace, jako při sčítání počtu žab detekovaných na transektu nebo počítáním vokalizujících samců žab. Taková data jsou pak nazývána indexem populace (Schmidt, 2003). Uveďme příklad, že pozorovatel může prozkoumat 20 lokalit a najít jedince pouze v polovině z nich. Je bráno, že taková realita odráží skutečnou demografii druhu. Bohužel, při takovéto úvaze je zde zřejmý problém, který bývá často přehlížen. Totiž že někteří jedinci, druhy nebo populace mohou být

méně často nalézání, jejich p je neznámé a velmi pravděpodobně <1 . Všechna data, která nejsou upravena o pravděpodobnost detekce, tedy poskytují odhad počtu o neznámé kvalitě. Neznámé, protože není jisté kolik jedinců, druhů nebo populací bylo při monitoringu nezaznamenáno (Lancia et al., 1994)

3.4.2 Jaké faktory DP ovlivňují

Mezi faktory, které by mohly ovlivňovat a změnit DP druhu na lokalitě spadá například ekologie druhu (Mackenzie & Royle, 2005; Ficetolla, 2015). Některé druhy obojživelníků žijí skrytějším způsobem, než jiné a je možné je potkat v konkrétních částech roku (např. skokan ostronosý, který se ve vodním prostředí zdržuje pouze krátkou dobu a to v době rozmnožování na přelomu března a dubna) (Zavadil et al., 2011). Do ekologie druhu spadá také absence snadno detekovatelných projevů znesnadňující objevení jedince (De Solla et al., 2005). Příkladem je skokan štíhlý, který má ovšem naopak snadno detekovatelné snůšky. DP se bude dále lišit i mezi vývojovými stádii. Např. rosnička zelená, která svou suchozemskou část života obývá na stromech a při fázi vodní se nalézá především v tůních, mělčích vodách a své rozmnožovací období zasvěcuje především pobytu v periodických vodách (Moravec, 1994; Zavadil et al., 2011). Ovlivňovat DP může významně také charakter lokality – ve větší nebo méně přehledné lokalitě objevíme stejný druh s menší pravděpodobností než na přehledné nebo menší lokalitě. Roční a denní doba průzkumu (včetně frekvence návštěv) a v neposlední řadě ovlivňuje DP také zkušenost pozorovatele, která se liší jak mezi osobami, ale také u stejného pozorovatele s tím, jak se mění jeho seznámenost s lokalitou i druhem samotným (Bailey et al. 2004; Mazerolle et al. 2007; Gómez-Rodríguez et al. 2012). Podle Moreira et al., (2015) se detekovatelnost druhů může lišit i v závislosti na teplotě vody nebo rozsahu pokrytí vodní nádrže makrofyty.

Pro minimalizaci ovlivňujících faktorů je potřeba co nejlépe standardizovat metody, při kterých studium obojživelníků probíhá a které jsou dále porovnávány. V praxi to znamená, že by všechny provedené metody měly probíhat za co nejpřesněji stejné roční i denní doby, měl by je provádět tentýž člověk (nebo by alespoň měl následovnou osobu řádně zaškolit) nebo by naopak při každém průzkumu měli být pozorovatelé náhodně přidělováni (Mackenzie et al., 2003).

3.4.3 Příklad aplikace a hodnot DP u obojživelníků

Ačkoli se problematika týkající se DP neřeší zpravidla u všech prováděných studií. Postupem času se v posledních letech objevuje stále více studií, které se tímto fenoménem zabývají a které ho při svých metodách zohledňují.

Ve studii Petitot et al., (2014) se snažili určit nejvhodnější období a nejúčinnější metody pro nalezení středomořských obojživelníků. Použili tři metody k určení přítomnosti; noční odposlech vokalizujících sameců, noční vizuální sledování a denní prolovování sítěmi. Získaná detekční data byla zpracována standartním tzv. site-occupancy modelem, což model využívající se k zodpovězení nedokonalé detekce organismů v průzkumech a ke stanovení pravděpodobnosti skutečné přítomnosti nebo nepřítomnosti druhu v lokalitě (MacKanzie & Bailey, 2004). DP obojživelníků se lišila mezi druhy, použitou metodou a datem průzkumu. I tyto tři aspekty byly mezi sebou variabilní. K dosažení 95% úrovně detekce všech druhů v daném regionu byly zapotřebí 3 návštěvy terénu. Autoři studie poukazují na skutečnost, že k dosažení vysoké DP je často zapotřebí použít dvě až tři metody současně. V podstatě říkají, že je-li správně zvolená roční a denní doba a kombinace metod studia obojživelníků, mělo by být možné detekovat všechny jedince při jedné návštěvě. Konkrétně pro rod skokanů a *Hylodes meridionalis* bylo noční pozorování nejefektivnější metodou; vysoká DP ($P > 0,8$) byla dosažena od začátku března do poloviny června na jednu návštěvu. Naopak u ropušky starostlivé (*Alytes obstetricans*) byla získána nízká DP pomocí sčítání nočních zvukových projevů při jedné návštěvě ($P \leq 0,4$) nebo při nočním vizuálním pozorování ($P = 0$) od konce února do konce května. Tento druh je velmi obtížné pozorovat, takže tento výsledek byl poměrně očekáván. Prolovování bylo u tohoto druhu naopak účinnější, a proto se vyžaduje, aby se při jedné návštěvě dosáhla DP vyšší než 0,6.

Není divu, že *Hylodes meridionalis* a skokani byly relativně snadno detekovatelné při nočních odposleších. Pro všechny ostatní druhy obojživelníků (ropuška starostlivá, ropucha obecná a ropucha krátkonohá) noční sčítání vokalizujících sameců nebylo účinnou metodou, aby bylo zajištěno 95% jisté detekce s co nejmenším úsilím. Ačkoli je metoda odposlechu jedinců široce využívána k monitoringu a mapování obojživelníků (Crouch & Paton, 2001; Pierce & Gutzwiller, 2007), nelze je systémově použít k detekci všech druhů obojživelníků.

Pellet & Schmidt (2005) prokázali, že je třeba více návštěv a odposlechu u ropuchy krátkonohé ($P = 0,442$, počet návštěv = 6) než u rosničky zelené ($P = 0,742$, počet návštěv = 3) ve Švýcarsku, podobně jako pozoroval ve své studii i Petitot et al., (2014). Ten zjistil také relativně vyšší DP pro ropušku starostlivou ($P = 0,570$ vs. $P < 0,1$), ale navrhuje pečlivou interpretaci těchto výsledků, protože druh byl detekován pouze na 3 z 27 lokalit. Mohou se také vyskytnout problémy s detekovatelností pro druhy s velmi krátkým a nepříliš hlasitým zvukovým projevem (De Solla et al., 2005). Naopak r. krátkonohá a *H. meridionalis* mají velmi hlasitá volání, která lze za dobrých podmínek slyšet více než 1 kilometr (Pellet & Schmidt, 2005). Výsledky podle Petitot et al., (2014) ukazují, že pokud je cílem odhalit všechny jedince, je nutné kombinovat různé metody detekce obojživelníků a provádět pravidelné návštěvy lokality. Aby byly výsledky co nejpřesnější, je zapotřebí udržovat po celou dobu studia stále stejný protokol pro použité metody.

4. Závěr

- V současné době patří obojživelníci mezi nejvíce ohrožené skupiny obratlovců. Jsou vázáni na pestrú krajinu s dostatečnou propojeností vodních i suchozemských biotopů. Taková místa z dnešní krajiny bohužel mizí a proto je zapotřebí znát ekologii obojživelníků, abychom je a jejich vhodné biotopy dokázali chránit.
- Bakalářská práce proto v první rešeršní části shrnula obecné biotopové preference obojživelníků, především našich druhů. Blíže byly objasněny charakteristiky obývaných vodních i terestrických biotopů a faktory ovlivňující abundanci obojživelníků.
- V další části se předložená bakalářská práce zabývala metodami zjišťování přítomnosti a početnosti obojživelníků ve volné přírodě. Zpracovány byly jak metody nevyžadující manipulaci, tak i metody, které manipulaci vyžadují, a proto byla přidána kapitola s platnou legislativou, která se touto problematikou zabývá. Podrobněji tato rešeršní část bakalářské práce řešila živolovné pasti, které se zdají být vhodnou metodou pro studium obojživelníku, a proto by práce mohla být přínosná v oblasti mapování a monitoringu obojživelníků.
- Poslední část rešerše této bakalářské práce základně popsala pravděpodobnost detekce druhu na lokalitě. Tento fenomén bývá v mnoha studiích zanedbáván, ačkoli je důležitým faktorem ovlivňující výsledná data populačních studií.

5. Literatura

- (HACC) Herpetological Animal Care and Use Committee of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 2004:** Guidelines for use of live amphibians and reptiles in field and laboratory research. Second edition. 43 pp.
- Adams M. J., Richter K. O., Leonard W.P., 1997:** Surveying and monitoring amphibians using aquatic funnel traps. *Northwest fauna* 4:47-54.
- Bailey L., Simons T., Pollock K., 2004:** Estimating site occupancy and species detection Probability parameters for terrestrial salamanders. *Ecological Applications*. 14. 692-702.
- Baker J., 2013:** Effect of bait in funnel-trapping for great crested and smooth newts *Triturus cristatus* and *Lissotriton vulgaris*. *Herpetological Bulletin*. 124:17-20.
- Baruš V., Oliva O., 1992a:** Obojživelníci – Amphibia. *Fauna ČSFR*. Academia, Praha.
- Bennett S. H., Waldron J. L., Welch S. M., 2012:** Light bait improves capture success of aquatic funnel-trap sampling for larval amphibians. *Southeastern Naturalist* 11(1):59-58.
- Bock D., Hennig V., Steinfartz S., 2009:** The use of fish funnel traps for monitoring crested newts (*Triturus cristatus*) according to habitats directive. *Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement*. 15:317-326.
- Buech R. R., Egeland L. M., 2002:** Efficacy of three funnel traps for capturing amphibian larvae in seasonal forest ponds. *Herpetological Review*. 33(3):182-185.
- Buskirk J. V., 2005:** Local and landscape influence on amphibian occurrence and abundance. *Ecology* 86 (7): 1936–1947.
- Collins J., Storfer A., 2003:** Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9 (2): 89–98.
- Compton B., McGarigal K., Cushman S., Gamble L., 2007:** A Resistant-Kernel Model of Connectivity for Amphibians that Breed in Vernal Pools.

Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology. 21. 788-99.

Crouch, W. B., Paton P. W. C., 2001: Assessing the use of call surveys to monitor breeding anurans in Rhode Island. *J. Herpetol.* 36:185–192.

De Solla S. R., Shiroye L. J., Fernie K. J., Barrett G. C., Brousseau C.S., Bishop C. A., 2005: Effect of sampling effort and species detectability on volunteer based anuran monitoring programs. *Biol. Conserv.* 121:585–594. Debussche, M., J. Lepart, and A. Dervieux. 1999.

DeGraaf R. M., Yamasaki M., 1992: A nondestructive technique to monitor the relative abundance of terrestrial salamanders. *Wildlife Society Bulletin.* 20(3): 260-264.

Denoël M., Lehmann A., 2006: Multi-scale effect of landscape processes and habitat quality on newt abundance: implications for conservation. *Biological Conservation* 130 (4): 495–504.

Dervo B. K., Museth J., Skurdal J., Berg O. K., Kraabøl M., 2014: Comparison of active and passive sampling methods for detecting and monitoring the smooth newt (*Lissotriton vulgaris*) and the endangered northern crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetology Notes.* 7:265-272.

Dodd Jr, C., 2010: Amphibian Ecology and Conservation, A Handbook of Techniques. Oxford University Press.

Doležalová J., 2012: Nabídka stanovišť a biotopové preference obojživelníků na sukcesních a technicky rekultivovaných výsypkách po těžbě uhlí. Doktorská disertační práce, Fakulta životního prostředí ČZU v Praze (nepublikováno).

Drechsler A., Bock D., Ortmann D., Steinfartz S., 2010: Ortmann's funnel trap – highly efficient tool for monitoring amphibian species. *Herpetology Notes.* 3:13-21.

Duellman W., Trueb L., 1994: Biology of Amphibians. Second Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, London.

Dušek J., 2006: Sledování stavu biotopů a druhů z hlediska ochrany přírody. *Ochrana přírody*, 61(6): 187–188.

- Elzanowski A., Ciesiolkiewicz J, Kaczor M., Radwanska R., Urban R., 2009:** Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland. *European Journal of Wildlife Research* 55: 33-43.
- Enge K., 2001:** The Pitfalls of Pitfall Traps. *Journal of Herpetology*. 35. 467-478.
- Ferguson A. W., Weckerly F. W., Baccus J. T., Forstner M. R., 2008:** Evaluation of predator attendance at pitfall traps in Texas. *The Southwestern Naturalist*, 53, 450–457.
- Ficetola G. F., 2015:** Habitat conservation research for amphibians: methodological improvements and thematic shifts. *Biodiversity and Conservation* 24(6): 1293–1310.
- Ficetola G. F., Valota M., De Bernardi F., 2006:** Temporal variability of spawning site selection in the frog *Rana dalmatina*: consequences for habitat management. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29.2: 157–163.
- Fischer D., 2007:** Metodika provádění batrachologického průzkumu, Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/obojzivelnici_ip.pdf
- Fitch H. S., 1951:** A simplified type of funnel trap for reptiles. *Herpetologica*. 7:2:77-80.
- Gómez-Rodríguez C., Bustamante J., Díaz-Paniagua C., Guisan A., 2012:** Integrating detection probabilities in species distribution models of amphibians breeding in Mediterranean temporary ponds. *Diversity and Distributions* 18(3): 260–272.
- Grant B., Tucker A., Lovich J., Mills A., Dixon P., Gibbons J., 1992:** The Use of Coverboards in Estimating Patterns of Reptile and Amphibian Biodiversity.
- Grayson K. L., Roe A. W., 2007:** Glow sticks as effective bait for capturing aquatic amphibians in funnel traps. *Herpetological Review*. 38(2):168-170.
- Greenberg C. H. , Neaey D. G., Harris L. D., 1994:** A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. *Journal of Herpetology*. 28(3):319-324.

- Greulich K., Pflugmacher S., 2003:** Differences in susceptibility of various life stages of amphibians to pesticide exposure. *Aquatic Toxicology* 65: 329–336.
- Griffiths R. A., 1985:** A simple funnel trap for studying newt population and an evaluation of trap behavior in smooth and palmate newts, *Triturus vulgaris* and *Triturus helveticus*. *Journal of Herpetology*. 1(1):5-10.
- Hamer J. A., McDonnell M. J., 2008:** Amphibian ecology and conservation in the urbanizing world: a review. *Biological Conservation* 141: 2432-2449.
- Hartel T. & Öllerer K. 2009:** Local turnover and factors influencing the persistence of amphibians in permanent ponds from the Saxon landscapes of Transylvania. *North-Western Journal of Zoology* 5(1): 40–52.
- Hartel T., Öllerer K. & Nemes S., 2007b:** Critical elements for biologically based management plans for amphibians in the middle section of the Târnava Mare basin. *Biologia-Acta Scientiarum Transylvanica* 15(1): 109–132.
- Hayes T., Falso P., Gallipeau S., Stice M., 2010:** The cause of global amphibian declines: A developmental endocrinologist's perspective. *The Journal of experimental biology*. 213. 921-33.
- Hels T., Buchwald E., 2001:** The Effect of Road Kills on Amphibian Populations. *Biological Conservation*, 99, 331-340.
- Heyer W. R., Donnelly M. A., McDiamid R. W., Hayek L. A. C., Foster M. C., 1994:** Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Washington, Smithsonian Institution Press.
- Hoffmann K. E., Hunter M. L., Calhoun A. J. K., 2016:** An inexpensive deep-water funnel trap. *Herpetological Review*. 47(2):205-206.
- Imler. R. H., 1945:** Bullsnares and their control on a Nebraska wildlife refuge. *J. Wildl. Manage.* 9: 265-273.
- IUCN (2019):** The IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Dostupné z: <http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics>
- Jeřábková L., 2011:** Obojživelníci a plazi: Metodika mapování. AOPK ČR. 4 pp.

- Jeřábková L., Boukal D., 2011:** Živolovné pasti: účinná metoda průzkumu čolků a vodních brouků. *Ochrana přírody*. 5:23-25.
- Joly P., Miaud C., Lehmann A., Grolet O., Cnrs U. M. R., Douces E., Fleuves G., Claude U., Lyon B., 2001:** Habitat Matrix Effects on Pond Occupancy in Newts. *Conservation Biology* 15 (1): 239–248.
- Kabrna M., 2011:** Studies of land restoration on spoil heaps from brown coal mining in the Czech Republic – a literature review. *Journal of Landscape Studies* 4: 59– 69.
- Krebs CH. J., 1998:** *Ecological Methodology. Second edition.* Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California etc.
- Kröpfli M., Heer P., Pellet J., 2010:** Cost-effectiveness of two monitoring strategies for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Amphibia-Reptilia*. 31:403-410.
- Lancia, R. A., Nichols J. D., Pollock K. H., 1994:** Estimating the number of animals in wildlife populations. *Research and management techniques for wildlife and habitats.* The Wildlife Society, Bethesda, 215-253.
- Lodge D. M., Turner C. R., Jerde C. L., Barnes M. A., Chadderton L., 2012:** Conservation in a cup of water: estimating biodiversity and population abundance from environmental DNA. *Molecular Ecology* 21: 2555-2558.
- Lowrance R., Todd R., Fail J., Hendrickson O., Leonard R., Asmussen L., 1984:** Riparian Forests as Nutrient Filters in Agricultural Watersheds. *BioScience* 34(6): 374–377.
- Mackenzie D. I., Royle J. A., 2005:** Desinging occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *J. Appl. Ecol.* 42:1105-1114.
- MacKenzie D. I., Bailey L., 2004:** Assessing fit of site occupancy models. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*. 9. 300-318.
- MacKenzie D. I., Nichols J. D., Hines J. E., Knutson M. G., Franklin A. B., 2003:** Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*. 84. 2200-2207.

- Mačát Z., Jeřábková L., Reiter A., 2010:** Aplikace nové metody při mapování obojživelníků. *Herpetologické informace*. 9(1):5-6.
- Madden N., Jehle R., 2013:** Farewell to the bottle trap? An evaluation of aquatic funnel traps for great crested newt surveys (*Triturus cristatus*). *Journal of Herpetology*. 23(10):241-244.
- Marsh D., Goicochea M., 2003:** Monitoring Terrestrial Salamanders: Biases Caused by Intense Sampling and Choice of Cover Objects. *Journal of Herpetology - J HERPETOL*. 37. 460-466.
- Martel A., Spitzen A., Blooi M., Bert W., Ducatelle R., Fisher M., Woeltjes A., Bosman W., Chiers K., Bossuyt F., Pasmans F., 2013:** *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. National Academy of Sciences of the United States of America.
- Marty P., AngÉlibert S., Giani N., Joly P., 2005:** Directionality of pre-and post-breeding migrations of a marbled newt population (*Triturus marmoratus*): implications for buffer zone management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15(3): 215–225.
- Maštera J., Zavadil V., Dvořák J., 2016:** Vajíčka a larvy obojživelníků České republiky. Academia, Praha.
- Mazerolle M. J., Bailey L. L., Kendall W. L., Andrew Royle J., Converse S. J., Nichols J. D., 2007:** Making Great Leaps Forward: Accounting for Detectability in Herpetological Field Studies. *Journal of Herpetology* 41(4): 672–689.
- Mikátová B., Vlašín M., 2002:** Ochrana obojživelníků. EkoCentrum, Brno.
- Moravec J., 1994:** Rosnička zelená – *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758). In: Moravec J. (ed.): Atlas rozšíření obojživelníků v České republice. Národní muzeum, Praha: 26-34.
- Moreira L. F. B., Moura R. G., Maltchik L., 2016:** Stop and ask for directions: factor affecting anuran detection and occupancy in Pampa farmland ponds. *Ecol Res* 31: 65-74
- Nöllert, A., Nöllert C., 1992:** Die Amphibien Europas. Stuttgart: Frankh-Kosemos Verlag-GmbH & Co. KG.

- Palis, J. G., Aresco M. J., 2007:** Immigration orientation and migration distance of four pond-breeding amphibians in northwestern Florida. *Florida Scientist* 70(3):251-263.
- Parris K. M., McCarthy M. A., 1999:** What influences the structure of frog assemblages at forest streams? *Australian Journal of Ecology* 24: 495-502
- Pierce B. A., Harvey J. M., 1987:** Geographic variation in acid tolerance of Wood Frogs. *Copeia* 1987, 94–103.
- Ponsero A., 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.
- Ray N., Lehmann A., Joly P., 2002:** Modeling spatial distribution of amphibian populations: a GIS approach based on habitat matrix permeability. *Biodiversity and Conservation* 11 (12): 2143–2165.
- Sannolo M., Gatti F., 2017:** To bait or not to bait: it depends on the context. *Salamandra*. 53(3):426-428.
- Skelly D. K., Werner E. E., Cortwright S. A., 1999:** Long-Term Distributional Dynamics of a Michigan Amphibian Assemblage. *Ecology* 80(7): 2326.
- Vojar J., 2007:** Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1 ČSOP. ZO ČSOP Hasina, Louny.
- Vojar J., Doležalová J., Solský M., 2012:** Hnědouhelné výsypky – nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. *Ochrana přírody* 67 (3): 8–11.
- Vyhláška č. 395/1992 Sb.,** která provádí zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.
- Waqas A., Arshad J., Syed M. B., Hussain A., Syed M. H., Rafique H., 2018:** Comparison of Different Trapping Techniques used in Herpetofaunal Monitoring: A Review. *Punjab University Journal of Zoology*, 33(1): 57–68.
- Weddeling K., Hachtel M., Sander U., Tarkhishvili D., 2004:** Bias in estimation of newt population size: A field study at five ponds using drift fences, pitfalls and funnel traps. *Herpetological Journal*. 14. 1-7.

- Whitehurst J., 2001:** Great crested newts mitigation guidelines: working today for nature tomorrow. English Nature. First edition. 75 pp.
- Willson J. D., Dorcas M. E., 2004:** A comparison of aquatic drift fences with traditional funnel trapping as a quantitative method for sampling amphibians. Herpetological Review. 35(2):148-150.
- Willson J., Gibbons J. W., 2010:** Drift fences, coverboards, and other traps. Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques. 229-245.
- Zákon č. 114/1992 Sb.,** o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů .
- Zavadil V., Sádlo J., Vojar J., 2011:** Biotopy našich obojživelníků a jejich management. Metodika AOPK ČR. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brand Brand, s.r.o., Praha.
- Zwach I., 2009:** Obojživelníci a plazi České republiky. Grada, Praha.