

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Česká
zemědělská
univerzita
v Praze

POROVNÁNÍ EFEKTIVITY METOD MONITORINGU
OBOJŽIVELNÍKŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Vedoucí práce: doc. Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D.

Bakalant: Kamilla Iskakova

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kamilla Iskakova

Aplikovaná ekologie

Název práce

Porovnání efektivity metod monitoringu obojživelníků

Název anglicky

Comparison of the effectiveness of amphibian monitoring methods

Cíle práce

Na základě studia historické i recentní literatury zhodnotit efektivitu metod monitoringu a sledování obojživelníků. Výstupy se budou týkat všech vývojových stádií tedy vajíček, larev i dospělců. Čtenář by si po přečtení práce měl odnést poznatky, která ze z metod je pro jeho konkrétní typ řešení problematiky optimální.

Metodika

Vyhledávání a následné studium relevantní literatury. Kompilace získaných poznatků do vlastního textu práce.

Doporučený rozsah práce

30-50 stran

Klíčová slova

CMR, značkování, odchyt, vajíčko, larva

Doporučené zdroje informací

John W. Wilkinson 2015: Amphibian Survey and Monitoring Handbook.

Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana .
Louny: ČSOP Hasina Louny, 2007

R. Heyer 1994: Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zoologie a rybářství

Elektronicky schváleno dne 14. 12. 2023

prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 12. 2023

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 02. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Porovnání efektivity metod monitoringu obojživelníků vypracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Oldřicha Kopeckého, Ph.D a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a to, že jsem neporušila autorská práva třetích osob .

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych upřímně poděkovala panu doc. Mgr. Oldřichu Kopeckému, Ph. D za jeho vedení a nekonečnou trpělivost, které mi pomohly tuto práci dokončit. Děkuji také své rodině a přátelům za jejich stálou podporu, povzbuzení a víru ve mě, které byly zásadní pro můj úspěch a pohodu po celou dobu studia.

Abstrakt

V posledních desetiletích čelí obojživelníci celosvětově mnoha hrozbám, včetně ztráty přirozených biotopů, klimatickým změnám, rozšíření chorob a kontaminace prostředí. Což je následek dramatického poklesu jejich populací. Tyto problémy zdůrazňují nutnost efektivního monitoringu, který je klíčový pro hlubší pochopení stavu populací obojživelníků, identifikaci hrozeb, které trápí, a vypracování účinných ochranných opatření. Tato práce nabízí komplexní přehled existujících metod monitoringu obojživelníků, zohledňuje použití neinvazivních technik jako je akustický monitoring, vizuální pozorování a využití environmentální DNA (eDNA). Rovněž hodnotí metody založené na odchytu jedinců. Každá z těchto metod je posouzena s ohledem na její efektivitu, praktičnost, potenciální omezení a poskytuje přehled jejich využití v ochraně obojživelníků.

Klíčová slova: obojživelníci, metody monitoringu, efektivní ochrana

Abstract

In recent decades, amphibians have faced many threats globally, including habitat loss, climate change, disease spread and environmental contamination, resulting in dramatic declines in their populations. These challenges highlight the need for effective monitoring, which is key to gaining a deeper understanding of the status of amphibian populations, identifying the threats they face, and developing effective conservation strategies. This paper offers a comprehensive review of existing amphibian monitoring methods, considers the use of non-invasive techniques such as acoustic monitoring, visual observation, and the use of environmental DNA (eDNA), and also evaluates methods based on the capture of specimens. Each of these methods is assessed for their effectiveness, practicality, and potential limitations, and also provides an overview of their use in amphibian conservation.

Keywords: amphibians, monitoring methods, effective conservation

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	3
3. Rešerše.....	4
3.1. Charakteristika obojživelníků	4
3.2. Legislativa v ČR	6
3.3. Mapování a monitoring	7
3.4. Zásady manipulace.....	8
3.5. Metody monitoringu obojživelníků	10
3.5.1. Neinvazivní metody	10
3.5.1.1. Akustický monitoring.....	10
3.5.1.2 Pasivní akustický monitoring.....	11
3.5.1.3. Vizualní sledování jedinců	12
3.5.1.4. Environmentální DNA	15
3.5.1.5. Monitoring pomocí hormonů	16
3.5.1.6. Monitoring pomocí psa	17
3.5.2. Metody založené na odchytu jedinců.....	19
3.5.2.1. Zábrany a zemní padací pastí	19
3.5.2.2. Odchyt pomocí živolovných pastí.....	21
3.5.2.3. Odchyt při pomocí sítí a podběráků	23
4. Opakovaný odchyt.....	25
4.1. Metody značení	26
4.2. Telemetrie.....	27
5. Závěr.....	29
6. Literatura	32

1. Úvod

Obojživelníci jsou rozmanitou, zranitelnou a zároveň velmi důležitou skupinou živočichů. Jedinci této skupiny střídají terestrické a akvatické biotopy během svého životního cyklu. Během svého života využívají různorodé stanoviště, což mohou být pískovny, lomy, mokřady a rybníky a můžeme zmínit ještě mnoho dalších přírodních a přírodě blízkých stanovišť, protože jejich reprodukce je téměř vždy úzce vázaná na vodní prostředí a jeho okolí (Mikátová a Vlašín, 2002).

Obojživelníci, se čím dál tím víc potkávají s mnoha nepříznivými faktory, které přímo ovlivňují jejich existenci, a proto náleží k jedné z nejohroženějších skupin živočichů. Od druhé poloviny dvacátého století vidíme drastické klesání počtů těchto tvorů. Lze říct, že to je nejrozsáhlejší vymírání suchozemských obratlovců od doby dinosaurů (Stuart et al., 2004; Hopkins, 2007). Dle statistických údajů IUCN z roku 2023 je 41 % druhů této skupiny ohroženo, což potvrzuje úbytek těchto organismů (IUCN, 2023). Collins a Storfer (2003) tvrdí, že příčiny úbytku obojživelníků lze rozdělit do dvou kategorií. Do první kategorie náleží invazivní druhy, exploatace druhů v různých cílech a změna přirozených stanovišť. Do druhé kategorie spadají faktory jako jsou klimatické změny, UV záření, chemikálie, různé choroby a patogenní houby (např. *Batrachochytrium dendrobatidis*). Pokles počtu obojživelníků ještě ovlivňuje spousta faktorů a zároveň i jejich kombinace.

Pro efektivní ochranu je zapotřebí mít co nejvíce informací ohledně biologie, ekologie, rozšíření a biotopech vybraného druhu. Také je nutné dávat pozor na ochranu z legislativního pohledu a na osvětu veřejnosti. Monitoring je významným a užitečným nástrojem v ochraně přírody. Výsledky monitoringu poskytují cenné informace o stavu jednotlivých populací, stanovištích, o jejich dynamice, a také jsou klíčové pro identifikaci hrozeb a navrhování účinných ochranných opatření (Vojar, 2007).

Metody monitoringu obojživelníků je možné rozdělit na dvě skupiny. První skupina jsou neinvazivní metody (nevyžadují manipulaci s jedinci) a druhou skupinou jsou metody, které jsou založené na odchyty jedinců a manipulaci s nimi. Do první skupiny tradičně spadá vizuální sledování, akustický odposlech, pasivní akustický monitoring. Co se týče metod založených na odchyty jedinců, patří k nim zemní, živolovné, padací pasti, telemetrie atd.

Ve své bakalářské práci se budu zaměřovat na poskytování informací o metodách monitoringu obojživelníků v různých vývojových stádiích a o nárocích těchto metod.

Nastíněny budou také základy práce s obojživelníky, aby se při provádění výzkumu předešlo jejich nepříznivému ovlivnění.

2. Cíle práce

Cílem této práce je sestavení „praktického průvodce“, který poskytne konkrétní informace pro různé metody monitoringu obojživelníků a znázorní jejich výhody/nevýhody, aby člověk, který se zabývá výzkumem, mohl jednoduše a efektivně vybrat metodu, která bude vyhovovat jeho studijním podmínkám.

3. Rešerše

3.1. Charakteristika obojživelníků

Obojživelníky rozdělujeme na 3 řády: Anura – žáby, Caudata – ocasatí a Gymnophiona – červoi. V České republice se vyskytuje 21 druhů obojživelníků. 13 z nich spadá do řádu Anura (např. rosnička zelená, skokan ostronosý) a 8 druhů patří do řádu Caudata (např. mlok skvrnitý, čolek obecný). Obojživelníci mají permeabilní tenkou kůži bez šupin, která je na dotek vždy vlhká. Jejich pokožka hraje zásadní roli pro jejich dýchání a osmoregulaci (Pough, 2007). Osmoregulace je důležitá, protože odpovídá za udržování vodní a solné rovnováhy v těle, a také za adaptaci organismu při střídání různých typů prostředí (Hillyard, 1999). Vzhledem k tomu, že mají obojživelníci propustnou kůži, jsou velmi citlivými druhy, co se týče kontaminací a změn prostředí.

- **Vodní biotopy**

Většina obojživelníků celosvětově využívá rozmanitá vodní stanoviště, zejména pro rozmnožování. Můžou to být mokřady, potoky, jezera, bažiny atd. (McDiarmid, 1994). V České republice je rozmnožování všech druhů obojživelníků vázáno na vodní stanoviště. Druhy využívají různá prostředí. Například čolek hranatý se rozmnožuje především v periodických kalužích na lesních cestách a v zatopených příkopech, zatímco čolek velký dává přednost rybníkům, jezerům atd. (Jeřábková a Zavadil, 2020).

První faktor, který ovlivňuje jejich přítomnost je kvalita vody. Tato charakteristika v sobě zahrnuje mnoho parametrů jako jsou míra znečištění, teplota, kolik je ve vodě rozpuštěného kyslíku, množství živin, tvrdost, slanost a konduktivita (Sparling, 2010). Ze studie Jarosiewicz et al. (2014) je vidět, jak kvalita vody ovlivňuje výskyt obojživelníků. Z 5 rybníků se obojživelníci objevili jenom v jednom. Byly to druhy, které obývají i území ČR (čolek obecný, ropucha obecná, skokan hnědý, skonán zelený). Autoři tohoto článku zdůrazňují, že fyzikálně-chemické vlastnosti vodního prostředí, jako jsou teplota, tvrdost vody a chemické složení, hrají klíčovou roli v podpoře nebo omezení přežití a rozmnožování těchto druhů (Jarosiewicz et al., 2014). Je třeba poznamenat, že při nízkých hodnotách pH vody jsou žáby citlivější než ocasatí a také to, že pH vody má silnější vliv na embrya než na larvy (Mikátová a Vlašín, 2002). Nepříjemné pH vody pro obojživelníky je nižší než 4,0.

Dalším faktorem výběru a početnosti obojživelníků ve vodním prostředí je přítomnost rostlin. Ve studii Burrow a Maerza (2022) je řečeno, že rostliny ovlivňují aspekt jako je rozmnožování, protože vegetace slouží jako místo pro kladení vajíček a je úkrytem pro mladé obojživelníky před predátory a také je zřejmé to, že vegetace může ovlivnit teplotu vody a dostupnost potravních zdrojů v akvatické fázi jejich života. Hydroperioda (doba, po kterou je lokalita pod vodou) a přítomnost vegetace klíčovým způsobem ovlivňuje larvy obojživelníků. Když je hydroperioda moc krátká, přímo ovlivňuje početnost, délku larválního období a metamorfózu jedinců (Pechmann et al., 1989). Co se týče vegetace, pojednává zejména o produkci rostlinného odpadu a jeho vliv na sklad živin ve vodě (poměr C:N, C:P), což také ovlivňuje jejich metamorfózu. Proto musíme dávat pozor na tyto faktory a sestavovat vegetaci tak, aby vyhovovala jednotlivým druhům na místě výskytu (Pechmann et al., 1989; Cohen et al., 2012). I přesto, že většina druhů potřebuje vegetaci pro upevňování svých snůšek nebo vajíček, známe druhy, které je nevyužívají. V ČR jsou to kuňka žlutobřichá, ropucha zelená, ropucha krátkonohá a mlok skvrnitý, který vůbec neklade vajíčka v našich podmínkách a je druhem vejcoživorodým (Zwach, 2009). Další faktor, který je důležitý pro obojživelníky, je pobřežní zóna (hlavně mělká). Její přítomnost pozitivně ovlivňuje rozmanitost obojživelníků, a to i když se v oblasti vyskytují predátoři v podobě ryb (Porej a Hetherington., 2005; Shulse et al., 2010). Významnou roli pro biodiverzitu může hrát vzdálenost silnic a míra antropogenních vlivů (Torres, 2015). Lze říct, že druhy, které se vyskytují v České republice převážně využívají nehluboké a stojaté vody. Ale existuje jeden druh, který preferuje jiná stanoviště pro rozmnožování. Je to čolek velký, který se zejména vyskytuje v hlubokých vodních biotopech (Zavadil et al., 2011). Všechny zmíněné faktory jsou vzájemně provázané a musíme dávat pozor na každý z nich, abychom zajistili pro naše obojživelníky co nejlepší podmínky pro jejich existenci.

- **Terestrické biotopy**

Terestrické biotopy hrají neméně důležitou roli v životě obojživelníků. Tato stanoviště využívají především k zimování, hledání potravy a úkrytu (Baruš & Oliva 1992). Po úspěšné reprodukci obojživelníci většinou vystřídají vodní biotop za terestrický, ale ne u všech druhů to takto funguje (např. skokan zelený a skokan skřehotavý). To může být způsobeno tím, že některé druhy jsou vázané na vodní prostředí silněji než jiné anebo, že preferují zimování přímo ve vodě. Obojživelníci se často vyskytují nedaleko

vodních nádrží, a proto je potřeba chránit co největší pobřežní zónu. Tyto zóny poskytují obojživelníkům možnost pohybu mezi biotopy a pozitivně ovlivňují biodiverzitu lokality (Rittenhouse a Semlitsch, 2007; Semlitsch a Bodie, 2003). Co se týče velikosti ochranné zóny, neexistují žádná přesná čísla. Pro každou lokalitu je individuální velikost, která bude splňovat nároky druhů na dané místo.

Druhy, které se objevují na území ČR se často potýkají s problémy homogenity prostředí a významnou fragmentací jejich terestrických biotopů. Přesto v krajině stále existují vhodná místa jako jsou vlhké louky, lesní prostory, úvozové cesty a také různé skály, příkopy atd. (Vojar, 2007; Jeřábková a Zavadil, 2020). Pro zmenšení vlivu fragmentace krajiny, musíme zajistit propojenost jednotlivých biotopu, a to jak vodních, tak i suchozemských. Zajištění propojenosti krajiny je zásadní pro genetickou variabilitu druhu a jejich adaptaci na změny v krajině (Cushman, 2006). K identifikaci migračních koridorů a kritických bodů v krajině, je možné použít jako nástroj geografický informační systém (GIS), který umožňuje analýzu různorodých dat (Joly et al., 2003).

3.2. Legislativa v ČR

Jak již bylo zmíněno dříve, na území České republiky se vyskytuje 21 druhů obojživelníků. Téměř všechny z nich jsou v nějaké míře ohroženy. V kontextu ochrany obojživelníků v ČR je zásadní respektování legislativy a zejména zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a vyhlášky č. 395/1992 Sb., které společně zajišťují ochranu na úrovni jedinců, populací i ekosystémů. Kromě národní legislativy je klíčová i směrnice o stanovištích 92/43/EHS EU, která přispívá k zachování přírodních stanovišť a druhů fauny a flóry, které jsou považovány za ohrožené nebo vzácné na území Evropské unie. Ta má ve svých přílohách i české obojživelníky (viz. Tab.1).

Podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, jsou zvláště chráněné druhy uvedeny ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. (v přílohách II a III jsou uvedeny druhy, které jsou zařazeny do 3 kategorií: kriticky ohrožený, silně ohrožený a ohrožený druh). S těmito druhy jsou zakázány následující činnosti: zabíjení, chytání, rušení, ničení a poškozování biotopů, použití pesticidů a jiných škodlivých látek, přemístování druhů do jiného místa. Při nutnosti s interakcí s obojživelníky uvedených v přílohách, je nutno požádat o povolení u příslušných státních orgánů. Následky, pro člověka, který poškodí zvláště chráněný druh nebo rostlinu podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, mohou být vážné a zahrnovat jak trestní odpovědnost, tak i pokutu.

Druhy, které nejsou ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. uvedeny, jsou chráněny obecnou ochranou. Obecná ochrana chrání všechny druhy rostlin a živočichů před zničením, poškozováním a dalšími činnostmi, které by mohly vést k ohrožení těchto druhů.

Tab. 1 – Kategorie ohrožení obojživelníků (Iskaková podle Vyhlášky č. 395/1992 Sb. a směrnici 92/43/EHS EU)

Druh	Latinsky název	Kategorie ochrany v ČR podle Vyhlášky č. 395/1992 Sb.	Kategorie ochrany v EU podle směrnice 92/43/EHS
Mlok skvrnitý	<i>Salamandra salamandra</i>	silně ohrožený druh	ne
Čolek velký	<i>Triturus cristatus</i>	silně ohrožený druh	II a IV
Čolek dunajský	<i>Triturus dobrogicus</i>	druh bez ochrany	II
Čolek dravý	<i>Triturus carnifex</i>	kriticky ohrožený druh	II a IV
Čolek hranatý	<i>Lissotriton helveticus</i>	kriticky ohrožený druh	ne
Čolek obecný	<i>Lissotriton vulgaris</i>	silně ohrožený druh	ne
Čolek karpatský	<i>Lissotriton montandoni</i>	kriticky ohrožený druh	II a IV
Čolek horský	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	silně ohrožený druh	ne
Kuňka ohnivá	<i>Bombina bombina</i>	silně ohrožený druh	II a IV
Kuňka žltobřichá	<i>Bombina variegata</i>	silně ohrožený druh	II a IV
Blatnice skvrnitá	<i>Pelobates fuscus</i>	silně ohrožený druh	IV
Ropucha obecná	<i>Bufo bufo</i>	ohrožený druh	ne
Ropucha krátkonohá	<i>Epidalea calamita</i>	kriticky ohrožený druh	IV
Ropucha zelená	<i>Bufo viridis</i>	silně ohrožený druh	IV
Rosnička zelená	<i>Hyla arborea</i>	silně ohrožený druh	IV
Skokan hnědý	<i>Rana temporaria</i>	druh bez ochrany	V
Skokan ostronosý	<i>Rana arvalis</i>	kriticky ohrožený druh	IV
Skokan štíhlý	<i>Rana dalmatina</i>	silně ohrožený druh	IV
Skokan krátkonohý	<i>Pelophylax lessonae</i>	silně ohrožený druh	IV
Skokan skřehotavý	<i>Pelophylax ridibundus</i>	kriticky ohrožený druh	V
Skokan zelený	<i>Pelophylax esculentus</i>	silně ohrožený druh	V

3.3. Mapování a monitoring

Ochrana obojživelníků je složitým úkolem, který vyžaduje hodně znalostí a informací pro zachování jejich populací a stanovišť. Pro pochopení a získání informací o fungování druhů a ekosystémů. Existují dva nezastupitelné nástroje, což jsou mapování a monitoring.

Základním rozdílem těchto dvou metod je čas. Mapování je krátkodobé (jednorázové) sledování druhů, monitoring je naopak dlouhodobá akce a provádí se pravidelně. Mapování má za cíl zjištění hustoty populace nebo její rozšíření na nějaké ploše, což může být stát, tak i nějaká menší lokalita. Jako výsledek máme informaci o tom, zdali

se daný objekt vyskytuje na území či nikoliv. Zatímco monitoring umožňuje sledování stavu populací a jejich habitatů v čase, což dovoluje identifikovat změny nebo trendy (Gibbons et al., 2000). Výsledky těchto metod umožňují odborníkům správné použití ochranných opatření, vyznačení míry ohroženosti druhů a případně podniknout potřebné zásahy, které jsou podstatné pro zachování co největšího počtu druhů (Vaira et al., 2018). Díky výsledkům z monitoringu vědci udělali velký pokrok v pochopení příčin úbytku obojživelníků (Beebee & Griffiths, 2005). Nedostatek kvalitních dat a dlouhodobých monitoringů může vést k dramatickému poklesu anebo i úplnému vyhynutí některých druhů. Proto je velmi důležité nejenom provádět takové výzkumy v rámci jednoho státu, ale i spolupracovat a zveřejňovat informace na mezinárodní úrovni pro zachování obojživelníků celosvětově (Frías-Alvarez et al., 2010; Brito, 2008).

Použití mapování nebo monitoringu záleží na cílech práce a dostupnosti zdrojů. Pro realizaci monitoringu je potřeba mít mnoho finančních prostředků, lidí, času a také může vyžadovat specializované vybavení pro pracování s obojživelníky. Mapování v porovnání s monitoringem je méně náročné a většinou i levnější (Vojar, 2007). I přes značný vývoj v této sféře, jsou stále problémy s přesností dat, a proto se musí i nadále vyvíjet nové metody a technologické přístroje pro efektivní ochranu a monitoring.

3.4. Zásady manipulace

Při provádění výzkumu může docházet k manipulaci s obojživelníky, a proto každý, kdo pracuje s těmito organismy, musí znát zásady manipulace, aby se minimalizovaly nepříznivé dopady pro obojživelníky, ale i osoby, které se výzkumem zabývají. Jakákoliv manipulace s obojživelníky je stresovou situací pro jejich organismus, což v důsledku může mít negativní vliv na jejich imunitu a činit je zranitelnějšími vůči různým nemocem a patogenům (Rollins-Smith, 2017).

Je několik pravidel, které je třeba dodržovat při výzkumech, které vyžadují invazi. Nejzásadnější z nich jsou potřeba zacházet s obojživelníky s péčí a respektem, nepůsobit jim bolest, smrt či náhodné poškození. Při chytání používáme nástroje, které jsou pro ně bezpečné. Pokud dochází k přímému kontaktu (bereme obojživelníky do ruky), existují dvě varianty, jak to udělat. První je s využitím namočené nahé ruky. V případě kontaktu jejich pokožky se suchou rukou, může dojít k poškození jejich citlivé kůže. Takové poškození může vést k bakteriálním nebo plísňovým infekcím (Pessier, 2002). Druhou variantou je použití rukavic. Na trhu existuje variabilita

materiálů, z jakých se vyrábějí. Jedná se o vinylové, nitrilové, latexové a polyethylenové rukavice. Studie ukazují, že ve vodě opláchnuté vinylové rukavice jsou nejlepší pro použití k pulcům, nejsou tak toxické jako latexové nebo nitrilové, a proto mají po kontaktu s rukavicemi z vinylu vyšší pravděpodobnost přežití. Na druhou stranu nitrilové rukavice jsou velmi užitečné pro ochranu proti přenosu houby *Batrachochytrium dendrobatidis*. Po kontaktu s dospělým jedincem je důležité si pamatovat, že před každou další manipulací s jiným jedincem je nutné vyměnit rukavice, aby se houba neměla šanci rozšířit. Pokud nejsou k dispozici nitrilové rukavice, jsou docela dobrou alternativou latexové rukavice (Cashins et al, 2008; Mendez et al, 2008). Použití rukavic má výhodu i pro člověka, jelikož vytváří fyzickou bariéru mezi ním a obojživelníkem, což pomáhá zabránit přenosu nemocí a zároveň chrání před jejich jedovatými sekrecemi. Naše druhy nejsou smrtelně jedovaté, ale pokud si člověk neomyje ruce a dotkne se nějaké sliznice (oko, nos atd.), může to vyvolat záněty. V případě náhodného zasažení oka nebo jiné sliznice, je zasažené místo nutné omýt vodou a dojde-li k alergické reakci po umytí zasažené sliznice, lze použít léky na alergii (Zwach, 2009).

Při práci na několika lokalitách musí člověk dezinfikovat i oplachovat veškeré oblečení a vybavení. Následujícím bodem je důkladné osušení přístrojů a věcí před prací na další lokalitě. Tento konkrétní postup značně sníží pravděpodobnost šíření parazitů a nemocí. Pokud musíme obojživelníky dočasně zadržet, potřebujeme zajistit, aby dospělí jedinci nebyly drženi ve skupinkách a měl každý z nich svůj kontejner s vyhovujícími podmínkami, jako jsou příjemná teplota vody a nějaká vegetace (Phillott et al., 2010; Zwach, 2009).

3.5. Metody monitoringu obojživelníků

Výběr metod monitoringu pro výzkum je závislý na čase, finančních prostředcích, období roku, cílech, typu prostředí, vývojových stádiích obojživelníků a druzích, které budou zkoumány (Vojar, 2007; Barata et al., 2017). Všechny existující metody mohou být efektivními při souvisejících podmínkách a nárocích studií. Pro získání relevantních dat z výzkumu musíme udělat monitorovací plán, kde bude uvedeno, kdy monitoring začne, jaké lokality budou zkoumány, kolik návštěv bude provedeno, čas provádění návštěvy (v noci nebo ve den), rozměr jednotlivých ploch a metody, které budou používány (Barata et al., 2017; Fischer, 2009). Kromě monitorovacího plánu mohou mít na přesnost dat vliv odborné znalosti člověka, počasí, podobnost zkoumaných druhů atd. (Vojar, 2007; Miller et al., 2012; Svenningsen et al., 2022). V následujících kapitolách budou detailněji probírány metody monitoringu, kde budou popsány jak známé metody, tak i ty, které jsou na počátku svého vývoje a popularizace.

3.5.1. Neinvazivní metody

3.5.1.1. Akustický monitoring

Akustický monitoring neboli metoda odposlechu hlasových projevů se specializuje na určení druhů samců žab, kteří se hlasově projevují. Na území ČR mají všechny druhy samců žab hlasový projev, ale některé z našich druhů jsou tišší než jiné. Mezi tyto druhy spadá blatnice skvrnitá, ropucha obecná, skokan ostronosý a skokan štíhlý, kdy při jejich identifikaci může nastat problém, kvůli jejich nízké hlasitosti, a to zejména v přítomnosti hlasitějších druhů (Zwach, 2009; Maštera a Mašterová, 2017). Důležitým aspektem při výběru této metody je to, že člověk, který provádí akustický monitoring musí mít odborné znalosti jednotlivých hlasových projevů, které se liší svými charakteristiky druh od druhu. Také je důležité naplánovat výzkum tak, aby počasí vyhovovalo výzkumu (musí být dostatečná vlhkost a teplota prostředí, zvláštní pozornost je třeba věnovat intenzitě větru a jeho směru, protože to může ovlivnit počet chybných dat, hlavně tím, že zkresluje zvuky jedinců). Počet návštěv na lokalitu v průběhu reprodukčního období musí být minimálně 2krát, protože různé druhy žab mají jiné časové rámce pro rozmnožování (Melo et al., 2021; Vojar, 2007).

Obvykle se při monitorování dělají zastávky několik minut (3–5 minut) v různých částech vodní nádrže. Vzdálenost jednotlivých bodů (zastávek) musí být taková, aby ti samí jedince nebyly počítány znovu na dalším bod. Údaje o druzích je nejlepší

zapisovat přímo na jednotlivých bodech, což zvýší pravděpodobnost získání relevantních dat (Genet a Sargent, 2003; Vojar, 2007). Akustické monitorování se dá provádět jak ve dne, tak v noci (v kontextu našich druhů je úspěšnost vyšší v noci). Výsledek akustického monitorování je jenom hrubý odhad vokalizujících samců na nějaké ploše, což znamená, že metoda nám neumožňuje získat nějaké přesné číslo (Vojar, 2007).

Metoda akustického monitorování má objektivně silné i slabé strany. Do silných stran patří to, že tato metoda nevyžaduje žádné specifické přístroje, a proto pro realizaci nepotřebujeme mnoho finančních prostředků (Rödel a Ernst, 2004). Také nám umožňuje identifikaci a zaznamenání druhů, které nejsou v našem zorném poli nebo jsou druhy kryptickými (Measey et al., 2017). Její další pozitivní stránkou je to, že tato metoda je neinvazivní, což znamená, že jedinci netrpí zbytečným rušením a následným stresem po kontaktu s lidmi (Dorcas et al., 2009).

Jak uvádí Stevens a Paszkowski (2004), do slabých stránek této metody spadá to, že výsledky nám neposkytují data o struktuře populaci (není známo kolik samic, pulců, vajíček je na lokalitě). Proto tato metoda není užitečná pro jiné obojživelníky a někdy ani pro některé druhy žab, zejména kvůli jejich tichým hlasovým projevům, jak bylo zmíněno na počátku. Kromě výše zmíněných bodů je také nevýhodou její časová náročnost (Dorcas et al., 2009; Pomezanski, 2021).

Kombinace akustického monitorování s jinými metodami dopomůže překonat jednotlivá omezení této metody a zajistí nám reprezentativní data. Ve studii Rödel a Ernsta (2004) je uvedeno, jak spojení dvou metod (akustického a vizuálního monitorování,) ve výzkumu přináší data o větším spektru druhů než při použití jenom jedné metody monitorování.

3.5.1.2 Pasivní akustický monitoring

V minulé kapitole byl probrán akustický monitoring, který vyžaduje přítomnost pozorovatele v terénu pro identifikaci druhů. Díky technologickému rozvoji lidstva, byl vynalezen nový způsob monitorování, který nevyžaduje přítomnost člověka při sbírání dat, jedná se o metodu pasivního akustického monitorování. Historický počátek rozšíření této metody byl na konci 20. století. Původně se tato metoda používala k monitorování mořských savců, ale aktuálně je používána pro různé skupiny živočichů, mezi které patří obojživelníci, ptáci a netopýři (Browning et al., 2017).

Při práci s danou metodou člověk potřebuje nainstalovat speciální automatizované záznamové systémy kolem vodní nádrže. Tyto systémy musejí být připevněny k dřevěné desce nebo kovové konstrukci s klecí (Melo et al., 2021;). Musíme zajistit, že naše konstrukce bude mít střechu a její umístění musí být alespoň 1 metr nad zemí, tyto jednotlivé kroky chrání rekordér před poškozením kvůli hlodavcům a dešti (Melo et al., 2021; Willacy et al., 2015). Na trhu automatizovaných záznamových systémů existuje velká variace rekordérů podle citlivosti k frekvencím, kvality záznamů, kapacity uložení, životnosti baterie, povětrnostním podmínkám a ceny. Rozpočet výzkumného projektu přímo ovlivňuje výběr záznamového systému, ale i v případě nedostatku finančních prostředků na nejlepší vybavení, je možné získat reprezentativní a relevantní údaje.

Výhodou pasivního akustického monitoringu je to, že umožňuje nahrávat hlasové projevy celodenně, což znamená, že budeme mít k dispozici nahrávky vokalizací samců jak během dne, tak i během noci. Dostupnost nahrávek, umožňuje dvojitou kontrolu údajů, což zamezí falešně pozitivním a falešně negativním detekcím druhů (Heyer et al., 2014; Acevedo a Villanueva-Rivera, 2006). V porovnání s akustickým monitoringem u této metody dochází k větší minimalizaci vlivů na obojživelníky a jejich prostředí, a to díky nepřítomnosti člověka během nahrávání. Nejlepší využití pasivně akustického monitoringu je v dlouhodobých monitorovacích programech s využitím jiných metod (Sugai et al., 2019; Boullhesen et al., 2021).

Nevýhody pasivního akustického monitorování jsou velmi obdobné jako u akustického monitorování (viz. kapitola 3.5.1.1.), navíc se tady přidává finanční aspekt (automatizované záznamové systémy nejsou levnými přístroji) a gigabajty dat z nahrávek, které musejí být pečlivě proanalyzovány. K vyřešení problémů s analýzou velkého objemu dat je možné použít software pro automatické rozpoznávání hlasových projevů a identifikaci jednotlivých druhů. Jedním z takových softwarů je Song Scope, ale bohužel finanční náročnost této metody se nedá vyřešit pomocí softwaru (Waddle et al., 2009; Acevedo a Villanueva-Rivera, 2006; Willacy et al., 2015). Spolehlivost dat při pasivním akustickém monitoringu může být ovlivněna počasím (silný vítr), což se dá napravit dlouhými nahrávkami (Sugai et al., 2019).

3.5.1.3. Vizuální sledování jedinců

Metoda vizuálního sledování jedinců neboli vizuální monitoring, je založena na pozorování a sčítání jedinců obojživelníků různých vývojových stadií (snůšky/vajíčka,

larvy/půlci a adultní/semiadultní jedinci). Na efektivitu této metody má vliv mnoho aspektů, například počasí (teplota, vlhkost, déšť atd.), způsob ukládání snůšek, typ a vlastnosti biotopu. Výzkum také může ovlivňovat odborná znalost člověka (pozorovatel musí umět rozlišit jednotlivá vývojová stadia druhů, což může být někdy nemožné nebo složité), čas, ve kterém probíhá monitoring (den/noc) a sezóna (Jeřábková, 2011; Dodd, 2010; Boullhesen et al., 2021). Monitorování pomocí sledování jedinců lze provádět třemi způsoby: náhodným procházením zkoumané plochy, pomocí jednotlivých transektů (linií) a kvadrátů (Dodd, 2010). Vizuální monitorování stejně jako u akustického monitoringu se musí provádět minimálně dvakrát za reprodukční sezonu, proto plánování návštěv závisí na reproduktivním období sledovaného druhu (přehled období rozmnožování jednotlivých druhů ČR je k nahlédnutí v Tabulce 2.).

Tab. 2 – Období rozmnožování obojživelníků České republiky (Iskaková podle Zwach, 2009)

Název druhů	Latinsky název	Období rozmnožování
Mlok skvrnitý	<i>Salamandra salamandra</i>	v létě a na podzim
Čolek velký	<i>Triturus cristatus</i>	od března/ dubna do května
Čolek dunajský	<i>Triturus dobrogicus</i>	od března/ dubna do července
Čolek dravý	<i>Triturus carnifex</i>	od dubnu do června
Čolek hranatý	<i>Lissotriton helveticus</i>	na přelomu března a dubna nebo až v dubnu
Čolek obecný	<i>Lissotriton vulgaris</i>	od března/ dubna do června
Čolek karpatský	<i>Lissotriton montandoni</i>	od dubna do května
Čolek horský	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	od března/ dubna do května
Kuňka ohnivá	<i>Bombina bombina</i>	od dubna do června
Kuňka žlutobřichá	<i>Bombina variegata</i>	od dubna do začátku srpna
Blatnice skvrnitá	<i>Pelobates fuscus</i>	od března do května/ června
Ropucha obecná	<i>Bufo bufo</i>	od března do dubna
Ropucha krátkonohá	<i>Epidalea calamita</i>	od dubna do června, někdy i do července
Ropucha zelená	<i>Bufo viridis</i>	od dubna do září
Rosnička zelená	<i>Hyla arborea</i>	od dubna do května, výjimečně v červnu
Skokan hnědý	<i>Rana temporaria</i>	od března do dubna
Skokan ostronosý	<i>Rana arvalis</i>	od poloviny března do dubna
Skokan štíhlý	<i>Rana dalmatina</i>	od února do dubna
Skokan krátkonohý	<i>Pelophylax lessonae</i>	od května do července
Skokan skřehotavý	<i>Pelophylax ridibundus</i>	od května do června
Skokan zelený	<i>Pelophylax esculentus</i>	od května do června

Sčítání a sledování snůšek zpravidla používáme u druhů, u kterých jsou snůšky snadno rozpoznatelné a celistvé. K takovým druhům patří snůšky blatnice skvrnité, skokana štíhlého a ropuchy obecné. S identifikací jiných snůšek obojživelníků může nastat

problém, ale při podrobných znalostech o jejich nárocích na biotopy, fyzických charakteristikách snůšek a jejich období pro kladení, se dá určit ještě několik druhů (Maštera et al., 2015). Snůšky skokana zeleného, skokana krátkonohého a skokana skřehotavého jsou prakticky nerozlišitelné. Co se týče snůšek ocasatých obojživelníků, problém s jejich identifikací spočívá v tom, že je ukládají odděleně a často do záhybu listů vodní vegetace, to je může udělat méně nápadné pro pozorovatele (Maštera et al., 2015). Během monitoringu je důležité procházet pobřežní pásmo s plovoucí a litorální vegetací. Pro realizaci této metody, musíme mít z vybavení jenom vysoké holínky pro volný pohyb po vodní nádrži a skládací metr pro měření velkých shluků vajec. Když dochází k interpretaci výsledků, je nutné si pamatovat, že jeden shluk představuje pouze jednu samici. U samců může být situace opačná vzhledem k tomu, že samec se může reprodukovat více než jedenkrát. Důležitým bodem je také nezapomenout, že ne všichni jedinci se zúčastňují rozmnožování, protože někteří z nich jsou příliš staří nebo mají nějaké jiné vady (Vojar, 2007).

Vizuální sledování larev obojživelníků je složitým úkolem. Zejména u ocasatých obojživelníků, kdy většina jejich larev vede skrytý životní styl (často jsou ukryty pod vodou, v bahně nebo mezi vodní vegetací). Úspěšnost pozorování larev ocasatých se zvyšuje v noci, a proto s sebou musíte mít baterku (Duellman a Trueb, 1994). Pulci žab jsou zpravidla nápadnější a shromažďují se v mělkých a prohřátých místech vodního tělesa. Pravděpodobnost nálezu larev se může zvýšit v mělkých místech bez vegetace nebo s její minimální přítomností (Vojar, 2007). Maštera et al. (2015) naznačuje, že na rozdíl od snůšek, larvy bez odchytu prakticky nelze správně určit.

Využití vizuálního monitoringu u adultních/ semiadultních jedinců je nejvhodnější za teplého počasí, kdy se již jedinci mnoha druhů probudili (je to důležité pro získání reprezentativního výsledku ze zkoumané plochy). Vizuální monitorování dospělců je možné provádět jak v terestrickém, tak i ve vodním prostředí. Od cílů práce a od toho, kolik času je na získání informací, závisí výběr způsobu monitorování. Při potřebě získání rychlých výsledků z velké plochy, je vhodné použít náhodné procházení oblastí. Transektový design je nejlepší používat při systematickém průzkumu, kvadrátový design studii je naopak lepší v použití pro podrobné zkoumání určité plochy (Scott et al., 1994). U každého z výše uvedeného způsobu je při dalších návštěvách nutné dodržovat stejných podmínek, a to včetně času stráveného na parcelách (Boullhesen et al., 2021). Jak zmiňuje Vojar (2007), k pozorování zástupců vodních skokanů je často používáno pomalé procházení podél břehové linie toků nebo

vodní nádrže a sčítání druhů, které odskakují. Pokud není jisté, do jakého druhu zařadit jedince, lze uvést do jakého komplexu patří (vodní nebo zemní apod.). Pro terestrické druhy se také dají využít umělé úkryty, jako jsou krycí desky, dřevěné železniční pražce, vlnitý plech a vlnité ocelové tašky. Nejefektivnější umělé úkryty jsou vyráběny z vlnitých plechů a dřevěných železničních pražců, tyto úkryty jsou vhodné nejen pro obojživelníky, ale i pro plazy (Hampton, 2007; Michael et al., 2019). Umělé úkryty musejí být umístěny do terénu předem (nejméně 24 hodiny před počátkem monitoringu) a musí být jasné, kde jsou umístěny (nikdy nesmíme zapomenout, kde jsou). Po ukončení výzkumu musíme všechny kryty uklidit.

Výsledkem vizuálního monitorování bude hrubý odhad početnosti populace, ale zároveň nám metoda vizuálního monitoringu poskytuje informaci o struktuře populací (Vojar, 2007). Při sledování a sčítání všech vývojových stádií obojživelníků můžeme jako pomůcku použít fotoaparát, pro pořizování fotografií a nahrávek z místa výskytu, což nám může pomoci hlouběji pochopit jejich nároky na stanoviště a jejich chování (Seltenrich et al, 2002).

K pozitivním stránkám této metody patří její finanční nenáročnost, vhodnost pro provádění rychlých výzkumů a je ideální pro pozorování druhů, které jsou citlivé na stres, a to díky minimálnímu rušení (Scott et al., 1994). Mezi nevýhody této metody spadá její časová náročnost na plánování i získávání relevantních dat a to, že výsledky mohou být ovlivněny zkušenostmi pozorovatele, jeho schopností vidět během nočních návštěv lokalit (Rödel a Ernst, 2004; Scott et al., 1994). Pro zvýšení efektivity vizuálního pozorování je vhodné použití její kombinaci s jinými metodami monitoringu. Několik studií se zmiňuje o tom, že nejlepší kombinace je s akustickým monitoringem (Rödel a Ernst, 2004; Boullhesen et al., 2021).

3.5.1.4. Environmentální DNA

Environmentální DNA (eDNA) je genetickou informací, kterou organismy zanechávají ve vodě, půdě, sedimentech, a dokonce i ve vzduchu. Revoluční metoda monitoringu byla poprvé používána na konci 80. let minulého století pro detekci bakteriálních společenstev, ale významnou popularizaci si tato metoda získala v posledních 15 letech (Díaz-Ferguson a Moyer, 2014). Dnes ji vědci používají hlavně pro monitorování invazivních či ohrožených druhů bezobratlých i obratlovců v různých stanovištích (Bohmann a Lynggaard, 2023).

Pro provádění analýzy eDNA je prvním krokem vzorkování. Zpravidla pro spolehlivost výsledků musejí být odebrané vzorky z různých částí zkoumané lokality a dostatečně velkými. Dalším krokem je extrakce DNA a její rozdělení do dvou částí (Walker et al., 2017). Po extrakci DNA lze analyzovat dvěma různými metodami, je to kvantitativní PCR (qPCR) a metabarcoding (Moss et al., 2022). Kvantitativní PCR umožňuje hledání konkrétních druhů pomocí specifických primerů, zatímco metabarcoding umožňuje získat širší přehled o diverzitě druhů pomocí univerzálních primerů (Sun et al., 2024). Jako výsledek z analýzy dostaneme informace o přítomnosti a rozmanitosti druhů.

Řada studií se zabývala otázkou, zda analýza eDNA může zanechat používání jiných monitorovacích metod v minulosti. Studie však ukázaly, že její efektivita se u jednotlivých druhů liší (eDNA je slabší při identifikaci běžnějších druhů), a proto aktuálně není reálné použít jenom tuto metodu (Moss et al., 2022; Svenningsen et al., 2022). Její kombinace s dalšími metodami zvýší efektivitu výzkumného projektu a potenciál dosažení postavených cílů (Yudha et al., 2023). Použití této metody lze využít jako nástroj pro posouzení počáteční biodiverzity nebo pro získání dat o biodiverzitě v těžko dostupných místnostech, kde tradiční metody mohou být nepraktické nebo nákladné (Postaire et al., 2023; Yudha et al., 2023). Použití analýzy eDNA je unikátním nástrojem pro identifikaci *Batrachochytrium dendrobatidis* (i pro jiné patogeny) a následného vytvoření akčních plánů i ochranných opatření pro záchranu obojživelníků (Osman et al., 2022).

V budoucích letech se pravděpodobně používání této metody bude jen zvyšovat, a to díky její nenáročnosti na čas i relativně dostupné ceně na rozdíl od doposud rozebíraných metod. Co se týče nedostatků této metody, s rozvojem inovací budou eliminovány nebo minimalizovány. Zejména vylepšením citlivosti a specifičnosti detekce druhů, které budou pro analýzu eDNA ještě vhodnější než ty, které jsou již k dispozici nebo vynalezením nových monitorovacích technik.

3.5.1.5. Monitoring pomocí hormonů

Tato kapitola se bude věnovat netradiční a nové metodě monitoringu, která se zaměřuje na kvantifikaci reprodukčních a stresových hormonů, které poskytují cenné informace o těchto organismech.

Prvním krokem této metody je vzorkování z vodní nádrže, stejně jako u eDNA musíme odebrat vzorek z různých částí vodní nádrže (nejlepší čas pro odběr vzorku je v období

rozmnožování, hlavně protože obojživelníci tráví hodně času ve vodě, což zvyšuje koncentraci hormonů). Dále jsou vzorky vyfiltrovány a následně analyzovány pomocí enzymových imunoanalýz, které zjišťují koncentraci specifických hormonů (Narayan, 2013; Narayan et al., 2019). Díky výsledkům z této metody je možné zjistit reakci obojživelníků na nová ochranná opatření nebo pochopit, jaké faktory prostředí působí na zvýšení koncentrace hormonů stresu. Díky výsledkům jsme schopni identifikovat toxické látky, které mohou mít negativní vliv nejenom na jejich reprodukční zdraví, ale i na vývoj jejich potomstva (Narayan et al., 2019).

Metoda monitoringu pomocí hormonů je na počátku svého vývoje. Její nevýhodou je v daný moment deficit dat a výzkumů. Technická omezení této metody (vyžaduje speciální vybavení) jsou její další slabou stránkou. I přes své nedostatky je tato metoda velmi zajímavou a potenciálně silnou metodou pro používání v Ochráně přírody, a to zejména pro pochopení a monitorování reakcí obojživelníků na management.

3.5.1.6. Monitoring pomocí psa

Metoda využívající vycvičené psy k detekci obojživelníků představuje inovativní přístup k monitorování a ochraně těchto důležitých organismů. Jde o poměrně novou metodu monitoringu, která se stále rozvíjí. Pro realizaci této metody potřebujeme vybrat vhodného psa a následně i metodiku pro jeho pečlivý a dlouhý výcvik. Pes musí být dospělý, motivovaný, s dobrou fyzickou kondicí a také musí mít dobré čichové schopnosti (Matthew, 2016). Nejčastěji jako metodiku trénování výzkumníci vybírají pozitivní posilování (když pes ukáže správný vzorek, dostane odměnu). Výcvik psa lze rozdělit na několik fází, obvykle jsou to 4 fáze výcviku. (Kleprlíková, 2021; Grimm – Seyfarth, 2022). V první fázi se pes seznamuje s pachem, za který bude dostávat odměnu, ve druhé fázi začínáme používat nějaký pachový nosič (např. kontejnery, vatové tampony) v jednoduchém terénu (Kleprlíková, 2021). Při třetí fázi dochází ke specifikaci pachu, kdy se pes bude zaměřovat na určitý druh a na konci této fáze může pes rozlišit přítomnost či nepřítomnost pachu našeho zkoumaného druhu a zároveň i spektra pachů, se kterými bude pracovat (Matthew et al., 2021). Poslední fáze je podobná třetí fázi, ale musí se provádět v terénu, který je podobný skutečné výzkumné ploše (Kleprlíková, 2021; Matthew et al., 2021). Při plánování výzkumu musíme brát v úvahu povětrnostní podmínky, protože to může ovlivnit nejen efektivitu pracovního psa, ale i výskyt obojživelníků (Kleprlíková, 2021).

Výhodou použití psů je jejich účinnost a vysoká citlivost pro identifikace obojživelníků. Vycvičení psi mohou být někdy efektivnější než vizuální monitoring, protože jsou schopni najít jedince, který se skrývá v bahně nebo v opadu listů (Matthew et al., 2021). Další výhodou této metody monitoringu je její využití pro specifikované ochranné programy nebo studie a neinvazivnost hraje neposlední roli v tomto seznamu výhod (Matthew et al., 2021; Matthew, 2016; Grimm – Seyfarth, 2022). I přes zmíněné výhody, má tato metoda i nevýhody, ke kterým spadá fyzická, finanční a časová náročnost, protože výcvik psů není lehkým a rychlým úkolem. Metoda vyžaduje trpělivost jak od psa, tak od psovodce (Kleprlíková, 2021). Další nevýhodou je různá účinnost psů a existuje přímá závislost na jejich zdraví, což může ovlivnit spolehlivost výsledků (Kleprlíková, 2021, Matthew, 2016). Rozvoj této metody v budoucích letech je klíčovým krokem k jejímu širšímu uplatnění a efektivitě. Standardizace procesu výcviku a nasazení detekčních psů pro monitorování obojživelníků, by usnadnily její adaptaci pro různé výzkumníky. Zároveň by vylepšení metodiky mohlo zahrnovat rozvoj nových technik a přístupů, které by umožnily psům efektivněji identifikovat cílové druhy v různorodějších a náročnějších prostředích.

3.5.2. Metody založené na odchytu jedinců

V následujících 3 kapitolách budou probírány metody monitoringu, u kterých dochází k manipulaci s jedinci. Při výběru takových metod je důležitým bodem nezapomenout to, že jde o živý organismus, který cítí bolest, a proto se s ním musí zacházet s péčí a láskou. Zásady manipulace s jedinci naleznete v kapitole 3.4. Jde-li o manipulaci s druhem, který je ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. nebo v přílohách směrnice o stanovištích 92/43/EHS EU, musíte požádat o výjimku u příslušných orgánů státní správy.

3.5.2.1. Zábrany a zemní padací pasti

Vědci po celém světě používají zábrany a padací pasti již mnoha let a pro monitorování různých živočichů. Mezi ně patří obojživelníci, plazy, drobní savci atd. Kombinace zábran s padacími pastmi se využívají v terestrických podmínkách, hlavně pro monitorování migrací jedinců na reprodukční biotopy, přičemž je možné i zpětné sledování vracejících se jedinců na suchozemské biotopy (Gamble, 2003).

Prvním krokem při realizaci této metody je stanovení cílů. Pokud je cílem monitorování druhů na nějaké vodní nádrže, pak je třeba ohradit nádrž zábranami a na koncích zábran je třeba umístit padací pastí (ideálními jsou vědra o objemu 10–15 l s otvorem a lemem minimálně 2 cm, aby jedinci spadli do pasti a nemohli uniknout z nádoby). Jestliže je cílem monitorování migrace jedinců, je nutné znát jejich migrační trasy, aby se efektivně vybral úsek pro umístění zábran a padacích pastí, které zachytí co největší počet druhů (Vojar, 2007; Gamble, 2003). Stejně jako u neinvazivních metod, při plánování výzkumů potřebujeme vybrat vhodné počasí (nesmějí být příliš nízké teploty, sucho atd.), jinak lze získat zkreslené výsledky.

Ochranáři využívají zábrany také pro záchranu jedinců před komunikacemi, což je přesměruje k bezpečnějším místům, kde mohou být umístěny přechody pro obojživelníky nebo padací pasti, do kterých jedinci spadnou a člověk jim pomůže tím, že je bezpečně přenesou na druhou stranu. Výška zábrany musí být minimálně 40–50 cm, ale při výskytu skokana štíhlého musí být minimálně 50–70 cm a délka jednotlivých zábran musí být standardizovaná (Vojar, 2007). Vhodnými materiály pro výrobu zábran jsou kaširovaná folie, hliníkové ploty, plastové plachty a textilové tkaniny (Dodd, 2010; Greenberg et al., 1994). Co se týče nádoby, do které živočichové padají, musí mít nezbytně malé otvory (2–3 mm) pro odtok vody. Její umístění se musí vyhnout přímému slunečnímu záření (ideální umístění je tam, kde je stín nebo lze

použit kryt pro simulaci stínu). Do nádoby se nesmí klást kameny, hlavně z důvodu ochrany jedinců před poškozením. Také důležitým aspektem je číslování jednotlivých nádob a umístění podmáčené houbičky pro záchranu jedinců před vyschnutím (Dodd, 2010; Vojar, 2007).

Významnou roli pro kontrolování pastí hrají návštěvy, kdy doporučený minimální počet návštěv je jedenkrát za 24hodinový časový úsek (Gamble, 2003). Ideálně musí návštěva probíhat ráno, protože hodně druhů obojživelníků je aktivnější v noci. Díky tomu, jedinci budou trávit v pasti méně času než při večerních návštěvách, což v důsledku zmenší stres i šanci případné predace (Crosswhite, 1999; Gamble, 2003). Při silném tahu je důležité provádět kontroly několikrát denně (ranní/večerní kontroly) (Vojar, 2007). Po kontrole pastí je nutné prodezinfikovat nádobu nebo ji vyměnit za novou jako prevenci proti šíření nemocí. Také je důležité kontrolovat jedince na patologie a zapsat jejich stav společně s pohlavím, druhem a přibližným věkem jedince (Greenberg et al., 1994).

Dochází-li k transportaci jedinců na větší vzdálenost, musíme zajistit každému jedinci vhodné podmínky. Můžeme použít plastové kontejnery s vlhkou houbičkou nebo vodou přímo z nádrže a musíme transportovat jednotlivé druhy a jejich vývojová stádia odděleně, aby nedošlo k negativním důsledkům jejich mezidruhové interakce (Zwach, 2009).

Při dokonalém ohrazení vodní nádrže, je možné dostat jako výsledek absolutní počet jedinců na objem nádrže, ale při monitorování migrace jedinců dostaneme jenom relativní počet jedinců na jednotku délky zábran (Vojar, 2007).

Do výhod použití zábran a zemních padacích pastí patří to, že umožňují dopomáhat jedincům s přechodem komunikací. Je vhodná pro dlouhodobý monitoring a další výhodou této metody je zachycení druhů, které jsou nenápadné nebo je jejich početnost velmi malá na výzkumné ploše (Crosswhite, 1999; Vojar, 2007).

Tato metoda, jako jakákoliv jiná bude mít své omezení a nevýhody. K nim lze uvést stres, který působí na jedince kvůli manipulaci, ke které dochází při použití této metody. Dalšími jsou nevhodnost použití pro všechny druhy obojživelníků, časová a prostředková náročnost, riziko predace, zachycení jiných živočichů, omezení použití (jenom pro terestrické biotopy), možnost poškození jedinců (případná smrt) a poslední neméně důležitou nevýhodou je rozšíření nemocí a patogenů (Greenberg et al., 1994; Dodd, 2010). Hlavně kvůli tomu, že do nádrže můžou spadnout i nemocní jedinci (Crosswhite, 1999; Vojar, 2007). I přesto, že tato metoda má poměrně mnoho

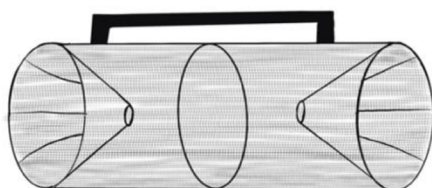
nedostatků, poskytuje nám cenné informace, které lze využívat pro ochranu obojživelníků.

3.5.2.2. Odchyt pomocí živolovných pastí

Živolovné pasti, stejně jako padací se využívají pro poměrně široké spektrum živočichů (plazy, obojživelníci, bezobratlí atd.). V posledních letech výzkumníci dávají přednost živochytným pastem před padacími, hlavně protože tyto pasti jsou vhodné pro použití v terestrických a akvatických podmínkách (Gamble, 2003; Ali et al., 2018). Obecně se dají rozdělit živolovné pasti na 2 typy. K prvním typu lze zařadit Ortmannovy pasti a do druhého typu patří rybářské vrše (Weber et al., 2023).

Pro realizaci této metody v terestrických podmínkách je nutné použít zábrany a cylindrickou rybářskou vrš s obracenými trychtýři na obou koncích (viz Obr. 1), což umožňuje záchyt jedinců z obou stran zábran, a také lze umístit uvnitř pasti nástrahy pro zvýšení atraktivity pro obojživelníky (Gamble, 2003; Greenberg et al., 1994).

Obr. 1 – Vizualizace cylindrické rybářské vrše



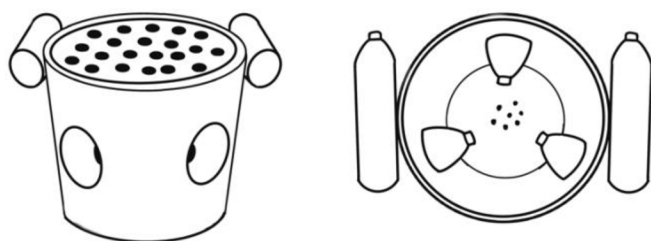
Jak zdůrazňuje Gamble (2003), použití této pasti v terestrických podmínkách bylo úspěšnější než padací pasti. Zvláště užitečným byl tento typ pasti pro zaznamenání celkové herpetofauny na lokalitě. Na trhu rybářských vrší existuje několik variací, kde vrš může mít tvar kvádrů nebo deštníků (viz Obr. 2) a také může mít jenom jeden obrácený trychtýř nebo více. Je velký výběr materiálů, které se využívají pro výrobu pastí. Je zapotřebí upozornit, že ne všechny tvary vrší budou vhodné pro použití v suchozemském prostředí (tvar deštníku je určen pro vodní stanoviště).

Obr. 2 - Vizualizace rybářské vrše tvaru deštník



Když se výzkum provádí ve vodním prostředí, lze použít všechny typy rybářských vrší zmíněných výše. Dalším typem živolovné pasti, kterou lze využívat v akvatických podmínkách je stará a dobře známá Ortmannova past (viz Obr.3). Pro její výrobu potřebujeme několik PET lahví, kbelík a lano pro provázání PET lahví ke kbelíku, aby se obojživelníci, kteří jsou zachyceni v pasti neutopily (Drechsler a Bock, 2010). PET lahve nebo polystyren lze použít i u rybářských vrší ze stejného důvodu.

Obr. 3 - Vizualizace Ortmannove pasti



Instalace a kontrola živolovných pastí jsou velmi důležitými body v použití této metody. Při instalaci pastí je třeba zajistit jejich zachycení o vodní vegetaci nebo o cokoliv jiného pomocí lana (zvláště ve nestojatých vodách, aby se past neztratila). Její horní část nesmí být ponořena, jinak se zvyšuje pravděpodobnost usmrcení jedinců. Past je nejlepší nechat na lokalitě přes noc, ale je důležité si pamatovat, že maximální čas ponechání je 24 hodin (Adams et al., 1997; Jeřábková a Boukal, 2011). Kontroly pastí musejí probíhat pravidelně a být standardizované (lze je provádět každých 12 nebo každých 24 hodin). Pokud v jednotlivých pastích byly využívány nástrahy, po provedení kontrol je musíme nahradit za nové (Adams et al., 1997; Drechsler a Bock, 2010).

Výhody a nevýhody této metody je třeba probírat u každého typu pasti zvlášť, a proto první bude Ortmannova past. Její nepochybnou výhodou je to, že tuto past lze využít při výzkumech s omezeným rozpočtem, protože na její výrobu nepotřebujeme hodně peněz. Další výhodou Ortmannovy pasti je to, že zachycuje různá vývojová stadia (larvy a dospělce) a v případě dostatečně malých otvorů lze zachytit i nejmenší larvy (Drechsler a Bock, 2010). Díky tomu, že je past z plastu a má hladký povrch není s její dezinfekcí žádný problém (Adams et al., 1997). První nevýhodou tohoto typu pasti je menší efektivita záchytu bez použití lákadel (Weber et al., 2023). Další je omezená cirkulace vody, což může při vyšších teplotách nebo při vysokých počtech jedinců zvýšit mortalitu jedinců (Adams et al., 1997). Využití této pasti je omezeno na vodní

prostředí, ale tuto nevýhodu lze eliminovat použitím jiných metod monitoringu (Weber et al., 2023, Drechsler a Bock, 2010).

Dalším typem živolovných pastí, u kterého budou probírány výhody a nevýhody jsou rybářské vrše. Výhodou tohoto typu pasti je to, že použití je univerzální (hodí se pro monitorování jedinců v akvatickém i suchozemském prostředí). Další výhodou je to, že při použití tohoto typu pastí je možné získat širší spektrum druhů, a to díky velkému množství otvorů (je zde značně lepší cirkulace vzduchu v porovnání s Ortmannovou pastí) (Jeřábková a Boukal, 2011). Poslední, ale neméně důležitou výhodou je zmenšení rizika predace při využití v terestrickém prostředí v porovnání s padacími pastmi (Adams et al., 1997; Gamble, 2003). Nevýhodou rybářských vrší je finanční aspekt, ačkoli jsou dostupnými, jejich cena i přesto bude vyšší než Ortmannova past. Některé druhy vrší (vrš typu deštník) mají také problém s otvory, přes které jedinci mohou snadno uniknout (Greenberg et al., 1994). Další nevýhodou je časová náročnost, a to zejména při instalaci a kontrole pastí v suchozemských podmínkách, protože potřebujeme zajistit, že mezi jednotlivými pastmi a zábranami nejsou mezery, přes které nám mohou druhy utéct (Gamble, 2003; Weber et al., 2023).

3.5.2.3. Odchyt pomocí sítí a podběráků

Sítě a podběráky lze používat pro různá vodní tělesa podle parametru zkoumané vodní plochy. Obojživelníky odchyťujeme bez nutnosti přímého vstupu do vody nebo můžeme procházet přímo vodní plochou (Vojar, 2007). Podle toho, jaké druhy a jaká jejich vývojová stádia chceme zachytit, bude záviset výběr ok u sítí a podběráku. Vojar (2007) naznačuje, že rozměr oka sítě pro malé čolky, juvenilní žab a pro larvy/ púlce musí být maximálně 2-3 mm, ale jejich optimální rozměr je 1-2 mm a je důležité použít jemnější síť, aby se předešlo poškození larev (Maštera et al., 2015). Pro adultní jedince žab a pro velké čolky lze použít síť o velikosti ok v rozmezí 5-10 mm. Podběrák má také svá určitá kritéria, musí být vyroben z kovu a mít silné rukojetí s připojenou obručí (Vojar, 2007). Pro sbírání dat pro porovnání jednotlivých odchytů je nutné standardizovat provedení čas ve vodní nádrži nebo množství prolovování podběrákem (Fischer, 2009; Vojar, 2007).

Několik studií zmiňuje, že použití sítí pro sledování larev je úspěšnější v porovnání s jinými metodami (Denton a Richter, 2012; Farmer et al., 2009). Je nutno vědět to, že při prolovování sítí nebo podběrákem může dojít k výraznému víření sedimentů. Jako následek se mohou uvolnit škodlivé kontaminanty (např. těžké kovy), a nakonec dojít

k úhynu velkého počtů larev (Maštera et al., 2015). Při pracování s larvami obojživelníků musíme pracovat v krátkých intervalech (ideální doba odlovu je několik vteřin, jinak může dojít k poškození larev) a po odchytu pro kontrolu, by měl být jedinec umístěn do nádoby. Důležité je si pamatovat, že při kontrole nesmí docházet k příliš dlouhému kontaktu a je lepší se vyhnout kontaktu s larvami vůbec (Maštera et al., 2015). Člověk pracující pomocí této metody musí mít odborné znalosti a zkušenosti v podobných výzkumech, zejména pro správnou manipulaci s obojživelníky a jejich určení.

Výhodou sítí a podběráků je jejich efektivita pro monitoring larev a druhů, které jsou skryté pod vodou nebo v bahně. Dalšími výhodami je to, že tato metoda je velmi účinná pro stanovení velikosti populace, její finanční dostupnost a také to, že využití této metody je univerzální pro velké spektrum vodních stanovišť (Farmer et al., 2009; Maštera et al., 2015). K nevýhodám lze uvést to, že tato metoda je náročná na čas, je fyzicky vyčerpávající a její použití v období rozmnožování bude narušovat jedince, hlavně čolky a jejich svatební tance (Maštera et al., 2015; Vojar,2007).

4. Opakovaný odchyt

Opakovaný odchyt používáme pro stanovení velikosti populace. Historie aplikování této metody má počátek na konci 18. století, kdy byla poprvé použita pro odhad lidské populace, ale na přelomu 19. a 20. století, díky vědcům Fredericku Lincolnu a Carlu George Johannes Petersonu, byla tato metoda vyvinuta a použita pro živočichy. Přesněji řečeno, Lincoln se zabýval odhadem populace ptáků a Peterson odhadem populace ryb (Chao a Chiangs, 2008). Realizace této metody spočívá v tom, že zpočátku byla část populace odchycena, označena, posčítána a vypuštěna zpět do vodní nádrže, kdy je důležité provádět vypuštění jedinců rovnoměrně a v různých částech.

Podle toho, jakou populaci chceme sledovat, bude záležet na výběru metody. Obecně dělíme populace na 2 typy. Prvním typem je uzavřená a druhým je otevřená populace. Uzavřenou obvykle nazýváme tu populaci, která má po celou dobu výzkumu stejné množství jedinců, což znamená, že populace není ovlivněna natalitou, mortalitou a migrací (Vojar, 2007). Otevřená populace je naopak ovlivněna těmito třemi faktory. Vhodnými metodami pro uzavřenou populaci je metoda Lincoln – Petersenova a metoda Schnabelové, jedinou vhodnou metodou pro otevřenou populaci je metoda Jolly – Seber.

Lincoln – Petersenova metoda vyžaduje pro stanovení velikosti populace jenom 2 návštěvy na lokalitu. Při první návštěvě dochází ke značení jedinců a při další návštěvě na lokalitu dochází jen ke sledování poměru značených a neznačených obojživelníků (Bejček a Šťastný, 2001). Metoda podle Schnabelové je podobná metodě Petersena tím, že ke značení jedinců dochází jenom při první návštěvě, dále musí být nádrž prolovována v pravidelných intervalech několikrát po sobě (minimálně třikrát). Důležité je provádět výzkum tak, aby jeho celková délka byla co nejméně ovlivněná mortalitou, natalitou a migrací pro zmenšení zkreslenosti výsledků (Vojar, 2007; Bejček a Šťastný, 2001). Nejnáročnější metoda, ale zároveň nejrealističtější je Jolly – Seber. Tato metoda poskytuje informace nejen o velikosti populace, ale zároveň i o její dynamice. Při realizaci této metody, ke značení a odlovu jedinců dochází při každé návštěvě plochy, odchycení jedinci musejí být při každém odlovu značkováni jiným způsobem (Heyer et al., 2014). Pro odchyt jedinců nejčastěji využívají výzkumníci sítě a podběráky, ale z dalších příslušenství lze využívat zábrany, padací pasti, živolovné pasti a krycí desky (Heyer et al., 2014; Bejček a Šťastný, 2001).

Jednou z výhod využívání metod zpětného odchyty je možnost získat bohatý soubor cenných informací o jejich stavu, a to pouze při pečlivém výběru techniky sledování populací. Tyto metody umožňují provádět dlouhodobý monitoring na široké geografické škále (Heyer et al., 2014). Na druhé straně, mezi nevýhody patří časová náročnost zahrnující sběr a analýzu dat, potenciální riziko zranění jedinců během manipulace nebo jejich usmrcení a možnost získání zkreslených výsledků, pokud nejsou splněny určité předpoklady týkající se typu populace (Heyer et al., 2014; Phillips et al., 2001).

4.1. Metody značení

Jak bylo zmíněno v minulé kapitole, při aplikaci metody zpětného odchyty dochází k značení jedinců. Značení lze provádět jak u dospělých, tak u larev/pulců obojživelníků. Důležitě si pamatovat některé požadavky: značení nesmí mít žádný vliv na přežívání jedince nebo jeho chování, druhým požadavkem je to, že značení nesmí zvýšit pravděpodobnost odchyty značeného jedince, a také to, že značení musí dovolit individuální identifikaci jedinců a zároveň musí být jasné a stálé po celou dobu výzkumu (Ricker, 1956).

Značení larev obojživelníků představuje složitý úkol, který vyžaduje pečlivé zvážení všech stran. Zejména proto, že pro některé druhy larev může být značení nepraktické nebo dokonce i nemožné. Je nezbytné před zahájením výzkumu porozumět, zda je možné se této akci vyhnout a použít metodu, která bude šetrnější pro tato zranitelná stádia obojživelníků (Dodd, 2010; Maštera et al., 2015). Dochází-li k značení larev obojživelníků, existuje několik metod, které se využívají také u dospělců. Jednou z nich je použití akrylových polymerů a fluorescenčních pigmentů. Metoda je lehká v použití, protože nevyžaduje anestezii pro jedince a aplikace pigmentu se provádí přímo na kůži obojživelníků pomocí spreje nebo stříkací pistole (Heyer et al., 2014). Další metodou je takzvané fotografické značení (neinvazivní metoda značení), kdy dochází k dokumentaci jedinců s jedinečnými fyzickými vlastnostmi nebo vzorů na těle prostřednictvím fotografií (Dodd, 2010). Z našich druhů, lze využít tuto metodu především pro mloka skvrnitého a čolka velkého (Bejček a Šťastný, 2001). Poslední metodou značení, kterou lze použít u larev je vizuální implantovaný elastomer. Aplikace této metody spočívá v injekci elastomeru pod kůži dospělého nebo larvy pomocí speciální injekční stříkačky s tenkou jehlou, je nutné předem anestetizovat jedince, aby nedošlo ke zbytečnému stresu (Fouilloux; 2020).

U dospělých jedinců kromě výše zmíněných metod, také používáme metodu odřezávání prstů. Dříve byla tato metoda široce používanou, ale s postupem času se pozornost vědců zvýšila na otázku, zda je aplikace této metody vůbec etickou, ale nějaká jednoznačná odpověď na tuto otázku nebyla dosud zjištěná (Funk et al., 2005). Pokud už dojde k použití této metody, je důležité správné provedení amputace prstů. U žab nejlépe amputovat pouze část 4. prstu na přední končetině a u ocasatých lze amputovat libovolný prst, ale preferovuje se na zadních končetinách (Bejček a Šťastný, 2001). Z dalších metod značení dospělců je vymrazování a vypalování (používáme zmrazený nebo žhavý drát pro značení). Tyto dvě metody jsou vhodné zejména pro žáby, protože mají pomalejší regeneraci pokožky v porovnání s ocasatými a tyto značky zůstávají čitelná na jejich pokožce do 2 roků (Phillot et al., 2007). Ještě existuje tetování značek pomocí elektrické jehly a speciálního barviva. Většinou se tetování dělá na břišní části těla jedinců a jako u předchozí metody značky jsou čitelná dlouhou dobu, ale na rozdíl od vypalování/ vymrazování tuto metodu lze použít i pro ocasaté obojživelníky (Joly a Miaud, 1990). Posledními dvěma metodami jsou PIT tagy (Pasivní integrované transpondéry) a barevné kroužky. PIT tagy jsou obvykle velikosti zrna rýže a lze je implantovat pod kůži pomocí injekční stříkačky. Po implantaci rozpoznání jedinců je velmi jednoduché jen k němu potřeba mít speciální čtečku, na které se bude zobrazovat jejich číslo (Heyer et al., 2014). Barevné kroužky jsou obecně používány pro značení ptáků, ale tento způsob značení lze přizpůsobit k jiným živočichům, a to včetně obojživelníků. Aplikace kroužků na končetiny obojživelníků není složitá a připomíná svým postupem aplikaci kroužků u ptáků. Musíme připevnit kolem končetin (lze použít malé kleště pro stáhnutí kroužku) a držet obojživelníka pevně, aby nevyskočil nám z ruky a nepoškodil se o kameny nebo o něco jiného (Dodd, 2010).

4.2. Telemetrie

Telemetrie nebo radiotelemetrie je považovaná za metodu značení jedinců, ale její využití je mnohem efektivnější pro studování a monitorování migrace obojživelníků, jejich fyziologických parametrů, preference v biotopech a chování. Dříve bylo použití této metody pro obojživelníky obtížné, protože velikost vysílače, které se používaly byly příliš velké a těžké pro jejich malé tělo. S postupem času a rozvojem technologie se vysílače miniaturizovaly a jejich spolehlivost se zvýšila a díky tomuto pokroku stala

telemetrie velmi důležitým nástrojem pro ochranu obojživelníků (Altobelli et al., 2022).

Telemetrický přístroj se skládá z vysílače, antény a kabelu pro předávání informací. Dnes existují vysílače, které nám mohou poskytovat informace nejen o poloze, teplotě a aktivitě jedinců, ale také o jejich srdečních frekvencích (Altobelli et al., 2022). Přístroj lze implantovat pod kůži nebo připevnit jeho k jejich tělu (např. při pomoci pasů). Při výběru vysílače důležité si pamatovat, že jeho váha nemůže převýšit 10 % od celkové hmotnosti jedince, aby se minimalizovaly negativní dopady na jejich zdraví a jejich pohybové schopnosti (Dodd, 2010; Heyer et al., 2014). Pro získání dat odborníkům je potřeba mít speciální přijímače, které zachytávají signály vysílané telemetrickými vysílači a umožňují sledovat obojživelníky na různé vzdálenosti, v závislosti na dosahu a citlivosti přijímačů/vysílačů (Dodd, 2010).

Výhodou použití telemetrie je získání velmi užitečné informací o populaci, která může být podkladem pro studie a ochranná opatření. Také umožňuje monitoring druhů, které vedou skrytý životní styl nebo jsou v obtížně dostupných místech (Heyer et al., 2014). Ačkoli použití telemetrie nabízí mnoho výhod pro výzkum v oblasti ekologie a ochrany přírody, také má některé nevýhody a omezení. První je její finanční a časová náročnost, dále je případná ztráta signálů z vysílačem, kvůli čemu lze dostat zkreslená data (Altobelli et al., 2023). Její hlavní nevýhoda jako u dosud zmíněných invazivních metod je riziko usmrcení jedince nebo jeho poškození. Posledním bodem je její nevhodnost pro všechny druhy, navzdory velkému pokroku v miniaturizaci telemetrických přijímačů je stále problém s jejich použitím u malých druhů obojživelníků (Altobelli et al., 2022).

5. Závěr

Tato bakalářská práce představuje přehled různých metod monitoringu obojživelníků, klíčových pro ochranu a porozumění jejich populacím. Z detailního zkoumání neinvazivních a invazivních metod vyplynulo, že každá metoda přináší unikátní výhody a má specifická omezení. Nelze jednoznačně říct, že použití některé z metod je efektivnější pro všechny typy výzkumů, a proto musíme na počátku pečlivě naplánovat výzkum a postavit cíle. Po identifikaci jednotlivých cílů lze vybrat správnou metodu a kombinovat ji s dalšími, což v důsledku vede k minimalizaci její slabých stran a získání reprezentativního a zároveň i relevantního výsledku. Pro snazší orientaci v jednotlivých metodách, lze využít Tab. 3, kde jsou zobrazeny všechny typy monitoringu a jejich charakteristiky.

Tab.3 – Přehled metod monitoringu

Název metody	Typ monitoringu	Finanční náročnost	Časová náročnost	Výsledek	Efektivita
Akustický monitoring	Neinvazivní	Nízká	Střední až vysoká	Odhad početnosti vokalizujících samců	Zejména efektivní pro monitorování vokalizujících samců
Pasivní akustický monitoring	Neinvazivní	Střední až vysoká	Střední až vysoká	Odhad početnosti vokalizujících samců	Zejména efektivní pro monitorování vokalizujících samců
Vizuální sledování jedinců	Neinvazivní	Nízká	Střední až vysoká	Odhad početnosti populace	Efektivní pro všechna vývojová stadia obojživelníků, ale pro všechny druhy
eDNA	Neinvazivní	Střední	Nízká	Přehled vyskytujících se druhů nebo přítomnost/absence nějakého specifického druhu	Efektivní pro široký rozsah druhů, včetně těch, které jsou obtížně pozorovatelné nebo mají nízkou početnost.
Monitoring pomocí hormonů	Neinvazivní	Střední	Střední až vysoká	Reakce na environmentální změny v prostředí nebo na ochranná opatření	Efektivní pro všechny druhy, ale nejlepší použití je v období rozmnožování

Monitoring pomocí psa	Neinvazivní	Vysoká	Vysoká	Přítomnost a nepřítomnost hledaného jedince	Vysoce efektivní pro detekce druhu, který pes se naučil odlišit díky specifickému pachu
Zabrány a zemní padací pastí	Invazivní	Vysoká	Vysoká	Při dokonalém ohrazení biotopu, lze dostat absolutní početnost populace jinak jenom relativní	Efektivní téměř pro všechny dospělé jedince obojživelníků
Živolovné pasti	Invazivní	Nízká až vysoká (záleží od typu pasti)	Vysoká	Relativní odhad populace, informace o biodiverzitě zkoumané lokality	Efektivní jak pro dospělé, tak i pro larvy obojživelníků
Sítě a podběráky	Invazivní	Nízká až střední	Vysoká	Stanovení velikosti populace při použití spolu se zpětným odchyt	Efektivní zejména pro larvy, ale i pro dospělé jedince
Opakovaný odchyt	Invazivní	Střední až vysoká (záleží od typu používaných značek)	Vysoká	Stanovení velikosti populace	Efektivní pro dospělé a pro larvy v menší míře
Telemetrie	Invazivní	Vysoká	Vysoká	Zjištění jejich migračních tras, preference v biotopech, informace o jejich chování a fyziologických parametrech	Efektivní hlavně pro dospělé jedince, středního až velkého rozměrů

Význam této práce spočívá v rozšíření našich znalostí o metodách monitorování a jejich využití v biologii ochrany přírody. Zdůrazňuje, že pouze holistickým přístupem, zahrnujícím různé monitorovací metody a pečlivě vyvážené výzkumné strategie, budeme schopni účinně chránit obojživelníky před rostoucími hrozbami. Tato práce představuje významný krok k lepšímu pochopení a ochraně biodiverzity obojživelníků, a také naznačuje důležitost dalšího rozvoje monitorovacích nástrojů a

metod, stejně jako vytváření a udržování širších mezinárodních databází, které umožní lepší sdílení dat a spolupráci mezi vědci a ochranáři po celém světě.

6. Literatura

Acevedo M. A., Villanueva-Rivera L. J., 2006: From the field: Using automated digital recording systems as effective tools for the monitoring of birds and amphibians. *Wildlife Society Bulletin*. 34(1), 211-214.

Adams M. J., Richter K. O., Leonard W.P., 1997: Surveying and monitoring amphibians using aquatic funnel traps. *Northwest fauna*. 4, 47-54.

Ali W., Javid A., Bhukhari S. M., Hussain A., Hussain S. M., & Rafique H., 2018: Comparison of different trapping techniques used in herpetofaunal monitoring: a review. *Punjab University Journal of Zoology*. 33(1), 57-68.

Altobelli J. T., Dickinson K. J., Godfrey S. S., & Bishop P. J., 2022: Methods in amphibian biotelemetry: Two decades in review. *Austral Ecology*. 47(7), 1382-1395.

Altobelli, J. T., Bishop, P. J., Dickinson, K. J., & Godfrey, S. S., 2023. Suitability of radio telemetry for monitoring two New Zealand frogs (*Leiopelma archeyi* and *L. hamiltoni*). *New Zealand Journal of Ecology*, 47(2).

Barata I. M., Griffiths R. A., & Ridout M. S., 2017: The power of monitoring: optimizing survey designs to detect occupancy changes in a rare amphibian population. *Scientific Reports*. 7(1), 16491.

Baruš V. & Oliva O., 1992: Obojživelníci – Amphibia. *Fauna ČSFR*. Academia, Praha.

Beebee T. J.C., Griffiths R. A., 2005: The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology?. *Biological conservation*. 125(3), 271-285.

Bejček V., & Šťastný K., 2001: *Metody studia ekosystémů*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Bohmann, K., & Lynggaard, C., 2023: Transforming terrestrial biodiversity surveys using airborne eDNA. *Trends in Ecology & Evolution*. 38(2), 119-121.

Boullhesen M., Vaira M., Barquez R. M., & Akmentins M. S., 2021: Evaluating the efficacy of visual encounter and automated acoustic survey methods in anuran assemblages of the Yungas Andean forests of Argentina. *Ecological Indicators*. 127, 107750.

Brito D., 2008: Amphibian conservation: Are we on the right track?. *Biological conservation*. 141(11), 2912-2917.

Browning E., Gibb R., Glover-Kapfer P., & Jones K. E., 2017: *Passive acoustic monitoring in ecology and conservation*. Woking, UK.

Burrow A., & Maerz J., 2022: How plants affect amphibian populations. *Biological Reviews*, 97(5), 1749-1767.

Cashins S. D., Alford R. A., & Skerratt L. F., 2008: Lethal effect of latex, nitrile, and vinyl gloves on tadpoles. *Herpetological Review*. 39, 298-301.

Cohen J. S., Maerz J. C., & Blossey B., 2012: Traits, not origin, explain impacts of plants on larval amphibians. *Ecological Applications*. 22(1), 218-228.

Collins J. P., Storfer A., 2003: Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity Distributions*. 9 (2), 89–98.

Crosswhite D. L., 1999: Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of the Ouachita Mountains. In: *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*. 45-50.

Cushman S. A., 2006: Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*. 128(2), 231-240.

Denton R. D., & Richter S. C., 2012: A quantitative comparison of two common amphibian sampling techniques for wetlands. *Herpetological Review*. 43(1), 44.

Díaz-Ferguson E. E., & Moyer G. R., 2014: History, applications, methodological issues and perspectives for the use environmental DNA (eDNA) in marine and freshwater environments. *Revista de biologia tropical*. 62(4), 1273-1284.

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

Dorcas M. E., Price S. J., Walls S. C., & Barichivich W. J., 2009: Auditory monitoring of anuran populations. *Amphibian ecology and conservation: a hand book of techniques*, 281-298.

Drechsler A., & Bock D., 2010: Ortmann's funnel trap—a highly efficient tool for monitoring amphibian species. *Herpetology notes*. 3(1), 13-21.

Duellman W. E., & Trueb L., 1994: *Biology of amphibians*. JHU press.

Farmer A., Smith L., Gibbons J. W., & Castleberry S., 2009: A comparison of techniques for sampling amphibians in isolated wetlands in Georgia, USA. *Applied Herpetology*. 6(4), 327-341.

Fischer D., 2009: Metodika provádění batrachologického průzkumu v EVL a MZCHÚ. Dostupné z: https://obojzivelnici.wbs.cz/obojzivelnici_-_metodika_pruzkumu.pdf

Fouilloux C. A., Garcia-Costoya G., & Rojas B., 2020: Visible implant elastomer (VIE) success in early larval stages of a tropical amphibian species. *PeerJ*. 8, e9630.

Frías-Alvarez P., Zúñiga-Vega J. J., Flores-Villela O., 2010: A general assessment of the conservation status and decline trends of Mexican amphibians. *Biodiversity and Conservation*. 19(13), 3699-3742.

Funk W. C., Donnelly M. A., Lips K. R., 2005: Alternative views of amphibian toe-clipping. *Nature*. 433 (7023), 193.

Gamble L. R., 2003: Comparative effectiveness of two trapping techniques for surveying the abundance and diversity of reptiles and amphibians along drift fence arrays. *Herpetological Review*. 34(1), 39-42.

Genet K. S., Sargent L. G. 2003: Evaluation of Methods and Data Quality from a Volunteer-Based Amphibian Call Survey. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*. 31 (3), 703–714

Gibbons J. W., Scott D E., Ryan T. J., Buhlmann K. A., Tuberville T. D., Metts B. S., Greene J. L., Mills T., Yale L., Poppy S., Winne C. T., 2000: Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *BioScience*. 50(8) 653-666.

Green D. M., 1997: Perspectives on amphibian population declines: defining the problem and searching for answers. *Herpetological conservation*. 1, 291-308.

Greenberg C. H., Neary 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.

Grimm-Seyfarth, A., 2022: Environmental and training factors affect canine detection probabilities for terrestrial newt surveys. *Journal of Veterinary Behavior*. 57, 6-15.

Hampton, P., 2007: A comparison of the success of artificial cover types for capturing amphibians and reptiles. *Amphibia-Reptilia*. 28(3), 433-437.

Harvey Pough, F., 2007: Amphibian Biology and Husbandry. *ILAR Journal*. 48 (3), 203–213.

Heyer R., Donnelly M. A., Foster M., & Mcdiarmid R., 2014: Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution.

Hillyard S. D., 1999: Behavioral, molecular and integrative mechanisms of amphibian osmoregulation. *Journal of Experimental Zoology*. 283 (7), 662–674.

Hopkins W. A., 2007: Amphibians as Models for Studying Environmental Change. *ILAR Journal*. 48 (3), 270–277.

Chao A., Pan H. Y., & Chiang S. C., 2008: The Petersen–Lincoln Estimator and its extension to estimate the size of a shared population. *Biometrical Journal: Journal of Mathematical Methods in Biosciences*. 50(6), 957-970.

IUCN (2023): 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>

Jarosiewicz A., Radawiec B., Hetmański T., 2014: Influence of Water Chemistry and Habitat Parameters on the Abundance of Pond-Breeding Amphibians. *Polish Journal of Environmental Studies*. 23 (2), 349–355.

Jeřábková L., 2011: Obojživelníci a plazi: Metodika mapování. AOPK ČR. Praha.

Jeřábková L., Boukal D., 2011: Živolovné pasti: účinná metoda průzkumu čolků a vodních brouků. *Ochrana přírody*. 5:23-25.

Jeřábková L., & Zavadil V., 2020: Atlas rozšíření obojživelníků České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha.

Joly P., Morand C., & Cohas A., 2003: Habitat fragmentation and amphibian conservation: building a tool for assessing landscape matrix connectivity. *Comptes Rendus Biologies*. 326, 132-139.

Joly, P., Miaud, C., 1990: Tattoing as an individual marking technique in urodeles. *Alytes*. 8 (1), 11–16.

Kleperlíková L., 2021: Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra zoologie a rybářství, Praha. 60 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Maštera J. & Mašterová A., 2017: Obojživelníci Vysočiny. Pobočka ČSO na Vysočině. Jihlava.

Maštera J., Zavadil V. & Dvořák J., 2015: Vajíčka a larvy obojživelníků České republiky. Academia, Praha.

Matthew E. E., 2016: The use of a sniffer dog for amphibian conservation ecology (Doctoral dissertation, North-West University (South Africa), Potchefstroom Campus).

Matthew E. E., Verster R., & Weldon C., 2021: A case study in canine detection of giant bullfrog scent. *Journal of Vertebrate Biology*. 69(3), 20043-1.

McDiarmid R., 1994. Amphibian diversity and natural history: an overview. In: *Measuring and monitoring biological diversity*. Smithsonian Institution. 31-40.

Measey G. J., Stevenson B. C., Scott T., Altwegg R., & Borchers D. L., 2017: Counting chirps: acoustic monitoring of cryptic frogs. *Journal of Applied Ecology*. 54(3), 894-902.

Melo I., Llusia D., Bastos R. P., & Signorelli L., 2021: Active or passive acoustic monitoring? Assessing methods to track anuran communities in tropical savanna wetlands. *Ecological Indicators*. 132, 108305.

Mendez D., Webb R., Berger L., & Speare R., 2008: Survival of the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* on bare hands and gloves: hygiene implications for amphibian handling. *Diseases of aquatic organisms*. 82(2), 97-104.

Michael D. R., Blanchard W., Scheele B. C., & Lindenmayer D. B., 2019: Comparative use of active searches and artificial refuges to detect amphibians in terrestrial environments. *Austral Ecology*. 44(2), 327-338.

Mikátová B., Vlašín M., 2002: *Ochrana obojživelníků*. EkoCentrum, Brno.

Miller D. A., Weir L. A., McClintock B. T., Grant E. H. C., Bailey L. L., & Simons T. R., 2012: Experimental investigation of false positive errors in auditory species occurrence surveys. *Ecological Applications*. 22(5), 1665-1674.

Moss W. E., Harper L. R., Davis M. A., Goldberg C. S., Smith M. M., Johnson P.T. J., 2022: Navigating the trade-offs between environmental DNA and conventional field surveys for improved amphibian monitoring. *Ecosphere*. 13 (2), e3941.

Narayan E. J., 2013: Non-invasive reproductive and stress endocrinology in amphibian conservation physiology. *Conservation Physiology*. 1(1), cot011.

Narayan E. J., Forsburg Z. R., Davis D. R., & Gabor C. R., 2019: Non-invasive methods for measuring and monitoring stress physiology in imperiled amphibians. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 7, 431.

Osman O. A., Andersson J., Martin Sanchez P. M., & Eiler A., 2022: National eDNA-based monitoring of *Batrachochytrium dendrobatidis* and amphibian species in Norway. *Metabarcoding and Metagenomics*. 6, 305-317.

Pechmann J. H., Scott D. E., Whitfield Gibbons, J., & Semlitsch R. D., 1989: Influence of wetland hydroperiod on diversity and abundance of metamorphosing juvenile amphibians. *Wetlands ecology and Management*. 1, 3-11.

Pessier, A. P., 2002: An overview of amphibian skin disease. *Seminars in avian and exotic pet medicine*. 11(3),162-174.

Phillips C. A., Dreslik M. J., Johnson J. R., & Petzing J. E. (2001). Application of population estimation to pond breeding salamanders. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. 94, 111-118.

Phillott A. D., Skerratt L. F., McDonald K. R., Lemckert F. L., Hines H. B., Clarke J. M., Alford R. A., & Speare R., 2007: Toe-clipping as an acceptable method of identifying individual anurans in mark recapture studies. *Herpetological Review*. 38, 305-308.

Phillott D., Speare R., Hines H. B., Skerratt L. F., Meyer E., McDonald K. R., Cashins S. D., Mendez D., Berger L., 2010: Minimising exposure of amphibians to pathogens during field studies. *Diseases of aquatic organisms*. 92(3), 175-185.

Pomezanski D., 2021: How many years of acoustic monitoring are needed to accommodate for anuran species turnover and detection?. *Environmental Monitoring and Assessment*. 193(9), 553.

Porej D., & Hetherington T. E., 2005: Designing wetlands for amphibians: the importance of predatory fish and shallow littoral zones in structuring of amphibian communities. *Wetlands Ecology and Management*. 13, 445-455.

Postaire B., Dupuch A., Ladent E., & Surget-Groba Y., 2023: Vernal Pool Amphibian Inventories in the Temperate Forests of Eastern North America: Can Environmental DNA Replace the Traditional Methods?. *Forests*. 14(10), 1930.

Ricker W. E., 1956: Uses of marking animals in ecological studies: the marking of fish. *Ecology*. 37(4), 665-670.

Rittenhouse T. A., & Semlitsch R. D., 2007: Distribution of amphibians in terrestrial habitat surrounding wetlands. *Wetlands*. 27(1), 153-161.

Rödel M. O., & Ernst R., 2004: Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*. 10(1), 1-14.

Rollins-Smith, L. A., 2017: Amphibian immunity–stress, disease, and climate change. *Developmental & Comparative Immunology*. 66, 111-119.

Scott N. J., Crump M. L., Zimmerman B. L., Jaeger R. G., Inger R. F., Corn P. S., 1994: Standard techniques for inventory and monitoring. In: *Measuring and monitoring biological diversity*. Smithsonian Institution. 106-174.

Seltenrich C. P., Pool A. C., & Gas P., 2002: A standardized approach for habitat assessments and visual encounter surveys for the foothill yellow-legged frog (*Rana boylei*). Pacific Gas and Electric Company.

Semlitsch R. D., & Bodie J. R., 2003: Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation biology*. 17(5), 1219-1228.

Shulse C. D., Semlitsch R. D., Trauth K. M., & Williams A. D., 2010: Influences of design and landscape placement parameters on amphibian abundance in constructed wetlands. *Wetlands*. 30, 915-928.

Směrnice Rady 92/43/EHS, o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, v platném znění.

Sparling D. W., 2010: Water-quality criteria for amphibians. In: *Amphibian ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University. 105-120.

Stevens C. E., & Paszkowski C. A., 2004: Using chorus-size ranks from call surveys to estimate reproductive activity of the wood frog (*Rana sylvatica*). *Journal of Herpetology*. 38(3), 404-410.

Stuart S. N., Chanson J. S., Cox N. A., Young B. E., Rodrigues A. S., Fischman D. L., & Waller R. W., 2004: Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*. 306(5702), 1783-1786.

Sugai L. S. M., Silva T. S. F., Ribeiro Jr, J. W., & Llusia D., 2019: Terrestrial passive acoustic monitoring: review and perspectives. *BioScience*. 69(1), 15-25.

Sun X., Guo N., Gao J., & Xiao N., 2024: Using eDNA to survey amphibians: Methods, applications, and challenges. *Biotechnology and Bioengineering*. 121(2), 456-471.

Svenningsen, A. K. N., Pertoldi, C., Bruhn, D., 2022: eDNA Metabarcoding Benchmarked towards Conventional Survey Methods in Amphibian Monitoring. *Animals*. 12 (6), 763.

Torres J. M., Hernández I., & Reques R., 2015: Local and landscape influence on richness of amphibian species breeding in seasonal ponds in the Spanish south-Atlantic littoral. Impact determination. *Basic and Applied Herpetology*. 29, 5-19

Vojar J., 2007: Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplňěk k metodice č. 1 ČSOP. ZO ČSOP Hasina, Louny.

Vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny , v platném znění.

Waddle J. H., Thigpen T. F., & Glorioso B. M., 2009: Efficacy of automatic vocalization recognition software for anuran monitoring. *Herpetological Conservation and Biology*. 4(3), 384-388.

Walker D.M., Leys J.E., Dunham K.E., Oliver J.C., Schiller E.E., Stephenson K.S., Kimrey J.T., Wooten J. and Rogers M.W., 2017: Methodological considerations for detection of terrestrial small-body salamander eDNA and implications for biodiversity conservation. *Mol Ecol Resour*. 17, 1223-1230.

Weber L., Botorová M., & Rulík M., 2023: Comparing trap and bait efficiency to record the great crested newts (*Triturus cristatus*). *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*. 26(424), 1-8.

Willacy R. J., Mahony M., & Newell D. A., 2015: If a frog calls in the forest: Bioacoustic monitoring reveals the breeding phenology of the endangered Richmond Range mountain frog (*Ptilonorhina richmondensis*). *Austral Ecology*. 40(6), 625-633.

Yudha D. S., Izzati R., Ardianto A. S., Nainggolan A. P., & Priyono D. S., 2023: Monitoring Keanekaragaman Amfibi dan Reptil di Bagian Hulu Sungai Code Menggunakan Metode environmental DNA. *Berkala Ilmiah Biologie*. 14(1), 8-20.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

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

Zwach I., 2009: Obojživelníci a plazi České republiky. Grada. Praha.